



**Centro de Investigación en Alimentación  
y Desarrollo, A.C.**

**ESTADO NUTRICIONAL DE CALCIO EN ESCOLARES  
HERMOSILLENSES CON BASE EN SU INGESTIÓN  
DIETARIA Y EXCRECIÓN URINARIA**

---

Por:

Maryan Kazandra Zazueta Valenzuela

TESIS APROBADA POR LA

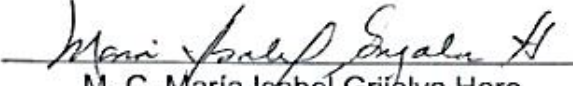
COORDINACIÓN DE NUTRICIÓN

Como requisito parcial para obtener el grado de

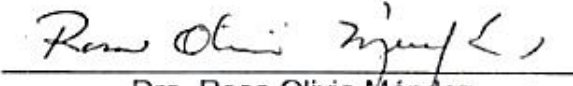
**MAESTRÍA EN CIENCIAS**

## APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para la revisión de la tesis de Maryan Kazandra Zazueta Valenzuela la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestra en Ciencias

  
M. C. María Isabel Grijalva Haro  
Directora de Tesis

  
Dra. Graciela Caire Juvera  
Asesora

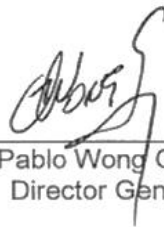
  
Dra. Rosa Olivia Méndez  
Asesora

  
Dra. Martha Nydia Ballesteros Vásquez  
Asesora

## DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

La información generada en esta tesis es propiedad intelectual del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del Director General del CIAD.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito en cuestión del director de tesis.



---

Dr. Pablo Wong González  
Director General

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por lo que agradezco inmensamente el apoyo financiero otorgado para mi formación como Maestra en Ciencias. Del mismo modo, agradezco al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD, A.C.) por el apoyo institucional brindado.

De manera especial, agradezco la dirección de este trabajo por mi segunda madre, M.C. María Isabel Grijalva Haro, quien me abrió las puertas de su laboratorio y me brindó la oportunidad de formar parte de su excelente equipo de trabajo, siempre en un ambiente humano, haciendo más ligera la carga en esos días que parecía ser pesada.

Agradezco a mi comité de tesis: Dra. Martha Nydia Ballesteros, Dra. Graciela Caire y Dra. Rosa Olivia Méndez. Gracias por brindarme las herramientas necesarias para siempre ver “más allá”; sin sus observaciones tan atinadas no podría haber dejado de “caminar en círculos”, gracias sinceras por encaminar este trabajo hacia su mejor potencial.

Asimismo, agradezco profundamente el apoyo incondicional de la M.C. Bianca Vargas, Q.B. Amparo Nieblas y M.C. Luis Enrique González, gracias por su apoyo y paciencia en el laboratorio, y por su grata compañía. Gracias también al M.C. José Antonio Ponce, por ayudarme con el trabajo de campo, yendo y viniendo tantos días, por la estandarización en las medidas antropométricas, por sus enseñanzas y sabios consejos. A mis hermanitas de laboratorio: Paty, Gaby, Mily y Esme, muchas gracias por su colaboración en el trabajo de campo; esos días fríos ahora rinden fruto, gracias por su compañía.

Gracias a mis compañeros de generación por la amistad brindada, y su disposición de ayudar. Fabe, Amanda, Lore, Maribel, Teté y Lore B, gracias por su amistad y los momentos compartidos. En especial, gracias a Mildren, mi roomie, con quien viví más de cerca esta experiencia.

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres: Carmen Julia Valenzuela y Julián Zazueta, porque creyeron en mí, porque son digno ejemplo de superación y entrega, porque me dieron la oportunidad de seguir adelante con mis estudios y formación profesional. ¡Va por ustedes!, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí; no me equivoco al decir que son los mejores padres del mundo, gracias por su esfuerzo, apoyo y confianza que han tenido siempre en mí.

No puedo dejar de lado el apoyo inquebrantable de mi prometido, Paúl Félix, quien me ha mostrado fe ciega y me ha brindado soporte en cada desvelo, en cada tropiezo y ha compartido las emociones implícitas de cada parte de este trabajo. A mi amiga incansable Lidia Ibarra, por su apoyo incondicional. A mis hermanos, Alex, el más guapo de todos y Fer, la más bella princesa ¡También va por ustedes!

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
LISTA DE FIGURAS .....	<b>viii</b>
LISTA DE CUADROS .....	<b>ix</b>
Resumen .....	<b>x</b>
Abstract.....	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>3</b>
Calcio en el Organismo.....	3
Funciones y Acciones Fisiológicas .....	3
Absorción y Metabolismo .....	4
Regulación.....	5
Excreción .....	6
Deficiencias.....	7
Calcio Dietario.....	8
Biodisponibilidad .....	9
Estado de Calcio e Interacción con otros Nutrientes .....	9
Ingestión Diaria Recomendada.....	11
Implicaciones de la Vida Contemporánea en el Calcio Dietario.....	12
Hallazgos en el Ambiente .....	12
Hallazgos en la Dieta.....	13
Situación Actual de la Ingestión de Calcio .....	15
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>19</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>20</b>
Objetivos Específicos.....	20
<b>SUJETOS Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>

## CONTENIDO (Continuación)

Población de Estudio y Diseño .....	21
Mediciones Realizadas .....	21
Antropometría .....	21
Ingestión de Calcio y Componentes Dietarios .....	22
Contenido de calcio y componentes dietarios en alimentos .....	23
Calciuria (Relación Calcio / Creatinina) .....	24
Análisis Estadístico de Datos.....	25
<b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>27</b>
Descripción de la Muestra .....	27
Evaluación Dietaria .....	27
Ingestión de calcio y de componentes dietarios que intervienen en el metabolismo del calcio.....	30
Excreción Urinaria de Calcio y Creatinina.....	33
Ingestión Dietaria y Excreción Urinaria .....	34
Análisis Proximal y Contenido de Calcio en Alimentos .....	39
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>45</b>
Limitaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
Fortalezas .....	46
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>47</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	Asociación del consumo de fibra dietaria y calcio	<b>30</b>
<b>2</b>	Asociación de la excreción urinaria de calcio con su consumo	<b>35</b>
<b>3</b>	Excreción urinaria de calcio según el consumo de fibra dietaria	<b>36</b>



## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	Descripción de los sujetos que participaron en el estudio	<b>27</b>
<b>2</b>	Principales alimentos consumidos según el CFCA-Ca	<b>28</b>
<b>3</b>	Ingestión de compuestos dietarios que afectan el metabolismo del calcio	<b>31</b>
<b>4</b>	Excreción de calcio y creatinina en muestras de orina	<b>33</b>
<b>5</b>	Distribución de la adecuación en el consumo de calcio en los niños y su excreción urinaria de calcio	<b>35</b>
<b>6</b>	Asociación de la excreción urinaria de calcio con algunos nutrientes mediante regresión lineal	<b>37</b>
<b>7</b>	Análisis proximal y contenido de calcio de los alimentos más consumidos (base seca) por escolares hermosillenses (2014-2015)	<b>40</b>
<b>8</b>	Contenido de calcio de los alimentos más consumidos (base seca) por escolares hermosillenses (2014-2015)	<b>41</b>

## RESUMEN

El calcio dietario en escolares es importante para su crecimiento y mineralización ósea, por lo que es necesario cubrir la ingestión diaria recomendada (IDR). La dieta sonoreense incluye un consumo bajo de calcio y componentes dietarios que afectan el metabolismo del mismo, como fibra y fitatos que impiden su absorción, así como consumos elevados de sodio, fósforo, cafeína y proteína, que aumentan las pérdidas urinarias de calcio.

El objetivo de este estudio fue evaluar el estado nutricional de calcio de escolares hermosillenses, con base en la ingestión y excreción urinaria de calcio, y factores dietarios asociados a su metabolismo. Se aplicó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos adaptado para calcio en 226 escolares de 6 a 8 años. Se colectaron muestras de orina aleatoria (una por niño). Se determinaron calcio y creatinina mediante absorción atómica y un kit comercial Randox, respectivamente.

Se encontró una ingestión media de calcio de 836 mg diarios, lo cual cubre la IDR. Sin embargo, se tuvo un consumo deficiente de calcio en el 45% de los niños y consumos elevados de componentes dietarios que afectan su metabolismo. La excreción de calcio varió de 0.120 a 11.010 mg/dL, y la de creatinina de 5.75 a 446.09 mg/dL, obteniendo una relación promedio de Ca/Cr de 0.04, que se considera baja. Se encontraron asociaciones negativas de la excreción urinaria de calcio con el consumo de fibra dietaria, fitatos y sodio, así como asociaciones positivas con el consumo de proteína total y animal.

Adicionalmente, se midió el contenido de calcio en los alimentos que fueron consumidos con mayor frecuencia por los escolares, los cuales se consideraron para recalcular la ingestión de calcio. De este modo se observó un incremento del consumo deficiente de calcio, pasando del 45% al 52%.

Se concluye que el estado nutricional de calcio del escolar hermosillense es adecuado. Sin embargo, el 52% de esta población es vulnerable a un déficit en su estado nutricional de calcio, pues su consumo es deficiente y por la presencia de factores que inhiben su absorción.

**Palabras clave:** *escolares, calcio, ingestión, excreción urinaria.*

## ABSTRACT

Calcium intake by schoolchildren is important for growth and bone mineralization, making it necessary to meet the recommended daily intake (RDI). Sonora diet includes low dietary calcium intake and components that could affect the calcium metabolism, as fiber and phytate, who prevent its absorption, as well as high consumption of sodium, phosphorus, caffeine, and protein, which increase calcium urinary losses.

The objective of this study was to evaluate the nutritional status of calcium in Hermosillo schoolchildren, based on calcium intake and urinary calcium excretion, and dietary factors associated with their metabolism. A calcium intake adapted food frequency questionnaire (CFCA-Ca) was applied in 226 schoolchildren from 6 to 8 years old. Random urine samples were collected (one sample per child). Calcium and creatinine were determined by atomic absorption and Randox commercial kit respectively.

It was found out that the average daily calcium intake is 800 mg, which covers their RDI. However, poor calcium intake in 45% of children was found, as a high consumption of dietary components that interfere with calcium metabolism. Calcium excretion ranged from 0.120 to 11.010 mg/dL, and from 5.75 to 446.09 mg/dL for creatinine, obtaining an average ratio of Ca/Cr of 0.03, which is considered low. Negative associations of urinary calcium excretion with fiber, phytates and sodium intake, as well as positive associations with animal and total protein intake were found.

Additionally, calcium content in foods that were consumed more often by schoolchildren, which is considered to recalculate calcium intake was measured. Thus, an increase of inadequate calcium was observed, from 45 to 52%.

It is concluded that the nutritional state of calcium of Hermosillo schoolchildren is adequate. However, 52% of this population is vulnerable to a deficit of his calcium nutritional state due to its inadequate calcium intake and presence of factors that inhibit its absorption.

**Keywords:** *schoolchildren, calcium, intake, urinary excretion.*

## INTRODUCCIÓN

El calcio es el mineral más abundante en el organismo y un catión esencial para la fisiología humana (Pérez et al., 2005). En escolares, el aporte adecuado de calcio es importante para el crecimiento y la mineralización ósea. Su deficiencia puede conducir a raquitismo, y con ello a posibles deformidades óseas (Cosenza et al., 2013). Además, la osteoporosis puede tener origen desde la infancia (Henwood y Binkovitz, 2009), por lo que es necesario asegurar una adecuada ingestión de calcio a partir de la dieta y mantener un balance de calcio positivo durante esta etapa (Theobald, 2005; Boot et al., 1997; Pérez et al., 2005).

En México coexisten la sobrealimentación y la deficiencia de micronutrientes (Barquera et al., 2009). En Sonora, la dieta incluye componentes que contribuyen a mayores pérdidas renales de calcio, lo que podría afectar el estado nutricional para este mineral en el individuo (De Santiago et al., 2005; Prentice et al., 2006). El consumo elevado de productos ricos en fibra dietaria, de alimentos procesados (ricos en sodio) y la sustitución del consumo de leche por bebidas carbonatadas, jugos o productos lácteos de origen vegetal podría influir negativamente en el estado nutricional de calcio. Además, alimentos considerados buenos aportadores de calcio, como la tortilla de maíz, han modificado su forma tradicional de preparación, resultando en un menor contenido de este mineral (Theobald, 2005; Rosado et al., 2005; Flores et al., 2006). Incluso, se ha encontrado que el contenido de calcio de algunos productos resulta ser menor que el mencionado en la etiqueta, al cuantificarlo experimentalmente (Montero et al., 2006; González, 2009; Brun et al., 2012). Aunado a lo anterior, se han reportado ingestiones deficientes de calcio en la

población mexicana, señalando mayores deficiencias de su consumo en la región norte del país (Flores et al., 2009; Castillo-Ruiz et al., 2012; Vivanco-Muñoz 2012), incluso se señala una mediana de consumo de calcio por escolares de esta región de 701mg/d (Barquera et al., 2009). Respecto a la dieta sonorenses, desde 1995 se han señalado como principales alimentos consumidos a las tortillas de harina de maíz, de trigo y a los frijoles, mismos que son aportadores de calcio, sin embargo son ricos en fibra dietaria y fitatos, que pueden interferir con la absorción del calcio. Por lo anterior, en este estudio se evaluó si los alimentos que componen la dieta de los niños en el municipio de Hermosillo, Sonora, son buenos aportadores de calcio y si sus componentes dietarios aumentan las pérdidas del mismo, por lo que se estimó el patrón dietario de los niños escolares, y su excreción urinaria de calcio.

## **ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

### **Calcio en el Organismo**

El calcio es el nutrimento inorgánico más abundante en el cuerpo humano, representando el 52% de su contenido mineral (De Santiago et al., 2005). Es esencial no sólo en el tejido óseo, sino también a nivel intracelular. Sin embargo sólo el 1% del calcio total del organismo se encuentra en forma iónica en los fluidos biológicos (Brun et al., 2012). El otro 99% del calcio está distribuido en forma de cristales de hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6[\text{OH}]_2$ ) en los huesos y dientes (Pérez et al., 2005).

