

Instituto Nacional de Salud Pública.

**Asociación entre la ingesta de calcio dietético y el índice de masa corporal elevado en
adultos mexicanos de 20 a 59 años de edad.**

Maestría en Ciencias de la Salud área de concentración en Nutrición

Escuela de Salud Pública de México.

Presenta:

L.N. Ana María González Ponce

Para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Salud

Generación: 2008- 2010

Comité de Tesis:

Director: Dr. Ismael Campos Nonato ⁽¹⁾.

Asesores: Dr. Mario E. Flores Aldana ⁽¹⁾.
M.C. Lucía Hernández Barrera ⁽¹⁾.

(1) Centro de Investigación en Nutrición y Salud, Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Cuernavaca, Morelos, México.

Asociación entre la ingesta de calcio dietético y el índice de masa corporal elevado en adultos mexicanos de 20 a 59 años de edad.

González- Ponce, AM LN ⁽²⁾; Campos- Nonato, I, MD PhD ⁽¹⁾; Hernández- Barrera, L, MSc ⁽¹⁾; Flores- Aldana, M, MD PhD ⁽¹⁾.

(1) Centro de Investigación en Nutrición y Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

(2) Escuela de Salud Pública de México. Cuernavaca, Morelos, México.

Resumen:

Antecedentes: Aunque, el balance energético es el principal factor que regula el peso corporal, recientes estudios sugieren que el metabolismo del calcio puede modificar el balance energético y actuar en la regulación del peso corporal. (6, 7, 8). **Objetivo:** Evaluar la asociación entre la ingesta de calcio dietético y el índice de masa corporal (IMC) elevado en adultos mexicanos de 20 a 59 años. **Material y métodos:** Estudio secundario de tipo analítico, derivado de la ENSANUT 2006. Se analizó la información del cuestionario de frecuencia de alimentos a 16,494 adultos. Después de eliminar valores biológicamente implausibles o casos con información incompleta la muestra final fue de 15,662 adultos, mismos que se agruparon según su IMC. Se utilizó regresión lineal para estimar la asociación entre ingesta de calcio dietético y el IMC. **Resultados:** Hubo asociación inversa entre el consumo de calcio dietético e IMC. Los sujetos con IMC normal consumieron 903.9 mg/ d vs. 832.0 mg/d de calcio, en obesos ($P < 0.0001$). **Conclusión:** Este estudio incrementa la evidencia de asociación inversa entre la ingesta de calcio dietético y el IMC.

Palabras clave: Calcio dietético, lácteos, obesidad, encuestas nacionales, adultos, México.

Abstract:

Background: Although, the energy balance is the main factor that regulates the corporal weight, recent studies suggest the metabolism of calcium can modify the energy balance and act in the regulation of the corporal weight (6, 7, 8) . **Objective:** To evaluate the association between the ingestion of dietetic calcium and high body mass index (BMI) in Mexican adults of 20 to 59 years.

Material and methods: Secondary analytical study, cross-sectional derivative of the 2006 Mexican National Health and Nutrition Survey (ENSANUT 2006). From the analysis of food frequency questionnaire to 16,494 adults. After removing biologically implausible values or incomplete information case the final sample of 15,662 adults, they were grouped according to their BMI. Linear regression was used to assess the relationships the daily dietary calcium intake and BMI.

Results: There was an inverse association between the dietary calcium consumption and a high BMI. The mean calcium intake in subjects with BMI normal was 903.9 mg/day, vs. 832.0 mg/day in obese subjects ($P < 0.0001$). **Conclusion:** The study increases the evidence of inverse association between the dietary calcium intake and a high BMI.

Key words: dietary calcium; dairy; obesity; national surveys; adults; Mexico.

Introducción:

La obesidad es una enfermedad crónica caracterizada por el almacenamiento en exceso de tejido graso en el organismo, relacionada con factores biológicos, socioculturales y psicológicos. (1)

El aumento progresivo de la obesidad ha sido reconocido como un problema nutricional y de salud en la mayoría de los países industrializados; así como también en los países con economías en transición. (2)

En el año 2000, casi dos terceras partes de la población adulta mexicana presentaban un Índice de Masa Corporal (IMC) elevado [23.7% sobrepeso (IMC 25.0-29.9 kg/m²) y 38.4% obesidad (IMC ≥30 kg/m²)]. Esto indicaba que existían alrededor de 30 millones de adultos tenían un IMC elevado (34.5% mujeres y 24.2 % hombres). (4)

Dada la magnitud y trascendencia de este problema, además de la asociación comprobada de un IMC elevado con las tres principales causas de muerte en México (enfermedad cardiovascular, cáncer y diabetes), el exceso de peso es considerado un problema de salud pública. (5)

Si bien el balance energético es el principal factor que regula el peso corporal, recientes estudios sugieren que el metabolismo del calcio puede modificar el balance energético y actuar en la regulación del peso corporal (6,7, 8). Hay evidencia en estudios en animales de experimentación, en estudios in vitro y recientemente en seres humanos, que muestran una asociación entre la ingesta alta de calcio y un IMC elevado. (9 - 20, 6- 8)

Una base fisiológica plausible en la asociación entre la ingesta de calcio y un IMC elevado (sobrepeso u obesidad), fue propuesto por Zemel y colaboradores, argumentando que una elevada ingesta de calcio disminuye la concentración de PTH (hormona paratiroidea) y 1, 25 – dihidroxi vitamina D en sangre, ocasionando incremento en la lipólisis. Por el contrario, una baja ingesta de calcio aumenta las concentraciones sanguíneas de PTH y de 1, 25 dihidroxi vitamina D, y se incrementa la lipogénesis (figura 1).

