

Prevalencia de anemia y deficiencia de micronutrientes en mujeres mexicanas, Ensanut Continua 2022-2024

Teresa Shamah-Levy, D en SP,⁽¹⁾ Fabiola Mejía-Rodríguez, D en Nut,⁽²⁾ Verónica Mundo-Rosas, M en Nut,⁽¹⁾
Armando García-Guerra, D en SP,⁽²⁾ Vanessa De la Cruz-Góngora, D en C.⁽¹⁾

Shamah-Levy T, Mejía-Rodríguez F, Mundo-Rosas V, García-Guerra A, De la Cruz-Góngora V. Prevalencia de anemia y deficiencia de micronutrientes en mujeres mexicanas, Ensanut Continua 2022-2024. *Salud Publica Mex.* 2025;67:690-699. <https://doi.org/10.21149/17221>

Resumen

Objetivo. Documentar la magnitud de la anemia y las deficiencias de micronutrientes en mujeres de 12-49 años no embarazadas, a nivel nacional, estatal y por región, y su asociación con las regiones para otorgar recomendaciones a tomadores de decisiones. **Material y métodos.** La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut) 2022-2024 son una serie de encuestas denominadas Ensanut Continua 2022-2024 y son representativas de la población mexicana. La anemia se clasificó según la hemoglobina (<12 g/dL [sangre venosa]), deficiencia de hierro (DH) con ferritina <15 µg/L se ajustó por PCR >5 mg/L, la deficiencia de vitamina B12 (DVB12) con puntaje <5 según Fedosov y colaboradores; deficiencia de vitamina D (DVD) <20 ng/mL; deficiencia de folato (DF) <4 ng/mL y folato alto (FA) >20 ng/mL. **Resultados.** El 12.1% de las mujeres presentó anemia, 38.3% presentó DH, 18.8% DVB12, 38.5% DVD, 0.1% tuvo DF y 30.9% tuvo FA. Vivir en Pacífico-Centro, Centro-Norte, Pacífico-Sur y Centro aumentó ($p < 0.05$, IC95%, RM entre 1.49 y 3.19) el riesgo de DVB12. Residir en CDMX/Edomex aumentó el riesgo de DVD (RM= 1.02) y la Península para FA (RM= 1.78). **Conclusiones.** La anemia y la deficiencia de micronutrientes requieren vigilancia continua para orientar programas de prevención y control.

Palabras clave: anemia; deficiencia de micronutrientes; encuestas; políticas públicas; hemoglobina; sangre venosa; México

Shamah-Levy T, Mejía-Rodríguez F, Mundo-Rosas V, García-Guerra A, De la Cruz-Góngora V. Prevalence of anemia and micronutrient deficiency in Mexican women, Ensanut 2022-2024. *Salud Publica Mex.* 2025;67:690-699. <https://doi.org/10.21149/17221>

Abstract

Objective. To document the magnitude of anemia and micronutrient deficiencies in non-pregnant women aged 12-49 years at the national, state, and regional levels, and examine the association with regions to inform decision-makers. **Materials and methods.** The *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición* (Ensanut) 2022-2024 surveys, which are representative of the Mexican population, are part of a series called *Ensanut Continua* 2022-2024. Anemia was classified as hemoglobin <12 g/dL (venous blood); iron deficiency (ID) with ferritin <15 µg/L adjusted by CRP >5 mg/L, vitamin B12 deficiency (VBI2D) with a score <5 according to Fedosov and colleagues, vitamin D deficiency (VDD) <20 ng/mL, folate deficiency (FD) <4 ng/mL, and high folate (HF) >20 ng/mL. **Results.** Anemia was present in 12.1% of women, ID in 38.3%, VBI2D in 18.8%, 38.5% had VDD, 0.1% had FD, and 30.9% had HF. Living in the Central-Pacific, North-Central, South-Pacific, and Central regions was associated ($p < 0.05$, 95%CI, OR between 1.49 and 3.19) with a higher risk of VBI2D. Living in CDMX/Edomex, increased the risk of VDD (OR= 1.02), while living in the Peninsula region increased the risk of HF (OR= 1.78). **Conclusions.** Anemia and micronutrient deficiency require continuous surveillance to guide prevention and control programs.

Keywords: anemia; survey; public health policies; hemoglobin; venous blood; Mexico

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

Fecha de recibido: 26 de junio de 2025 • **Fecha de aceptado:** 14 de agosto de 2025 • **Publicado en línea:** 18 de noviembre de 2025
Autora de correspondencia: Fabiola Mejía-Rodríguez. Centro de Investigación en Nutrición y Salud, Instituto Nacional de Salud Pública.
Av. Universidad 655, col. Santa María Ahuacatitlán. 62100, Cuernavaca, Morelos, México.
Correo electrónico: fmejia@insp.mx

Licencia: CC BY-NC-SA 4.0

Durante más de tres décadas, a nivel mundial se ha estimado que 2 000 millones de personas en el mundo padecen deficiencias de micronutrientes, pero esto no implica que todas presenten anemia.¹ Sin embargo, las principales deficiencias de micronutrientes que se relacionan con anemia son las de hierro, vitamina B12, folato y vitamina D (DVD).²⁻⁴ Además, las causas no nutricionales como parasitosis, infecciones, inflamación y algunas enfermedades hereditarias también desempeñan un papel importante en su desarrollo.^{5,6}

De acuerdo con el *Global Burden of Disease Study* de 2021, la anemia afectó a más de 1 900 millones de personas y causó 52 millones de años de vida con discapacidad.⁷ Además, en 2023, la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁸ indicó que 30% de las mujeres no embarazadas de entre 15 a 49 años presentó anemia.