Los rangos normales de calcio en plasma están considerados entre 9 a 10.2 mg/dL (Fernández et al., 2011). En el líquido extracelular, el 50% del calcio está ionizado (fisiológicamente activo) y el 40% está unido a proteínas plasmáticas como albúmina y globulinas. El 10% restante, forma complejos con aniones orgánicos e inorgánicos como citrato, fosfato y carbonato (Pérez et al., 2005; De Santiago et al., 2005).

### **Funciones y Acciones Fisiológicas**

El calcio es necesario para la formación y mantenimiento del esqueleto y dientes (Pérez et al., 2005). A su vez, los huesos funcionan como reserva de calcio, necesaria para la acción nerviosa y el metabolismo celular, cuando los

niveles en plasma descienden por debajo de los rangos normales (Fernández et al., 2011; Roth, 2009).

La forma iónica del calcio puede actuar como agente electroquímico, permite la estabilidad y permeabilidad de la membrana plasmática, es cofactor de algunas enzimas y segundo mensajero en los procesos de transducción de señales (Brun et al., 2012; De Santiago et al., 2005). Juega un papel regulador en la contracción muscular, incluyendo el músculo cardíaco. Así mismo, desempeña funciones homeostáticas para mantener las concentraciones plasmáticas en rangos normales. Además, el calcio participa en la transmisión del impulso nervioso y excitabilidad neuronal, en procesos de coagulación sanguínea, en la secreción de neurotransmisores y procesos digestivos (Pérez et al., 2005; Cosenza, 2013; Theobald et al., 2005).

### **Absorción y Metabolismo**

La absorción del calcio a partir de la dieta varía entre el 25 y el 75%. Es determinada principalmente por factores dietarios inhibidores o favorecedores, así como por la cantidad de calcio en el alimento (Rosado et al., 2005). Del mismo modo, depende de la edad del individuo, de la actividad física y concentraciones plasmáticas de vitamina D (Pérez et al., 2005), que en conjunto, determinan el estado de nutrición del calcio en la persona (Dairy Research Institute, 2011).

La vitamina D es una prohormona con dos metabolitos activos 25.OH-D y 1,25.OH<sub>2</sub>-D (Wagner y Greer, 2008), que estimulan la absorción intestinal de calcio. Así pues, el metabolismo del calcio depende de la vitamina D, de los niveles de la hormona paratiroidea (PTH) y calcitonina (Heaney et al., 2004; Cosenza, 2013).

Durante la infancia, la absorción intestinal del calcio es más eficiente que en la edad adulta y es dada por dos mecanismos. El primero, es un mecanismo transcelular activo, predominante en el duodeno, regulado por la presencia de la vitamina D, saturable y de alta eficacia a bajas concentraciones de calcio luminal. El segundo, es un mecanismo paracelular pasivo, proceso de difusión no saturable, importante a lo largo de todo el intestino. En éste, el calcio es absorbido en función del tiempo de contacto que tenga el quimo con el intestino, que generalmente es mayor en el yeyuno e íleon, siendo ahí donde se presenta la mayor absorción de calcio dietario (Fulmer, 1992; Bronner, 2003; Brun et al., 2012).

## **Regulación**

Todas las células en el organismo necesitan del calcio, por lo que es regulado para su distribución por el sistema hormonal. Este sistema de regulación refleja la importancia que este mineral tiene en el organismo, tanto en el medio extracelular, como en el intracelular (Pérez et al., 2005).

La regulación del metabolismo del calcio se caracteriza por un contorno de retroalimentación homeostática. Generalmente los niveles de calcio en sangre son constantes, se mantienen a pesar de que exista una ingestión deficiente (Roth, 2009). Sin embargo, cuando éstos descienden, las glándulas paratiroides liberan una hormona (PTH), que indica a los riñones que recuperen calcio antes de que éste se excrete, reabsorbiéndose en el túbulo distal. Además, esta hormona, al trabajar con el calcitriol ( $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$ ), forma activa de vitamina D, produce una mayor liberación de calcio de los huesos al estimular la actividad de los osteoclastos –encargados de la resorción ósea-. Así, estas dos acciones aumentan los niveles de calcio en el torrente sanguíneo. De forma opuesta, si el nivel de calcio en sangre se eleva por arriba de lo normal (hipercalcemia), los osteoblastos -constructores de huesos- aumentan la masa ósea, o bien, la hipercalcemia resulta en la supresión de la



PTH y aumenta la excreción urinaria de calcio. Esto depende de la edad de la persona (Roth, 2009; Henwood y Binkovitz, 2009).

## **Excreción**

Aunque la excreción de calcio se presenta principalmente por la vía renal y tracto gastrointestinal, se pueden dar pérdidas de calcio mínimas por la transpiración. El calcio fecal, que de acuerdo a algunos autores es mínimo, resulta de la fracción no absorbida de la dieta y restos celulares de la mucosa, jugos digestivos y bilis.

En el riñón, el aumento de la concentración de iones de calcio del fluido extracelular, disminuye la tasa de filtración glomerular, tiene una acción diurética en el túbulo proximal, e inhibe las acciones de la hormona antidiurética (Weaver y Heaney, 2014). Así, la excreción urinaria de calcio se da bajo control endócrino, estimulada por glucocorticoides, hormonas tiroideas y hormona del crecimiento, e inhibida por la vitamina D, la PTH y los estrógenos. Ambas vías de excreción dependen del total de calcio ingerido (Matkovic, 1991; Heaney y Skillman, 1964; Pérez et al., 2005).

Existe una asociación significativa de la excreción urinaria de calcio con la densidad mineral ósea (DMO) en niños saludables (Shi et al., 2012) y una correlación con la absorción de este mineral (Hunt et al., 2009). Normalmente, se pierden alrededor de 150 mg de calcio a través de la orina (Allen, 1982). Así, los valores de 2 a 3 mg de calcio por kilogramo de peso, en orina de 24 horas, son considerados normales, mientras que una excreción superior a 4 mgCa/kg/24h es considerada como hipercalciuria (Lieberman et al., 1979; Cabonell et al., 1999). Dada la dificultad para coleccionar orina de 24 horas en niños de edad escolar, el método de la relación de calcio urinario / creatinina, con base en una muestra aleatoria de orina (Sorkhi y Haji, 2005; Burhan et al., 2011), resulta efectivo para identificar hipercalciuria.

Por otro lado, se ha demostrado que el consumo de proteína animal y elevadas concentraciones de sodio en la dieta, conducen a mayores pérdidas de calcio en la orina, lo cual, de ser constante, podría llevar a estado deficiente de calcio en el organismo (Breslau et al., 1988; Lanou et al., 2005; Hunt et al., 2009; Ross et al., 2011; Greer y Krebs, 2006).

## **Deficiencias**

La baja ingestión de calcio y vitamina D a partir de la dieta, favorecen la descalcificación y limitan la absorción de calcio dietario, pues hay aumento en los niveles de PTH, promoviendo hipofosfatemia. Una baja proporción de calcio respecto al fósforo en la dieta, favorece la descalcificación, comprometiendo la salud ósea (Pérez et al., 2005; Sámano et al., 2013).

Las deficiencias nutricionales en niños generan retardo de crecimiento y daño a la respuesta inmune (Flores et al., 2009). Asimismo, la falta de calcio en esta etapa de la vida puede llevar a raquitismo, originando una estructura ósea mal formada. Además se sabe que la población infantil es también susceptible a la fragilidad ósea (Cosenza et al., 2013; Henwood y Binkovitz, 2009), donde radica la importancia del adecuado aporte de calcio dietario.

Si la ingestión de calcio es insuficiente, su misma regulación permitirá mantener niveles adecuados en plasma, con la consecuente pérdida de mineral óseo debido a la movilización del calcio del esqueleto (Prentice, 2013). Se sabe que cualquier factor que altere el equilibrio entre la resorción ósea y la formación o la absorción de calcio, tiene el potencial de causar la osteopenia o la osteoporosis, sin tomar en cuenta la edad del paciente.

Dada la regulación que presenta el metabolismo del calcio, es difícil llegar a un estado de hipocalcemia. Sin embargo, cuando ésta se presenta es signo de una mineralización insuficiente de la matriz ósea, misma que inicia desde la niñez. Entonces, es importante que durante la infancia, el balance de calcio sea

positivo (Boot et al., 1997; Pérez et al., 2005). Asimismo, es importante mencionar que durante la edad adulta, la actividad ósea se limita al mantenimiento de la masa esquelética, por lo cual se requiere cubrir adecuadamente la ingestión de este mineral desde una edad temprana (Méndez y Wyatt, 2000; Martín de Portela, 2013).

### Calcio Dietario

Existe una amplia variedad de alimentos aportadores de calcio por naturaleza, así como productos alimenticios enriquecidos con este mineral. Entre las mejores fuentes dietéticas están los lácteos, que constituyen la fuente por excelencia para este mineral; siguen los cereales, pescados, las harinas integrales, los frutos secos y las legumbres (Pérez et al., 2005; Brun et al., 2012).

Los lácteos proporcionan grandes cantidades de calcio en porciones pequeñas, con una elevada tasa de absorción (Roth, 2009; Magnano et al., 2011; Durán et al., 2013) y proveen entre el 55 y 70% del calcio en la dieta occidental. En los lácteos, el calcio se encuentra unido a la caseína del suero, por lo que los productos descremados contienen la misma cantidad que los enteros. Además, gracias a la influencia de la lactosa o de la lactoalbúmina, este mineral puede ser absorbido aún en ausencia de vitamina D (Moreno et al., 2013). En los quesos el contenido es mayor, sobre todo los quesos maduros, por su menor cantidad de agua; sin embargo su contenido varía según el proceso de elaboración. En el caso del yogurt, el descenso de pH en la producción de este alimento permite que el calcio y fósforo coloidales pasen a la forma soluble. Además sus caseínas, están más disponibles para la digestión por las enzimas proteolíticas humanas. Por esto, el yogurt es un producto más permisible para

personas intolerantes a la lactosa, problema que limita el consumo de lácteos (Moreno et al., 2013; Martín de Portela, 2013).

### **Biodisponibilidad**

La biodisponibilidad del calcio se refiere a la cantidad de calcio proveniente de la dieta, que puede ser utilizado por el cuerpo mediante funciones metabólicas normales (Theobald, 2005). Es afectada por factores como la ingestión de vitamina D, relación de calcio-fósforo adecuada, presencia de lactosa y actividad física (Roth, 2009). Para evaluar la biodisponibilidad del calcio deben tomarse en cuenta todos los componentes dietarios: calcio total, fósforo, proteína, magnesio, fibra dietaria, fitatos, grasa, vitamina D, lactosa, azúcares y cationes bivalentes que interaccionan por un mecanismo competitivo. Su influencia en conjunto, determinará su biodisponibilidad (Greger, 1988; Martín de Portela, 2013). De este modo, la biodisponibilidad de calcio es mayor en una dieta mixta que incluya alimentos vegetales y animales, que una centrada solamente en fuentes vegetales, como es el caso de la tortilla de maíz (Wyatt et al., 2000; Magnano et al., 2011).

### **Estado de Calcio e Interacción con otros Nutrientes**

La mayoría de las fuentes vegetales tienen un buen contenido de calcio, pero también poseen altas concentraciones de factores que forman complejos insolubles, impidiendo su absorción. Actúan como inhibidores el ácido oxálico, ácido fítico (fitatos), fibra dietética, fósforo, aluminio, fluoruro, cadmio, vitamina K y fitoestrógenos (Rosado et al., 2005; Brun et al., 2012; Martín de Portela, 2013). De este modo, la biodisponibilidad de calcio puede ser alta en vegetales con bajo contenido de oxalatos, como las coles, col rizada y el brócoli (Heaney y Weaver, 1990; Moreno et al., 2013).

Los inhibidores más comunes de la absorción de calcio dietario, son el ácido oxálico, fitatos y la fibra dietaria, siendo las espinacas y las legumbres, como los

frijoles, sus principales aportadores. El ácido oxálico u oxalatos, ligan al calcio, evitando su absorción (Pérez et al., 2005). El efecto de la fibra dietaria como inhibidor de la absorción del calcio se ha atribuido a que son aportadores de fitatos. De este modo, alimentos con alto contenido de fibra dietaria como salvado de trigo, alubias, semillas, frutos secos y soya texturizada (Moreno et al., 2013) pudieran ser aportadores de fitatos, a los cuales el calcio se adhiere, formando compuestos insolubles (Roth, 2009). Asimismo, los fitatos podrían ser aportadores de fósforo dietario, cuya ingestión no debe exceder el consumo de calcio, es decir, debe mantenerse una relación 1:1 (National Research Council, 1989; Méndez y Wyatt, 2000).

Hay también factores que aumentan la absorción de calcio como los compuestos de fructooligosacáridos, fructanos, inulina, lactosa, fosfopéptidos de la caseína y proteínas desaminadas de soya. Así, alimentos vegetales como los tubérculos, contienen carbohidratos complejos no digeribles, como la inulina (prebióticos), que estimulan la microflora colónica, produciendo ácidos grasos de cadena corta que favorecen la absorción de calcio (Martin et al., 2010). Del mismo modo, las caseínas favorecen la absorción de calcio porque forman caseín-fosfopéptidos, que son complejos solubles, de fácil absorción (Brun et al., 2012; Martín de Portela, 2013; Moreno et al., 2013). La absorción del calcio también es favorecida por la ingestión de proteína dietaria (Ross et al., 2011). Se ha observado que las bajas ingestiones de proteína aumentan la actividad de PTH y 1,25-Dihidroxitamina D, misma actividad que se ve en estado de hipocalcemia (Heaney, 2000).

La proteína dietaria tiene influencia en el balance de calcio. El alto consumo de proteína animal, está asociado con el incremento en las pérdidas urinarias de este mineral. Esto podría implicar una mayor resorción ósea, e incrementar posibilidades de fracturas en niños (Lanou et al., 2005; Ross et al., 2011). Se ha sugerido que las dietas altas en proteína reducen la masa ósea, debido a una mayor carga ácida que conduce a una respuesta de amortiguación por el

esqueleto y mayor excreción urinaria de calcio. Incluso, se señala que alrededor de 6 mg de calcio en la dieta, compensan la pérdida urinaria de calcio dada por 1 g de proteína (Lanou et al., 2005).

Otros elementos que pueden afectar el estado de calcio a partir de la dieta son el sodio y el potasio. De modo que una alimentación rica en sodio conduce a hipercalciuria, pero agregando más potasio en la dieta, la excreción de calcio disminuye (Ross et al., 2011; Greer y Krebs, 2006). La cafeína incrementa la excreción de calcio y reduce su absorción. Se ha demostrado que consumir más de dos a tres tazas de café por día influye en la pérdida de masa ósea en individuos que llevan una dieta deficiente en calcio. Así, un consumo adecuado de calcio protege contra los efectos negativos que la cafeína tiene sobre el metabolismo de calcio (Ross et al., 2011; Massey y Whiting, 1993). Dados los aspectos de la dieta que influyen en la salud ósea, es importante que los buenos hábitos alimentarios inicien desde la infancia y sean seguidos a través de la vida (Greer y Krebs, 2006).

### **Ingestión Diaria Recomendada**

La ingestión diaria recomendada (IDR) de calcio está basada en las pérdidas fisiológicas como orina, transpiración, intercambio óseo y pérdidas endógenas fecales, y asume un valor fijo de digestibilidad de calcio de los alimentos (Magnano et al., 2011). Dependiendo de las variaciones fisiológicas, los requerimientos de calcio son diferenciados en cada individuo; con una alta demanda por el organismo, fundamentalmente durante la adolescencia (1200 mg/día). Para los niños mexicanos en edades de 4 a 8 años, las recomendaciones de calcio son de 800 mg/día (Pérez et al., 2005; Bourges et al., 2005; Greer y Krebs, 2006). Otros autores e instituciones como el Food and Nutrition Board y el Institute of Medicine, en Estados Unidos, sugieren que la ingestión diaria recomendada para escolares sea de 1000 mg/día (Ross et al., 2011).

En algunas etapas de la vida, se requiere la suplementación con calcio al aporte normal de la dieta, bajo ciertos estados metabólicos o enfermedades. Son inconvenientes para el tratamiento su costo elevado y la poca adhesión de la persona (Brun et al., 2012). Sin embargo, los estudios de suplementación de calcio extra dieta han mostrado efectos positivos sobre el desarrollo del hueso en niños (Prentice et al., 2006; Lanham-New et al., 2007; Prentice 2013).

### Implicaciones de la Vida Contemporánea en el Calcio Dietario

En México existe una transición nutricional relacionada a una mayor urbanización, con un incremento de enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición y una reducción de enfermedades infecciosas (Flores et al., 2009). Con la urbanización, han aumentado las demandas alimentarias que son suplidas con alimentos densamente energéticos. Así, los cambios en la calidad de la dieta han afectado el estado nutricional de las personas. Sin embargo, a pesar de la sobrealimentación, la deficiencia de micronutrientes sigue siendo un problema de salud pública (Barquera et al., 2009).

### **Hallazgos en el Ambiente**

Se ha relacionado a la contaminación ambiental con un efecto negativo en la salud del niño. Largas exposiciones a un ambiente contaminado se asocian con inflamación sistémica, misma que juega un rol importante en el metabolismo del calcio. Esto a través de la interleucina 6, citocina que participa en la inflamación, regulación de la respuesta inmune y tiene efectos en osteoclastos con aumento de resorción ósea (Calderón-Garcidueñas et al., 2013).

La modernización y globalización han modificado el estilo de vida en México, con mayor impacto en la zona norte del país. En Sonora, los alimentos tradicionalmente consumidos han sido el maíz, trigo, frijol, carne, cereales y

hortalizas (Sandoval et al., 2009). Sin embargo, la vida apresurada ha llevado a que se adopten patrones de conducta, en los que los alimentos densamente energéticos y el café, son adquiridos con facilidad. De este modo, se ha imitado la “dieta norteamericana” (Quizán et al., 2007), que es rica en sodio, hidratos de carbono, proteínas y cafeína. Tales patrones alimentarios se apreciaron en estudios previos en niños de edad escolar (Gómez, 2013). Lo anterior resulta preocupante, pues los componentes de esas dietas, podrían contribuir a aumentar las pérdidas renales de calcio, lo cual podría poner en riesgo a sujetos cuya ingestión ya era baja, favoreciendo la pérdida de masa ósea (De Santiago et al., 2005; Prentice et al. 2006; Lanham-New et al., 2007; Weichselbaum y Buttriss, 2014).

### **Hallazgos en la Dieta**

A más de 25 años de concientización sobre la importancia del calcio para la salud, y dos décadas de alimentos enriquecidos en el mercado, la ingestión de calcio sigue encontrándose deficiente en varios países (Raferty et al., 2007; Rojas et al., 2011; Gwym et al., 2012; Durán et al., 2013; Gibbs et al., 2014).

Se pensaba que la deficiencia de calcio no era un problema en la población mexicana, debido al alto aporte de las tortillas de maíz nixtamalizadas. Sin embargo, ahora existe la necesidad de proveer alimento a mayor número de personas. Por esto, se tienen en el mercado harinas de maíz comerciales, que son preparadas con un menor tiempo de nixtamalizado que el tradicional, lo cual ha disminuido significativamente su contenido de calcio (Rosado et al., 2005). El proceso industrial no alcanza los estándares de calidad de los productos obtenidos con una escala más pequeña tradicional (Gutiérrez-Cortez et al., 2013). Así, tampoco otros ingredientes actuales, como las harinas de maíz y de soya enriquecidas, cubren las necesidades medias estimadas por la FAO y la OMS (Gibbs et al., 2014).



Como contraparte al menor contenido de calcio en las tortillas y otras harinas, actualmente se fortifican con calcio alimentos que naturalmente no son aportadores, tales como bebidas sabor a frutas y los cereales de caja (Moreno et al., 2013). Sin embargo, tales productos son altos en sodio y resultan perjudiciales para el metabolismo del calcio, al igual que la proteína dietética, café o té (Prentice et al., 2006; Moreno et al., 2013). Hay otros alimentos complementarios fortificados con calcio en el mercado que pudieran ayudar a cubrir las necesidades diarias, sin embargo, no se sabe si su biodisponibilidad es la adecuada. Además, el costo de dichos productos es elevado, lo cual los hace inaccesibles para quienes más los necesitan (Lutter y Dewey, 2003).

El desplazamiento de productos lácteos por sustitutos vegetales, como leche de soya o almendras, que son menos digestibles que los lácteos de origen animal, potencian el riesgo a una ingestión deficiente de calcio (Wilt et al., 2010; Magnano et al., 2011). Incluso, se ha demostrado que la eliminación de lácteos en la dieta dificulta cubrir adecuadamente la ingestión recomendada para este mineral en todos los grupos etarios (Ortega et al., 2012; Moreno et al., 2013). Así, en escolares se han encontrado ingestiones que van entre los 300 y 650 mg de calcio por día (Moreno et al., 2013).

Los cereales de granos enteros o integrales como el pan, galletas y cereales de caja, son cada vez más consumidos, debido a su alto contenido en fibra dietaria y su promoción para una dieta sana. Son ricos en fibra dietaria y fitatos, por lo que puede darse una relación inadecuada de fitatos a calcio y actuar como inhibidores de la absorción de este mineral, ya sea por la mala relación entre estos compuestos o por la alta cantidad de fibra dietaria. Así, pueden presentarse valores muy altos en alimentos que son principalmente consumidos por niños y comprometer su estado de calcio (Roos et al., 2012).

Con el tiempo, ha aumentado el desplazamiento de productos lácteos por bebidas carbonatadas (Weber y Zakeri, 2004). El consumo de leche en niños disminuye con la edad, mientras que el consumo de bebidas azucaradas

aumenta (Sámano et al., 2013; Moreno et al., 2013). Éstas representan la quinta parte de la energía que consume la población en México, lo cual conduce a una alimentación desequilibrada con deficiencia de calcio (Castillo-Ruiz et al., 2012). Además, el acceso a máquinas expendedoras de refrescos, es cada vez más habitual, favoreciendo el consumo de estos productos. Esto también explica la baja ingestión de calcio de niños en edad escolar, que prefieren sabores dulces, y bebidas que anuncios publicitarios muestran de manera espectacular (Castañeda-Sánchez, 2008; Díaz et al., 2011).

Por otra parte, es importante mencionar que en muchos casos la cantidad de calcio del producto no se declara en el etiquetado nutricional. Esto dificulta el conocimiento de la cantidad de calcio ingerido, incluso para profesionales que califican patrones e ingestiones dietarias. En Argentina, se analizaron algunos productos lácteos para conocer su contenido y se compararon resultados con tablas de referencias, obteniéndose concentraciones menores de calcio en algunos productos (Brun et al., 2012). Así mismo, se ha encontrado que productos lácteos españoles con etiquetado “rico en calcio”, contienen menos de la cantidad diaria recomendada, indicando que sólo el 29% cumplen con lo descrito en la etiqueta (Montero et al., 2006; González et al., 2009). Este hallazgo, hace suponer que se sobreestima el contenido de calcio de diversos productos en el mercado, lo cual aunado a factores dietarios negativos para su metabolismo, podría resultar en un estado nutricional deficiente de calcio en la población.

### Situación Actual de la Ingestión de Calcio

La deficiencia de calcio es una de las carencias nutricionales más importantes en el mundo. Un estudio realizado a lo largo de tres países asiáticos reportó ingestión inadecuada de calcio, por debajo de los niveles recomendados (Gibbs

et al., 2014). Así mismo, niños mongoles fueron identificados con hipocalcemia por el bajo consumo de este mineral (Uush, 2014). En Australia, la ingestión de calcio oscila entre 54 a 86% menos que las necesidades medias estimadas (Gwynn et al., 2012). Ya en el continente americano, el bajo consumo de calcio en Estados Unidos, es considerado un problema de salud pública (Huth et al., 2013). Del mismo modo en Argentina, la insuficiencia en el consumo de calcio se deriva de los hábitos alimentarios (Martín de Portela, 2013). En Chile, también se encontraron deficiencias en su ingestión, alcanzando aproximadamente el 75% de la recomendación diaria (Durán et al., 2013). Así mismo, el 60% de escolares de Mérida, Venezuela, fueron encontrados con hipocalcemia (Rojas et al., 2011).

En México y Latinoamérica, el contenido de calcio en la dieta es un tema de interés actual, debido a que se ha demostrado que hay relación entre el bajo consumo de calcio y la presencia de enfermedades crónico degenerativas (Gutiérrez-Cortez et al., 2013). Encuestas alimentarias en Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú indican deficiencia en el consumo de calcio (Rojas et al., 2011).

Particularmente en México, hay diferencias importantes entre la ingestión de energía y la de nutrimentos (Barquera et al., 2009), lo que lleva a una coexistencia de desnutrición y sobrepeso. En un esquema general, la ENSANUT 2006 señala una prevalencia de ingestión inadecuada de calcio de 21%, señalando a su vez, que la mediana del consumo de calcio de escolares en la región norte del país es de 701 mg Ca/d. Flores et al. (2009), observaron deficiencia en el consumo de calcio en los niños mexicanos, con una mediana de 763 mg/día y un porcentaje de adecuación del 75%. Por otro lado, Vivanco-Muñoz y colaboradores refieren una media de ingestión de 466 mg Ca/d en niñas y 527 mg Ca en niños mexicanos (Barquera et al., 2009; Rivera-Dommarco et al., 2014). Asimismo, un estudio en niños de Reynosa, Tamaulipas, concluye que a pesar de encontrarse un alto consumo de

macronutrientes, un alto porcentaje de los niños tiene desequilibrio en micronutrientes. De esta manera, señalan que el 32% de los niños consume menos del 50% de la IDR de calcio (Castillo-Ruiz et al., 2012).

Un estudio realizado en adolescentes residentes de Guadalajara, Jalisco, demostró que la ingestión de micronutrientes es deficiente, siendo el calcio uno de los más afectados (Valdez et al., 2012). Un estudio similar, señala que las fuentes principales de consumo de calcio fueron los lácteos y las tortillas de maíz (Vargas-Hernández et al., 2013).

Lo anterior lleva a analizar los principales aportadores de calcio en la dieta del noroeste de México. Un reporte del contenido de calcio en la dieta, realizado en 1990, señala que en base a platillos típicos sonorenses (Jardines et al., 1985), la media de calcio era de 95.87 mg Ca/100 g de alimento (Grijalva et al., 1990). Sin embargo, dichos platillos fueron tomados de la dieta regional sonorense tradicional, incluyendo platillos como menudo y capirotada, que no son consumidos cotidianamente.

Respecto a la dieta sonorense, se han señalado a las tortillas de maíz, tortillas de harina de trigo y a los frijoles, como los principales aportadores de calcio, mismos que se reportan repetidamente desde 1995 (Grijalva et al., 1995; Ballesteros- Vázquez et al., 1998; Peña et al., 2007; Gómez, 2013). Asimismo, se encuentra un elevado consumo de fibra dietaria (49.24 g/día), fitatos (2088 mg/día) y sodio, que pueden interferir con la absorción y el metabolismo del calcio (Méndez y Wyatt, 2000; Wyatt et al., 1995). Así, las aportaciones de calcio encontradas en dichos estudios son menores a las recomendadas.

Recientemente se encontró que el 30% de escolares hermosillenses tienen un consumo deficiente de calcio; asimismo, el 46% de la población escolar, ni siquiera consume el 50% de la IDR (Gómez, 2013). Además, se muestra que los jugos, bebidas carbonatadas, galletas, papas fritas y jamón, son alimentos predilectos de los niños y los han incorporado a su dieta habitual. Así, el fósforo y los aditivos de sodio que estos alimentos procesados contienen, pueden

aumentar sustancialmente el consumo de fósforo y sodio, incluso en dietas relativamente saludables, impidiendo un adecuado metabolismo del calcio (Carrigan et al., 2014; Saric et al., 2005).

Por lo anterior, surge la duda de si los alimentos que componen la dieta de los niños en el municipio de Hermosillo, Sonora, son buenos aportadores de calcio y si los componentes dietarios consumidos aumentan las pérdidas de calcio. En ese sentido, es que se desarrolla este estudio para evaluar el estado nutricional de calcio a partir del patrón dietario de los niños, así como su excreción urinaria de calcio.