En diversos estudios transversales se ha reportado una asociación entre una ingesta adecuada de calcio y un menor riesgo de presentar obesidad. (8, 9, 14). La asociación inversa de la ingesta de calcio con el peso corporal, se ha demostrado en niños (20 a 70 meses de edad), mujeres (18 a 75

años) e individuos caucásicos y afroamericanos de ambos sexos, cuyas edades varían entre 18 a 75 años, sin embargo, se tienen escasos estudios en población latinoamericana. (16, 18, 19)

En México, Barquera y colaboradores describieron que 21% de los adultos mexicanos tienen una ingesta inadecuada de calcio (22) y 70.9% tienen un IMC elevado.

Por todo lo anterior, utilizando los datos de dieta y antropometría, obtenidos de la ENSANUT 2006, el objetivo del presente análisis es explorar la asociación entre la ingesta de calcio dietético y un IMC elevado en adultos mexicanos de 20 a 59 años de edad. Dado que algunos estudios sugieren que existe una interacción entre la ingesta de calcio dietético, vitamina D y de proteína, también se exploran estas asociaciones a través de modelos estadísticos.

Metodología

Diseño del estudio:

Estudio secundario de tipo analítico, transversal, derivado de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2006.

La ENSANUT 2006 tiene un diseño probalístico, polietápico, estratificado y por conglomerados, para recabar información sobre el estado de salud y nutrición de la población mexicana.

Población de estudio:

Se incluyeron adultos mexicanos, hombres y mujeres de 20 a 59 años de edad.

Selección de la muestra:

Para la determinación del tamaño de muestra de la ENSANUT 2006 se consideró que la menor proporción de importancia (prevalencia mínima de interés) que podía estimarse con precisión fue 8.1 %. Además, considerando que los estimadores obtenidos por la encuesta deberían tener un error relativo máximo de 25%, un nivel de confianza de 95%, una tasa de no respuesta de 20% y un efecto de diseño de 1.7, se determinó un tamaño de muestra de al menos 1 476 hogares, haciendo un total de 48 600 hogares distribuidos en los 32 estados de la República Mexicana.

El cuestionario de salud fue aplicado a 45,446 sujetos, las medidas antropométricas (talla, peso y circunferencia de cintura) se realizaron a 33,624 sujetos y el cuestionario de frecuencia de alimentos a 20,306 sujetos. La metodología de la encuesta y los procedimientos para la obtención de la muestra, se detallan en otra publicación. (23)

Para la obtención de datos sobre dieta, se seleccionó una submuestra, que incluyó a uno de cada 3 hogares de la muestra total de la ENSANUT 2006. De dicha submuestra se incluyeron a 16,494 adultos de 20 a 59 años de edad, quienes completaron el cuestionario de frecuencia de alimentos.

Recolección de datos:

Antropometría:

Las medidas antropométricas se obtuvieron por personal entrenado y estandarizado a través de protocolos convencionales, usando técnicas y procedimientos internacionalmente aceptados. (24)

La talla se obtuvo con el uso de un estadímetro marca Dynatop con capacidad de 2 m y con una precisión de 1 mm, y el peso corporal se midió utilizando balanzas electrónicas marca Tanita (Modelo 1583, Tokyo, Japón), con una precisión de 100 g. El IMC (kg/m^2) se calculó para los sujetos con datos completos de talla y peso ($n= 15597$). La clasificación basada en el IMC utilizó como puntos de corte los propuestos por la OMS. (5)

Se incluyeron como datos válidos todos aquellos valores de IMC entre 10 y 58 kg/m^2 . Se consideraron como valores válidos de talla los datos comprendidos entre 130 y 200 cm. Se excluyeron del análisis los datos que estuvieron fuera de los límites aceptados y los datos de IMC cuando la talla fue $<130 \text{ cm}$. Los sujetos con $\text{IMC} < 10 \text{ kg/m}^2$ ó $> 59 \text{ kg/m}^2$ ($n= 149$), así como las mujeres embarazadas ($n= 144$) fueron excluidos en el análisis de los datos.

Dieta:

Para la obtención de las variables relacionadas con la dieta, como: ingesta de calcio dietético, ingesta de proteínas, ingesta de fibra e ingesta de energía, se aplicó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos de 7 días, previamente validado, que consta de 101 alimentos (alimentos de mayor consumo en México, según datos de la ENN 1999) en 14 grupos, incluyendo el tamaño de la porción. (25) Este cuestionario fue aplicado a una submuestra de hombres y mujeres adultos ($n= 16494$) y 543 (3.3%) sujetos fueron eliminados, ya que reportaban datos implausibles de ingesta dietética (porcentajes de adecuación $\text{PA} > 5 \text{ d.s.}$ ó ingestas de energía $< 25\%$ recomendado). Se calculó el porcentaje de adecuación (PA) e inadecuación ($\text{PA} < 50\%$) de energía y nutrimentos y se estratificó por variables sociodemográficas. Los datos validados fueron

de 15 951 sujetos de 20 a 59 años de edad, quienes representan a una población nacional de 47 946 764 sujetos.