Como parte de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, la anemia en mujeres de 15 a 49 años debe reducirse al 50% para el año 2030,⁹ dado el aumento del riesgo de partos prematuros, hemorragias posparto, bajo peso al nacer, muerte fetal e infecciones.¹⁰ La anemia afecta también la capacidad de trabajo y la realización de actividades cotidianas debido a la debilidad, la fatiga y la dificultad para concentrarse.^{10,11} Ya que las deficiencias de hierro, vitamina B12, folato y vitamina D están vinculadas a la presencia de anemia, es importante identificar su magnitud y distribución para combatirlas.^{2,3,12,13}

En México, la prevalencia de anemia (medida con hemoglobina capilar -Hb) en mujeres en edad reproductiva aumentó de 14.9% en 2006 a 21.4% en 2018, pero la deficiencia de hierro (DH) se mantuvo estable, con 29.0% en 2006 y 25.7% en 2018.¹⁴ La deficiencia de vitamina B12 (DVB12) no ajustada¹⁵ fue de 8% en 2012 y de 34% en 2022, y la de folato fue 1.9% en 2012 y no se encontró en 2022.¹⁶ La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-2019 (Ensanut 2018-2019)¹⁷ documentó altas prevalencias de anemia (hemoglobina en sangre capilar) en mujeres de 20 a 49 años en los estados de Baja California, Campeche, Colima, Chiapas, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora Yucatán y Tamaulipas.

A pesar de que la pandemia de Covid-19^{18,19} provocó un desequilibrio en la economía mundial, el monitoreo continuo de la Ensanut 2022-2023 evidenció que la prevalencia de anemia (Hb en sangre venosa) fue de 12.4% en mujeres de 12 a 49 años.²⁰ No obstante, este análisis ofrece estimaciones más precisas que las reportadas previamente por la Ensanut 2022-2023 e incorpora por primera vez un análisis detallado de deficiencias de micronutrientes relacionadas con la anemia en mujeres mexicanas de 12 a 49 años no embarazadas, lo que proporciona una evidencia más sólida para la toma de

decisiones en políticas de salud pública. El objetivo del presente trabajo es documentar la magnitud de la anemia y las deficiencias de micronutrientes en mujeres de 12 a 49 años no embarazadas, a nivel nacional, estatal y por región, y su asociación con las regiones, con el fin de otorgar recomendaciones a los responsables de la toma de decisiones.⁹

Material y métodos

Colección de la muestra sanguínea y procesamiento en laboratorio

La Ensanut 2022-2024 es probabilística, con representatividad nacional, estatal, urbano/rural, regional y por grupo de edad.^{21,22} Los detalles de la selección de la muestra y de los análisis de laboratorio ya han sido publicados.^{16,20-22} Se recolectó sangre venosa de una submuestra aleatoria de mujeres no embarazadas de 12 a 49 años (alrededor de 35% del total de mujeres entrevistadas) en estado de ayuno, excluyéndose del análisis a las embarazadas debido a su baja frecuencia.²⁰ La muestra está compuesta por 3 714 mujeres con valores de hemoglobina (Hb) que representan a 37 027 801 mujeres de 12 a 49 años no embarazadas a nivel nacional. Además, se obtuvieron los valores de ferritina, vitamina B12, hierro y vitamina D, de alrededor de 3 307 mujeres que representan a 36 045 642 mujeres de 12 a 49 años no embarazadas a nivel nacional.

Para analizar la anemia se obtuvo una muestra de sangre venosa del brazo y se colocó una gota de sangre venosa (alrededor de 15 µL) para ser leída en el HemoCue Hb 201+ (Angelholm, Suecia). Se conservaron los valores de hemoglobina (Hb) entre 5 y 20 g/dL.^{5,23} Se definió anemia con valores de Hb venosa <12 g/dL⁵ ajustada por altitud en localidades mayores a 1 000 metros sobre el nivel del mar²⁴ y se estimó la gravedad de la anemia.² Para analizar micronutrientes se obtuvo una muestra de sangre venosa y se almacenó en tubos vacutainer con y sin anticoagulante EDTA (ácido etilendiaminotetraacético). Se definió deficiencia de hierro (DH) cuando la ferritina sérica ajustada por inflamación (PCR >5 mg/L)²⁵ fue <15 µg/L en mujeres en edad reproductiva.³ Se definió deficiencia de vitamina B12 (DVB12) ajustado según Fedosov y colaboradores,¹⁵ con punto de corte <5, para DVD <20 ng/mL,¹³ y deficiencia de folatos (DF) <4 ng/mL y valores altos de folato (FA) >20 ng/mL.¹²

Descripción de variables de interés

Edad: se categorizó en decenios de 12 a 19 años, de 20 a 29 años, de 30 a 39 y de 40 a <50 años.

Escolaridad: se categorizó en 1) básica (sin escolaridad, primaria y secundaria); 2) preparatoria (normal o técnica) y 3) licenciatura o posgrado.

Alguna vez embarazada: se clasificó en sí o no.

Número de embarazos: se categorizó en no embarazos, de 1 a 2 y ≥ 3 embarazos.

Número de abortos: se categorizó en 1= sí abortos y 0= no abortos.

Estrato: se definió como rural a las localidades con $< 2\,500$ habitantes y a las urbanas $\geq 2\,500$.

Índice de condición de bienestar (ICB): Se obtuvo mediante análisis de componentes principales considerando características del hogar, bienes y servicios disponibles.²⁶ Se seleccionó el primer componente que acumuló 47.3% de la variabilidad total, con un valor lambda de 3.8. El índice se dividió en terciles; el tercil inferior agrupó hogares con las condiciones más precarias y el tercil superior a aquellos con las mejores condiciones.

Afiliación a servicios de salud: se clasificó en dos categorías en función de la afiliación en el momento de la entrevista y de la primera respuesta otorgada: 1) sin afiliación a servicios de salud: no contar con ningún servicio de salud o Instituto de Salud para el Bienestar (Insabi) y seguros de gastos médicos privados; y 2) con afiliación a servicios de salud: se consideraron a las afiliadas al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) e IMSS-Bienestar, al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) e ISSSTE-Estatal, otros servicios públicos (Petróleos Mexicanos [Pemex], Secretaría de la Defensa Nacional [Defensa] y Secretaría de Marina [Marina]).