## **HIPÓTESIS**

El estado nutricional de calcio en el escolar hermosillense es deficiente, debido a que su dieta no aporta la cantidad requerida e incluye factores dietarios que inhiben la absorción de calcio o aumentan sus pérdidas renales.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el estado nutricional de calcio de escolares hermosillenses, con base en la ingestión de calcio y factores dietarios asociados a su metabolismo, así como la excreción urinaria de calcio.

### Objetivos Específicos

- a. Estimar la ingestión de calcio e identificar los alimentos aportadores de calcio de mayor consumo en los escolares hermosillenses y los factores dietarios que influyen en el metabolismo de este mineral.
- b. Cuantificar el calcio urinario en muestras aleatorias de orina del niño.
- c. Relacionar el calcio urinario con los factores dietarios que influyen en el metabolismo de este mineral.
- d. Cuantificar el contenido de calcio de los alimentos aportadores consumidos por los escolares.

## **SUJETOS Y MÉTODOS**

### **Población de Estudio y Diseño**

El diseño del estudio fue de corte transversal. Para el tamaño de muestra se tomó en cuenta un nivel de confianza del 95% y un porcentaje de inadecuación en el consumo de calcio de 30% (Gómez, 2013). Así, el tamaño de muestra considerado fue de 226 escolares de 6 a 8 años de edad, aparentemente sanos, sin uso de medicamentos ni suplementos de calcio. Se excluyeron del estudio a niños previamente diagnosticados con alguna enfermedad metabólica, endócrina, renal o de vías urinarias.

El muestreo fue realizado en escuelas primarias públicas de Hermosillo, Sonora. Con la autorización del director del plantel escolar, se hizo el reclutamiento de los niños a través de los padres de familia o tutores, explicándose la forma de consentimiento informado para su posterior firma. El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CE/007-A/2015). Las mediciones fueron realizadas por personal especializado en el área.

### **Mediciones Realizadas**

#### **Antropometría**

Se llevaron a cabo mediciones de peso y talla según la técnica de Jelliffe & Jelliffe (1989), utilizando una balanza electrónica digital, con capacidad de 0 a  $150 \pm 0.05$  kg (AND FV-150 KA1, A & D Co., LTD. Japón) y un estadiómetro



Holtain, con capacidad de medición de 0 a 210 ± 0.1 cm. Se calcularon los indicadores Z de índice de masa corporal para la edad (IMC/E) mediante el programa WHO *Anthro plus* (ver.3.2.2, 2011).

## **Ingestión de Calcio y Componentes Dietarios**

Para conocer la ingestión de calcio de los escolares, se aplicaron cuestionarios de frecuencia de consumo alimentario semicuantitativo al niño con la ayuda de la mamá, o adulto responsable. Esta herramienta está basada en el cuestionario de frecuencia alimentaria de Quizán-Plata y Ortega-Vélez (2000), validado en sonorenses. Consiste en una lista de alimentos y un periodo de referencia que categoriza el consumo del alimento en: diariamente, semanalmente, mensualmente, anualmente y rara vez. La persona entrevistada indica la frecuencia habitual de consumo del alimento y la porción usual consumida (chica, mediana o grande) en función de una de referencia que se muestra con un portafolio de alimentos basado en el paquete didáctico NutriKit®.

Los datos obtenidos por el cuestionario, son codificados y capturados para obtener la frecuencia de consumo promedio por día. Para ello se consideraron las siguientes fórmulas en Excel: consumo diario:  $((\text{porción consumida} * 7) * 4) * 12) / 365$ ; consumo semanal:  $((\text{porción consumida} * 4) * 12) / 365$ ; consumo mensual:  $(\text{porción consumida} * 12) / 365$ ; y consumo anual:  $\text{porción consumida} / 365$ . Posteriormente fueron capturados y analizados mediante el software The Food Processor Nutrition and Fitness Software (Esha Research, Inc. versión 10.3), el cual contiene las tablas de composición de alimentos de la población norteamericana y además, alimentos regionales analizados en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD, A.C.) y tablas de composición de alimentos de la población sonorenses (Grijalva et al., 1995). De esta forma, se obtuvieron los datos de calorías totales y desglose de nutrientes consumidos, como calcio, sodio, fibra dietaria, fósforo, cafeína, entre otros.

Se realizó una prueba piloto, con el fin de ajustar el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos para calcio en 30 escolares que asisten a escuelas primarias públicas del municipio de Hermosillo, Sonora. El cuestionario fue modificado con adición de alimentos específicos para el consumo de calcio y alimentos que típicamente consumen los niños, (caramelos, nieve, chocolate, bebidas azucaradas, entre otros) y fue aplicado a la muestra del estudio.

### **Contenido de calcio y componentes dietarios en alimentos**

Una vez identificados los principales aportadores de calcio, se procedió con el análisis proximal de los alimentos para conocer su composición fisicoquímica utilizando las técnicas oficiales de la AOAC (2011), así como fibra dietaria y contenido de calcio en los mismos.

Análisis proximal. Se midió la humedad conforme al método 934.01, en una estufa blue M C-4850-Q (Blue Island, Illinois, USA). La proteína se cuantificó por el método 960.52, utilizando un digestor y destilador (Modelo 60300, Labcono Corporation, Kansas City Missouri 64132) propio para microkjeldahl. Se evaluó grasa por el método 920.39 y un equipo tipo Goldfish (Labcono corporation. Kansas City, Missouri 64132). La cuantificación de carbohidratos se hizo por diferencia (restando del 100% la suma de todos los resultados del análisis proximal).

Determinación de fibra dietaria. El cálculo de la fibra dietaria se hizo por el método 985.29 y se emplearon las enzimas  $\alpha$ -amilasa (Sigma No. A330) a pH de  $6.0\pm 0.2$ , proteasa (sigma No. P3910) y amiloglucosidasas (Sigma No. A 9913) a pH de  $7.5\pm 0.2$  y  $4.5\pm 0.2$  respectivamente. Se utilizó un baño maría con agitación (1024 Shaking Water Bath, Tecator) a  $90^{\circ}\text{C}$  para la  $\alpha$ -amilasa y  $60^{\circ}\text{C}$  para la proteasa y la amiloglucosidasa. Se filtró en el módulo 1023 Filtration Module, Fiber System E, TecHuator; se utilizó una muestra certificada de

salvado de trigo duro (AACC Certified Hard Red Wheat Bran. Lot 195), para verificar la exactitud de los resultados.

Determinación de calcio. El contenido de calcio de los alimentos se determinó por espectrofotometría de absorción atómica, siguiendo el método 968.08 de la AOAC, 2011. Para ello, se tomaron 0.5 g de muestra previamente seca y desgrasada. La digestión se realizó en un microondas MARS 6 One Touch™ Technology - CEM Corp, agregando 10 ml de ácido nítrico ultrapuro (HNO<sub>3</sub>) para oxidar la materia orgánica, y después se añadieron 2 ml de peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para completar la oxidación. El equipo utilizado para la cuantificación de calcio fue un espectrofotómetro de absorción atómica con detector de flama aire/acetileno (Thermo Scientific iCE 3000 Series). Se agregó óxido de lantano como secuestrante de iones y se utilizaron soluciones estándar de calcio para absorción atómica a 0.1, 0.5, 2, 5 y 10 ppm. El equipo fue equipado con una lámpara de cátodo hueco (fuente de luz), que a una longitud de onda de 422.7 nm, incide sobre un átomo libre en estado fundamental, absorbiendo energía y pasando a estado de excitación. El elemento se determinó cuantitativamente midiendo la cantidad de luz absorbida. Previamente, todo el material utilizado fue lavado con HNO<sub>3</sub> para la descontaminación de elementos inorgánicos.

Se utilizaron estándares de referencia (SRM) para la valoración de exactitud y precisión de los métodos a utilizar, tales como: SRM1549 Non Fat Milk Powder y SRM 1577c Bovine Liver - National Institute of Standards & Technology (Gaithersburg, MD, USA).

### **Calciuria (Relación Calcio / Creatinina)**

Para determinar la excreción urinaria de calcio se midió la relación de calcio urinario / creatinina (mg / mg). Para ello se colectaron muestras de orina al azar del niño (Sorkhi et al., 2005), en un contenedor de plástico rotulado,

previamente lavado con agua bidestilada, ácido nítrico y agua deionizada. Se separaron alícuotas para análisis de calcio y de creatinina; la muestra para calcio fue acidificada a un pH de 3 para evitar crecimiento y proliferación bacteriana. Ambas muestras se congelaron a  $-70^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis.

Para la determinación de calcio en orina, las muestras fueron preparadas por duplicado, mediante dilución directa, tomando 3 ml de muestra con 3 ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), 3 ml de peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) y 3 ml de agua deionizada. Al volumen total de la digestión, se agregaron 5 ml de óxido de lantano (Willis, 1961) y se aforaron a 25 ml con agua deionizada. La medición se llevó a cabo en el equipo de espectrofotometría de absorción atómica, teniéndose como estándar de referencia SRM 2670 (orina toxic metals in freeze – dried urine) - National Institute of Standards & Technology (Gaithersburg, MD, USA).

La determinación de creatinina se realizó mediante un método colorimétrico con el kit comercial de creatinina RANDOX (RX MONZA CR 510), basado en la cinética de jaffé (Henry JB, 2001). Para ello se hicieron diluciones de las muestras 1:10 (100  $\mu\text{l}$  de masa muestra y 900  $\mu\text{l}$  de agua deionizada). Las diluciones fueron agitadas en vórtex para asegurar la mezcla y centrifugada por 5 minutos a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$  y a 12000 rpm. Las muestras fueron preparadas con 25  $\mu\text{l}$  de dilución y 250  $\mu\text{l}$  de reactivo de trabajo (Radox Crea R1a y R1b). La relación de calcio urinario/creatinina (mg/mg) fue calculada manualmente de la siguiente forma:  $A_2 - A_1 = \Delta A_{\text{muestra}} \text{ ó } \Delta A_{\text{patrón}}$ .

### Análisis Estadístico de Datos

El análisis de resultados se hizo en el paquete estadístico STATA v11.2 (Data Analysis and Statistical Software). Se utilizó estadística descriptiva para la caracterización de las variables, siendo la media y la desviación estándar las

medidas utilizadas. Para observar diferencias, se utilizaron pruebas de ANOVA y Mann-Whitney, así como  $\text{Chi}^2$ , según fuera el caso. Para medir la asociación entre la excreción urinaria de calcio y componentes dietarios, se hizo análisis de regresión lineal múltiple. La variable dependiente fue la excreción urinaria de calcio y las variables independientes fueron los distintos factores de la ingestión dietaria. Se utilizaron modelos separados para evaluar la asociación de las diferentes variables independientes con la excreción urinaria de calcio. Las variables de ajuste fueron seleccionadas con base en la bibliografía, y se utilizó, la edad, el sexo y el puntaje Z en base al IMC para su edad. Los valores con  $p < 0.05$  fueron considerados significativos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Descripción de la Muestra

Se tuvo una muestra total de 226 niños hermosillenses de edad escolar (6 a 8 años cumplidos). De ellos, 221 niños cuentan con mediciones antropométricas completas, 216 cumplieron con la evaluación dietaria, 199 con los análisis de orina para calcio y 201 para creatinina. Así, el tamaño de la muestra con evaluaciones completas es de 189 niños. La edad promedio de los sujetos fue de 6.8 años, siendo el 47% niñas y 53% niños. La descripción antropométrica de los sujetos que conformaron la muestra se aprecia a detalle en el Cuadro 1. El 70% de los participantes se encontraron en normo-peso según su puntaje Z del IMC para la edad (WHO, 2011).

**Cuadro 1.** Descripción de los sujetos que participaron en el estudio

	<b>(n=221)</b> <b>Media ± DE</b>	<b>Niñas (n=107)</b> <b>Media ± DE</b>	<b>Niños (n=119)</b> <b>Media ± DE</b>
Edad	6.81 ± 0.7	6.5 ± 0.70	7.15 ± 0.87
Talla	122.56 ± 7.15	116.51 ± 7.94	124.19 ± 7.53
Peso	25.17 ± 6.29	21.14 ± 3.80	26.07 ± 10.0
Z de IMC/E**	0.28 (-2.61 – 5.04)	0.48 (-2.41 – 4.51)	0.090 (-2.61 – 5.04)

*\*Valores expresados: mediana (valor mínimo ± valor máximo, en función del puntaje Z de IMC para la edad*

### Evaluación Dietaria

De la evaluación dietaria (n=216) se obtuvo que los niños consumieron en promedio 1881 ± 642 kcal por día, con una distribución de 34% de energía proveniente de las grasas, 16% de las proteínas y 50% de los carbohidratos,

distribución que coincide con lo reportado para la dieta sonoreña, rica en grasa, según otros estudios (Valencia et al., 1998, González, 2008). De este modo, los alimentos consumidos con mayor frecuencia fueron el pollo (98%), la salchicha (95%), botanas fritas “Sabritas” (94%), huevo (93%), tortillas de harina de trigo (93%), plátanos (93%), manzanas (93%) frijoles refritos (92%), refrescos embotellados (92%), tortilla de maíz (92%), carne de res (90%) y bebidas de fruta azucaradas (90%) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Principales alimentos consumidos según el CFCA-Ca (n=216)

Alimento	Frecuencia de consumo*	%	Consumo promedio por día al año (g)	Contenido de Ca (mg)
1. Pollo	211	98	26	0
2. Salchicha	205	95	27.37	6.02
3. Botanas fritas “Sabritas”	202	94	11.48	0
4. Huevo	201	93	34	18.07
5. Tortilla de trigo	201	93	33.18	3.31
6. Plátano	200	93	39.81	1.99
7. Manzana	200	93	44.33	0
8. Frijoles refritos	199	92	44.33	23.83
9. Refrescos embotellados	198	92	71.59	2.92
10. Tortilla de maíz	198	92	18.97	18.02
11. Carne de res	195	90	10.37	0.93
12. Naranjas	194	90	29.31	11.72
13. Bebidas sabor frutas	193	90	108.33	0
14. Margarina	191	88	1.38	0
15. Sopa de fideo	190	88	46.05	4.19
16. Jamón	190	88	15.06	1.50
17. Hot cakes	190	88	7.91	6.65
18. Pepino	189	88	37.28	7.53
19. Atún	184	85	10.63	0.42
20. Pizza peperoni	184	85	14.18	18.59
21. Leche entera	184	85	145.34	169.14
22. Pan dulce	183	85	7.80	1.25

\*Personas que afirmaron su consumo en el CFCA-Ca

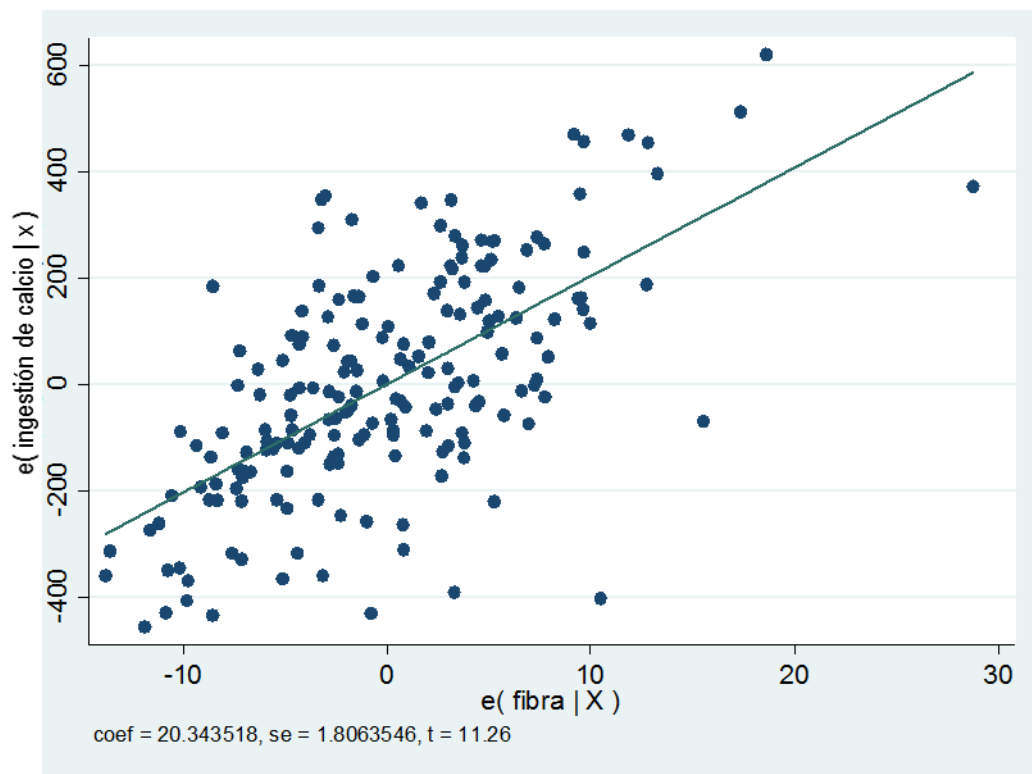
Se observa que no existen grandes frecuencias de consumo de alimentos de origen lácteo, que son los aportadores de calcio por excelencia dada su mayor biodisponibilidad. Esto contrasta con lo reportado por Valencia en 1998, donde la leche estaba en quinto lugar de consumo, pasando al décimo quinto en el 2008 (González, 2008) y cayendo al vigésimo primer sitio en este estudio (85% de los niños refirieron consumirla). Así el consumo per cápita pasado de 223 ml disminuyó a 145 ml. Lo anterior demuestra el desplazamiento de la leche por bebidas azucaradas, pues las sodas pasaron del décimo primer sitio (Valencia et al., 1998) al noveno. Se observó que el consumo de tortillas de harina de trigo, frijoles refritos y tortillas de harina de maíz sigue figurando entre los más consumidos desde estudios realizados en 1995 por Grijalva y colaboradores; asimismo, la carne, las sodas y las naranjas siguen apareciendo entre los principales alimentos consumidos por los sonorenses (Valencia, 1998; González, 2008). Si comparamos con el estudio realizado por González y colaboradores en 2008, se aprecia que el pollo, la salchicha, las botanas fritas “Sabritas” y huevo, se incorporan a los alimentos más consumidos. Cabe señalar, que las poblaciones referidas en estos estudios de Valencia, González y Grijalva, abarcan edades pediátricas y adultos, mientras que este estudio está centrado en la población escolar de 6 a 8 años de edad.

Se aprecia también en el Cuadro 2, que la leche y la pizza, son los alimentos consumidos con mayor aporte de calcio dietario de origen lácteo, con un consumo promedio de 145 ml y 14 g diarios respectivamente. Este consumo no logra alcanzar la recomendación de dos productos lácteos diarios (USDA, 2010); los alimentos más consumidos, aportadores de calcio fueron el huevo, las tortillas de harina de trigo, los frijoles y las tortillas de maíz. De este modo, la mayor parte del calcio dietario proviene de alimentos de origen vegetal, los cuales además de aportar calcio, son los mayores aportadores de fibra dietaria y fitatos.



Se hizo un análisis de regresión lineal para evaluar la asociación entre el consumo de fibra dietaria y la ingestión de calcio, dando una asociación positiva ( $p < 0.05$ ), es decir, a mayor consumo de fibra dietaria se observa un incremento en el consumo de calcio (Figura 1). Esto reitera la situación de que los mayores aportadores de calcio en esta población provienen de fuentes vegetales.

**Figura 1.** Asociación del consumo de fibra dietaria y calcio ( $p < 0.05$ )



### **Ingestión de calcio y de componentes dietarios que intervienen en el metabolismo del calcio**

En el Cuadro 3 se aprecia que la ingestión promedio de calcio ( $n=216$ ) fue de 836 mg diarios, encontrándose un consumo deficiente en el 45% de los niños participantes, con una media de  $670 \pm 104$  mg Ca/d en niños y  $640 \pm 117$  mg

Ca/d en niñas que no alcanzaron a cubrir su ingestión diaria recomendada de 800 mg por día (Bourges et al., 2008).

**Cuadro 3.** Ingestión de componentes dietarios que afectan el metabolismo de calcio

<b>Componente dietario</b>	<b>Media ± D.E.</b>	<b>Escolares que cubren IDR Media ± D.E.</b>	<b>Escolares que no cubren IDR Media ± D.E.</b>
<b>Proteína (g)</b>	78.8 ± 20.1	90.0 ± 16.3	65.0 ± 15.1
<b>Fibra dietaria (g)</b>	20.3 ± 6.4	23.2 ± 5.73	16.7 ± 5.2
<b>Cafeína (mg)</b>	16.3 ± 14.3	18.1 ± 14.4	14.1 ± 13.7
<b>Sodio (mg)</b>	2691 ± 760.6	3093.1 ± 618.8	2198.6 ± 609.6
<b>Fósforo (mg)</b>	875.1 ± 233.4	1011.4 ± 197.4	707.8 ± 148.9
<b>Fitatos (mg)</b>	571.1 ± 357.9	628.7 ± 348.1	500.4 ± 355.1
<b>Calcio (mg)</b>	836.4 ± 207	983.0 ± 139.1	656.1 ± 112.1
<b>PA:Ca</b>	0.71 ± 0.5	0.64 ± 0.3	0.79 ± 0.6
<b>P:Ca</b>	1.05 ± 0.1	1.03 ± 0.1	1.08 ± 0.1
<b>Proteína (g)/kg</b>	3.27 ± 1.0	3.75 ± 0.9	2.70 ± 0.7

Asimismo, se observan los valores de consumo de los factores que afectan el metabolismo del calcio. Dentro de los factores que aumentan las pérdidas urinarias de calcio, se encontró un consumo promedio de 78.82 gramos de proteína por día, de los cuales el 67% son de origen animal y el 33% de origen vegetal. De esta manera, se tiene una relación media de 3.2 gramos de proteína por kilogramo de peso corporal, sobrepasando la recomendación de consumo de 1 g de proteína por kilogramo de peso al día. Así, el exceso de consumo proteico puede reducir la reabsorción tubular renal de calcio, aumentando las pérdidas urinarias. Asimismo, se obtuvo un consumo promedio de sodio de 2691 mg diarios, cantidad que sobrepasa la ingestión sugerida como adecuada de 1200 mg para este grupo etario (Bourges et al., 2008). Esto puede aumentar las pérdidas de calcio urinario tras aumentar la velocidad de

filtración glomerular y por la competencia entre los iones de sodio y calcio en el túbulo renal proximal (Heaney, 2006).

Se exploró también el consumo de cafeína, ya que repetidamente se refirió el consumo de café por los niños, así como el efecto que la cafeína tiene sobre el aumento de la excreción urinaria (Massey y Whiting, 1993). La ingestión sugerida del consumo de cafeína, sin generar efectos adversos a la salud en niños, es de 45 mg diarios (Kight et al., 2004), siendo el promedio de consumo de 16 mg, sin embargo se aprecian valores en algunos niños que llegan hasta 76.52 mg.

Se encontró un promedio de consumo de fósforo de 875 mg diarios, siendo la recomendación de 500 mg (Bourges et al., 2008). Se recomienda que el consumo del fósforo no exceda el consumo de calcio, es decir, que se mantenga en una relación 1:1 (NAS, 1989), de lo contrario podría contribuir a la desmineralización ósea. En estos niños se obtuvo una relación de calcio/fósforo de 1.05, lo cual es cercano a la recomendación, incluso se evaluaron los valores de su relación según quienes cubrieron o no sus requerimientos de calcio, y se encontraron relaciones de 1.03 y 1.08 respectivamente, lo cual no es diferente del valor de relación media ( $p > 0.05$ ), por lo que puede decirse que no hay problema en su consumo.

Por otro lado, se observó un consumo de componentes dietarios que afectan la absorción del calcio. Se calculó un promedio en el consumo de fibra dietaria de 20.56 g/d, aunque hubo consumos que rebasan la ingestión considerada como adecuada (Bourges et al., 2008), lo cual pudiera interferir con la absorción de calcio.

Así mismo, se estimaron consumos de fitatos que van desde 446 a 2162 mg diarios, que otros autores señalan como “consumo elevado” en niños (Villalpando et al., 2003). Además, se encontró una relación promedio de

fitatos:calcio de 0.71, cuando relaciones mayores a 0.24 han sido asociadas a una reducción de la biodisponibilidad del calcio (Morris & Ellis, 1985).

De este modo, la composición dietaria podría comprometer la disponibilidad del calcio. Sin embargo, existen procesos de adaptabilidad en los humanos, que optimizan la absorción de calcio de acuerdo al contenido de mineral ingerido o de la composición de las dietas (RDA, 1989).

### Excreción Urinaria de Calcio y Creatinina

Se obtuvieron las relaciones de Calcio/Creatinina, a partir de su determinación en mg/dL en muestras de orina de los niños (Cuadro 4). Se encontraron rangos de excreción de calcio urinario que van de 0.120 a 11.010 mg/dL y rangos de 5.75 a 446.09 mg/dL de creatinina. De este modo, se obtuvo la mediana de la relación calcio/creatinina de 0.03, cifras que están por debajo de los niveles que otros autores reportan en muestras similares (Mena et al., 1987; Sorkhi y Haji, 2005; Burhan et al., 2011).

**Cuadro 4.** Excreción de calcio y creatinina en las muestras de orina

Determinaciones	Mediana (mg/dL)	Intervalo	Referencias Med (intervalo) <sup>1</sup>
<b>Calcio (mg/dL)</b> (n=199)	2.18	0.12 – 11.01	8.11 (2.4 – 21.6) <sup>1</sup>
Niñas (n=91)	2.42	0.150 – 11.01	
Niños (n=108)	2.07	0.12 – 10.53	
<b>Creatinina (mg/dL)</b> (n=201)	71.91	5.75 – 446.09	123.55 (50.7 – 339) <sup>1</sup>
Niñas (n=92)	73.68	20.57 – 228.80	
Niños (n=109)	71.03	5.75 – 446.09	
<b>Relación Ca-Cr</b> (n=199)	0.03	0.00 – 0.23	0.07 (0.02 – 0.24) <sup>1</sup>
Niñas (n=91)	0.03	0.000 – 0.16	
Niños (n=108)	0.03	0.000 – 0.23	

<sup>1</sup> Mena et al., 1987.

La variación de la relación calcio/creatinina se atribuye a la zona geográfica en lo cual la dieta es un determinante (Burhan et al., 2011). Se tomaron como puntos de corte para determinar hipercalcemia, una relación de Calcio/Creatinina mayor a 0.21 (Mena et al., 1987), de esta manera se encontraron a dos niños que presentaron esta condición, mismos que no cubrieron la IDR de calcio, tuvieron un consumo de proteína mayor a la recomendación de 1 g de proteína por kg de peso y un bajo consumo de fibra dietaria respecto a la IA (IOM, 1985)

### Ingestión Dietaria y Excreción Urinaria

El consumo promedio de calcio fue de 836 mg diarios, sin embargo, se encontró una ingestión deficiente en el 45% de los niños. Se observa que la excreción urinaria de calcio para quienes cubren o no el IDR no fue diferente ( $p>0.05$ ). Se clasificó el consumo de calcio según el porcentaje de adecuación, teniéndose que el 12% de los niños no cubren ni el 75% de las recomendaciones para calcio. Se aprecia que la excreción urinaria de calcio es similar ( $p>0.05$ ) entre los diferentes grupos de adecuación de consumo de calcio (Cuadro 5). Se distingue que sólo un niño tuvo consumo menor al 49% de la IDR cuya excreción urinaria de calcio fue de 2.03 mg/dL, valor mayor que las medias respecto los otros grupos de consumo. Aparte del consumo deficiente de calcio (382 mg de calcio), se encuentra que la dieta de este niño sobrepasa la relación de gramos de proteína por kilogramo de peso (2.5), así como la relación de fósforo/calcio (1.2) y tiene un consumo deficiente de fibra dietaria (8 g).

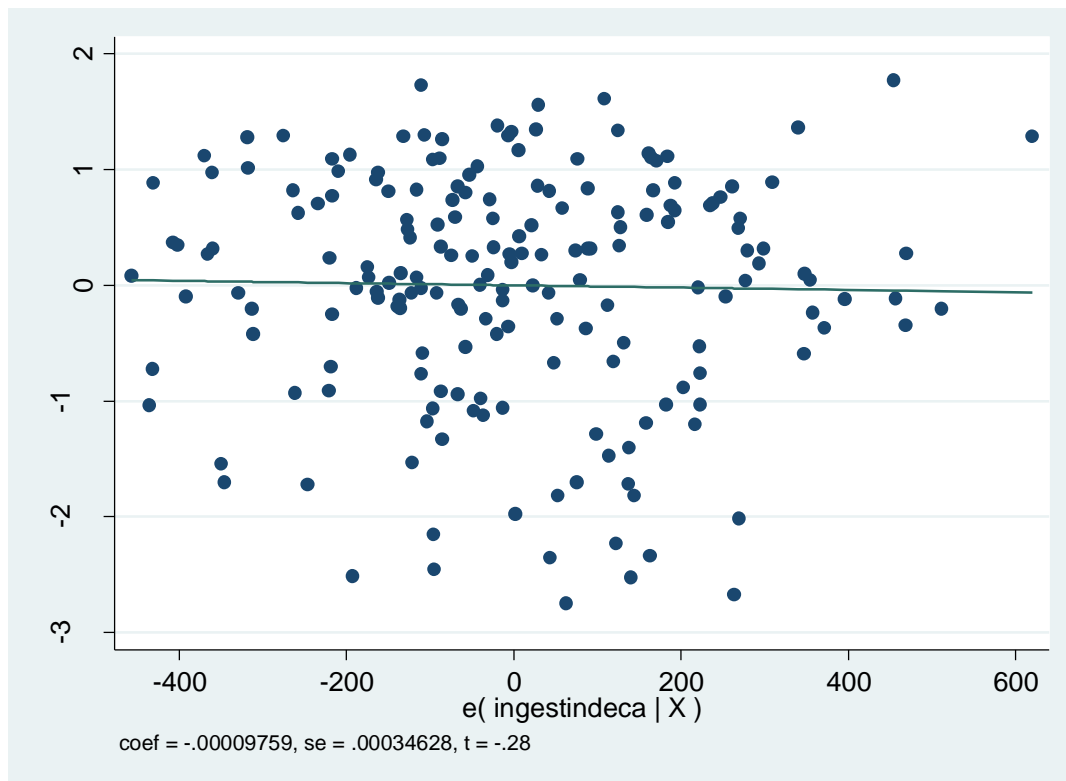
**Cuadro 5.** Distribución de la adecuación en el consumo de calcio de los niños y su excreción urinaria de calcio

	Consumo de calcio				p*
	<49%	50-74%	75 a 99%	≥100%	
<b>Niños</b> (n y %)	1 (1%)	25 (11%)	71 (32%)	119 (55%)	
<b>Calcio urinario promedio</b> (mg/dL)	2.03	0.66	0.69	0.57	0.89

\*Valor de p en base al análisis de varianza.

Dada esta situación se hizo un análisis de regresión lineal de la excreción urinaria de calcio con su ingestión, de esto se observó que la excreción urinaria de calcio no está asociada a su consumo en esta población, por lo que se aprecia que no hay excesos en la ingestión de este mineral (Figura 2).

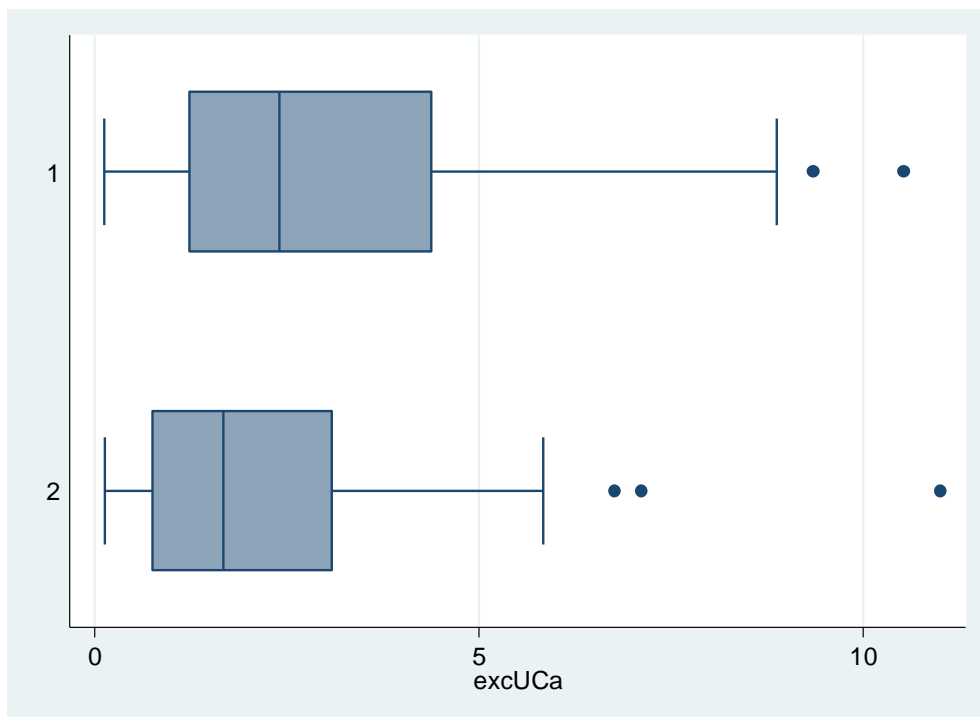
**Figura 2.** Asociación de la excreción urinaria calcio con su consumo



$p > 0.05$ ,  $\beta = 0.00009$

Se realizaron análisis de varianza para reconocer diferencias existentes entre variables de interés. De este modo, no se encontraron diferencias significativas de la excreción urinaria de calcio entre los distintos grupos diagnósticos según el puntaje Z de IMC. Tampoco se vieron diferencias ( $p > 0.05$ ) del calcio urinario por sexo o consumo de café antes de la colección de la muestra. Sin embargo, se encontraron diferencias de la excreción urinaria de calcio según el consumo de fibra dietaria (si cubren o no la ingestión adecuada (IA) de 25 gramos por día (Figura 3). Se observó una menor excreción urinaria de calcio en los niños que cubren o rebasan la IA de fibra dietaria ( $2.24 \pm 2.11$  VS  $2.93 \pm 2.17$  mg/dL), lo que podría explicarse porque la fibra liga al calcio en el organismo y lo excreta vía fecal (Harland, 1989).

**Figura 3.** Excreción urinaria de calcio según el consumo de fibra dietaria ( $p=0.02$ )



1. No cubren la IA\* de fibra dietaria; 2. Si cubren la IA\* de fibra dietaria  
\*IA= Ingestión adecuada

De los análisis de regresión lineal de la excreción urinaria de calcio con los componentes dietarios, se encontraron asociaciones negativas con consumo de sodio y fitatos, es decir, que a mayor consumo de estos componentes dietarios, es menor la excreción urinaria de calcio (Cuadro 6). Así, se considera que, contrario a lo que otros autores han reportado (Ross et al., 2011; Greer y Krebs, 2006), en esta población se aprecia que a mayor consumo de sodio, la excreción de calcio es menor. Ante ello, existe la posibilidad de que el cuerpo genere un mecanismo de optimización en la absorción de calcio y se reabsorba, evitando sus pérdidas urinarias. La asociación negativa con el consumo de fitatos puede explicarse dado a que este fitonutriente, liga minerales como el calcio, impidiendo su absorción, lo cual puede llevar a la misma vía de excreción que la fibra dietaria (RDA, 1989). Por lo anterior, es necesario realizar más trabajos de investigación referente al balance del calcio en el organismo, para conocer su estado nutricional.

**Cuadro 6.** Asociación de la excreción urinaria de calcio con algunos nutrientes mediante regresión lineal

<b>Variable</b>	<b><math>\beta</math> crudo</b>	<b>p</b>	<b><math>\beta</math> ajustado</b>	<b>p</b>	<b>Variables de ajuste</b>
<b>Sodio (mg)</b>	-0.00019	0.037	-0.00064	0.003	Proteína
			-0.00061	0.005	Proteína y fibra
<b>Fitatos (mg)</b>	-0.2122	0.043	-0.22599	0.036	Cafeína
			-0.21118	0.046	Proteína animal
<b>Proteína (g)</b>	-0.0031	0.385	0.01885	0.020	Sodio
<b>Proteína animal (g)</b>	-0.00146	0.764	0.00122	0.029	Sodio
<b>Proteína vegetal (g)</b>	-0.01350	0.117	-0.02282	0.057	calcio
<b>Cafeína (mg)</b>	-0.01729	0.754	-	-	-
<b>Fibra dietaria (g)</b>	-0.34284	0.115	-0.51479	0.069	Calcio
<b>Fósforo (mg)</b>	-.00034	0.257	-0.00079	0.126	Calcio
<b>Calcio (mg)</b>	-0.00009	0.778	0.00062	0.285	Fósforo
<b>Fitatos:Calcio</b>	0.16558	0.229	-	-	-



Al ajustar por proteína y fibra, el sodio resulta con una mayor asociación y significancia. Así, el consumo de sodio, tiene una relación independiente con la excreción urinaria de calcio, que se puede deber al aumento que genera en la velocidad de filtración glomerular y por la competencia entre los iones de sodio y calcio en el túbulo renal proximal (Heaney, 2006). Lo mismo ocurre con los fitatos al ajustar por cafeína y por el consumo de proteína de origen animal.

Al ajustar proteína por el consumo de sodio, resulta en una relación directa y significativa con la excreción de calcio ( $p < 0.05$ ). Es decir, a mayor consumo de proteína, se presenta una mayor excreción urinaria de calcio, lo cual resulta de acuerdo a lo que la teoría refiere, pues el exceso de consumo proteico reduce la reabsorción tubular renal de calcio, aumentando sus pérdidas urinarias. Lo mismo ocurre al hacerlo con la proteína animal, sin embargo, esto no ocurre al hacerlo por proteína de origen vegetal, y se pierde significancia. Sin embargo, al ajustar la proteína vegetal por la ingestión de calcio, se observa una tendencia negativa que nos dice que a mayor consumo de proteína vegetal –ajustada por el consumo de calcio- la excreción de calcio es menor. Con ello se entiende que si se quita el efecto del consumo de calcio, la fibra de estos alimentos con proteína vegetal pudiera estar ligando al calcio en el cuerpo, incrementando las pérdidas fecales.

Se encontró una tendencia negativa del consumo de fibra ajustado por el consumo de calcio ( $p = 0.06$ ), lo que nos dice que a mayor consumo de fibra menor excreción urinaria de calcio, misma situación que la mencionada con anterioridad en el análisis de varianza entre los grupos que cubren la IDR de fibra para la edad: podría explicarse porque la fibra tiene la capacidad de atrapar nutrimentos como el calcio, favoreciendo su excreción fecal (Harland, 1989).

El análisis de regresión no mostró valores de  $p$  significativos para la cafeína, lo cual puede deberse a que las cantidades de cafeína consumidas por los niños

no fueron suficientes para resultar perjudicial en el metabolismo del calcio; las principales fuentes de cafeína en los niños fueron las sodas de cola y el consumo propio de café, donde se observa que el 64% de los niños consumen café con leche, con una porción media de 36ml (provee 15 mg cafeína) y el 24% café puro con porción promedio de 28.5 ml (12 mg de cafeína).

### Análisis Proximal y Contenido de Calcio en Alimentos

Con la finalidad de obtener valores más actuales del contenido de calcio, fibra y macronutrientes en los alimentos más consumidos por la población de estudio, se comparó el contenido de fibra dietaria y calcio de los alimentos, con valores ya establecidos y tablas de referencia. Se realizaron análisis proximales, de fibra y calcio en los alimentos que mayormente fueron consumidos por los niños hermosillenses, según los resultados del CFCA-Ca, aplicado en el estudio.

Los resultados del análisis proximal y de fibra dietaria se observan en el cuadro 7, donde se presentan los porcentajes de humedad, ceniza, proteína, lípidos y carbohidratos característicos de estos alimentos.

El contenido de fibra dietaria, respecto al Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes, se observa en valores similares sólo en la tortilla de maíz (4.6 g por 100 g de alimento [Pérez et al., 2014]). Se encontraron porcentajes menores de fibra dietaria en la tortilla de harina y en los frijoles refritos, que las referencias señalan 3.3 y 9.4 gramos por 100 g de alimento respectivamente (Pérez et al., 2014). Asimismo, se encontraron porcentajes superiores en cereales, tales como los hot cakes y pan dulce tipo concha y dona (0, 0.45 y 0.75 g por 100 g de alimento respectivamente como referencia), lo cual podría deberse a que esta industria ha tomado como medidas la adición de fibra dietaria a sus productos por la importancia que la ésta ha tenido sobre una vida sana (Roos et al., 2012).

**Cuadro 7.** Análisis proximal y contenido de fibra dietaria de los alimentos (base seca) más consumidos por escolares hermosillenses (2014-2015)

<b>Alimento</b>	<b>% Humedad</b>	<b>% Ceniza</b>	<b>% Proteína</b>	<b>% Lípidos</b>	<b>% Chos</b>	<b>% Fibra dietaria</b>
Tortilla maíz tortillería	48.65	0.71	4.49	0.94	40.55	4.66
Tortilla maíz especial	47.87	0.68	4.52	1.09	40.54	5.3
Tortilla maíz Súper del Norte	51.52	0.71	4.55	0.96	37.27	4.99
Tortilla maíz Casa Ley	44.43	0.85	5.49	1.17	42.79	5.27
Tortilla harina de trigo	29.31	1.67	7.39	12.37	47.28	1.98
Doritos nachos	0.35	2.46	5.85	24.13	62.7	4.51
Frijoles refritos	49.94	2.92	5.86	12.48	21.46	7.34
Hot cakes	52.88	1.93	2.28	8.22	32.46	2.23
Sopa de fideo	88.55	0.88	1.24	0.125	7.95	1.25
Pan dulce (dona)	21.7	2.17	1	22.89	50.41	1.83
Pan dulce (concha)	16.49	1.1	7.65	13.61	58.4	2.75
Pizza peperoni	40.32	2.27	14.53	8.55	31.27	3.06
Hot dog	52.08	1.47	2.7	10.98	28.9	3.79
Leche marca Lala*	88.58	0.68	2.98	2.57	5.19	-
Leche marca Yaqui*	88.66	0.73	3.37	3.04	4.2	-
Nutrileche*	89.26	0.62	2.57	3.04	4.51	-
Salchicha marca Rosarito	62.72	3.87	12.38	10.94	10.09	-
Jamón marca Rosarito	76.3	3.95	16.44	2.5	0.81	-
Cheetos	0.3	2.2	3.9	35.1	58.5	-

\*Base húmeda

Los resultados del contenido de calcio en los alimentos se observan en el Cuadro 8. En las tortillas de maíz, se encontraron de 16 a 53 mg de calcio por 100 g de alimento, lo cual está por debajo de lo indicado por las Tablas de valor nutritivo de los alimentos (Muñoz de Chávez et al., 2002), así como por el Sistema Mexicano de Alimentos equivalentes (Pérez et al., 2014), que refieren 196 mg Ca/ 100 g de alimento; también está por debajo de lo reportado por la base de datos del programa nutricional ESHA (v10.3), de 95 mg de calcio en 100 g de tortilla. Se sabe que estas tortillas fueron preparadas con harina de maíz industrializada y que la denominada “especial” es preparada con 50% harina de maíz y 50% masa de maíz.

Se encontraron también cifras menores en la tortilla de harina, que en 1990 fue reportada con 73.3 mg de calcio por 100 g de alimento (Grijalva et al., 1990), de una manera similar el programa ESHA refiere 66 mg/100 g, sin embargo, los resultados en este estudio indican 11 mg por 100 g de tortilla. Lo anterior podría indicar que los procesos industriales a los que son sometidos los granos de trigo, así como los de maíz, eliminan el calcio de su fuente original, lo cual coincide con Rosado y colaboradores (2005), que mencionan que en el proceso de industrialización actual para la nixtamalización de la harina de maíz, el tiempo de remojo no es suficiente, con una consecuente deficiencia de calcio en el producto terminado.

**Cuadro 8.** Contenido de calcio de los alimentos más consumidos (base seca) por escolares hermosillenses (2014-2015).

<b>Alimento</b>	<b>Calcio (mg) / 100g de alimento</b>
Tortilla maíz tortillería	36.37
Tortilla maíz especial	53.44
Tortilla maíz Súper del Norte	16.54
Tortilla maíz Casa Ley	25.08
Tortilla de harina de trigo	11.46
Doritos nachos	75.58
Frijoles refritos	37.13
Hot cakes	93.00
Hot dog	24.59
Sopa de fideo	4.67
Pan dulce (dona)	90.93
Pan dulce (concha)	91.36
Pizza peperoni	95.19
Salchicha marca Rosarito	55.65
Jamón marca Rosarito	9.02
Cheetos	27.84
Leche marca Lala*	88.44
Leche marca Yaqui*	68.78
Nutrileche*	67.64
Agua purificada*	0
Agua grifo*	3.26
Jugo Júmex*	2.60
Refresco Coca-cola*	2.01

\*Base húmeda

Por otro lado, se midió el contenido de calcio en el agua embotellada para su consumo, encontrándose nula cantidad; sin embargo en el agua potable del grifo las cantidades si coinciden con las referencias (ESHA v 10.3).

Se analizó también el contenido de calcio en la leche entera de vaca de tres distintas marcas, siendo “Nutrileche” la que tuvo menor contenido de calcio. Se observa que los valores de calcio obtenidos de las tres marcas de leche de vaca fueron menores a los referidos por el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes, de 119 mg/100 g (Pérez et al., 2014), por las Tablas de valor nutritivo de alimentos de 119 mg/100 g (Muños de Chávez et al., 2002) así como los señalados por el programa ESHA v10.3, de 113 mg/100 g.

Dado que las tortillas de harina de maíz y de trigo, son parte fundamental de la dieta sonoreense, su aportación disminuida de calcio, podría afectar el estado de calcio en la población. Si se ajustan los valores reales obtenidos de las tortillas de maíz y de trigo, que se encuentran por debajo del 50% de los valores referidos, el porcentaje de población que no cubre las recomendaciones podría aumentar, sobre todo si también se toman en cuenta los niveles menores de calcio que se encontraron en la leche entera de vaca.

Se encontró una cantidad inesperadamente elevada de calcio en botanas fritas como Doritos nachos y Cheetos, lo que se pudiera atribuir a que son botanas que incluyen aditivos y saborizantes químicos en sus ingredientes, en los cuales el calcio pudiese estar presente. Además, el maíz es la base de los ingredientes en el caso de los Doritos nachos, sin embargo hacen falta estudios que midan la biodisponibilidad del calcio de estos productos en el organismo. El resto de los alimentos como frijoles, hot cakes, hot dogs, pan dulce, pizza, embutidos, jugos y refrescos, tienen contenidos de calcio en cifras que coinciden con lo indicado por el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes, por las Tablas de valor nutritivo de alimentos (Muños de Chávez et al., 2002) y la base de datos ESHA v 10.3.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se identificaron los alimentos de mayor frecuencia de consumo (más del 85% de los niños refieren su consumo habitual), siendo los principales aportadores de calcio de origen vegetal, tal como las tortillas de harina de trigo, frijoles refritos y tortillas de harina de maíz. Estos alimentos, contienen factores dietarios que pueden inhibir la absorción del calcio.

Se analizaron y se obtuvieron valores de calcio menores al 50% de lo que indican las tablas de composición de alimentos en las tortillas de harina de maíz y de trigo, así también, en la leche entera de vaca. Al incluir estos valores de calcio obtenidos, en las tablas de la base de datos para calcular la ingestión de calcio, encontramos que en promedio los niños consumen 800 mg de calcio diarios, cifra que cubre la IDR de calcio.

Aunado a lo anterior, se cuantificó el calcio urinario de los niños, encontrándose rangos normales de excreción. De este modo, se puede concluir que el estado nutricional de calcio en el escolar hermosillense es adecuado, pues cubre con su IDR y su excreción urinaria es normal. Sin embargo, el 52% de esta población es vulnerable a un déficit en su estado nutricional de calcio, pues su consumo es deficiente y por la presencia de factores que inhiben su absorción, que de ser constante y por largos periodos de tiempo, esta población sería propensa a déficit de crecimiento, padecer raquitismo o futura osteoporosis.

Es necesario realizar más estudios donde se tomen en cuenta las excreciones fecales de calcio, pues los principales alimentos consumidos aportadores de calcio son de origen vegetal, mismos que contienen inhibidores de su absorción.

Se recomienda también, que se haga una revisión de los productos industrializados en las tablas de composición de alimentos y verificar sus aportes de calcio.

## LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO

### LIMITACIONES

La falta de sujetos con registros completos tanto de antropometría como evaluación dietaria y de orina es una debilidad importante en este estudio. A pesar de que se optó por un modelo considerado como no invasivo para la determinación de calcio en orina, muchos niños desertaron al momento de pedírseles la muestra de orina, a pesar de ya haber realizado el cuestionario. Asimismo, la evaluación dietaria trae consigo su propia debilidad, pues es dependiente de la memoria del sujeto entrevistado. Además, el tiempo fue un factor clave, pues muchas madres de familia o tutores, al conocer el tiempo de aplicación del cuestionario, preferían dejar de hacerlo.

Por otro lado, no hay información de la presencia y cantidad de calciuria en población sana de edad escolar en México, con la cual puedan compararse los resultados obtenidos. A su vez, la falta de consideración de las pérdidas fecales de calcio para conocer el estado nutricional del mismo, es una debilidad que pasa a ser recomendación para futuros estudios.



## Fortalezas

La selección de una población específica, tal como lo es el grupo etario en este estudio, brinda la ventaja de evitarse factores confusores, además de sólo referirse a niños sanos, con la finalidad de establecer rangos normales y evitar el sesgo que alguna enfermedad pudiera causar.

La utilización de las herramientas adecuadas y adaptadas a la población dirigida es una de las fortalezas de este estudio, como la aplicación de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos específico para la población sonoreense, adaptado para la estimación del consumo de calcio y adaptado también para niños de edad escolar. Así como el uso de herramientas que orientan al sujeto para estimar cantidades y porciones, además de la utilización del programa ESHA, con la base de datos actualizada, incluyendo alimentos mexicanos y de la región, analizados por el laboratorio de nutrición. Asimismo, el análisis de los alimentos que los niños consumen más frecuentemente para estimar el contenido real y actual de calcio que éstos aportan, contribuye a la fortaleza en este estudio.

## REFERENCIAS

- Allen L. (1982) Calcium bioavailability and absorption: a review. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 35: 783 – 808.
- AOAC International. (2011). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Ed 18, 2005. Revisión 2011.
- Ballesteros-Vásquez MN, Cabrera-Pacheco RM, Saucedo-Tamayo MS y Grijalva-Haro MI. (1998) Consumo de fibra dietética, sodio, potasio y calcio y su relación con la presión arterial en hombres adultos normotensos. *Salud Pública de México* 40: 241-247.
- Barquera S, Hernández Barrera L, Campos-Nonato I, Espinosa J, Flores M, Barriguete JA y Rivera J. (2009) Energy and nutrient consumption in adults: analysis of the mexican health and nutrition survey. *Salud Pública de México*. 51: 562-573.
- Boot AM, de Ridder MA, Pols HA, Krenning EP y de Muinck Keizer-Schrama SM. (1997) Bone mineral density in children and adolescents: relation to puberty, calcium intake, and physical activity. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 82: 57–62.
- Bourges H, Casanueva E y Rosado JL. (2005) Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bases fisiológicas. Tomo 1. *Médica Panamericana*. México DF, pp 215-230.
- Breslau N, Brinkley L, Hill K y Pak CY. (1988) Relationship of animal protein-rich diet to kidney stone formation and calcium metabolism. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 66: 140–146
- Bronner F. (2003) Mechanisms of intestinal calcium absorption. *Journal of Cellular Biochemistry*, 1: 387–393.
- Brun RL, Brance ML, Lupo M y Rigali A. (2012) Relevamiento del contenido de calcio en lácteos de uso masivo. *Actualizaciones en Osteología*. 8: 158-163
- Burhan ME, Mohammad T y Mahmoud S (2011). Prevalence of hypercalciuria among school children. *Bahrain Medical Bulletin*. 33:6pp.
- Burhan ME, Mohammad T y Mahmoud S. (2011) Prevalence of hypercalciuria among school children. *Bahrain Medical Bulletin*. 33:1-6.

- Calderón-Garcidueñas L, Mora-Tiscareño A, Franco-Lira M, Torres-Jardón R, Peña-Cruz B, Palacios-López C, Zhu H, Kong L, Meendoza-Mendoza N, Montesinos-Correa H, Romero L, Valencia-Salazar G, Kavanaugh M y Frenks. (2013) Exposure to urban air pollution and bone health in clinically healthy six-year-old-children. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*. 64: 23-34
- Carrigan A, Kinger A, Choquette S, Luzuriaga-McPherson A, Bell E, Darnell B y Gutiérrez O. (2014) Contribution of food additives to sodium and phosphorus content of diets rich in processed foods. *Journal of Renal Nutrition*. 24:13-9.
- Castañeda-Sánchez O, Rocha-Díaz J y Ramos-Aispuro M. (2008) Evaluación de los hábitos alimenticios y estado nutricional en adolescentes de Sonora, México. *Archivos en Medicina Familiar*. 10: 7-11.
- Castillo-Ruiz O, Velazquez G, Uresti-Marín RM, Mier N, Vázquez M y Ramírez JA. (2012) Estudio de los hábitos alimentarios de niños de 4-6 años de Reynosa, Tamaulipas (México). *CyTA - Journal of Food*. 10: 5-11.
- Cosenza L, Pezzella V, Nocerino R, Di Costanzo M, Croruzzo A, Passariello A, Leone L, Savoia M, Del Puente A, Esposito A, Terrin G y Berni C R. (2013) Calcium and vitamin D intakes in children: a randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*. 13: 86.
- Dairy Research Institute. (2011) Calcium Bioavailability [online] Scientific Status Report; citado el 31 de marzo de 2014. Disponible en: <http://www.nationaldairycouncil.org/SiteCollectionDocuments/research/researchsummaries/ScientificStatusReportCalciumBioavailability.pdf>.
- De Santiago S, Halhali A, Frenk S y Bourges H (2005) Calcio y fosfato. En: Bourges H, Casanueva E, Rosado JL. Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bases fisiológicas. Tomo 1. Médica Panamericana. México DF. pp 215-230.
- Díaz G, Souto-Gallardo M, Bacardí M y Jiménez-Cruz A. (2011) Efecto de la publicidad de alimentos anunciados en la televisión sobre la preferencia y el consumo de alimentos: revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*. 25: 1250-1255.
- Durán AS, Reyes GS y Gaete MC. (2013) Aporte de vitaminas y minerales por grupo de alimentos en estudiantes universitarios chilenos. *Nutrición Hospitalaria*; 28: 830-838.
- Fernández A, Sosa P, Setton D, Desantadina V, Fabeiro M, Martínez MI, Piazza N, Casavalle P, Tonietti M, Vacarezza V, De Grandis S, Granados N y Hernández J. (2011) Calcio y nutrición [online] Comité Nacional de Nutrición; Sociedad Argentina de Pediatría; Buenos Aires: actualizado Jul

2011, citado el 3 de abril de 2014. Disponible en: <http://www.sap.org.ar/docs/calcio.pdf>

- Flores M, Macías N, Rivera M, Barquera S, Hernández L, García-Guerra A y Rivera JA. (2009) Energy and nutrient intake among Mexican school-aged children, Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Pública de México* 50: 540-550.
- Fulmer CS. (1992) Intestinal calcium absorption: calcium entry. *The Journal of Nutrition*.122: 644-50.
- Gibbs MM, Carriquiry AL, Capanzana MV y Gibson RS. (2014) Establishing desirable fortificant levels for calcium, iron and zinc in foods for infant and young child feeding: examples from three Asian countries. *Maternal and Child Nutrition*. 10: 112-125.
- Gómez RS. (2013) Evaluación del Programa de Desayunos Escolares: Indicadores antropométricos y valoración de la dieta total que consumen los preescolares y escolares de Hermosillo, Sonora. Tesis de licenciatura. Universidad de Montemorelos. Montemorelos, Nuevo León.
- González I, Media A, Ablan E, Avendaño M y Flores I. (2009) Etiquetado nutricional de productos artesanales elaborados por pequeñas empresas del estado Mérida- Venezuela. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Ángel*. 4:13-20.
- González SL (2008). Cambios en el patrón de consumo de alimentos y su relación con riesgo de enfermedades crónicas en la población sonorenses. Hermosillo, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Tesis de maestría.
- Greer F y Krebs N. (2006) Optimizing bone health and calcium intakes of infants, children and adolescents. *Pediatrics*. 117: 578-585.
- Grijalva HI, Valencia ME y Wyatt J. (1990). Contenido de sodio, potasio y calcio en platillos típicos consumidos en Sonora, México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 40: 293-301.
- Grijalva M, Caire G, Sánchez A y Valencia M. (1995) Composición química, fibra dietética y contenido de minerales en alimentos de consumo frecuente en el noroeste de México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 45:145-150.
- Gutiérrez-Cortez E, Rojas-Molina JI, Zambrano-Zaragoza M, Quintanar-Guerrero D, González-Reza R, Rojas-Molina A y Espinosa-Arbeláez D. (2013) Effect of processing conditions on the production of nixtamalized corn flours by the traditional method, *CyTA - Journal of Food*. 11: 46-53.
- Gwynn J, Flood V, D'Este C, Attia J, Turner N, Cochrane J, Louie J y Wiggers J. (2012) Poor food and nutrient intake among indigenous and non-indigenous Australian children. *BMC Pediatrics*. 12:12.

- Harland BF (1989). Dietary fibre and mineral bioavailability. *Nutr Res Rev.* 2:133-147.
- Heaney RP y Skillman TG (1964) Secretions and excretion of calcium by the human gastrointestinal tract. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine.* 64:29-41
- Heaney RP y Weaver CM. (1990) Calcium absorption from kale. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 51: 656-657.
- Heaney RP, Dowell MS, Hale CA y Bendich A. (2004) Calcium absorption varies within the reference range for serum 25-hydroxyvitamin D. *Journal of the American College of Nutrition.* 22:142-6.
- Heaney RP. (2000) Dietary protein and phosphorus do not affect calcium absorption. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 72: 758-761.
- Henry JB. *Clinical diagnosis management by methods.* 2001; 20th ed.
- Henwood MJ y Binkovitz L. (2009) Update on pediatric bone health. *The Journal of the American Osteopathic Association.* 109: 5-12.
- Hunt J, Johnson L y Roughead F. (2009) Dietary protein and calcium interact to influence calcium retention: a controlled feeding study. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 89; 1357-1365.
- Huth PJ, Fullgoni VL, Keast DR, Park K y Auestad N. (2013) Major food sources of calories, added sugars, and saturated fat and their contribution to essential nutrient intakes in the U.S. diet: data from the national health and nutrition examination survey (2003-2006). *Nutrition Journal.* 12: 116.
- Jardines R, Bermúdez M, Wong P y León G. (1985) Platillos típicos consumidos en Sonora: regionalización y aporte de nutrientes. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* 35: 586-602.
- Jellife D, Jellife E. *Community nutritional assessment.* Oxford Medical Publications. New York, 1989; pp 263.
- Knight CA, Mitchell and Zepp (2004). Beverage caffeine intake in US consumers and subpopulations of interest: estimates from the Share of Intake Panel survey. *Food and Chemical Toxicology.* 42: 1923-1930.
- Lanham-New SA, Thompson RL, More J, Brooke-Wavell K, Hunking P y Medici E. (2007) Importance of vitamin D, calcium and exercise to bone health with specific reference to children and adolescents. *Nutrition Bulletin.* 32: 364-77.
- Lanou a, Berkow S y Barnard N. (2005) Calcium, dairy products and bone health in children and young adults: a reevaluation of the evidence. *Pediatrics.* 3: 736-743.
- Liberman C, Solano J y Venegas R. (1979) Eliminación de Na, K y Ca urinario. *Revista Médica de Costa Rica.* 46: 135-137.

- Lutter C y Dewey K. (2003) Proposed nutrient composition for fortified complementary foods. *Journal of Nutrition*. 133: 3011-3020.
- Magnano E, Bruschi S, Mulazzi A, Calabrese G, Piva G y Filippo R. (2011) In vivo and *in vitro* digestibility of the calcium contained in foods of animal and plant origin. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*. 4: 105-110.
- Martin BR, Braun MM, Wigertz K, Bryant R, Zhao Y, Lee W, Kempa-Steczko A y Weaver CM. (2010) Fructooligosaccharides and calcium absorption and retention in adolescent girls. *The Journal of the American College of Nutrition*. 29:382-386.
- Martín De Portela M. (2013) Fuentes de calcio, biodisponibilidad y salud ósea: evidencias e interrogantes. *Actualizaciones en Osteología*. 9:118-122.
- Massey L y Whiting S. (1993) Caffeine, urinary calcium, calcium metabolism and bone. *The Journal of Nutrition*. 123: 1611-1614.
- Mena CE, Henríquez PH, Pujols RE, Quezada FA y Vásquez DM. (1987). Relación calcio/creatinina en orina de niños sanos. *Archivos Dominicanos Pediátricos*. 23: 147-152.
- Méndez RO y Wyatt CJ. (2000) Contenido y absorción del calcio proveniente de la dieta del noroeste de México: Una retrospectiva bibliográfica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 50.
- Montero A, Limia A, Franco E y Belmonte S. (2006) Estudio de declaraciones nutricionales y saludables en el etiquetado de leches fermentadas. *Nutrición Hospitalaria*. 21: 338-345.
- Moreno L, Cervera P, Ortega R, Díaz J, Baladía E, Basulto J, Serrat S, Altaba I, López-Sobaler A, Manera M, Rodríguez E, Santaliesra A, Babio N y Salas-Salvadó J. (2013) Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española. *Nutrición Hospitalaria*. 28: 2039-2089
- Muñoz de Chávez M, Ledesma Solano JA, Chávez Villasana A, Pérez-Gil R, Mendoza Martínez E, Castañeda López J, Calvo C, Castro I, Sánchez C y Ávila Curiel A (2002). *Tablas de valor nutritivo de alimentos*. Mc Graw Hill. México.
- NAS. National Academy of Science. (1989). *Recommended Dietary Allowances*. 10<sup>th</sup> edition. Washington, D. C.
- National Research Council. (1989) *Recommended Dietary Allowances: 10th Edition*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Ortega R, González-Rodríguez L, Jiménez A, Perea J y Bermejo L. (2012) Implicación del consumo de lácteos en la adecuación de la dieta y de la ingesta de calcio y nutrientes en niños españoles. *Nutrición Clínica*. 32: 28-36.

- Peña R, Pérez P, Villaseñor E, Gómez M, Mendoza M y Montarde R. (2007) Calidad de la cosecha del trigo en México. Otoño – invierno: 2005-2006. Publicación especial CONASIST. México D.F. p24.
- Pérez F, Garaulet M, Gil A y Zamora S. (2005) Calcio, magnesio, fósforo y flúor. Metabolismo óseo y su regulación. En: Gil A y Ruiz M. Tratado de nutrición. Tomo II. Médica Panamericana. Madrid. pp 902-923.
- Pérez Lizaur MB, Palacios González B, Castro Becerra AL y Flores Galicia I. (2014). Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. 4a edición. México.
- Prentice A, Schoenmakers I, Laskey MA, De Bono S, Ginty F y Goldberg GR. (2006) Nutrition and bone growth and development. Proceedings of the Nutrition Society. 65: 348–60.
- Prentice A. (2013) Standing on the shoulders of giants: understanding calcium and vitamin D requirements. Nutrition Bulletin. 38: 323–31.
- Quizán T, Álvarez G y Espinoza A. (2007) Obesidad infantil: el poder de la alimentación y la actividad física. Revista Universidad de Sonora. pp11-14.
- Quizán-Plata T, Ortega-Vélez MI. Diseño y validación de una herramienta para identificar riesgo dietario en mujeres adultas de bajo ingreso. Nutr Clin. 2000; 3:128-135.
- Raferty K, Walters G y Heaney RP. (2007) Calcium fortificants: overview and strategies for improving calcium nutriture of the U.S. Population. Journal food of science. 72: 152-158.
- Recommended Dietary Allowances: 10<sup>th</sup> Edition. (1989). Subcommittee on the Tenth Edition of the Recommended Dietary Allowances, Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences, National Research Council.
- Rivera-Dommarco J, Lopez-Olmedo N, Aburto T, Pedraza-Zamora L y Sánchez-Pimienta T. (2014) Consumo de productos lácteos en población mexicana. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Rojas L, Bastardo G, Sanz B, Da Silva B, Quintero Y, Angarita C y Prada M. (2011) Estado nutricional, consumo de lácteos y niveles séricos de calcio, fósforo y fosfatasas alcalinas en escolares de Mérida. Anales Venezolanos de Nutrición. 24: 58-64.
- Roos N, Sorensen J, Briend A, Rasmussen S, Yang Z y Huffman S. (2012) Screening for anti-nutritional compounds in complementary foods and food aid products for infants and young children. Maternal and Child Nutrition. 9: 47-71
- Rosado JL, Díaz M, Rosas A, Griffit I y García O. (2005) Calcium absorption from corn tortilla is relatively high and is dependent upon calcium content and liming in mexican women. Journal of Nutrition. 135: 2578-2581.

- Ross A, Taylor C, Taktine A y Del Valle H. (2011). Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. National Academies Press, Washington DC. 1132.
- Roth R. (2009). Nutrición y dietoterapia. 9 ed: Mc Graw Hill / Interamericana. México DF. pp 135-153.
- Sámano R, Rodríguez A, Godínez E, Rivera B, Medina M, Sánchez B, Martínez H y Ramírez C. (2013) Asociación del consumo de bebidas carbonatadas y descalcificación en mujeres en edad reproductiva y no reproductiva de la ciudad de México. *Nutrición Hospitalaria*. 28: 1750-1756.
- Sandoval S, Domínguez S y Cabrera A. (2009). De golosos y tragones están llenos los panteones: cultura y riesgo alimentario en Sonora. *Estudios Sociales*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. 17: 149-179.
- Saric M, Piasek M, Blanusa M, Kostial K y Ilich J. (2005). Sodium and calcium intakes and bone mass in rats revisited. *Nutrition*. 21: 609-614.
- Shi L, Libuda L, Schonau E, Frassetto y Remer T. (2012) Long term higher urinary calcium excretion within the normal physiologic range predicts impaired bone status of the proximal radius in healthy children with higher potential renal acid load. *Bone*. 50; 1026-1031.
- Sorkhi H y Haji M. (2005) Urinary calcium to creatinine ratio in children. *Clinical Brief*. *Indian Journal Pediatric*. 72: 1055-1056.
- Sorkhi H, Haji AM. Urinary Calcium to creatinin ratio in children. *Indian J Pediatr*. 2005; 72: 1055-1056.
- Theobald H. (2005) Dietary calcium and health. *Nutrition Bulletin*. 30: 237-277.
- USDA. US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. (2010) Nutrition and your health: Dietary Guidelines for Americans. Washington. DC: US Government Printing Office. 7 ed.
- Uush T. (2014) Calcium intake and serum calcium status in Mongolian children. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. [Epub ahead of print] Doi: 10.1016/j.jsbmb.2014.01.010.
- Valdez R, Fausto J, Valadez I, Ramos A, Loreto O y Villaseñor M. (2012) Estado nutricional y carencias de micronutrientes en la dieta de adolescentes escolarizados de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 62: 161-166.
- Valencia ME, Hoyos LC, Ballesteros MN, Ortega MI, Atondo JL, Palacios D. (1998) Canasta estatal de consumo del estado de Sonora. *Rev Estudios Soc*.
- Vargas-Hernández G, Romero-Velarde E, Vásquez Garibay E, Vizmanos-Lamotte B, Troyo-Sanromán R. (2013) Ingestión de calcio y adiposidad en



- adolescentes de 12 a 16 años en Guadalajara, México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 63.
- Vivanco-Muñoz N, Reyes-Sánchez M, Lazcano E, Díaz R, Antúnez O y Clarck P. (2012) Physical activity is a prognostic factor for bone mineral density in Mexican children. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*. 69: 40-45.
- Wagner CL y Greer FR. (2008) Prevention of rickets and vitamin D deficiency in infants, children, and adolescents. *Pediatrics*. 122: 1142–1152.
- Weaver C y Heaney R. (2014) Calcium. En: Ross C, Caballero B, Cousins R, Tucker K y Ziegler T. *Modern nutrition in health and disease*. 11ed. Baltimore: Wolters Kluwer – Lippincott Williams and Wilkins. Pp133-149.
- Weber CK y Zakeri I. (2004) Fruits, vegetables, milk, and sweetened beverages consumption and access to a la carte/snack bar meals at school. *American Journal of Public Health*. 94: 463-467.
- Weichselbaum E y Buttriss JL. (2014) Diet, nutrition and schoolchildren: An update. *Nutrition Bulletin*. 39: 9-73.
- Willis J. (1961) Determination of calcium and magnesium in urine by atomic absorption spectroscopy. *Analytical Chemistry*. 33: 556 – 559.
- Wilt TJ, Shaukat A, Shamliyan T, Taylor BC, MacDonald R, Tacklind J, Rutks I, Schwarzenberg SJ, Kane RL, y Levitt M. (2010) Lactose Intolerance and Health. No. 192 (Prepared by the Minnesota Evidence-based Practice Center under Contract No. HHS 290-2007-10064-I.) AHRQ Publication No. 10-E004. Rockville, MD. Agency for Healthcare Research and Quality.
- Wyatt CJ, Hernández-Lozano ME, Méndez RO y Valencia ME. (2000) Effect of different calcium and phosphorus content in Mexican diets on rat femur bone growth and composition. *Nutrition Research*. 20: 427-437.
- Wyatt CJ, Méndez RO, Triana MA, Meléndez JM. (1995) Protein, energy fat and mineral composition of diets for low income adults in Sonora, México. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 43: 2636-2640.