Los datos obtenidos fueron convertidos a gramos o mililitros consumidos por persona por día. Utilizando la base de datos de alimentos compilada por el INSP (Instituto Nacional de Salud Pública) se determinó la media de consumo de energía (Kcal), macronutrientes y micronutrientes. Se obtuvieron datos de consumo de suplementos y frecuencia de uso.

La ingesta de nutrientes, excepto suplementos y alcohol, fueron ajustados en energía por el método de residuales.

Actividad física:

Para la variable de actividad física, se utilizó una adaptación abreviada del cuestionario del international Physical Activity Questionnaire (IPAQ), Es un instrumento de medición internacional de la actividad física para población de 15 a 69 años, el cual ha sido validado internacionalmente y es adecuado para los estudios de prevalencia basados en poblaciones nacionales. Además, se incluyeron algunas variables del cuestionario validado por Hernández y colaboradores en 1999 y 2000 (25, 26), relacionadas con el tiempo destinado a estar frente a pantallas y a desarrollar actividad física en población escolar. Este cuestionario incluye ocho preguntas diseñadas para medir la actividad física vigorosa o moderada y la inactividad o tiempo en que se está frente a pantallas. De igual modo, identifica la actividad realizada entre semana y en el fin de semana.

Salud:

El cuestionario de salud para adultos dio información sobre la utilización de programas preventivos, estado fisiológico, diversas patologías como diabetes, hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular y renal, así como tabaquismo y alcoholismo.

Datos sociodemográficos:

La ENSANUT 2006 es representativa de las 4 regiones del país. Región norte: Baja California, Baja California sur, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas; región central: Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí y Tlaxcala; región Distrito Federal y; región sur: Campeche, Chiapas, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Estas regiones

se han utilizado en análisis epidemiológicos previos, para realizar comparaciones al interior del país. (27, 28)

Las variables sociodemográficas (edad, sexo, región, área y nivel socioeconómico) se obtuvieron del cuestionario de hogar y vivienda. La información sobre las condiciones de la vivienda (material del piso, techo y paredes, así como el número de personas que habitan la vivienda), la infraestructura de la vivienda (agua, drenaje, etc.) y el número total de enseres domésticos (radio, televisión, refrigerador, etc.), se utilizaron para construir el nivel socioeconómico, que fue elaborado usando el principal componente de análisis (PCA), siguiendo la metodología reportada en la segunda Encuesta Nacional de Nutrición (ENN 1999). (29, 30)

Los hogares con datos incompletos, se excluyeron del PCA ($n = 55$). De acuerdo a las características de la vivienda, el factor primario extraído del PCA, explicó el 42% de la variabilidad entre los hogares, basado en su información socioeconómica. Este factor engloba varias características de la vivienda, tales como alcantarillado y drenaje. Los hogares, fueron divididos en terciles, según el componente primario, que sirvió como un proxy para clasificarlos en nivel socioeconómico bajo, medio y alto.

Análisis estadístico:

El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico STATA versión 9 (College Station, TX, USA). El diseño de encuestas complejas fue considerado en todos los análisis estadísticos usando el módulo SVY. Todas las pruebas estadísticas fueron de 1 cola, con un error tipo I (α) de 0.05, y con $p < 0.05$ se consideró significativa.

Se calculó la ingesta media de calcio (dietético y de lácteos) categorizando por IMC (normal, sobrepeso y obesidad), región, área y nivel socioeconómico.

En el análisis bivariado para explorar la fuerza de asociación entre la variable dependiente (IMC) con cada una de las variables categóricas (actividad física, menopausia, sexo, tabaquismo y consumo de alcohol), se usó la prueba de X^2 . Para las variables cuantitativas continuas (edad, ingesta de energía, fibra, vitamina D y proteína), se usaron modelos de regresión lineal.

El análisis de regresión también se usó para estimar la asociación entre la ingesta de calcio dietético (proveniente de lácteos y otros alimentos), suplementos y calcio de lácteos (leche entera,

descremada, baja en grasa, queso, yogurt, crema, mantequilla, leche fermentada y leche con sabor artificial) con el IMC. Se ajustaron todos los modelos por la ingesta de energía, fibra, vitamina D y proteína, así como por las variables confusoras: edad, sexo, actividad física, menopausia, tabaquismo y consumo de alcohol.

Se exploraron las interacciones de ingesta de calcio con edad, sexo e ingesta de vitamina D y proteínas; consumo de suplementos con edad, sexo e ingesta de vitamina D y el consumo de lácteos con edad, sexo e ingesta de vitamina D y proteínas.

Consideraciones éticas:

El consentimiento informado fue obtenido de cada sujeto para su participación en el estudio. El protocolo de la encuesta, así como el consentimiento informado, fueron aprobados por el comité de ética del Instituto Nacional de la Salud Pública, México.

Resultados

La tabla 1, muestra las características de la población de estudio. Se analizaron 15 746 adultos mexicanos de ambos sexos, de 20 a 59 años, después de eliminar a mujeres embarazadas y/o lactando (n= 205) y a sujetos sin información completa o con valores aberrantes de la ingestión dietética (n= 543); este tamaño de muestra final es representativa de una población de 47 946 764 a escala nacional. En ésta tabla se observa que cuando los sujetos participantes del estudio (n= 15 746 adultos) fueron divididos en tres grupos de acuerdo a su IMC, el correspondiente a sobrepeso ($IMC \geq 25$ y < 30), fue el más numeroso con el 39.3 % de los sujetos.

En la tabla 2, se muestra una comparación entre consumo de calcio y consumo de calcio de lácteos por IMC. Los sujetos con IMC menor de 25 tuvieron una media de consumo de calcio de 903.9 mg/ día, comparado con la media de consumo de calcio de 832.0 mg en sujetos con IMC mayor de 30, la diferencia fue estadísticamente significativa ($P < 0.0001$).

El grupo de individuos con IMC normal consumió aproximadamente la misma cantidad de calcio proveniente de lácteos, que aquellos sujetos con obesidad: 260.0 y 259.6 mg/ día respectivamente ($p < 0.82$), sin embargo las mujeres con IMC normal, consumieron mayor cantidad de calcio

proveniente de lácteos, en comparación con el consumo de las mujeres con obesidad: 276.7 y 262.8 mg/día respectivamente ($p < 0.0001$).

Se realizó un modelo de regresión lineal múltiple en el que se encontró una asociación inversa entre el consumo de calcio dietético y el índice de masa corporal (IMC).

En la tabla 3, se muestra que en la población de estudio, la proporción de la variabilidad del índice de masa corporal que explica el consumo de calcio, es del 5 %, y que por cada mg/d de calcio que se consumió, el índice de masa corporal disminuyó en promedio 0.0015 kg/m² ajustando por las variables incluidas en el modelo (edad, sexo, actividad física, menopausia, tabaquismo, consumo de alcohol, región y nivel socioeconómico).

En la tabla 4, se observa que por cada mg/d de calcio proveniente de lácteos, que se consumió, el índice de masa corporal disminuyó en promedio 0.0014 kg/m² ajustando por las variables incluidas en el modelo (edad, sexo, actividad física, menopausia, tabaquismo, consumo de alcohol, región y nivel socioeconómico).

Discusión

Los resultados encontrados en este estudio, derivado de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (ENSANUT 2006), muestran una asociación inversa entre la ingesta de calcio dietético (se incluyen todos los alimentos que aporten calcio) y el IMC. Además, se encontró una asociación inversa entre el consumo de calcio proveniente de lácteos y el IMC.

La ingesta de calcio dietético fue significativamente mayor en los hombres contra el de las mujeres, con 856.1 mg/d y 774.4 mg/d respectivamente. Hubo una asociación inversa entre la ingesta de calcio dietético y el IMC, calcio de lácteos y el IMC, tanto en hombres como en mujeres.

Recientes estudios han demostrado que el Ca²⁺ intracelular, juega una importante función en la modulación de la acumulación de grasa en el adipocito, al estimular la síntesis de la enzima ácido graso sintetasa, y por lo tanto en la obesidad.

El mecanismo por el cual el calcio influye en el control de peso y en la grasa corporal radica en la regulación del metabolismo de la grasa a nivel intracelular. Apparently, una dieta baja en calcio conlleva a la disminución del calcio sérico, lo que aumenta el calcio intracelular en los adipocitos, resultando en un aumento en la lipogénesis y disminución de la lipólisis, y por lo tanto,

acumulación de grasa. Por el contrario, una dieta alta en calcio (800 a 1000 mg/día) suprime el calcio intracelular, aumentando la termogénesis y reduciendo la acumulación de grasa. (21)

Aunque éste mecanismo se activa, incluso en casos donde no hay una restricción calórica, es posible que la combinación de un incremento en la ingesta de calcio dietético y la restricción calórica, sea el resultado de menor IMC. (21) Por lo que en éste estudio se ajustó en todos los modelos por la ingesta de energía.

En el 2000, Zemel y colaboradores (21), tras analizar los datos poblacionales del NHANES III (National Health and Nutrition Examination Survey) relativos a la población adulta de Estados Unidos, observaron una relación negativa entre el consumo de productos lácteos y la grasa corporal, tras controlar por la edad, raza, nivel de actividad física e ingesta calórica, de manera que el riesgo relativo (RR) de ser obeso se reducía en los cuartiles superiores de ingesta de calcio tanto en hombres ($n = 57114$; $P < 0.0006$) como en mujeres ($n = 5380$; $P < 0.0009$).

Dror Dicker y colaboradores, evaluaron la asociación entre la ingesta de calcio, el índice de masa corporal y la circunferencia de cintura en hombres y mujeres de Israel de 1999 al 2001 en la primera encuesta nacional de salud hebrea (MABAT, por sus siglas en hebreo), en la que se incluyó una muestra aleatoria del registro de población israelí, los participantes deberían tener de 25 a 64 años, haber vivido en Israel el último año previo al estudio; en 2782 individuos, 1371 hombres y 1411 mujeres, se evaluó talla, peso, circunferencia de cintura y de cadera. Los participantes se dividieron en tres grupos de acuerdo a su IMC. Grupo A: $IMC \leq 24.9$ (470 hombres y 581 mujeres), grupo B: IMC de 25–29.9 (628 hombres y 466 mujeres), y el grupo C: con un IMC de ≥ 30 (273 hombres y 364 mujeres).