Análisis de la información

Las características descriptivas y los principales resultados se presentan como porcentajes e intervalos de confianza al 95% (IC95%). Se utilizó el ponderador de anemia para las características generales y el propio ponderador de micronutrientes para las estimaciones. Los datos estatales se presentan con fines descriptivos y su interpretación debe realizarse con cautela. Aunque la Ensanut 2022-2024 tiene representatividad estatal, el tamaño de la submuestra de mujeres con determinaciones de hemoglobina y micronutrientes, al desagregarse por entidad federativa, genera intervalos de confianza amplios en algunas estimaciones estatales. Esto se debe a la variabilidad inherente al diseño de muestreo y al

tamaño relativo de las submuestras estatales. La asociación entre anemia y deficiencias de micronutrientes con los factores asociados se realizó mediante modelos de regresión logística bivariados. Para la asociación entre la anemia y deficiencias de micronutrientes y la región del país, se realizaron modelos de regresión logística multivariados. Todos los análisis se realizaron en Stata v15 utilizando el módulo SVY para muestras complejas. Se consideró significativo un valor estadístico inferior a 0.05.

Ética

El protocolo de la Ensanut Continua 2022-2024 fue aprobado por las Comisiones de Investigación y de Bioseguridad y por el Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Las mujeres participantes firmaron el consentimiento, después de recibir una clara explicación sobre el procedimiento de toma de muestras de sangre venosa.

Resultados

Las características descriptivas de las participantes se muestran en el cuadro I. El 49.8% de las mujeres de 12 a 49 años tuvieron estudios de primaria, secundaria o menos, 77.9% estuvo embarazada alguna vez, 26% de las que estuvieron alguna vez embarazadas presentó abortos, 61.9% tiene afiliación a servicios de salud y 78.7% reside en localidades urbanas (cuadro I).

La prevalencia nacional de anemia entre las mujeres de 12 a 49 años que participaron en las Ensanut 2022- 2024 fue de 12.1%. De este porcentaje, 7.9% corresponde a la anemia leve, 3.8% a la anemia moderada y 0.4% a la anemia grave. El 38.3% presentó DH, 18.8% DVB12, 38.5% DVD y sólo 0.1% tuvo deficiencia de folato y 30.9% valores de folato alto (figura 1). En el cuadro II se presentan las prevalencias de anemia y deficiencias de micronutrientes a nivel estatal. Es importante señalar que, debido al tamaño de las submuestras por estado, algunos intervalos de confianza son amplios y reflejan la variabilidad asociada con el diseño muestral y a la representatividad de la población de las entidades.

En el análisis bivariado (cuadro III) se puede observar que las variables que se asociaron de forma positiva y significativamente ($p < 0.05$) con la presencia de anemia fueron tener entre 40 y 49 años (RM 2.26; IC95%: 1.50,3.39). En el caso de la DH los factores asociados negativa y estadísticamente significativa ($p < 0.05$) fueron tener entre 12 a 19 años (RM 0.66; IC95%: 0.47,0.91), pertenecer al estrato rural (RM 0.72; IC95%: 0.55,0.94) y a la región Pacífico-Centro

Cuadro I
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUJERES DE 12 A 49
AÑOS. MÉXICO, ENSANUT 2022-2024

	<i>n</i>	<i>N</i> (miles)	%	IC95%
Edad (años)				
12-19	950	8 622.2	23.3	21.3,25.3
20-29	818	8 853.9	23.9	21.5,26.4
30-39	960	10 253.6	27.7	24.9,30.5
40-49	986	9 298.1	25.1	22.8,27.4
Indígena	151	1 256.1	3.4	2.1,5.3
Escolaridad				
No estudió y básica	2 043	18 456.8	49.8	46.8,52.8
Preparatoria	1 061	11 412.7	30.8	28.2,33.5
Licenciatura o posgrado	610	7 158.3	19.3	17.1,21.7
Alguna vez embarazada	2 193	20 944.1	77.9	74.8,80.5
Total de embarazos				
Ninguno	483	5 898.4	22.0	19.2,24.9
1-2	1 087	10 938.4	40.8	37.7,43.8
>3	1 106	10 005.7	37.3	34.2,40.3
Abortos	543	5 422.3	26.0	22.7,29.5
Protección de salud				
Sí	1 507	15 989.2	43.3	39.9,46.7
No	2 187	20 902.6	56.7	53.2,60.0
Índice de condición de bienestar				
Bajo	1 297	11 533.2	31.1	28.0,34.3
Medio	1 257	12 399.4	33.5	30.4,36.6
Alto	1 160	13 095.2	35.4	31.9,38.9
Estrato				
Rural	1 106	7 889.4	21.3	18.4,24.5
Urbano	2 608	29 138.4	78.7	75.4,81.5
Región				
Pacífico-Norte	478	3 241.7	8.8	7.59,10.0
Frontera	567	4 866.4	13.1	9.60,17.7
Pacífico-Centro	240	3 941.4	10.6	8.64,13.0
Centro-Norte	816	4 827.1	13.0	10.4,16.1
Centro	338	3 168.7	8.6	6.59,11.0
CDMX/Edomex	278	8 134.1	22.0	19.3,24.7
Pacífico-Sur	433	5 135.7	13.9	11.6,16.3
Península	564	3 712.5	10.0	8.43,11.8

IC95%: intervalos de confianza al 95%.

Pacífico-Norte: Baja California, Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa, Sonora.

Frontera: Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas.

Pacífico-Centro: Colima, Jalisco, Michoacán.

Centro-Norte: Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas.

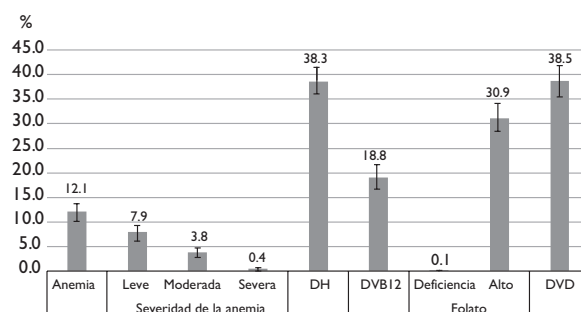
Centro: Hidalgo, Tlaxcala, Veracruz.

CDMX/Edomex: se colapsaron Ciudad de México y Estado de México, formando una región.

Pacífico-Sur: Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla.

Península: Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán.

Ensanut: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.



DH: deficiencia de hierro

DVB12: deficiencia de vitamina B12

DVD: deficiencia de vitamina D. La recolección de la muestra fue de agosto a noviembre en las tres encuestas

Ensanut: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.

FIGURA 1. PREVALENCIA DE ANEMIA Y DEFICIENCIA DE MICRONUTRIENTES EN MUJERES DE 12 A 49 AÑOS NO EMBARAZADAS. MÉXICO, ENSANUT 2022-2024

(RM 0.54; IC95%: 0.33,0.86). En el caso de la DVB12 ($p < 0.05$) se encontró una asociación positiva para las regiones Pacífico-Sur (RM 4.05; IC95%: 2.32,7.03), el Pacífico-Centro (RM 3.47; IC95%: 1.68,7.14), Centro-Norte (RM 2.74; IC95%: 1.52,4.94) y Centro (RM 3.29; IC95%: 1.59,6.79). Para DVD los factores asociados positivamente fueron tener nivel de estudios de preparatoria (RM 1.48; IC95%: 1.10,1.97), de licenciatura o posgrado (RM 2.13; IC95%: 1.53,2.95), pertenecer a la CB medio (RM 1.35; IC95%: 1.02,1.79) y CB alto (RM 2.94; IC95%: 2.16,3.98) (cuadro III). Para folato alto se asoció positivamente con ser indígena ($p < 0.05$) (RM 2.31; IC95%: 1.37,3.86), del estrato rural (RM 1.60; IC95%: 1.18,2.16) y vivir en la Península (RM 2.18; IC95%: 1.41,3.35) (cuadro III).

Los modelos de regresión logística multivariada (cuadro IV) muestran que Pacífico-Centro está asociada negativamente con anemia (RM 0.48; IC95%: 0.17,1.28) y DH (RM 0.51; IC95%: 0.31,0.82). Para DVB12 la anemia está asociada positivamente a vivir en el Pacífico-Centro (RM 3.15; IC95%: 1.58,6.42), Centro-Norte (RM 3.15; IC95%: 1.58,6.42), Centro (RM 2.73; IC95%: 1.32,5.63) y Pacífico-Sur (RM 3.15; IC95%: 1.76,5.62). En cuanto a DVD hay una asociación negativa si se vive en la Península (RM 0.45; IC95%: 0.26,0.75) y Pacífico-Centro (RM 0.41; IC95%: 0.22,0.73). En el caso del folato alto se observan asociaciones negativas en las regiones del Pacífico-Centro (RM 0.39; IC95%: 0.19,0.79), Centro-Norte (RM 0.39; IC95%: 0.19,0.79), CDMX/Edomex (RM 0.48; IC95%: 0.31,0.73) y Pacífico-Sur (RM 0.27; IC95%: 0.15,0.45), pero vivir en la Península se asoció positivamente (RM 1.78; IC95%: 1.14,2.76).

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que la prevalencia de anemia en mujeres mexicanas de 12 a 49 años sigue siendo un problema de salud pública relevante en el país, con diferencias a nivel regional y con una distribución desigual según factores socioeconómicos, educativos y

geográficos. Contrario a lo reportado en estudios previos en América Latina y el Caribe, que indican que la anemia (17.2%) afecta a las mujeres con menor nivel educativo y en condiciones de pobreza, además, la prevalencia es superiores a la del presente estudio (12.1%).²⁷

Desafortunadamente, las prevalencias de anemia reportadas en México recientemente no pueden compa-

Cuadro II
PREVALENCIA DE ANEMIA Y DEFICIENCIAS DE MICRONUTRIMENTOS, POR ENTIDAD FEDERATIVA, EN MUJERES DE 12 A 49 AÑOS. MÉXICO, ENSANUT 2022-2024

	Anemia (n= 3 714, N expandida= 37 027.8)		DH (n= 3 307, N expandida= 36 045.6)		DVB12 (n= 3 291, N expandida= 35 545.0)		DVD (n= 3 306, N expandida= 36 008.5)		FA (n= 3 299, N expandida= 35 936.8)	
	%	IC95%	%	IC95%	%	IC95%	%	IC95%	%	IC95%
Nacional	12.1	10.4,14.0	38.3	35.7,41.0	18.8	16.4,21.4	38.5	35.4,41.8	30.9	28.1,33.8
01 Aguascalientes	21.2	13.3,32.0	48.4	34.8,62.2	15.9	11.1,22.0	57.4	37.8,74.8	27.3	18.8,37.8
02 Baja California	15.7	8.5,27.1	47.8	28.2,68.0	5.7	2.1,14.6	66.3	50.9,78.7	16.2	8.6,28.0
03 Baja California Sur	10.2	5.1,19.1	52.3	33.0,70.7	8.6	2.8,22.7	32.1	19.3,48.1	40.4	27.0,55.4
04 Campeche	29.5	17.5,45.0	32.1	24.3,41.0	5.7	3.1,10.0	29.4	17.9,44.2	45.4	28.3,63.5
05 Coahuila	7.7	4.2,13.4	36.9	27.5,47.2	13.2	6.7,24.2	42.5	31.6,54.1	38.0	25.0,53.0
06 Colima	4.9	1.7,12.6	43.1	24.7,63.4	6.5	2.4,16.0	17.4	9.0,30.7	37.3	25.0,51.4
07 Chiapas	8.4	4.3,15.5	33.3	21.5,47.5	12.9	4.8,29.8	25.0	13.9,40.5	73.4	61.8,82.4
08 Chihuahua	9.7	4.7,18.8	29.9	19.8,42.2	9.1	4.0,18.9	58.2	47.5,68.1	55.5	40.3,69.7
09 Ciudad de México	23.4	14.0,36.3	46.2	33.8,59.0	12.8	6.7,22.9	49.0	35.3,62.8	19.6	13.1,28.1
10 Durango	15.9	6.3,34.7	40.8	19.9,65.4	21.7	8.7,44.6	37.3	25.1,51.2	53.7	39.1,67.6
11 Guanajuato	11.4	7.0,17.9	42.2	29.6,55.9	21.9	15.3,30.1	40.7	28.4,54.1	23.3	15.6,33.0
12 Guerrero	18.1	11.5,27.2	30.6	18.9,45.4	18.7	10.,32.3	28.2	15.0,46.5	8.8	4.5,16.5
13 Hidalgo	13.0	6.2,25.1	37.5	23.8,53.4	24.5	17.9,32.5	41.8	28.6,56.1	30.0	19.6,42.8
14 Jalisco	6.7	1.8,21.6	21.4	13.6,32.0	32.0	17.9,50.3	26.1	13.1,45.1	15.8	5.4,37.8
15 Estado de México	11.3	6.9,17.9	42.8	33.4,52.7	15.9	10.3,23.7	46.0	36.1,56.1	25.5	18.7,33.5
16 Michoacán	8.5	2.5,25.2	31.7	19.5,47.0	23.2	11.9,40.0	27.3	17.1,40.5	29.1	20.2,40.0
17 Morelos	15.8	8.0,28.7	48.2	35.8,60.7	30.7	21.4,41.8	23.3	13.0,38.0	11.4	4.5,25.9
18 Nayarit	12.5	4.5,29.7	31.4	22.2,42.3	7.9	4.6,13.2	15.7	5.6,36.5	38.3	18.6,62.7
19 Nuevo León	11.0	8.5,14.0	37.7	30.4,45.5	13.8	10.5,17.7	30.5	21.5,41.1	43.6	27.4,61.2
20 Oaxaca	5.6	2.7,10.9	36.4	22.4,53.0	24.9	13.0,42.2	16.8	8.4,30.4	34.0	20.0,51.5
21 Puebla	10.5	6.7,16.1	44.1	34.6,53.9	37.5	26.6,49.7	44.6	33.6,55.9	16.1	8.6,27.9
22 Querétaro	9.0	3.7,19.7	40.8	24.5,59.2	21.9	8.9,44.5	47.9	32.2,63.9	23.7	16.0,33.5
23 Quintana Roo	14.7	8.5,24.1	39.8	28.9,51.6	12.3	6.3,22.5	24.0	11.6,42.8	59.8	46.2,71.9
24 San Luis Potosí	8.9	5.4,14.1	34.6	25.2,45.3	32.9	14.3,58.9	50.8	26.7,74.4	23.2	14.5,34.8
25 Sinaloa	17.2	10.3,27.1	42.0	31.8,52.8	7.0	3.1,14.8	40.1	28.5,52.8	47.6	33.8,61.6
26 Sonora	9.4	4.4,18.8	34.0	24.9,44.3	16.6	8.2,30.4	60.4	45.7,73.4	41.9	28.4,56.6
27 Tabasco	14.1	7.8,24.0	30.7	19.9,44.0	8.5	4.5,15.3	17.4	10.0,28.3	35.8	25.2,47.9
28 Tamaulipas	10.3	4.3,22.7	51.4	42.1,60.5	2.0	0.6,5.6	33.7	22.3,47.3	21.8	9.4,42.5
29 Tlaxcala	14.9	7.0,28.6	52.4	37.3,67.0	27.7	18.3,39.4	51.4	38.9,63.7	28.2	19.0,39.7
30 Veracruz	8.3	3.7,17.2	32.4	23.0,43.3	27.7	11.8,52.0	23.8	12.1,41.2	38.1	24.4,53.9
31 Yucatán	9.4	5.5,15.6	23.6	10.8,43.9	7.2	3.7,13.3	29.5	9.7,61.9	55.0	34.1,74.2
32 Zacatecas	6.2	2.5,14.2	22.7	11.6,39.3	25.1	16.0,36.8	49.2	26.6,72.0	28.7	20.8,38.0

IC95%: intervalos de confianza al 95%; DH: deficiencia de hierro; DVB12: deficiencia de vitamina B12; DVD: deficiencia de vitamina D; FA: folato alto; Ensanut: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.

Cuadro III
PREVALENCIA DE ANEMIA Y DEFICIENCIAS DE MICRONUTRIMENTOS* SEGÚN CARACTERÍSTICAS
EN MUJERES DE 12 A 49 AÑOS. MÉXICO, ENSANUT 2022-2024

	Anemia (n= 3 714, N expandida= 37 027.8)		DH (n= 3 307, N expandida= 36 045.6)		DVB12 (n= 3 291, N expandida= 35 545.0)		DVD (n= 3 306, N expandida= 36 008.5)		FA (n= 3 299, N expandida= 35 936.8)	
	%	IC95%	%	IC95%	%	IC95%	%	IC95%	%	IC95%
Edad (años)										
12-19	9.1	6.3,12.7	42.4	37.1,47.7	22.3	17.9,27.3	47.1	41.6,52.6	34.1	29.3,39.2
20-29	8.1	5.6,11.3	32.7 [‡]	27.8,38.0	21.0	16.2,26.6	38.8 [‡]	33.3,44.5	25.6 [‡]	20.8,30.9
30-39	12.4	9.8,15.4	40.7	35.2,46.4	18.8	14.5,24.0	36.4 [‡]	30.3,42.8	26.7 [‡]	22.1,31.8
40-49	18.4 [‡]	14.6,22.9	37.2	32.2,42.3	13.5*	10.1,17.5	32.8 [‡]	27.8,38.1	37.1	32.3,42.0
Indígena	9.0	4.8,16.0	38.7	26.1,52.8	27.4	15.3,44.0	28.1	14.4,47.4	50.0 [‡]	37.7,62.2
No indígena	12.2	10.4,14.1	38.3	35.6,41.0	18.4	16.0,21.1	38.9	35.7,42.1	30.2	27.4,33.1
Escolaridad										
No estudió y básica	12.5	10.3,15.0	38.7	35.0,42.3	21.3	18.0,25.0	32.3	28.6,36.1	37.7	33.7,41.8
Preparatoria	14.0	10.8,17.8	40.9	35.9,45.9	16.7	13.2,20.7	41.3 [‡]	35.8,47.1	25.4 [‡]	21.5,29.6
Licenciatura o posgrado	8.0 [‡]	5.8,10.7	33.2	27.2,39.7	15.3	10.3,22.1	50.4 [‡]	43.1,57.7	21.7 [‡]	17.2,26.8
Alguna vez embarazada	13.5	11.5,15.6	39.4	36.1,42.7	18.5 [‡]	15.4,21.9	31.8 [‡]	28.2,35.5	30.9 [‡]	27.8,34.2
Nunca embarazada	12.7	8.0,19.3	35.8	28.7,43.6	12.6	9.13,17.0	43.1	35.4,51.0	22.8	17.0,29.8
Total de embarazos										
Ninguno	12.7	8.0,19.4	35.9	28.7,43.7	12.7	9.22,17.2	43.4	35.7,51.3	22.2	16.4,29.3
1-2	11.9	9.5,14.8	38.4	33.7,43.1	18.4	14.5,22.8	33.7 [‡]	29.1,38.4	31.3 [‡]	27.0,35.8
>3	15.2	12.2,18.7	40.4	35.8,45.1	18.6	14.0,24.1	29.8 [‡]	24.7,35.5	30.6 [‡]	26.1,35.4
Abortos	12.5	9.1,16.9	41.0	37.0,45.1	16.9	14.1,20.0	29.5	25.8,33.4	31.2	27.5,35.1
No abortos	13.9	11.6,16.5	35.5	28.0,43.6	22.4	15.2,31.8	37.8	29.9,46.4	29.9	23.5,37.0
Derechohabencia	12.1	9.60,15.0	37.3	32.8,42.0	14.9	11.5,18.8	47.1	41.7,52.5	28.7	25.0,32.6
No derechohabencia	12.0	10.,14.2	39.0	35.5,42.5	21.6 [‡]	18.2,25.4	31.9 [‡]	28.4,35.5	32.2	28.4,36.2
Índice de condición de bienestar										
Bajo	11.3	9.1,13.9	39.7	35.2,44.2	24.6	20.1,29.6	27.4	23.3,31.9	36.8	31.7,42.1
Medio	13.1	10.2,16.4	36.0	31.5,40.6	16.5 [‡]	13.0,20.5	33.8 [‡]	29.1,38.8	30.5	26.1,35.2
Alto	11.9	9.0,15.3	39.2	34.7,43.7	15.7 [‡]	12.1,20.1	52.6 [‡]	47.2,57.8	26.0 [‡]	22.1,30.3
Estrato										
Rural	9.8	7.4,12.6	32.3 [‡]	27.2,37.8	22.2	17.4,27.8	27.0 [‡]	21.7,32.9	39.1 [‡]	33.1,45.5
Urbano	12.7	10.7,14.9	39.9	36.9,42.8	17.9	15.1,20.9	41.6	37.9,45.3	28.7	25.6,31.9
Región										
Pacífico-Norte	13.8	10,18.5	39.8	33.6,46.3	9.9	6.5,14.6	47.8	40.7,55.0	37.9	30.9,45.3
Frontera	9.9	7.4,13.0	39.2	34.4,44.1	9.7	6.8,13.5	39.7	33.4,46.3	39.5	29.4,50.5
Pacífico-Centro	7.3	3.0,16.3	26.2 [‡]	19.3,34.4	27.5 [‡]	17.7,40.1	26.1 [‡]	16.9,37.8	21.7 [‡]	13.3,33.2
Centro-Norte	12.3	8.7,16.9	39.6	32.6,46.9	23.1 [‡]	17.0,30.5	45.9	37.3,54.6	27.7 [‡]	22.9,32.9
Centro	10.6	6.4,16.9	36.8	29.0,45.1	26.5 [‡]	16.9,38.8	33.8 [‡]	25.0,43.9	33.9	25.3,43.5
CDMX/Edomex	15.6	10.8,21.9	44.0	36.3,51.9	14.8	10.4,20.6	47.1	39.0,55.3	23.4 [‡]	18.3,29.3
Pacífico-Sur	11.5	8.6,15.0	40.7	34.2,47.5	30.7 [‡]	24.3,37.9	32.8 [‡]	25.8,40.5	18.5 [‡]	12.6,26.0
Península	12.8	9.2,17.4	32.0	25.9,38.7	10.2	6.4,15.6	24.4 [‡]	17.4,33.0	57.0 [‡]	49.4,64.3

* Análisis de regresión logística bivariado de anemia con cada característica.

[‡] p < 0.05

IC95%: intervalos de confianza al 95%; DH: deficiencia de hierro; DVB12: deficiencia de vitamina B12; DVD: deficiencia de vitamina D; FA: folato alto
 CDMX/Edomex: Ciudad de México y Estado de México; Ensanut: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.

Cuadro IV
MODELOS DE REGRESIÓN LOGÍSTICA MULTIVARIADA DE LA ANEMIA Y DEFICIENCIAS DE MICRONUTRIMENTOS
Y SU ASOCIACIÓN CON REGIÓN DEL PAÍS, EN MUJERES DE 12 A 49 AÑOS. MÉXICO, ENSANUT 2022-2024

	Modelo 1 Anemia		Modelo 2 DH		Modelo 3 DVB12		Modelo 4 DVD		Modelo 5 Folato alto	
	RM	IC95%	RM	IC95%	RM	IC95%	RM	IC95%	RM	IC95%
Región	Ref.									
Pacífico-Norte	Ref.									
Frontera	0.65	0.38,1.08	0.91	0.65,1.26	0.93	0.51,1.68	0.71	0.45,1.11	1.06	0.59,1.91
Pacífico-Centro	0.48*	0.17,1.28	0.51*	0.31,0.82	3.19*	1.58,6.42	0.41*	0.22,0.73	0.39*	0.19,0.79
Centro-Norte	0.92	0.53,1.58	1.00	0.66,1.51	2.62*	1.44,4.75	0.94	0.60,1.45	0.56*	0.38,0.82
Centro	0.76	0.38,1.49	0.84	0.52,1.33	2.73*	1.32,5.63	0.67	0.39,1.14	0.65	0.37,1.12
CDMX/Edomex	1.14	0.63,2.03	1.13	0.74,1.71	1.49	0.81,2.73	1.02*	0.65,1.57	0.48*	0.31,0.73
Pacífico-Sur	0.87	0.51,1.46	0.99	0.66,1.47	3.15*	1.76,5.62	0.76	0.47,1.20	0.27*	0.15,0.45
Península	1.04	0.59,1.80	0.70	0.45,1.07	0.83	0.41,1.62	0.45*	0.26,0.75	1.78*	1.14,2.76
Edad (años)	Ref.									
12-19	Ref.									
20-29	1.02	0.58,1.78	0.67*	0.47,0.95	0.98	0.61,1.54	0.55*	0.40,0.76	0.74	0.52,1.03
30-39	1.56	0.98,2.46	0.93	0.69,1.24	0.78	0.53,1.11	0.54*	0.39,0.75	0.72*	0.51,0.99
40-49	2.44*	1.61,3.69	0.80	0.58,1.08	0.54*	0.36,0.81	0.48*	0.34,0.68	1.14	0.83,1.55
No indígena	Ref.									
Indígena	0.62	0.29,1.29	1.07	0.58,1.94	1.28	0.54,3.01	1.27	0.52,3.07	1.74*	1.03,2.93
Escolaridad	Ref.									
No estudió y básica	Ref.									
Preparatoria	1.16	0.80,1.66	1.07	0.81,1.40	0.82	0.82	1.21	0.88,1.65	0.63*	0.47,0.83
Licenciatura o posgrado	0.54*	0.33,0.86	0.80	0.55,1.15	0.85	0.85	1.60*	1.12,2.25	0.58*	0.39,0.86
Derechohabienta	Ref.									
No derechohabienta	1.01	0.71,1.42	1.14	0.84,1.53	1.21	0.84,1.71	0.77*	0.57,1.03	1.03	0.73,1.44
ICB	Ref.									
Bajo	Ref.									
Medio	1.14	0.78,1.64	0.82	0.61,1.10	0.66*	0.45,0.95	1.15	0.86,1.54	0.85	0.57,1.23
Alto	1.09	0.69,1.68	0.96	0.69,1.31	0.66	0.41,1.02	2.08*	1.46,2.94	0.77	0.51,1.16
Estrato	Ref.									
Urbano	Ref.									
Rural	0.78	0.53,1.12	0.70*	0.50,0.95	0.86	0.57,1.28	0.78	0.57,1.05	1.37	0.98,1.91
_cons	0.11	0.05,0.20	0.89	0.57,1.38	0.20	0.10,0.36	1.00	0.63,1.57	1.00	0.58,1.69

* $p < 0.05$, IC95%: intervalos de confianza al 95%

DH: deficiencia de hierro; DVB12: deficiencia de vitamina B12; DVD: deficiencia de vitamina D; FA: folato alto

ICB: índice de condición de bienestar; Ensanut: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.

rarse con las de años previos a la pandemia de Covid-19, debido a diferencias metodológicas en la medición de la hemoglobina. Para 2018 y anteriores Ensanut, se midió Hb en sangre capilar, mientras que en las encuestas de 2022-2024 fue mediante sangre venosa.^{17,20,28,29} No obstante, es necesario analizar el efecto de las estrategias actuales para su prevención y control, así como identificar las causas biológicas e interacciones con otros factores relacionados con la alta prevalencia de

DH (38.3%) y la anemia (12.1%) como son parasitosis o inflamación, entre otras en futuros estudios. Además, el consumo elevado de inhibidores de la absorción del hierro, como la tortilla, el té y el café, y la ingesta insuficiente de promotores de la absorción, como los alimentos con alto contenido de vitamina C, podrían afectar los niveles de hierro en esta población.³⁰

Si bien la deficiencia de folato es casi inexistente (0.1%), un hallazgo preocupante fue que 30.9% de las

mujeres presentaron valores altos de folato. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Examen y Salud 1988-2010 (NHANES 1988-2010), en Estados Unidos, las concentraciones de folato en suero fueron 2.5 superiores a los valores previos a la fortificación.³¹ Estos resultados subrayan la necesidad urgente de revisar las políticas de fortificación de alimentos básicos y de suplementación en mujeres no embarazadas, para evitar sobredosisaciones innecesarias y asegurando la vigilancia clínica. De igual manera se debe implementar el monitoreo y la evaluación de la fortificación y vigilar la cobertura, así como realizar estudios de evaluación de procesos y de impacto en desenlaces de salud y nutrición.³² También es necesario evaluar la eficacia de las intervenciones focalizadas en este grupo de población y la educación nutricional en grupos de mujeres con mayor vulnerabilidad.³³ El exceso de folato podría enmascarar deficiencias de vitamina B12 y conlleva riesgos potenciales para el metabolismo y la salud neurológica.³⁴

Llama la atención que la DVD fue más prevalente en mujeres con mayor escolaridad, nivel socioeconómico medio y alto, y residentes en zonas urbanas como la CDMX/Edomex. Este patrón podría estar asociado con menor tiempo de exposición solar, uso frecuente de bloqueadores solares y estilos de vida predominantemente en interiores, aunque también podría reflejar un consumo insuficiente de alimentos fortificados o fuentes naturales de vitamina D, como pescados grasos y lácteos.³⁵ Cabe resaltar que la recolección de la muestra fue de agosto a noviembre en las tres encuestas.

Desde una perspectiva de salud pública, estos resultados refuerzan la necesidad de fortalecer las políticas de tamizaje y prevención de la anemia y deficiencia de micronutrientes mediante estrategias más integrales y dirigidas. Es crucial implementar políticas intersectoriales que combinen estrategias de salud, educación para fomentar la adopción de dietas saludables y sostenibles que prevengan la deficiencia de hierro y demás micronutrientes,³⁶ así como el desarrollo social para aumentar la disponibilidad y asequibilidad de alimentos nutritivos, incluidos los ricos en hierro de origen animal y vegetal o la biofortificación de cultivos.³⁷⁻³⁹

Una de las limitaciones de este estudio es que la naturaleza transversal de los datos impide establecer relaciones causales entre los factores de riesgo, la presencia de anemia y las deficiencias de micronutrientes. Tampoco se evaluaron la presencia de infecciones ni la absorción de hierro mediada por el consumo de inhibidores y promotores de su biodisponibilidad, ni se evaluaron los patrones de consumo alimentario para explorar asociaciones con el estado de micronutrientes. Además, la interpretación de DVD y folato debe hacerse con cautela dada la falta de biomarcadores complemen-

tarios o ajustes estacionales. Finalmente, no se analizó la coocurrencia de múltiples deficiencias, lo que podría dar lugar a una subestimación de la carga nutricional combinada en ciertos subgrupos vulnerables; no obstante, se plantea como objetivo para futuros estudios, dado que requiere modelos analíticos más complejos y excede el alcance del presente manuscrito.

Sin embargo, este estudio actualiza la prevalencia de anemia y deficiencia de micronutrientes a nivel nacional en mujeres en edad fértil y destaca la urgencia de implementar estrategias más eficaces para su prevención y control. Futuras investigaciones podrían centrarse en evaluar el impacto de nuevos programas de intervención.⁴⁰

En conclusión, la anemia y las deficiencias de micronutrientes persisten como un reto de salud pública para las mujeres mexicanas en edad fértil, con variaciones importantes según región y nivel socioeconómico y con importantes implicaciones para la salud materno-infantil y el bienestar general de la población. Estos hallazgos deben traducirse en acciones intersectoriales enfocadas a la prevención, que incluyan la expansión de la suplementación con hierro y vitamina B12 en poblaciones vulnerables, su evaluación y regulación, así como de la fortificación para evitar excesos de folato, el fortalecimiento de la educación nutricional basada en evidencia y en el contexto, y el diseño de intervenciones focalizadas en regiones con mayor riesgo de deficiencia, así como el acceso a alimentos naturales o biofortificados con micronutrientes. El seguimiento de la Ensanut Continua permitirá monitorear avances y adaptar las estrategias en tiempo real.

Agradecimientos

A Eric Rolando Mauricio López, por su apoyo en la consolidación de las bases de datos.

Declaración de conflicto de intereses. Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Referencias

1. Stevens GA, Beal T, Mbuya MNN, Lou H, Neufeld LM, Global Micronutrient Deficiencies Research Group. Micronutrient deficiencies among preschool-aged children and women of reproductive age worldwide: a pooled analysis of individual-level data from population-representative surveys. *Lancet Glob Health*. 2022;10(11):e1590-9. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(22\)00367-9](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00367-9)
2. World Health Organization. Guideline on Haemoglobin Cutoffs to Define Anaemia in Individuals and Populations. WHO, 2024 [citado abril 20, 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/item/9789240088542>

3. World Health Organization. Iron deficiency anaemia: assessment, prevention and control. A guide for programme managers. WHO, 2001 [citado marzo 17, 2025]. Disponible en: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/2021-dha-docs/ida_assessment_prevention_control.pdf?sfvrsn=fb8c459c_1&download=true
4. Brito A, Hertrampf E, Olivares M, Gaitán D, Sánchez H, Allen LH, Uay R. Folate, vitamin B12 and human health. *Rev Med Chil*. 2012;140(11):1464-75. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872012001100014>
5. World Health Organization. Guideline on haemoglobin cutoffs to define anaemia in individuals and populations. WHO, 2024 [citado marzo 17, 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/item/9789240088542>
6. Chaparro CM, Suchdev PS. Anemia epidemiology, pathophysiology, and etiology in low- and middle-income countries. *Ann NY Acad Sci*. 2019;1450(1):15-31. <https://doi.org/10.1111/nyas.14092>
7. GBD 2021 Anaemia Collaborators. Prevalence, years lived with disability, and trends in anaemia burden by severity and cause, 1990-2021: findings from the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Haematol*. 2023;10(9):e713-34. [https://doi.org/10.1016/S2352-3026\(23\)00160-6](https://doi.org/10.1016/S2352-3026(23)00160-6)
8. Organización Mundial de la Salud. Anemia. OMS, 2023 [citado abril 20, 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/anaemia>
9. Walters D, Kakićek J, Dayton-Eberwein J SM. An investment framework for meeting the global nutrition target for anemia. World Bank, 2017 [citado abril 20, 2025]. Disponible en: <https://tinyurl.com/InvestmentFrameworkNutrition>
10. Young MF, Oaks BM, Tandon S, Martorell R, Dewey KG, Wendt AS. Maternal hemoglobin concentrations across pregnancy and maternal and child health: a systematic review and meta-analysis. *Ann NY Acad Sci*. 2019;1450(1):47-68. <https://doi.org/10.1111/nyas.14093>
11. Haas JD, Brownlie T. Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review of the research to determine a causal relationship. *J Nutr*. 2001;131(2):676S-90S. <https://doi.org/10.1093/jn/131.2.676S>
12. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de folato en suero y eritrocitos para evaluar el estado de nutrición en folato en las poblaciones. Sistema de Información Nutricional sobre Vitaminas y Minerales. OMS, 2012 [citado abril 20, 2025]. Disponible en: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/77740/WHO_NMH_NHD_EPG_12.1_spa.pdf;sequence=1
13. Holick MF. Vitamin D Deficiency. *N Engl J Med*. 2007;357(3):266-81. <https://doi.org/10.1056/NEJMr070553>
14. Mejía-Rodríguez F, Villalpando S, Shamah-Levy T, García-Guerra A, Méndez-Gómez-Humarán I. Prevalence of iron deficiency was stable and anemia increased during 12 years (2006-2018) in Mexican women 20-49 years of age. *Salud Publica Mex*. 2021;63(3):401-11. <https://doi.org/10.21149/12152>
15. Fedosov SN, Brito A, Miller JW, Green R, Allen LH. Combined indicator of vitamin B12 status: Modification for missing biomarkers and folate status and recommendations for revised cut-points. *Clin Chem Lab Med*. 2015;53(8):1215-25. <https://doi.org/10.1515/cclm-2014-0818>
16. Mejía-Rodríguez F, Mundo-Rosas V, García-Guerra A, Mauricio-López ER, Shamah-Levy T, Villalpando S, et al. Prevalencia de anemia en la población mexicana: análisis de la Ensanut Continua 2022. *Salud Publica Mex*. 2023;65(supl 1):s225-30. <https://doi.org/10.21149/14771>
17. Mejía-Rodríguez F, