



# **Concentraciones séricas de vitamina D en niños, adolescentes y adultos mexicanos. Resultados de la ENSANUT 2006**

Mario Flores, Luz María Sánchez Romero,  
Nayeli Macías, Ana Lozada,  
Eulises Díaz, Simón Barquera



Instituto Nacional  
de Salud Pública

**Concentraciones séricas  
de vitamina D en niños, adolescentes  
y adultos mexicanos.  
Resultados de la ENSANUT 2006**

Primera edición, 2011

D.R.® Instituto Nacional de Salud Pública  
Av. Universidad 655,  
Col. Santa María Ahuacatlán  
62100 Cuernavaca, Morelos, México

ISBN 978-607-511-017-2

Impreso y hecho en México  
*Printed and made in Mexico*

**Agradecimientos:** Agradecemos al Mtro. Ignacio Méndez Gómez-Humarán por su ayuda en el análisis de datos muestrales. Este reporte es posible gracias a un subsidio educativo irrestricto de Danone.

**Citación sugerida:** Flores M, Sánchez-Romero LM, Macías N, Lozada A, Díaz E, Barquera S. Concentraciones séricas de vitamina D en niños, adolescentes y adultos mexicanos. Resultados de la ENSANUT 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2011.

**Centro de Investigación en Nutrición y Salud del Instituto Nacional de Salud Pública:** Mario Flores, Departamento de Epidemiología Nutricional; Simón Barquera, Dirección del Área de Investigación en Políticas y Programas de Nutrición; Luz María Sánchez Romero, Dirección del Área de Investigación en Políticas y Programas de Nutrición; Nayeli Macías, Departamento de Epidemiología Nutricional; Ana Lozada, Departamento de Desnutrición y Evaluación. **Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán:** Eulises Díaz.

# Índice

<b>Prólogo</b>	<b>5</b>
<b>Resumen</b>	<b>7</b>
<b>Abstract</b>	<b>9</b>
<b>Introducción</b>	<b>11</b>
<b>Métodos</b>	<b>13</b>
Selección de la muestra	13
Análisis de laboratorio	13
Puntos de corte	13
Análisis estadístico	14
<b>Resultados</b>	<b>15</b>
Niños	15
Adolescentes	16
Adultos	19
<b>Discusión</b>	<b>25</b>
<b>Referencias</b>	<b>27</b>



La vitamina D es conocida por su función en la homeostasis del calcio y es esencial para la salud ósea. Se sabe que tiene también otras funciones importantes en el organismo y su deficiencia se asocia con numerosos procesos patológicos, tanto infecciosos como crónico-degenerativos. En la actualidad existe un interés científico creciente en la relación entre vitamina D y enfermedades crónicas. Sin embargo, la evidencia acumulada para evaluar esta relación es escasa. Las recomendaciones con respecto a las diferentes dosis de la vitamina y sus posibles efectos están en constante revisión y no han alcanzado un consenso. Un primer acercamiento en esta área de interés es la caracterización del estado nutricional de la Vitamina D en México. Esta información permitirá conocer mejor la situación predominante en el país y servir como referencia para futuros estudios. Asimismo, permitirá identificar grupos demográficos de riesgo para deficiencia y su magnitud en México.

Para conocer el estado de vitamina D en niños, adolescentes y adultos en México, desarrollamos un estudio sobre una submuestra representativa de niños, adolescentes y adultos de México con datos de la ENSANUT 2006. En total se midieron las concentraciones séricas de 25-OH-D en suero de 1 025 niños, 513 adolescentes y 964 adultos. Los resultados mostraron que la deficiencia y la insuficiencia de vitamina D son un problema de salud pública en población mexicana, especialmente en niños de zonas urbanas y otros grupos vulnerables, y por lo tanto es necesario identificar acciones intersectoriales para prevenir este problema.

El presente estudio es uno de los primeros a nivel mundial que documenta concentraciones séricas y prevalencias de deficiencia de vitamina D en una muestra poblacional de representatividad nacional y el primer estudio de vitamina D representativo a nivel nacional en México. Sus resultados proveerán sustento importante para la formulación de recomendaciones de la ingesta diaria de Vitamina D tanto en niños como en adultos; de igual manera aporta información importante que podrá contribuir a la comprensión de diversos aspectos de la transición nutricional y del desarrollo de enfermedades crónicas en México.

Esperamos que nuestro reporte estimule una discusión sobre el tema con investigadores y profesionales de la salud interesados en este problema emergente que tanto interés ha provocado a nivel internacional.

**Dr. Simón Barquera**

Director del Área de Investigación  
en Programas y Políticas de la Nutrición,  
Centro de Investigación en Nutrición y Salud,  
Instituto Nacional de Salud Pública



**Introducción.** La vitamina D es conocida por su función en la homeostasis del calcio y es esencial para la salud ósea. Actualmente se sabe que tiene también otras funciones importantes en el organismo y su deficiencia se asocia con numerosos procesos patológicos, tanto infecciosos como crónico-degenerativos. Estudios recientes han mostrado altas prevalencias (de 25 a 90%) de insuficiencia y deficiencia de vitamina D en países y lugares soleados, lo que afecta a todos los grupos etarios.

**Objetivo.** Conocer el estado de vitamina D en niños, adolescentes y adultos en México.

**Métodos.** Se midieron las concentraciones séricas de 25-OH-D en suero por medio de ELISA directo en una muestra representativa nacional de 1 025 niños (366 preescolares, de 2 a 5 años y 659 escolares, de 6 a 12 años); 513 adolescentes (13 a 19 años) y 964 adultos (20 años y más) que participaron en la ENSANUT 2006. Se aplicaron factores de expansión, de modo que los resultados son extrapolables a 8 millones de niños, 504 000 adolescentes y 1 millón 80 000 adultos mexicanos.

**Resultados.** La media de 25-OH-D en suero en los niños fue de  $95 \pm 47$  nmol/L, en adolescentes fue de  $103 \pm 49$  nmol/L y en adultos fue de  $97.5 \pm 46$  nmol/L. La concentración fue menor en preescolares ( $78 \pm 37$  nmol/L) que en escolares ( $106 \pm 51$  nmol/L,  $p < 0.001$ ). Los niños del Distrito Federal (DF) tuvieron las concentraciones más bajas ( $75 \pm 11$  nmol/L), comparado con los niños de la región Sur ( $109 \pm 56$  nmol/L,  $p < 0.001$ ). Los niños de áreas urbanas tuvieron concentraciones menores ( $90 \pm 36$  nmol/L) comparados con los de áreas rurales ( $108 \pm 75$  nmol/L),  $p < 0.05$ .

En niños, la prevalencia de deficiencia de vitamina D (25-OH-D  $< 50$  nmol/L) fue de 16%. La prevalencia de insuficiencia de vitamina D (25-OH-D  $50 < 75$  nmol/L) fue de 23%. El 61% de los niños tuvieron suficiencia de vitamina D (25-OH-D  $\geq 75$  nmol/L). El 24% de los niños preescolares tuvo deficiencia de vitamina D, comparado con 10% de los niños escolares ( $p < 0.05$ ). El 30% de los preescolares tuvo insuficiencia de vitamina D, comparado con 18% de los escolares ( $p < 0.05$ ). El 18% de los niños en el área urbana tuvo deficiencia y 25% tuvo insuficiencia, comparado con 10 y 16%, respectivamente, en el área rural ( $p < 0.05$ ). El 22% de los niños en la región Centro tuvo deficiencia de vitamina D, comparado con 7.8% en la región Sur ( $p < 0.05$ ). La prevalencia de deficiencia severa de vitamina D (25-OH-D  $< 20$  nmol/L) fue extremadamente baja (0.3%).

La prevalencia de deficiencia de vitamina D en adolescentes fue de 8%; la prevalencia de insuficiencia fue de 23%. Los niveles más bajos se observaron en los adolescentes del DF (92 nmol/L). En adultos, la prevalencia de deficiencia fue de 9.8% y la prevalencia de insuficiencia fue de 20%.

**Conclusiones.** La deficiencia y la insuficiencia de vitamina D son un problema de salud pública en población mexicana, especialmente en niños. Urgen acciones intersectoriales para combatir este problema.

## Datos relevantes

- 1 de cada 2 niños en edad preescolar tiene insuficiencia o deficiencia de vitamina D.
- El 52% de los niños que viven en el DF tiene insuficiencia o deficiencia de vitamina D.
- El problema es más común en niños de áreas urbanas que de áreas rurales.





**Introduction.** Vitamin D is known for its role in calcium homeostasis, and is essential for bone health. Other important functions of vitamin D are now being recognized and its deficiency is associated with both infectious and non-infectious diseases. Recent studies have shown high prevalence (ranging from 25 to 90%) of vitamin D deficiency and insufficiency in sunny countries, affecting all age and gender groups.

**Objective.** To assess vitamin D status in Mexican children, adolescents and adults.

**Methods.** We measured 25-hydroxyvitamin D serum concentrations using a direct ELISA commercial kit in a nationally representative sample of 1 025 Mexican children (366 preschool, 2 to 5 y, and 659 school-aged, 6 to 12 y), 513 adolescents (13 to 19 y) and 964 adults (20 + y) who participated in the 2006 Mexican National Health and Nutrition Survey. Expansion factors were applied to the sample, making results representative of 8 million children, 504 000 adolescents and 1 million 80 000 adults.