La media del consumo de lácteos en el grupo A fue mayor que en los grupos B y C (103.4 ± 147.5 , 85.7 ± 122.25 , y 84.5 ± 135.1 g, respectivamente; $P < 0.01$). Estos resultados son similares a los hallados en el presente estudio, aunque no se evaluó la correlación entre la ingesta de calcio proveniente de lácteos y la circunferencia de cintura, al no ser objetivo del estudio. (8)

Por otra parte, en el 2008, Villalobos y colaboradores (16) publicaron los resultados de un estudio en el que se analizaron los datos de un total de 2 596 mujeres mexicanas. La relación de calcio/proteína predijo al IMC ($\beta = -0.045$, $P = 0.014$), incluso después del ajuste por edad, ingesta

total de energía, fumar, alcoholismo y actividad física. La relación ingesta de calcio/proteína predijo mejor al IMC que sus efectos principales; los autores encontraron una relación inversa entre la relación de ingesta de calcio/proteína con el IMC. En éste estudio, se exploró la interacción calcio proteína, sin embargo no fue significativa ($P= 0.803$). La interacción calcio vitamina D, tampoco fue significativa ($P= 0.225$). En el modelo de calcio de lácteos, la interacción calcio proteína y calcio vitamina D, no fueron estadísticamente significativas ($P= 0.914$ y $P= 0.124$ respectivamente).

El modelo de suplementos no se incluye ya que el número de observaciones para la variable suplemento fue de 5 274.

En el 2007 Sigal y colaboradores (18) estudiaron a población indoamericana de 47 a 79 años de edad, con alta prevalencia de obesidad del Strong Heart Study (SHS) de 1992 a 1995, los datos del SHS fueron comparados con los datos relativos a población adulta, de la Encuesta nacional de salud y nutrición (NHANES III) de 1988 a 1994. Los autores encontraron que la ingesta de calcio fue significativamente menor en los sujetos del SHS que en los sujetos pareados que participaron en la NHANES III; la ingesta media de calcio en los sujetos del SHS fue de 680 mg/d en los hombres y de 610 mg/d en las mujeres ($P 0.001$), después de ajustar por potenciales confusores (sexo, edad, años de educación, nivel socioeconómico, consumo de alcohol, tabaquismo y energía). El IMC fue menor por 0.80 kg/m² (95% IC: 21.53 a 20.08), $P = 0.046$ y el porcentaje de grasa corporal por 1.28% (95% IC: 22.10 a 20.47), $P = 0.011$ en los sujetos del SHS con mayor ingesta de calcio en comparación con los de menor ingesta (≥ 873 mg/d en el quintil más alto y < 313 mg/d en el quintil más bajo). Se encontraron datos similares en éste estudio.

Los estudios observacionales publicados hasta la fecha muestran una relación negativa entre la ingesta de calcio y la adiposidad en diferentes poblaciones y grupos de edad. De estos estudios epidemiológicos se desprende que la ingesta de calcio explicaría entre el 3 y el 13% de la variabilidad en el peso corporal, lo que es un escaso impacto en una variable como el peso corporal, en la que influyen múltiples factores. (32, 33)

Acorde con lo anterior, en este estudio se encontró que el porcentaje de variabilidad del IMC, que explica el consumo de calcio dietético, fue del 5 %; un impacto a priori reducido, pero no necesariamente intrascendente en una variable como el IMC, en la que intervienen diversos

factores (biológicos, socioeconómicos y psicológicos), algunos difícilmente controlables. Éstos son, sin embargo, datos observacionales en los que la presencia de factores confusores podría oscurecer la interpretación de estas relaciones, de tal modo que el calcio podría representar poco más que un indicador de una cierta forma de alimentación que resultara más beneficiosa sobre el balance energético. Para dilucidar este punto resulta imprescindible la realización de estudios de intervención encaminados a determinar el sentido y la magnitud del efecto del consumo de calcio sobre el peso corporal.

Por otra parte, se han publicado reanálisis de ensayos clínicos previos que muestran consistentemente un efecto beneficioso de la ingesta de calcio sobre la masa grasa en individuos con grados variables de adiposidad tanto en hombres como en mujeres, si bien este efecto parece ser superior en las situaciones de cambio de las reservas grasas y aparentemente más importante para el consumo de lácteos que para el de calcio en forma de suplementos.

Sin embargo, los estudios clínicos aleatorizados, en su mayoría no parecen apoyar este efecto positivo; las posibles razones por las cuales no han encontrado efecto, son:

- Por la variabilidad en el peso e IMC de la población de estudio.
- Por el tipo de intervención con ingesta de suplementos de calcio y/o ingesta de productos lácteos de diferente tipo.
- Por las peculiaridades de los sujetos de estudio, como la raza y la edad.
- Por el escaso tiempo de seguimiento.

Se puede decir, que en la mayoría de los ensayos clínicos no hay evidencias del efecto benéfico del consumo de calcio y lácteos sobre el peso y la composición corporal, lo que es consistente con algunos estudios prospectivos a largo plazo; por lo que se sugiere realizar estudios aleatorios controlados de largo plazo, con adecuado control por ajuste de covariables como, consumo calórico, de macronutrientes y de actividad física, entre otras; con la estimación del poder estadístico y que permitan valorar el efecto del calcio sobre la pérdida de peso.

Mientras tanto, debe hacerse hincapié en la necesidad de garantizar consumos adecuados de calcio durante toda la vida y especialmente, en las situaciones de riesgo como son las dietas

restrictivas en las que, con tanta frecuencia, el consumo de lácteos (y por tanto, de calcio) tiende a limitarse.

En conclusión, los resultados de éste estudio transversal en población adulta de ambos sexos, que participaron en la ENSANUT 2006 muestran que existe una asociación inversa entre el consumo de calcio, ya sea dietético o proveniente de lácteos y el IMC. No obstante que en el caso de los hombres, el consumo de calcio de lácteos se incrementaba entre las categorías de IMC; aunque para el caso de las mujeres no sucedió lo mismo.

Bibliografía:

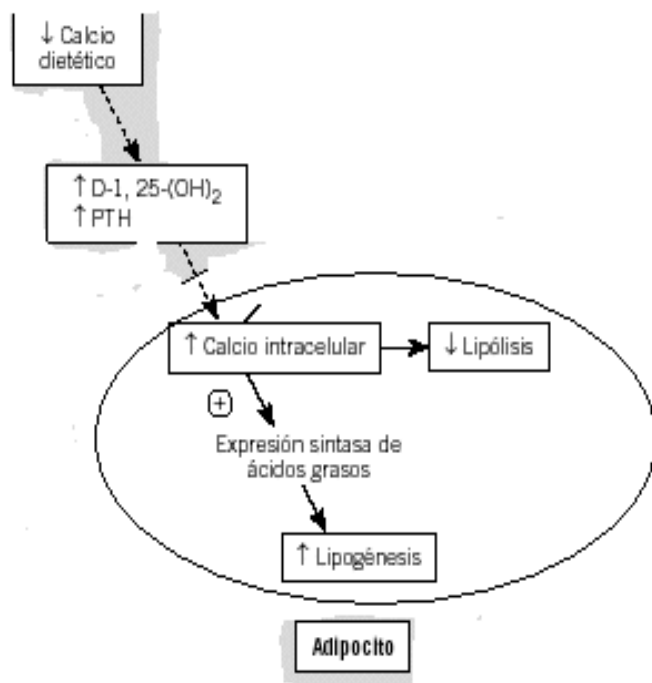
1. Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998, Para el manejo integral de la obesidad.
2. Nacional Center for Health Statistic (NCHS). Prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos: Estados Unidos 1999. CDC, Hyatswille MD. 19 de enero 2010. Disponible en: <http://www.cdc.gov/nchs>
3. Sánchez C.C, Pichardo O.E, López R.P. Epidemiología de la Obesidad, Gaceta Médica Mexicana Vol. 140 suplemento No.2, México 2004.
4. Encuesta Nacional de Salud 2000. Capítulo 2. La salud de los adultos. Instituto Nacional de Salud Pública. 1ª Ed. 2003.
5. ENSANUT 2006 Shamah – Levy T, Villalpando – Hernández S, Rivera – Dommarco JA. Resultados de Nutrición de la ENSANUT 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2007.
6. Pereira MA, Jacobs DR Jr, Van Horn L, Slattery ML, Kartashov AI, Ludwig DS. Dairy consumption, obesity, and the insulin resistance syndrome in young adults: the CARDIA Study. JAMA. 2002; 287:2081-9.
7. Brooks BM. Association of calcium intake, dairy product consumption with overweight status in young adults (1995 - 1996): The Bogalusa Heart Study. J Am Coll Nutr 2006; 25, 6: 523- 532.
8. Dro Dicker. Relationship between Dietary Calcium Intake, Body Mass Index, and Waist Circumference in MABAT – the Israeli National Health and Nutrition Study IMAJ vol. 10 July 2008.

9. Zemel MB, Kim JH, Woychik RP, Michaud EJ, Kadwell SH, Patel IR, and Wilkison WO. Agouti regulation of intracellular calcium: role in the insulin resistance of viable yellow mice. *Proc Natl Acad Sci USA* 92: 4733–4737, 1995.
10. Stern, DB Lee, V Silis, FW Beck, L Deftos, SC Manolagas and JR Sowers Effects of high calcium intake on blood pressure and calcium metabolism in young SHR. *Hypertension* 1984; 6:639-646
11. Metz JA, Karanja N, Torok J, McCarron DA. Modification of total body fat in spontaneously hypertensive rats and Wistar-Kyoto rats by dietary calcium and sodium. *Am J Hypertens* 1988; 1:58–60.
12. Bursey RG, Sharkey T, Miller GD. High calcium intake lowers weight in lean and fatty Zucker rats [abstract]. *FASEB J.* 1989; 3137:265A.
13. Shi H, Dirienzo D, Zemel MB. Effects of dietary calcium on adipocyte lipid metabolism and body weight regulation in energy-restricted aP2- agouti transgenic mice. *FASEB J.* 2001; 15:291-3.
14. Kruger SH, Rautenbach PH, Venter CS, et al. An inverse association between calcium and adiposity in women with high fat and calcium intakes. *Ethnicity & Disease*, 2007; 17: 6- 13.
15. Marieke B. Snijder. Is higher dairy consumption associated with lower body weight and fewer metabolic disturbances? The Hoorn study. *Am J Clin Nutr* 2007; 85:989 –95.
16. Villalobos V, Campos Nonato I, Barquera S, Monterrubio E. Asociación del IMC con la ingesta del calcio, proteína y vitamina D en mujeres mexicanas *Nutrición Clínica*, Vol. 10, Núm. 3, 97-100, 2008.
17. Jacqmain M, Doucet E, Despres JP, Bouchard C, Tremblay A. Calcium intake, body composition, and lipoprotein-lipid concentrations in adults. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77:1448-52.
18. Sigal Eilat-Adar, Jiaqiong Xu, et al. Dietary Calcium Is Associated with Body Mass Index and Body Fat in American Indians *J. Nutr.* 137: 1955–1960, 2007.
19. Looker AC, Loria CM, Carroll MD, McDowell MA, Johnson CL. Calcium intakes of Mexican Americans, Cubans, Puerto Ricans, non-Hispanic whites, and non-Hispanic blacks in the United States. *J Am Diet Assoc.* 1993 Nov; 93(11):1274-9.

20. Swapnil N. Rajpathak. Calcium and dairy intakes in relation to long-term weight gain in US men. *Am J Clin Nutr* 2006;83:559–66.
21. Zemel MB, Shi H, Greer B, Dirienzo D, Zemel PC. Regulation of adiposity by dietary calcium. *FASEB J.* 2000; 14:1132-8.
22. Barquera S, Hernández-Barrera L, Campos-Nonato I, Espinosa J, Flores M, Barriguete JA, Rivera JA. Ingesta de energía, macro y micronutrientes en adultos mexicanos: Análisis de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (ENSANUT 2006). *Salud Pública de México* 2009; Vol. 51 suplemento 4:S562-S573.
23. Palma O, Shamah T, Franco A, Olaiz G, Méndez I. Metodología. En: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-2006). Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006: 19-33.
24. Shamah- Levy T, Villalpando- Hernández S, Rivera- Dommarco J. Manual de Procedimientos para Proyectos de Nutrición. Cuernavaca, México. Instituto Nacional de Salud Pública. Diciembre 2006.
25. Rodríguez-Ramírez, Mundo-Rosas V, Jiménez-Aguilar A, Shamah-Levy T. Methodology for the analysis of dietary data from the Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud Pública Mex* 2009;51 suppl 4:S523-S529
26. Hernández, B; Gortmaker, S.L; Colditz, G.A; Peterson, K.E; Laird, N.M; Parra-Cabrera, S. 1999. Association of obesity with physical activity, television programs and other forms of video viewing among children in Mexico City. *Int. J. Obes.* 23, 845-854.
27. Hernández, B; Gortmaker, S.L; Laird, N.M; Colditz, G.A; Parra-Cabrera, S; Peterson, K.E. 2000. Validez y reproducibilidad de un cuestionario de actividad e inactividad física para escolares de la ciudad de México. *Salud Pública Mex.* 42, 315-323.
28. Barquera S, Peterson KE, Must A, Rogers BL, Flores M, Houser R, *et al.* Coexistence of maternal central adiposity and child stunting in Mexico. *Int J Obes (Lond)* 2007; 31(4):601-607.
29. Barquera S, Tovar-Guzmán V, Campos-Nonato I, González-Villalpando C, Rivera-Dommarco J. Geography of diabetes mellitus mortality in Mexico: an epidemiologic transition analysis. *Arch Med Res* 2003; 34(5):407-414.

30. Kleinbaum DG, Kleinbaum DG. Applied regression analysis and other multivariable methods. 3rd ed. Pacific Grove: Duxbury Press, 1998.
31. Reymont R, Jöreskog K. Applied factor analysis in the natural sciences. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996.
32. Davies KM, Heaney RP, Recker RR, Lappe JM, Barger-Lux MJ, Rafferty K, et al. Calcium intake and body weight. J Clin Endocrinol Metab. 2000; 85:4635-8.
33. Heaney RP, Davies KM, Barger-Lux MJ. Calcium and weight: clinical studies. J Am Coll Nutr. 2002; 21:152S-5S.

Figura 1. Efecto del Ca^{2+} intracelular en el adipocito.



Fuente: Zemel MB. Adaptado de American Society for Nutritional Sciences. 133: 252S–256S, 2003.

Fig 1. Las dietas pobres en calcio, incrementan las concentraciones de hormonas calciotróficas (PTH y 1,25 dihidroxi vitamina D), favoreciendo un incremento del calcio intracelular de los adipocitos, mientras que las dietas ricas en calcio suprimirían dicha respuesta hormonal. En los adipocitos, el calcio intracelular es capaz de favorecer la acumulación de grasa reduciendo la lipólisis y aumentando la lipogénesis. Este calcio intracelular puede ser modulado por las hormonas calciotróficas, de manera que un incremento en el consumo de calcio dietético reduciría las concentraciones de calcio intracelular, lo que podría prevenir la obesidad.

Tabla 1. Características de la población de estudio. Adultos de 20 a 59 años ENSANUT 2006, México.

	N	%
Sexo		
Hombres	5 898	40.0
Mujeres	9 848	60.0
	15 746	
Índice de masa corporal (IMC)		
Bajo peso	167	1.1
Normal	4 292	28.0
Sobrepeso	6 016	39.3
Obesidad	4 829	31.6
	15 304*	
Grupo de edad		
20 a 29	3 856	26.8
30 a 39	5 323	29.9
40 a 49	4 040	25.2
50 a 59	2 527	18.1
	15 746	
Región		
Norte	2 934	19.8
Centro	5 951	29.7
Distrito Federal	673	20.6
Sur	6 188	29.9
	15 746	
Área		
Rural	6 466	19.4
Urbana	9 280	80.6
	15 746	
Nivel socioeconómico		
Bajo	7 679	30.6
Medio	5 056	34.5
Alto	2 956	34.9
	15 691	

* incluye mujeres lactando (n=61)

Tabla II.
Ingesta de calcio y calcio proveniente de lácteos por índice de masa corporal (IMC) y género,
en la población de 20 a 59 años de edad ENSANUT 2006, México.

	IMC Normal			IMC Sobrepeso			IMC Obesidad		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Calcio mg/d (media $\pm$ d.s.)	903.9 $\pm$ 454.9	964.6 $\pm$ 489.5	862.9 $\pm$ 425.3	883.0 $\pm$ 451.6	944.1 $\pm$ 474.6	843.5 $\pm$ 431.7	832.0 $\pm$ 423.6	920.3 $\pm$ 464.2	787.8 $\pm$ 394.4
Calcio de lácteos mg/d (media $\pm$ d.s.)	260.0* $\pm$ 294.3	235.4 $\pm$ 291.4	276.7** $\pm$ 295.2	257.0 $\pm$ 281.5	236.2 $\pm$ 276.9	270.4 $\pm$ 283.7	259.6* $\pm$ 274.4	253.3 $\pm$ 283.0	262.8** $\pm$ 269.9

Datos ajustados por el diseño de encuesta (ver metodología)

*significancia estadística $p < 0.05$

** $p < 0.000$

Tabla III.
Asociación de la ingesta de calcio y otras variables con el índice de masa corporal (IMC) en
adultos de 20 a 59 años de edad. ENSANUT 2006, México.

	Índice de masa corporal (IMC)			Valor p
	R² 0.05*			
	Coficiente²	IC 95%		
Ingesta de calcio dietético (mg/d)	-0.0015	-0.0022	-0.0008	0.000
Consumo de fibra (g/d)	0.0009	-0.0231	0.0251	0.937
Edad (años)	0.1133	0.0915	0.1351	0.000
Sexo				
Mujer	Ref.	Ref.		Ref.
Hombre	-1.4352	-1.9944	-0.8759	0.000
Ingesta de proteína (g/d)	-0.01056	-0.0239	0.0027	0.121
Ingesta de vitamina D (UI/d)	0.1094	-0.0767	0.2957	0.249

*R² del modelo múltiple con la variable independiente ajustada por energía con el método de residuales y la variable ingesta de vitamina D con transformación logarítmica

‡Modelo de regresión lineal múltiple que incluyó las variables fibra, vitamina D y proteína, así como otras variables confusoras (edad, sexo, actividad física, menopausia, tabaquismo, consumo de alcohol, región y nivel socioeconómico).

**Los datos fueron ajustados por el diseño de encuesta (ver metodología).

Tabla IV.
Asociación de la ingesta de calcio de lácteos y otras variables con el índice de masa corporal (IMC) en adultos de 20 a 59 años de edad. ENSANUT 2006, México.

	Índice de masa corporal (IMC)			Valor p
	R² 0.05*			
	Coficiente²	IC 95%		
Ingesta de calcio dietético (mg/d)	-0.0014	-0.0021	-0.0006	0.000
Consumo de fibra (g/d)	-0.0166	-0.0417	0.0084	0.193
Edad (años)	0.1103	0.0886	0.1320	0.000
Sexo				
Mujer	Ref.	Ref.		Ref.
Hombre	-1.4120	-1.9780	-.8460	0.000
Ingesta de proteína (g/d)	-0.0052	-0.0189	0.0084	0.454
Ingesta de vitamina D (UI/d)	0.1158	-0.0717	0.3035	0.226

*R² del modelo múltiple con la variable independiente ajustada por energía con el método de residuales y la variable ingesta de vitamina D con transformación logarítmica.

‡Modelo de regresión lineal múltiple que incluyó las variables fibra, vitamina D y proteína, así como otras variables confusoras (edad, sexo, actividad física, menopausia, tabaquismo, consumo de alcohol, región y nivel socioeconómico).

**Los datos fueron ajustados por el diseño de encuesta (ver metodología).