**Results.** In children mean serum 25-hydroxyvitamin D (25-OH-D) concentration was  $95\pm 47$  nmol/L. In adolescents mean serum 25-OH-D was  $103\pm 49$  nmol/L. In adults mean 25-OH-D was  $97.5\pm 46$  nmol/L. Concentrations were lower in preschool ( $78\pm 37$  nmol/L), compared to school-aged children ( $106\pm 51$  nmol/L,  $p<0.001$ ). Children in Mexico City had lower concentrations ( $75\pm 11$  nmol/L), compared to children from the South region ( $109\pm 56$  nmol/L,  $p<0.001$ ). Children living in urban areas had lower levels ( $90\pm 36$  nmol/L), compared to children from rural areas ( $108\pm 75$  nmol/L),  $p<0.05$ . Prevalence of vitamin D deficiency in children (25-OH-D  $<50$  nmol/L) was 16%. Prevalence

of vitamin D insufficiency (25-OH-D  $50 < 75$  nmol/L) was 23%. Therefore, sixty-one percent of children had vitamin D sufficiency (25-OH-D  $\geq 75$  nmol/L). Twenty-four percent of preschool children had vitamin D deficiency, compared to 10% school-aged children ( $p<0.05$ ).

Thirty percent of preschool children had vitamin D insufficiency, compared to 18% of school-aged children ( $p<0.05$ ). In urban areas, 18% of children had vitamin D deficiency and 25% had insufficiency, compared to 10% and 16% of children in rural areas, respectively ( $p<0.05$ ). In the Central region, 22% of children had vitamin D deficiency, compared to 7.8% in the South region. Prevalence of severe vitamin D deficiency (25-OH-D  $< 20$  nmol/L) was extremely low (0.3%).

Prevalence of vitamin D deficiency in adolescents was 8%. The prevalence of insufficiency was 23%. The lowest vitamin D levels were observed in adolescents from Mexico City (92 nmol/L). In adults, prevalence of deficiency was 9.8% and the prevalence of insufficiency was 20%.

**Conclusions.** Vitamin D deficiency and insufficiency are important public health problems in Mexico, especially in children. Urgent actions are needed to fight vitamin D deficiency in Mexico.

## Key facts

- One out of two preschool children had vitamin D deficiency or insufficiency in Mexico.
- Fifty-two percent of children living in Mexico City had vitamin D deficiency or insufficiency.
- Among children, vitamin D deficiency and insufficiency are more common in urban than in rural areas.



La función principal de la vitamina D está relacionada con la mineralización ósea y con la homeostasis del calcio y es esencial para la vida en animales superiores. Sin embargo, la vitamina D técnicamente no es una vitamina, es decir, no es un factor esencial de la dieta; en realidad, se trata de una prohormona que se produce fotosintéticamente en la piel.<sup>1</sup> Los seres humanos obtienen la vitamina D en 90% por exposición a la luz solar y el restante 10% proviene de la dieta y/o suplementos, ya que las fuentes dietéticas naturales de vitamina D son escasas.<sup>1,2</sup>

La radiación ultravioleta del rango B (UVB, de 290 a 315 nm) penetra la piel y convierte el 7-dehidrocolesterol a previtamina D<sub>3</sub>, la cual es rápidamente transformada en vitamina D<sub>3</sub>. La exposición excesiva a la luz solar degrada la vitamina D<sub>3</sub> en subproductos inactivos, previniendo de esta manera la intoxicación por vitamina D.<sup>3</sup> Aunque depende de varios factores, como latitud, hora del día, color de la piel y edad, se ha estimado que la exposición a la luz solar en traje de baño durante 15-30 minutos proporciona cerca de 20 000 unidades internacionales (UI) de vitamina D -500 µg.<sup>2</sup>

La vitamina D proveniente de fuentes dietéticas es incorporada a los quilomicrones y transportada a través del sistema linfático a la circulación venosa. Una vez en la circulación la vitamina D se liga a la proteína transportadora de vitamina D, y posteriormente es transportada al hígado en donde la 25 vitamina D-hidroxilasa, la convierte a 25-hidroxivitamina D (25-OH-D), el cual es el principal metabolito circulante que es utilizado para medir el estado de vitamina D.<sup>2</sup> Esta forma de la vitamina es transformada por la 25-hidroxivitamina D 1-α-hidroxilasa a la forma biológicamente activa: 1,25-dihidroxivitamina D<sub>3</sub> (1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>). Esta conversión ocurre de manera importante en el túbulo proximal del riñón, pero también en tejidos extrarrenales o células que poseen la 25-hidroxivitamina D 1-α-hidroxilasa, proceso que depende de la disponibilidad del sustrato, la 25-OH-D.<sup>4</sup> La producción renal de 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> está estrictamente regulada por la hormona paratiroidea y los niveles séricos de calcio y fósforo.<sup>3</sup>

A nivel tisular, otra enzima, la vitamina D-24-hidroxilasa parece tener funciones reguladoras sobre la forma activa de la vitamina, ya que es potentemente estimulada por la

1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, produciendo la forma biológicamente inactiva 1,24,25-trihidroxivitamina D<sub>3</sub>.<sup>4</sup> Ambos, tanto la producción como la regulación extrarrenal de la forma activa de la vitamina D son relevantes para las funciones no calcémicas de la vitamina D en todo el organismo.<sup>4</sup>

La 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> es la única hormona conocida que aumenta la absorción de calcio por el intestino delgado interactuando con el receptor de vitamina D y ácido retinoico (VDR-RXR), lo cual aumenta la expresión del canal de calcio a nivel de epitelio y de la proteína transportadora de calcio calbindina 9K (CaBP).<sup>3</sup> Sin la ayuda de la vitamina D, se absorbe solamente de 10 a 15% del calcio dietético y 60% del fósforo. La acción de la vitamina D aumenta la absorción del calcio dietético de 30 a 40%.<sup>2</sup>

El mantenimiento de los niveles de calcio sérico dentro de un estrecho margen (9 a 10.5 mg/dL) es indispensable para funciones esenciales como la contracción muscular y cardíaca, la transmisión de los impulsos nerviosos, la función de numerosas enzimas y la coagulación sanguínea. Por tanto, en ausencia de calcio dietético, la 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> estimula a los osteoclastos, promoviendo la resorción de calcio y fósforo del hueso, manteniendo los niveles de calcio y fósforo en la sangre. Asimismo, favorece la reabsorción del calcio por el túbulo renal distal. Para ambas funciones se requiere de manera conjunta la acción de la hormona paratiroidea (PTH).<sup>3</sup> A su vez, los niveles circulantes adecuados de calcio y fósforo promueven la mineralización del esqueleto.<sup>3</sup>

Debido a sus funciones en la absorción y metabolismo del calcio, la deficiencia de vitamina D tiene consecuencias severas para la salud ósea, particularmente en el crecimiento de los niños, lo que ocasiona raquitismo o bien disminución del pico de masa ósea. En adultos, la deficiencia de esta vitamina ocasiona osteopenia, osteoporosis, fracturas y discapacidad.<sup>2,3</sup>

Sin embargo, la función de la vitamina D no se limita al metabolismo óseo y a la homeostasis del calcio, ya que la presencia del receptor de vitamina D (VDR) así como la maquinaria enzimática requerida para su función han sido identificados en un gran número de células y tejidos humanos, tales como el sistema nervioso central, sistema inmune, tejido adiposo, sistema cardiovascular, mama, páncreas, y

próstata, entre otros. Se ha estimado que la  $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$  regula cerca de 3% del genoma humano, lo cual es congruente con funciones hormonales ampliamente distribuidas por todo el organismo.<sup>4,5</sup>

Las acciones pleiotrópicas de la  $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$  se extienden hasta incluir la proliferación y diferenciación celular, la regulación de la presión arterial –sistema renina-angiotensina-, el funcionamiento del sistema inmune –incluyendo la producción de péptidos antimicrobianos llamados defensas-, la producción y acciones de la insulina, los sistemas sensoriales –olfativo, visual y auditivo- y la protección contra procesos neurodegenerativos.<sup>1-10</sup>

Por esta razón, los niveles bajos de vitamina D observados en numerosos estudios epidemiológicos y clínicos podrían contribuir a la epidemia actual de enfermedades crónicas que caracteriza al fenómeno de la “transición epidemiológica”, entre las que se incluyen diabetes mellitus tipo 2, resistencia a la insulina y síndrome metabólico, hipertensión arterial (HTA), enfermedades autoinmunes e inflamatorias como artritis reumatoide y esclerosis múltiple (EM), tuberculosis y otras infecciones re-emergentes como la influenza, así como varios cánceres incluyendo cáncer de mama, de próstata y de colon.<sup>1-12</sup>

Estudios recientes han mostrado altas prevalencias (de 25 a 90%) de deficiencia e insuficiencia de vitamina D (niveles séricos de  $25\text{-OH-D} < 75 \text{ nmol/L}$ ) en niños, mujeres embarazadas y lactantes, adultos jóvenes y adultos mayores, no solamente en latitudes lejanas al ecuador, sino incluso en lugares soleados como México, California, Arizona, Florida, sur de Italia, India y países árabes. Esto posiblemente se debe en parte a la evasión de manera voluntaria –ej. ropa, uso de bloqueadores solares- u ocupacional de la exposición a la luz solar y a la baja ingesta dietética de alimentos ricos en vitamina D o suplementos. Otros factores como la coloración oscura de la piel en algunos individuos –con la subsecuente disminución en la síntesis de vitamina D en la piel asociada con una menor absorción de los rayos UVB- o la excesiva adiposidad en otros, a consecuencia del sobrepeso y obesidad –que conllevaría al almacenamiento e inactivación de la vitamina en el tejido adiposo-, podrían a su vez ser factores contribuyentes a dicho fenómeno.<sup>13-21</sup>

El presente trabajo tiene como objetivo conocer el estado de vitamina D en población mexicana, a través de la medición de las concentraciones séricas de 25-hidroxivitamina D3 ( $25\text{-OH-D}_3$ ) en niños, adolescentes y adultos que participaron en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) -2006.

## La ENSANUT 2006

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 es una encuesta nacional probabilística, representativa de la población mexicana a nivel de área de residencia urbana y rural, de las cuatro regiones del país y de los estados. Los métodos generales de la ENSANUT 2006 se describen detalladamente en otra publicación.<sup>22</sup> Brevemente, la ENSANUT obtuvo información de más de 48 000 hogares a nivel nacional sobre características sociodemográficas, antropométricas, de salud, así como dieta, antropometría y muestras de sangre venosa en submuestras aleatorias de los participantes. La ENSANUT 2006 incluyó a preescolares, escolares, adolescentes, adultos –ambos sexos- y adultos mayores, y es a la fecha la mayor encuesta realizada a nivel nacional.

Para propósitos de muestreo y analíticos, la ENSANUT 2006 dividió el país en cuatro regiones: *Norte* (Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Sonora, Tamaulipas); *Centro* (Aguascalientes, Colima, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas); *Ciudad de México*, y *Sur* (Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán). Las localidades con 2 500 habitantes o más fueron consideradas como urbanas y las que tenían menos de 2 500 habitantes como rurales.<sup>22</sup>

## Selección de la muestra

### Niños

Para fines del presente estudio se seleccionó una muestra aleatoria en dos etapas del banco de sueros de la ENSANUT 2006 del Instituto Nacional de Salud Pública, primeramente a nivel de grupos de edad (preescolar, de 2 a 5 años y escolar, de 6 a 12 años) y posteriormente a nivel de estratos urbano y rural, con la finalidad de tener representatividad a estos niveles. Posteriormente se seleccionó una muestra aleatoria al interior de cada uno de los estratos.

### Adolescentes y Adultos

Para la realización del análisis en estos grupos de edad se seleccionó una muestra de adolescentes (13 a 19 años) y adultos ( mayores de 20 años ) de forma aleatoria para ser representativa a nivel de las cuatro regiones en las que se dividió el país en la ENSANUT 2006.

El tamaño de muestra calculado de 1 000 individuos para niños y adultos tiene un poder de 0.9, con un alfa de 0.05 –una cola- para detectar diferencias en prevalencias de al menos 10% entre grupos, de acuerdo con datos publicados.<sup>23</sup>

## Análisis de laboratorio

Las muestras de sangre venosa fueron centrifugadas en campo y separadas en alíquotas independientes. Posteriormente se transportaron en tanques de nitrógeno al laboratorio del INSP, en donde fueron almacenadas a -70°C hasta el momento de ser descongeladas para el análisis. El análisis de 25-OH-D3 en las muestras biológicas de suero se realizó por medio de ELISA directo (25(OH)-Vitamina D *direct* ELISA Kit), fabricado por la compañía Alemana Immunodiagnostik AG y comercializado por la compañía Norteamericana ALPCO Immunoassays. El método utiliza un anticuerpo monoclonal anti- 25(OH)-Vitamina D con una especificidad de reconocimiento por la 25(OH)-Vitamina D<sub>3</sub> de 100%, por la 25(OH)-Vitamina D<sub>2</sub> de 67.8%, por la 24,25(OH)-Vitamina D<sub>3</sub>  $\geq$  100% y por la Vitamina D<sub>2</sub> (Ergocalciferol) de 0.3%. Los coeficientes de variación intraensayo e interensayo fueron menores a 10%. Los análisis se realizaron en el Laboratorio del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ).

## Puntos de corte

Para determinar el estado de vitamina D con base en las concentraciones de 25-OH-D en suero se utilizaron los puntos de corte sugeridos por Heaney y Holick<sup>2,24,25</sup>, los cuales establecen un valor <20 nmol/L (<8 ng/mL) para definir

deficiencia severa de vitamina D, entre 20 y <50 nmol/l (8 < 20 ng/mL) para definir deficiencia moderada, de 50 a < 75 nmol/L (20 < 30 ng/mL) para insuficiencia y de 75 o más nmol/L (>30 ng/mL) para definir suficiencia de vitamina D. Este último punto se establece con base en el valor sérico necesario para inhibir a la hormona paratiroidea en humanos, de modo que tiene un significado fisiológico muy claro en términos de salud ósea.<sup>24,25</sup>

### **Análisis estadístico**

Se presentan medias de las concentraciones de vitamina D en suero con intervalos de confianza a 95% y prevalencias de acuerdo con puntos de corte, según características

socio-demográficas. Las comparaciones entre categorías se hicieron por medio de pruebas de t y ANOVA para variables continuas y chí cuadrada para variables categóricas. Se ajustó un modelo de regresión logística para deficiencia de vitamina D (25-OH-D < 50 nmol/L) en niños.

A todos los cálculos estadísticos se les aplicó un factor de expansión con el fin de conservar la representatividad de la muestra a nivel nacional y por estratos.

Se consideró un nivel de significancia de 0.05 para efectos principales –dos colas. Todos los análisis se llevaron a cabo utilizando el módulo SVY de STATA versión 10.0 para muestras complejas.

## Niños

Se analizaron datos de 1 025 niños de 2 a 12 años de edad que participaron en la ENSANUT 2006 y que representan aproximadamente a 8 millones de niños mexicanos en edad preescolar y escolar. Las características generales de los individuos evaluados se muestran en el **Cuadro 1**. La muestra estudiada se conformó por 41% de niños de entre 2 y 5 años y 59% de niños de entre 6 y 12 años. La distribución por sexo fue equitativa, con cerca de 50% para niños y niñas. Con relación al IMC, se observó 75% de niños con IMC normal, 13% con sobrepeso y 11% con obesidad. La distribución por área de residencia urbana y rural, correspondió a 73 y 27%, respectivamente. En cuanto al diseño, la ENSANUT 2006 muestreó equitativamente las regiones Norte, Centro, Sur y el Distrito Federal, por lo que en la muestra aleatoria se observa una proporción relativamente equilibrada entre regiones, con excepción de la región Centro con 35%. En relación con el nivel socioeconómico, 42% pertenecían al nivel bajo, 34 % al nivel intermedio y solamente 23% al nivel alto.

Las concentraciones promedio de 25-OH-D3 e intervalos de confianza a 95%, de acuerdo con variables sociodemográficas que se muestran en el **Cuadro 2**. La concentración promedio en la muestra de estudio fue de 94.6 nmol/L. Las concentraciones séricas de 25-OH-D3 fueron estadísticamente diferentes de acuerdo con edad, IMC, área de residencia, región y nivel socioeconómico. Se observó que los niños preescolares tuvieron concentraciones en promedio más bajas que los niños en edad escolar. Los niños con IMC normal presentaron concentraciones menores de vitamina D, comparados con niños con sobrepeso u obesidad. Los niños de las áreas urbanas tuvieron menores concentraciones de vitamina D que los niños residentes en áreas rurales.

En cuanto a región, los niños residentes en el DF tuvieron concentraciones casi 30% más bajas de vitamina D que los niños residentes en las demás regiones. Los niños de la región Centro también tuvieron concentraciones ligeramente menores que los niños de las regiones Norte y Sur del país. Los niños del nivel socioeconómico intermedio tuvieron las concentraciones séricas de vitamina D más bajas

**Cuadro 1.** Características de los niños estudiados. ENSANUT 2006.

Variable	n	N expandida	% expandido
<b>Edad (años)</b>			
2 a 5	366	3 249 838	40.6
6 a 12	659	4 737 640	59.3
<b>Sexo</b>			
Masculino	507	4 070 077	51.0
Femenino	518	3 917 401	49.0
<b>IMC*</b>			
Normal	451	3 916 899	75.0
Sobrepeso	83	563 195	13.2
Obesidad	40	489 263	11.4
<b>Área</b>			
Urbana	525	5 865 187	73.0
Rural	500	2 122 291	27.0
<b>Región</b>			
Norte	280	1 784 523	22.3
Centro	384	2 821 930	35.3
DF	36	1 640 107	20.5
Sur	325	1 740 918	21.8
<b>Nivel socioeconómico</b>			
Bajo	608	3 377 431	42.4
Medio	307	2 732 914	34.3
Alto	107	1 840 362	23.1
<b>Total</b>	<b>1 025</b>	<b>7 987 478</b>	<b>100.0</b>

\*El total de valores de IMC no coincide debido a valores perdidos de peso, talla o ambos.

y los niños del nivel alto fueron los que tuvieron concentraciones mayores.

El estado de vitamina D de acuerdo con puntos de corte se muestra en el **Cuadro 3**. Del total de la muestra, 16% de los niños tuvo deficiencia de vitamina D (25-OH-D3 < 50 nmol/L). El 23% de los niños presentó insuficiencia (25-OH-D3 entre 50 < 75 nmol/L). Por otra parte, 61% de los niños tuvo suficiencia de vitamina D (25-OH-D3 ≥ 75 nmol/L).

Los niños de edad preescolar tuvieron una mayor prevalencia de deficiencia de vitamina D (24.6%), en comparación con los niños en edad escolar (10.2%). Solamente 45% de los niños preescolares tuvieron suficiencia



**Cuadro 2.** Medias e intervalos de confianza al 95% de las concentraciones séricas de vitamina D (25-OH-D3) en niños mexicanos. ENSANUT 2006.

Variable	Media	IC 95%	Valor p*
<b>Edad (años)</b>			
2 a 5	78.3	69.1 - 87.5	0.0001
6 a 12	105.8	96.0 - 115.7	
<b>Sexo</b>			
Masculino	91.4	83.0 - 99.7	0.3258
Femenino	98.0	86.7 - 109.4	
<b>IMC</b>			
Normal	95.5	82.8 - 108.1	0.0465
Sobrepeso	116.4	98.0 - 134.7	
Obesidad	102.7	86.7 - 118.6	
<b>Área</b>			
Urbana	89.8	80.4 - 99.1	0.0045
Rural	108.1	99.6 - 116.6	
<b>Región</b>			
Norte	101.1	88.0 - 114.2	0.0001
Centro	93.3	77.5 - 109.2	
DF	74.9	63.6 - 86.2	
Sur	108.7	100.3 - 117.0	
<b>Nivel socioeconómico</b>			
Bajo	98.2	86.2 - 111.6	0.0164
Medio	83.3	75.6 - 91.0	
Alto	102.9	87.4 - 118.5	
<b>Total</b>	<b>94.6</b>	<b>87.2 - 102.1</b>	

Datos expandidos (N=7 987 478)

\* Prueba de F (ANOVA)

de vitamina D, comparado con 72% de niños en edad escolar ( $p<0.05$ ).

De acuerdo con el IMC, se observó deficiencia en 19% de los niños con IMC normal, mientras en los niños con sobrepeso u obesidad la deficiencia fue de 4.1 y 5.3 %, respectivamente ( $p<0.05$ ).

La deficiencia de vitamina D fue de 18% en el área urbana, comparada con 9% en el área rural. En el área urbana, poco más de 55% de los niños presentaron suficiencia de vitamina D, mientras que en el área rural 74% presentó concentraciones suficientes de vitamina D ( $p<0.05$ ).

Los niños de la región Centro fueron los que presentaron la más alta prevalencia de deficiencia de vitamina D (22.3%), lo cual contrasta con 8.6% observado en la región Sur, y 14 y 15% de las regiones Norte y Distrito Federal, respectivamente. Sin embargo, el mayor porcentaje de insuficiencia se observó en el DF (37.3%). Por consiguiente, en el DF, solamente 47.4% de los niños tuvieron suficiencia de vitamina D, lo cual difiere del más del 58% observado en las otras regiones ( $p<0.05$ ).

De acuerdo con el nivel socioeconómico, los niños de nivel intermedio tuvieron la mayor prevalencia de deficiencia (18%), en comparación con los niños de nivel socioeconómico bajo (16.2%) y alto (11.5%), sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre estratos.

La **Figura 1** muestra las prevalencias de insuficiencia o deficiencia de vitamina D (25-OH-D3  $<75$  nmol/L) de acuerdo con características sociodemográficas. En preescolares, aproximadamente 1 de cada 2 niños presentó insuficiencia o deficiencia de vitamina D (55%). En niños escolares, uno de cada 4 se vio afectado por este problema (28%). El 43% de los niños tuvo deficiencia o insuficiencia, comparado con 35% de las niñas. Los niños con IMC normal presentaron la prevalencia más alta de insuficiencia o deficiencia (43%), comparado con los niños con sobrepeso (27%) y obesidad (30.5%). Se observó una mayor prevalencia de insuficiencia o deficiencia de vitamina D en los niños que habitaban en las áreas urbanas (43.6%) en contraste con los niños de las áreas rurales (26.3%). De acuerdo con región, la mayor prevalencia de concentraciones de 25-OH-D3  $<75$  nmol/L se observó en el DF (52.6%), seguido por el Centro (41.8%) y el Norte (36.5%). La menor prevalencia se observó en la región Sur (24.2%).

### Modelo de regresión logística

Se ajustó un modelo de regresión logística para deficiencia de vitamina D  $-25\text{-OH-D} < 50$  nmol/L-. Los resultados se muestran en el **Cuadro 4**. El modelo cuenta con 1 022 observaciones que representan a 7 938 591 niños mexicanos de edad preescolar y escolar, y explica 70.4% de la variabilidad en la deficiencia de vitamina D.

Los niños preescolares tuvieron 3.2 veces más riesgo de tener deficiencia de vitamina D, independientemente del sexo, área de residencia, región y nivel socioeconómico (IC 95%: 1.25-8.30,  $p<0.05$ ).

A su vez, los niños de la región Centro del país tuvieron 3.6 veces más riesgo de deficiencia de vitamina D (IC 95%: 1.20, 10.6,  $p<0.05$ ) y los niños de la Ciudad de México tuvieron 2.0 veces más riesgo de deficiencia, comparados con los niños de la región Sur del país (IC 95%: 0.49-8.45,  $p<0.326$ ) -alcanzando significancia estadística al ajustar por IMC ( $p<0.012$ ).

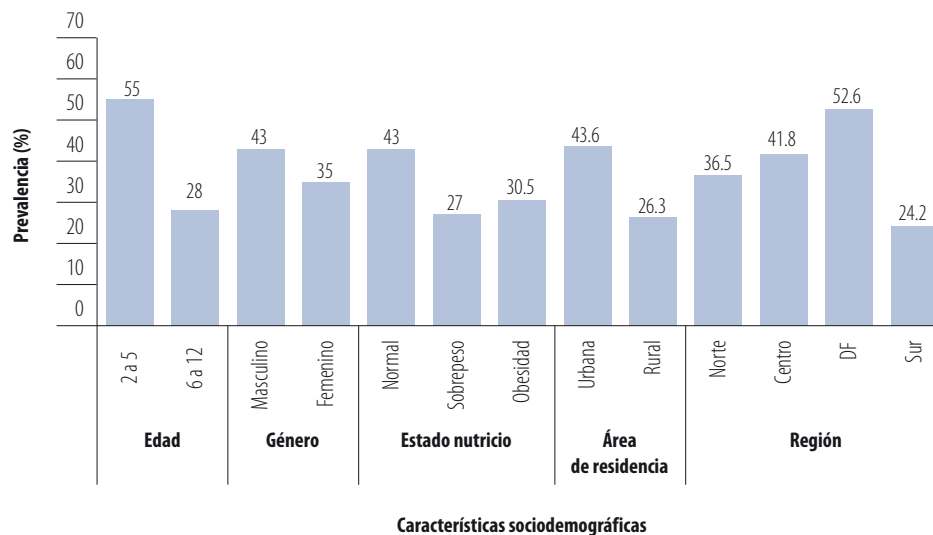
### Adolescentes

Se analizó una muestra de 513 adolescentes representativa de aproximadamente 500 000 adolescentes mexicanos de edades entre 13 a 19 años, tal como se muestra en el **Cuadro 5**. La muestra de adolescentes se conformó por 54% de niños entre 13 y 15 años de edad y 46% de 16 a 19 años de edad. Referente al sexo tal como se puede observar en el cuadro 3 la muestra estuvo equilibrada con una distribución del cerca de 50% para varones y mujeres, respectivamente. Con respecto al estado nutricional de la muestra se observó alrededor de 71% de adolescentes con IMC normal, 10% con sobrepeso y 18% de la muestra con obesidad. Por área de residencia la muestra estuvo formada por 54% de población urbana y 46% en área rural. Con respecto a la relación de la distribución por región se observó un mayor

**Cuadro 3.** Estado de vitamina D (25-OH-D3) en niños mexicanos, de acuerdo con puntos de corte internacionales. ENSANUT 2006.

Estado de vitamina D (nmol/L)	% Deficiencia severa (< 20)	% Deficiencia moderada (20 < 50)	% Insuficiencia (50 < 75)	% Suficiencia (≥ 75)
<b>Edad (años)*</b>				
2 a 5	0.5	24.1	30.2	45.2
6 a 12	0.2	10.0	18.0	71.8
<b>Sexo</b>				
Masculino	0.1	17.0	26.0	57.0
Femenino	0.5	14.0	20.0	65.0
<b>IMC</b>				
Normal	0.4	18.5	24.0	57.0
Sobrepeso	0.4	3.7	22.7	73.0
Obesidad	--	5.3	25.0	69.5
<b>Área*</b>				
Urbana	--	18.0	25.4	56.4
Rural	1.1	9.1	16.0	73.7
<b>Región*</b>				
Norte	0.2	13.7	22.4	63.5
Centro	0.3	22.0	19.3	58.2
DF	--	15.2	37.3	47.4
Sur	0.8	7.8	15.5	75.8
<b>Nivel socioeconómico</b>				
Bajo	0.5	16.2	19.1	64.0
Medio	0.3	17.9	29.6	52.0
Alto	--	11.5	20.2	68.1
<b>Total</b>	<b>0.3</b>	<b>15.7</b>	<b>23.0</b>	<b>61.1</b>

Datos expandidos N=7 987 478

\* $p < 0.05$  (chi2)**Figura 1.** Prevalencia de deficiencia o insuficiencia\* de vitamina D en niños mexicanos según diferentes características sociodemográficas. ENSANUT 2006

\* Niveles séricos de 25 (OH) D &lt; 75 nmol/L

**Cuadro 4.** Modelo de regresión logística para deficiencia de vitamina D (25-OH-D <50 nmol/L) en niños mexicanos. ENSANUT 2006\*

Variable	RM	IC 95%	Valor p
<b>Edad</b>			
2 a 5	3.23	1.25-8.30	0.015
6 a 12	Ref.	--	
<b>Sexo</b>			
Femenino	0.74	0.29-1.91	0.543
Masculino	Ref.	--	
<b>Área</b>			
Urbana	Ref.	--	0.152
Rural	0.45	0.15-1.33	
<b>Región</b>			
Norte	1.67	0.60-4.57	0.321
Centro	3.58	1.20-10.6	
DF	2.04	0.49-8.45	0.023
Sur	Ref.	--	0.326
<b>Nivel socioeconómico</b>			
Bajo	Ref.	--	0.620
Medio	0.73	0.22-2.46	
Alto	0.44	0.10-1.87	

\*No. de observaciones: 1 020; expandidos N= 7 938 591. Área bajo la curva ROC: 0.7044

porcentaje de la población en la región centro con 33%, seguida de la región Sur con 30%, la Norte con 22% y 14% del D.F. La muestra fue conformada por 52% de la población adolescente de nivel socioeconómico bajo y 18% en el nivel alto, con un restante 30% del nivel medio.

En el Cuadro 6 se observan las medias de los valores de concentración sérica de 25-OH-D3 en la población adolescente de la muestra, por características sociodemográficas. La concentración promedio de vitamina D de la muestra fue de 103.2 nmol/L [IC95% 96.7, 109.7]. Se observó que las concentraciones séricas de vitamina D fueron estadísticamente diferentes para las cuatro regiones del país; fue en la región norte donde se observó la concentración mayor de 25-OH-D3 (120.1 nmol/L [IC95% 107.3, 133]) y en el DF la concentración más baja (92nmol/L [IC95% 81.2, 102.8]).

A pesar de que en el resto de los datos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, los resultados muestran una concentración media de vitamina D mayor en las mujeres que en los hombres (101.7 nmol/L vs 104.8 nmol/L) respectivamente, y más elevada en la población de 13 a 15 años de edad (104 nmol/L [IC95% 95.8, 112.2nmol/L]). De acuerdo con el IMC, fue en los adolescentes con obesidad donde observamos la concentración menor con 95.3 nmol/L (IC95% 83.4, 107.1), al igual que en el nivel socioeconómico alto donde encontramos los niveles más bajos (96.0 nmol/L [IC95% 86.5 - 105.5]). Los adolescentes del área rural mostraron niveles 4% menores de 25-OH-D3 que los habitantes en áreas urbanas.

El Cuadro 7 muestra las prevalencias del estado de vitamina D en adolescentes de acuerdo con los puntos de corte recomendados. Del total de la muestra 8.11% de los adolescentes presentaron deficiencia de vitamina D (25-OH-D3 <50nmol/L). El 23% presentó insuficiencia y aproximadamente 69% de la muestra tuvo un estado suficiente de vitamina D (niveles  $\geq$  75 nmol/L). Las mujeres tuvieron una prevalencia mayor de deficiencia que los hombres (8.5% vs 7.2%, respectivamente,  $p=0.5$ ). Los resultados mostraron que los adolescentes entre 16 y 19 años de edad tienen una prevalencia de suficiencia de vitamina D de 70%, que es ligeramente mayor que la de adolescentes entre 13 y 15 años de edad (67.9%) ( $P=0.9$ ). En relación con el IMC, los resultados mostraron una deficiencia de 9.45% en adolescentes con sobrepeso; esta prevalencia fue mayor que en los adolescentes con peso normal y obesidad (8.08 y 7.29%, respectivamente,  $p=0.8$ ). En el área rural la deficiencia de vitamina D fue de 12.16%. En el área urbana 70.7% de los adolescentes presentaron suficiencia de vitamina D comparado con 66.6% del suficiencia en el área rural ( $p=0.2$ ).

**Cuadro 5.** Características de los adolescentes estudiados. ENSANUT 2006.

Variable	n	N expandida	% expandido
<b>Sexo</b>			
Masculino	250	255 238	50.6
Femenino	163	248 821	49.4
<b>Edad (años)</b>			
13 a 15	306	272 658	54.1
16 a 19	219	231 401	45.9
<b>IMC*</b>			
Normal	252	353 096	71.3
Sobrepeso	36	50 530	10.2
Obesidad	68	91 585	18.5
<b>Área</b>			
Urbana	255	272 901	54.1
Rural	258	231 158	45.9
<b>Región</b>			
Norte	144	112 117	22.3
Centro	194	166 824	33.1
DF	19	72 243	14.3
Sur	154	152 449	30.3
<b>Nivel socioeconómico</b>			
Bajo	277	259 661	51.5
Medio	162	154 000	30.6
Alto	74	90 398	17.9
<b>Total</b>	<b>513</b>	<b>504 059</b>	<b>100.0</b>

\*El total de valores de IMC no coincide debido a valores perdidos de peso, talla o ambos

**Cuadro 6.** Medias e intervalos de confianza (95%) de las concentraciones séricas de vitamina D (25-OH-D3) en adolescentes mexicanos. ENSANUT 2006.

Variable	Media (nmol/L)	IC 95%	Valor p*
<b>Sexo</b>			
Masculino	101.7	93 - 110.4	0.5953
Femenino	104.8	96 - 113.5	
<b>Edad (años)</b>			
13 a 15	104	95.8 - 112.2	0.7911
16 a 19	102	92 - 112.0	
<b>IMC</b>			
Normal	104	96.2 - 111.3	0.4565
Sobrepeso	103.9	83.4 - 107.1	
Obesidad	95.3	83.4 - 107.1	
<b>Área</b>			
Urbana	105	96.6 - 113.4	0.5578
Rural	101.1	90.8 - 111.3	
<b>Región</b>			
Norte	120.1	107.3 - 133	0.0082
Centro	97	88.4 - 105.6	
DF	92	81.2 - 102.8	
Sur	102.9	86.7 - 119.1	
<b>Nivel socioeconómico</b>			
Bajo	104.0	94 - 114.1	0.3335
Medio	106	94.4 - 117.7	
Alto	96.0	86.5 - 105.5	
<b>Total</b>	<b>103.2</b>	<b>96.7 - 109.7</b>	

Datos expandidos: 504059

\*Prueba de F(ANOVA)

Los adolescentes del Sur presentaron la prevalencia de deficiencia más elevada de las cuatro regiones del país (11.5%), seguidos por la región Centro con 11.1% y la región Norte con 4.3%. En cuanto al Distrito Federal, en el análisis de esta muestra no se encontró ningún caso con deficiencia severa o moderada de vitamina D, sin embargo fue la región que presentó mayor prevalencia de insuficiencia (39.8%), seguido en segundo lugar por la región Sur con 29.6%. En consecuencia, fueron estas dos regiones las que presentaron las prevalencias menores de suficiencia: el DF con 60.2% y el Sur con 58.9% ( $p=0.1$ ).

De acuerdo con el nivel socioeconómico, los adolescentes con nivel socioeconómico bajo tuvieron la mayor prevalencia de deficiencia (12.5%) comparado con el nivel socioeconómico alto (5.4%) y el medio (2.6%), ( $p=0.1$ ).

En la **Figura 2** se pueden observar las prevalencias combinadas de deficiencia e insuficiencia de vitamina D por características sociodemográficas. Del total de la muestra 31.13% de la población adolescente presentó insuficiencia o deficiencia. Se observó que la prevalencia de deficiencia o insuficiencia fue mayor en los hombres (33.68%) comparado con las mujeres (28.4%). Los adolescentes con sobrepeso presentaron la mayor prevalencia de deficiencia o insuficiencia (41.3%). De acuerdo con el área de residencia, el área rural presentó mayor deficiencia o insuficiencia de vitamina D (33.4%) comparado con el área urbana (29.3%). Se observó que la región Norte fue la que tuvo la prevalencia más baja (21.4%) al ser contrastada con la región Sur donde encontramos una prevalencia de 41%. En cuanto al estrato de nivel socioeconómico, fue en nivel bajo donde los resultados mostraron una mayor prevalencia de deficiencia o insuficiencia (33.4%).

## Adultos

La muestra de los adultos mexicanos comprendió un total de 964 personas mayores de 20 años de edad que son representativos de alrededor de un millón de adultos mexicanos. Las características totales de la muestra pueden observarse en el **Cuadro 8**. La muestra analizada se conformó por una distribución casi equilibrada de (50%) hombres y mujeres. El 15% fueron adultos de 20 a 29 años, 26% de 30 a 39 años, 23% de adultos entre 40 y 49 años de edad, 14% de 50 a 59 años y 21% de adultos mayores de 60 años. La distribución por IMC fue de 41% de los adultos con sobrepeso, 27.9% con obesidad, 29.4% con peso normal y únicamente 1.6% con bajo peso. La distribución entre área rural y urbana fue de aproximadamente 50% para cada una. Con respecto a las regiones del país, la muestra fue conformada en 46.9% por adultos de la región Sur y 8.23% de adultos del DF. En relación con el nivel socioeconómico, el 13.5% de la población pertenecían al nivel socioeconómico alto, 27.9% a nivel medio y 58.6% al nivel socioeconómico bajo.

El **Cuadro 9** muestra las concentraciones promedio de 25-OH-D3 de la población adulta de acuerdo con las variables sociodemográficas. La concentración promedio de vitamina D de los adultos del estudio fue de 97.5 nmol/L. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones séricas de acuerdo con la región ( $p<0.05$ ). La región Norte fue donde se observó la concentración media más elevada (111.2 nmol/L), seguido por la región Centro con una media de 97.5 nmol/L. Sin embargo, en el DF se encontró la concentración media más baja (80.6 nmol/L).

De acuerdo con los puntos de corte, el **Cuadro 10** muestra que del total de los adultos 9.8% presentaron concentraciones de 25-OH-D3 menores a <50 nmol/L, (deficiencia). La prevalencia de insuficiencia fue de 20%, por lo que aproximadamente casi 70% de los adultos mexicanos presentaron suficiencia. De acuerdo con la distribución por grupos de edad, los resultados mostraron la mayor preva-

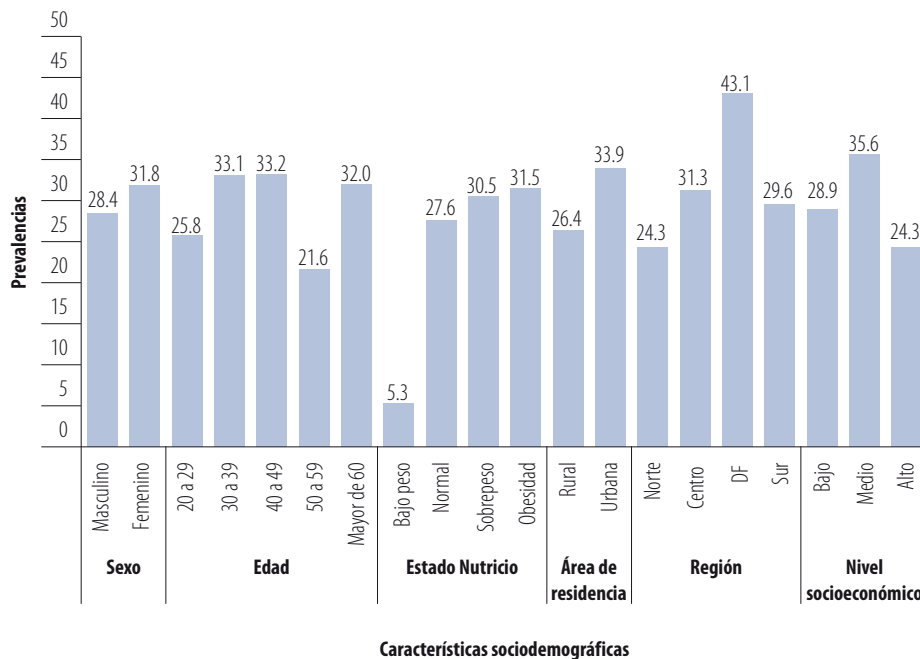
**Cuadro 7.** Estado de vitamina D (25-OH-D3) en adolescentes mexicanos, de acuerdo con puntos de corte internacionales. ENSANUT 2006\*.

Estado de vitamina D (nmol/L)**	% Deficiencia severa (<20)	% Deficiencia moderada (20<50)	% Insuficiencia (50 < 75)	% Suficiencia (≥75)
<b>Sexo</b>				
Masculino	0.5	7.2	26.0	66.3
Femenino	--	8.5	19.9	71.6
<b>Edad (años)</b>				
13 a 15	0.2	7.5	24.5	67.9
16 a 19	0.3	8.4	21.3	70.0
<b>IMC</b>				
Normal	0.3	7.7	21.8	70.2
Sobrepeso	--	9.5	31.8	58.8
Obesidad	--	7.3	18.2	74.5
<b>Área</b>				
Urbana	0.2	4.6	24.5	70.7
Rural	0.3	11.8	21.3	66.6
<b>Región</b>				
Norte	--	4.3	17.2	78.6
Centro	0.7	10.4	14.4	74.6
DF	--	--	39.8	60.2
Sur	--	11.5	29.6	58.9
<b>Nivel socioeconómico</b>				
Bajo	--	12.5	20.9	66.6
Medio	--	2.6	24.8	72.6
Alto	1.3	4.1	26.1	68.5
<b>Total</b>	<b>0.2</b>	<b>7.9</b>	<b>23.0</b>	<b>68.9</b>

\*Datos expandidos N= 504 059

\*\* Prueba de Chi2

**Figura 2.** Prevalencia de deficiencia o insuficiencia\* de vitamina D en adolescentes mexicanos según diferentes características sociodemográficas. ENSANUT 2006



\*Niveles séricos de 25(OH)D3 <75nmol/L

**Cuadro 8.** Características de los adultos estudiados. ENSANUT 2006.

Variable	N	N expandida	% expandido
<b>Sexo</b>			
Masculino	417	535 761	49.6
Femenino	547	544 614	50.4
<b>Edad(años)</b>			
20 a 29	161	163 235	15.1
30 a 39	291	281 669	26.1
40 a 49	242	253 287	23.4
50 a 59	112	152 654	14.1
Mayor de 60	158	229 530	21.2
<b>IMC*</b>			
Bajo Peso	11	16 845	1.61
Normal	218	307 707	29.4
Sobrepeso	338	429 976	41.1
Obesidad	216	292 075	27.9
<b>Área</b>			
Urbana	443	542 912	50.3
Rural	521	537 463	49.7
<b>Región</b>			
Norte	217	204 607	18.9
Centro	336	280 497	26.0
DF	17	88 956	8.23
Sur	394	506 314	46.9
<b>Nivel socioeconómico</b>			
Bajo	579	632 719	58.6
Medio	277	301 917	27.9
Alto	108	145 738	13.5
<b>Total</b>	<b>964</b>	<b>1 080 374</b>	<b>100.0</b>

\* Los valores de IMC no coinciden debido a valores perdidos de peso, talla o ambos.

lencia de deficiencia en los adultos entre 40 y 49 años de edad (13.5%) y la menor prevalencia de deficiencia en los adultos entre 30 a 39 años de edad con una prevalencia de 5.6% ( $p=0.2$ ).

Los adultos con IMC bajo tuvieron una mayor prevalencia de suficiencia (94.7%). Sin embargo, fue en este mismo grupo donde no se detectó ningún caso de deficiencia severa ( $<20\text{nmol/L}$ ) o de insuficiencia. En contraste, fue en el grupo de adultos con peso normal donde encontramos la mayor prevalencia de deficiencia ( $25\text{-OH-D3}<50\text{nmol/L}$ ) 10.9% ( $p=0.8$ ).

La deficiencia e insuficiencia de vitamina D se mostró ligeramente más elevada en la población residente de área

**Cuadro 9.** Medias e intervalos de confianza al 95% de las concentraciones séricas de vitamina D (25-OH-D3) en adultos mexicanos. ENSANUT 2006\*.

Variable	Media (nmol/L)	IC 95%	Valor $p^{**}$
<b>Sexo</b>			0.8770
Masculino	97.8	91.5 - 104.1	
Femenino	97.2	91.5 - 102.8	
<b>Edad (años)</b>			0.7825
20 a 29	97.2	89.9 - 104.4	
30 a 39	93.9	87.7 - 100.1	
40 a 49	97.2	88.7 - 105.7	
50 a 59	100.2	90.6 - 109.8	
Mayor de 60	100.6	89.0 - 112.1	
<b>IMC</b>			0.2315
Bajo peso	107.5	90.9 - 124.1	
Normal	95.6	89.3 - 101.86	
Sobrepeso	101.2	93.8 - 108.5	
Obesidad	93.1	85.8 - 100.3	
<b>Área</b>			0.3715
Urbana	95.5	89.4 - 101.6	
Rural	99.5	93.2 - 105.8	
<b>Región</b>			0.0012
Norte	111.2	100.2 - 122.2	
Centro	97.5	88.3 - 106.7	
DF	80.6	70.4 - 90.8	
Sur	94.8	88.8 - 100.9	
<b>Nivel socioeconómico</b>			0.6385
Bajo	96.4	91.0 - 101.8	
Medio	97.1	89.5 - 104.8	
Alto	102.7	90.6 - 114.9	
<b>Total</b>	<b>97.5</b>	<b>93.1 - 101.9</b>	

\*Datos expandidos  $n=1080374$

\*\*Prueba de F(ANOVA)

urbana con 10.5 y 23.4%, respectivamente. En esta área sólo 66.1% presentó suficiencia, en tanto que el área rural mostró una suficiencia de 73.6% ( $p=0.3$ ).

La muestra no detectó ningún caso de deficiencia severa de vitamina D en el DF. Sin embargo, fue en esta región donde encontramos la prevalencia más elevada de insuficiencia (37.3%) y por lo tanto, la menor prevalencia de suficiencia (56.9%) al contrastarse con la región Norte que mostró las prevalencias más bajas de insuficiencia de vitamina D (14.7%) y la más elevada de suficiencia (75.7%) ( $p=0.5$ ).

El nivel socioeconómico bajo tuvo la mayor prevalencia de deficiencia (11.3%), seguido por el nivel medio con 7.9% de deficiencia moderada ( $20\text{-OH-D3}<50\text{nmol/L}$ ), sin que se

**Cuadro 10.** Estado de vitamina D (25-OH-D3) en adultos mexicanos, de acuerdo con puntos de corte internacionales. ENSANUT 2006\*.

Estado (nmol/L)**	% Deficiencia severa (<20)	% Deficiencia moderada (20<50)	% Insuficiencia (50 < 75)	% Suficiencia (≥75)
<b>Sexo</b>				
Masculino	0.2	9.3	18.9	71.6
Femenino	2.2	7.9	21.7	68.2
<b>Edad (años)</b>				
20 a 29	1.9	7.8	16.1	74.2
30 a 39	-	5.6	27.5	66.9
40 a 49	2.0	11.5	19.8	66.8
50 a 59	1.4	5.1	15.1	78.4
Mayor de 60	1.2	12.0	18.8	68.0
<b>IMC</b>				
Bajo Peso	-	5.3	0.0	94.7
Normal	1.6	9.3	16.8	72.4
Sobrepeso	1.2	8.4	20.9	69.5
Obesidad	0.9	7.5	23.0	68.5
<b>Área</b>				
Urbana	1.0	9.4	23.4	66.2
Rural	1.4	7.8	17.2	73.6
<b>Región</b>				
Norte	0.7	9.0	14.7	75.7
Centro	1.0	10.2	20.1	68.7
DF	-	5.8	37.3	56.9
Sur	1.7	8.0	19.8	70.4
<b>Nivel socioeconómico</b>				
Bajo	1.7	9.6	17.6	71.1
Medio	-	7.9	27.7	64.4
Alto	1.5	5.6	17.2	75.7
<b>Total</b>	<b>1.2</b>	<b>8.6</b>	<b>20.3</b>	<b>69.9</b>

\*Datos expandidos n= 1 080 374

\*\* Prueba de Chi2

hubieran detectado en este estrato casos de deficiencia severa. Finalmente, el nivel socioeconómico alto tuvo 7.1% de prevalencia de deficiencia severa y moderada combinada. A pesar de estas diferencias, al igual que en los estratos anteriores, los datos no fueron estadísticamente significativos ( $p=0.2$ ).

La **Figura 3** muestra las prevalencias combinadas de deficiencia o insuficiencia de 25-OH-D3 ( $<75\text{nmol/L}$ ) en la población de adultos. El 30.1% de la muestra total presentó deficiencia o insuficiencia de vitamina D. Tanto en mujeres como en hombres, aproximadamente uno de cada 3 de los

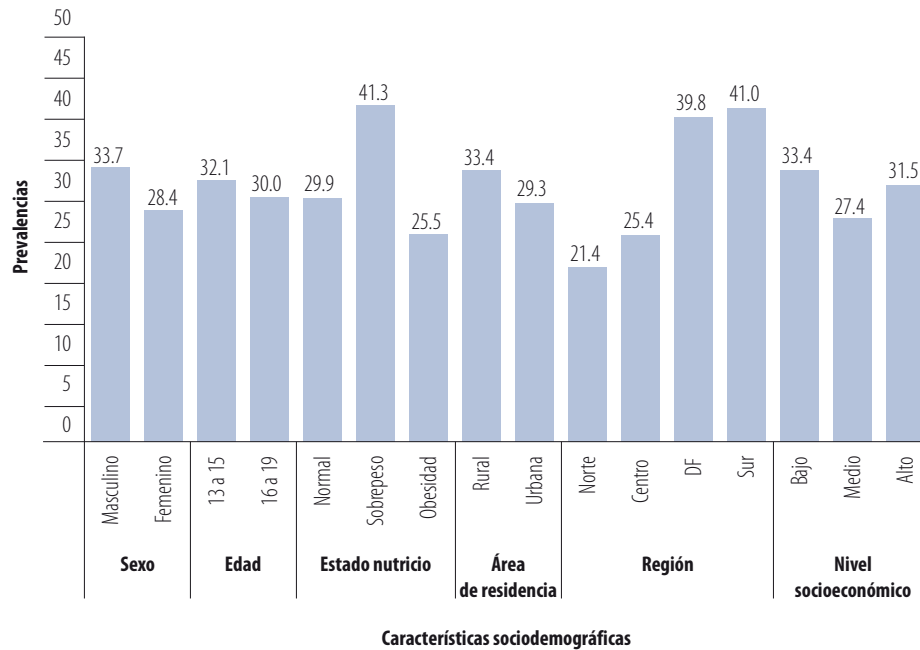
adultos presentó esta deficiencia nutricional (28.4 y 31.8%, respectivamente).

Los adultos entre 50 y 59 años de edad presentaron una prevalencia de deficiencia o insuficiencia del 22%, comparado con las personas entre 30 y 49 años de edad donde se encontró una prevalencia de alrededor de 33%. En los adultos con obesidad se encontró la mayor prevalencia de deficiencia o insuficiencia cercana a 32%, contrastando con los adultos con IMC bajo donde se observó una prevalencia alrededor de 6%. De acuerdo con el área de residencia se observó la menor prevalencia de deficiencia o insuficiencia

en el área rural (26.4%). Respecto a las regiones, predominó la región del DF con una prevalencia ligeramente menor a 45% con concentraciones de vitamina D <75nmol/L. Igual-

mente respecto al nivel socioeconómico, fue en el nivel medio donde los resultados mostraron la prevalencia más elevada de esta deficiencia nutricional con una prevalencia de casi 36%.

**Figura 3.** Prevalencia de deficiencia o insuficiencia\* de vitamina D en adultos mexicanos según diferentes características sociodemográficas. ENSANUT 2006.



\*Niveles séricos de 25(OH)D3 <75nmol/L





El presente es el primer estudio en una muestra representativa nacional de niños, adolescentes y adultos sobre el estado de vitamina D en México. Los resultados son extrapolables a casi 8 millones de niños preescolares y escolares, a 1 millón de adultos y a medio millón de adolescentes.

El análisis de las concentraciones séricas de vitamina D (25-OH-D3) mostró que la deficiencia y la insuficiencia de vitamina D son un problema de salud pública importante en niños y -en menor medida- en adolescentes y adultos mexicanos.

Las prevalencias de insuficiencia de vitamina D (25-OH-D de 50 a < 75 nmol/L) fueron similares en niños, adolescentes y adultos (20 a 23%), sin embargo, la deficiencia fue mayor en los niños (16%) sobre todo en los preescolares (24%), que en adolescentes y adultos (<10%).

Los niños en edad preescolar (2 a 5 años), los niños que vivían en la región Centro del país y la Ciudad de México y los niños residentes de áreas urbanas fueron los que tuvieron más riesgo de deficiencia de vitamina D.

La prevalencia de deficiencia de vitamina D (<50 nmol/L) fue de 24% en preescolares y de 10% en niños escolares. La prevalencia de insuficiencia (50 a <75 nmol/L) fue de 30% en preescolares y de 18% en escolares. De manera que en preescolares, 1 de cada 2 niños presentó insuficiencia o deficiencia de vitamina D (55%). En niños escolares, uno de cada 4 se vio afectado por este problema (28%). La prevalencia de deficiencia severa de vitamina D en niños fue menor a 1%, y por lo tanto se puede afirmar que no existe problema de deficiencia severa -raquitismo-.

En un estudio reciente en 198 niños de 6 a 12 años de Monterrey, Elizondo y cols.<sup>14</sup> encontraron valores séricos de vitamina D mucho más bajos que los observados en nuestro estudio (62 nmol/L en promedio), así como prevalencias mayores de deficiencia e insuficiencia. La prevalencia de deficiencia fue de 27% en niños obesos y de 13% en niños no obesos. Esto último contrasta con el 5% y el 19% observado por nosotros en niños con obesidad o IMC normal, respectivamente. En el estudio de Elizondo y cols., solamente 17.5% de los niños tuvieron suficiencia de vitamina D (25-OH-D  $\geq$  75 nmol/L), comparado con 72% de niños en edad escolar en nuestro estudio.

Por su parte, en una muestra representativa de 4 558 niños de 1 a 11 años de Estados Unidos que participaron en la NHANES,<sup>26</sup> la prevalencia de niveles de 25-OH-D <50 nmol/L fue de 15% en preescolares (1 a 5 años) y de 21% en escolares (6 a 11 años). Este patrón difiere de lo encontrado por nosotros (mayor prevalencia en preescolares, 24% y menor en escolares, 10%). Asimismo, el estudio de NHANES encontró niveles promedio de 25-OH-D de 68 nmol/L, que son considerablemente menores que los observados por nosotros (94.6 nmol/L) y más cercanos a los niveles de 62 nmol/L observados por Elizondo y cols. Asimismo, el estudio norteamericano encontró una prevalencia de niveles < 75 nmol/L del 69%, lo que contrasta notablemente con lo encontrado por nosotros (39%).

Cuando nos enfocamos únicamente a los niños de la región Norte de la ENSANUT, estas diferencias con el estudio de Monterrey persisten. En resumen, el estado de vitamina D de los niños del estudio de Elizondo y cols. se parece más al de los niños estadounidenses que a los de la ENSANUT. Pensamos que las diferencias observadas entre estos estudios y la ENSANUT son inherentes a las muestras de la población de la que provienen.

La media de 25-OH-D en suero en adolescentes mexicanos de 13 a 19 años fue de 109 nmol/L. La prevalencia de deficiencia de vitamina D (25-OH-D <50 nmol/L) fue del 8% y 23% tuvo insuficiencia, de modo que 70% de los adolescentes (66% niños y 71% niñas) presentaron niveles suficientes (25-OH-D  $\geq$  75 nmol/L). Lo anterior contrasta con lo reportado en adolescentes mexicanoamericanos de 13 a 21 años que participaron en la NHANES, en los cuales se observó 14% de suficiencia en niños y 11% en niñas.<sup>27</sup>

Por otra parte, un estudio en 136 adolescentes de 16 a 20 años de un área rural del estado de Sao Paulo, Brasil, encontró una media de 73 nmol/L de 25-OH-D en suero.<sup>28</sup> En el mismo estudio, solamente 38% de los adolescentes tuvieron suficiencia de vitamina D,<sup>28</sup> que es similar a lo encontrado por nuestro estudio.

Con respecto a los adultos, la media de 25-OH-D en suero fue de 97.5 nmol/L. A grandes rasgos, se observó 10% de deficiencia, 20% de insuficiencia y por tanto 70% de los adultos tuvieron concentraciones suficientes de vitamina

D. Se observaron prevalencias ligeramente más elevadas de deficiencia ( $< 50$  nmol/L) en los adultos mayores de 60 años y en el grupo de 40 a 49 años. La insuficiencia fue más frecuente en el grupo de edad de 30 a 39 años y en los residentes del DF, en donde casi fue el doble que la nacional (37%).

Las concentraciones de vitamina D en suero fueron mayores que las reportadas en adultos de la NHANES, en donde se observó una media de 25-OH-D de 79 nmol/l en hombres y 72.6 nmol/L en mujeres.<sup>23</sup> En mexicanoamericanos de la misma encuesta, la media fue menor que la nacional (66 nmol/L). A diferencia de los estudios en población estadounidense, incluyendo información de mexicanoamericanos desde 1988 hasta 2004,<sup>29</sup> no se observó una asociación estadísticamente significativa de los niveles de vitamina D con el IMC ni con la edad en adultos mexicanos. De acuerdo con dicho estudio, la prevalencia de deficiencia de vitamina D ha aumentado en los EUA, mientras que la prevalencia de niveles suficientes de vitamina D ha disminuido de 45 a 23% durante el período mencionado.<sup>29</sup> La media de 25-OH-D en suero observada en hombres mexicanoamericanos de la NHANES fue de 55 nmol/L y en mujeres fue de 50 nmol/L. Esto contrasta notablemente con la media de nuestro estudio.

Una precaución que debe tomarse en cuenta al comparar resultados sobre el estado de vitamina D en poblaciones está relacionada con la gran variabilidad y la precisión de los métodos de laboratorio utilizados para la determinación de 25-OH-D en suero.<sup>30</sup> Este cuestionamiento ha motivado un esfuerzo importante de estandarización internacional de las técnicas de determinación de vitamina D. Esta iniciativa es coordinada por el CDC de Atlanta y nuestro Instituto tiene el privilegio de participar, por lo que pronto se contará con determinaciones de vitamina D en suero que puedan tener una mejor comparabilidad a nivel internacional. Otros aspectos como la estacionalidad, latitud, contaminación ambiental e incluso variación genotípica de las proteínas involucradas en el transporte, funcionamiento y metabolismo de la vitamina D también deberían considerarse al comparar estudios entre países.<sup>31</sup>

Por otra parte, si bien existe consenso sobre el nivel de vitamina D asociado con deficiencia, existe controversia sobre cuáles son los niveles séricos de 25-OH-D que deben considerarse adecuados,<sup>24</sup> y también falta información sobre las consecuencias fisiológicas de la "insuficiencia" o de niveles subóptimos de vitamina D, lo cual puede incluso verse afectado

por diferencias étnicas asociadas con variabilidad en el metabolismo de la vitamina D.<sup>23</sup>

A pesar de lo anterior, evidencias recientes indican que las funciones de la vitamina D en el organismo van mucho más allá del metabolismo del calcio y fósforo, incluyendo acciones tales como la producción de insulina, la regulación de la presión arterial, el crecimiento y diferenciación celular, el desarrollo neuronal, la fuerza muscular y el mantenimiento de la respuesta inmune, entre otros. Muchas de estas funciones pueden verse afectadas cuando existe un estado inadecuado de vitamina D, de manera que las consecuencias para la salud de los niños, adolescentes y adultos de la insuficiencia y de la deficiencia de vitamina D que estamos observando podrían ser considerables y tendrían un gran peso en la salud poblacional.

No deja de ser sorprendente que en un país como México, en donde se tiene abundante luz solar durante la mayor parte del año en muchas regiones, exista un problema de deficiencia de vitamina D. A pesar de ello, los resultados coinciden con lo observado en otros países y lugares soleados donde también se han encontrado altas prevalencias de esta deficiencia.<sup>14-21</sup>

Son muchos los factores que podrían contribuir a la epidemia de deficiencia de vitamina D a nivel mundial en países que no están en latitudes extremas y que no se ven usualmente afectados por intensos y prolongados inviernos. Un estilo de vida de interiores y evitar la exposición a la luz solar, la contaminación ambiental y las escasas fuentes dietéticas de vitamina D se encontrarían entre sus principales causas. Asimismo, en varios estudios la obesidad y la adiposidad corporal se han asociado positivamente con la deficiencia de vitamina D, lo cual no fue observado en nuestro estudio.<sup>2</sup>

Urgen acciones a nivel de salud pública, de la comunidad científica y del sector privado para enfrentar esta epidemia de deficiencia e insuficiencia de vitamina D en niños mexicanos. Particularmente útiles serían la suplementación con vitamina D en grupos de riesgo, especialmente en niños preescolares que viven en áreas urbanas, así como la fortificación con vitamina D de alimentos consumidos frecuentemente por los niños. Por otra parte, no debemos olvidar que la exposición casual a la luz solar es la principal fuente natural de la vitamina,<sup>2</sup> sin embargo existen riesgos asociados con la exposición excesiva a la luz solar, por lo cual la suplementación y la fortificación se consideran alternativas eficaces y seguras.

# Referencias

1. Norman AW. From vitamin D to hormone D: fundamentals of the vitamin D endocrine system essential for good health. *Am J Clin Nutr* 2008;88(suppl):S914-S919.
2. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 2007;357:266-281.
3. DeLuca HF. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. *Am J Clin Nutr* 2004;80(suppl):S1689-S1696.
4. Hewison M, Zehnder D, Chakraverty R, Adams JS. Vitamin D and barrier function: a novel role for extra-renal 1  $\alpha$ -hydroxylase. *Molecular and Cellular Endocrinology* 2004;(215):31-38.
5. Bouillon R, Bischoff-Ferrari H, Willett W. Vitamin D and health: Perspectives from mice and man. *J Bone Mineral Res* 2008;23:974-979.
6. Zitterman A. Vitamin D in preventive medicine: Are we ignoring the evidence? *Br J Nutr* 2003;89:552-572.
7. Holick MF. High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health. *Mayo Clin Proc* 2006;81(3):353-373.
8. Holick MF, Chen TC. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences. *Am J Clin Nutr* 2008;87(suppl):S1080-S1086.
9. Zasloff M. Fighting infections with vitamin D. *Nature Medicine* 2006;12(4):388-390.
10. Fernandes de Abreu DA, Eyles D, Féron F. Vitamin D, a neuro-immunomodulator: Implications for neurodegenerative and autoimmune diseases. *Psychoneuroendocrinology* 2009, doi:10.1016/j.psyneuen.2009.05.023.
11. Urashima M, Segawa T, Okazaki M, Kurihara M, Wada Y, Ida H. Randomized trial of vitamin D supplementation to prevent seasonal influenza A in schoolchildren. *Am J Clin Nutr* 2009; doi: 10.3945/ajcn.2009.29094.
12. Martineau AR, Griffiths CJ, Wilkinson RJ. Vitamin D in the treatment and prevention of tuberculosis. *Expert Rev Endocrinol Metab* 2008;3(2):105-107.
13. Flores M, Barquera S, Sánchez LM, Lozada A, Macías N, Díaz E. Concentraciones séricas de vitamina D en niños mexicanos. Resultados de la ENSANUT 2006. México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2011. ISBN:978-607-511-004-2
14. Elizondo-Montemayor L, Ugalde-Casas PA, Serrano-González M, *et al.* Serum 25-hydroxyvitamin D concentration, life factors and obesity in Mexican children. *Obesity* 2010;18:1805-1811.
15. Chiu KC, Chu A, Go VLW, Saad MF. Hypovitaminosis D is associated with insulin resistance and b cell dysfunction. *Am J Clin Nutr* 2004;79:820-825.
16. Levis S, Gomez A, Jimenez C, *et al.* Vitamin D deficiency and seasonal variation in an adult south Florida population. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90:1557-1562.
17. Jacobs ET, Alberts DS, Foote JA, *et al.* Vitamin D insufficiency in southern Arizona. *Am J Clin Nutr* 2008;87:608-613.
18. Carnevale V, Modoni S, Pileri M, *et al.* Longitudinal evaluation of vitamin D status in healthy subjects from Southern Italy: Seasonal and gender differences. *Osteoporos Int* 2001;12:1026-1030.
19. Goswami R, Gupta N, Goswami D, *et al.* Prevalence and significance of low 25-hydroxyvitamin D concentrations in healthy subjects in Delhi. *Am J Clin Nutr* 2000;72:472-475.
20. Hashemipour S, Larijani B, Adibi H, *et al.* Vitamin D deficiency and causative factors in the population of Tehran. *BMC Public Health* 2004;4:38
21. Sedrani SH. Low 25-hydroxy vitamin D and normal serum calcium concentrations in Saudi Arabia: Riyadh region. *Ann Nutr Metab* 1984;28:181-185
22. Oláiz G, Rivera J, Shamah T, *et al.* Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. 2006.
23. Scragg R, Sowers M-F, Bell C. Serum 25-hydroxyvitamin D, diabetes, and ethnicity in the Third National Health and Examination Survey. *Diabetes Care* 2004;27:2813-2818.
24. Heaney RP, Holick MF. Why the IOM recommendations for vitamin D are deficient. *JBMR* 2011;26(3):455-457.
25. Holick MF. Vitamin D status: Measurement, interpretation and clinical application. *Am J Epidemiol* 2009;19(2):73-78.
26. Mansbach JM, Ginde AA, Camargo CA. Serum 25-hydroxyvitamin D levels among US children aged 1 to 11 years: Do children need more vitamin D? *Pediatrics* 2009;124:1404-1410
27. Kumar J, Muntner P, Kaskel FJ, *et al.* Prevalence and associations of 25-hydroxyvitamin D deficiency in US children: NHANES 2001-2004. *Pediatrics* 2009;124:e362-e370.
28. Emo Peters BS, dos Santos LC, Fisberg M, Wood RJ, Araujo L. Prevalence of vitamin D insufficiency in Brazilian adolescents. *Ann Nutr Metab* 2009;54:15-21.
29. Ginde AA, Liu MC, Camargo CA. Demographic differences and trends of vitamin D insufficiency in the US population, 1988-2004. *Arch Intern Med* 2009;169(6):626-632.
30. Binkley N, Krueger D, Cowgill CS, *et al.* Assay variation confounds the diagnosis of hypovitaminosis D: a call for standardization. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:3152-3157.
31. Millen AE, Bodnar LM. Vitamin D assessment in population-based studies: a review of the issues. *Am J Clin Nutr* 2008;87(suppl):S1102-S1105.

**Concentraciones séricas  
de vitamina D en niños,  
adolescentes y adultos mexicanos.  
Resultados de la ENSANUT 2006**

Se terminó de imprimir en noviembre de 2011.

El tiraje consta de 1 200 ejemplares.

La edición estuvo al cuidado de la  
Subdirección de Comunicación Científica  
y Publicaciones del  
Instituto Nacional de Salud Pública.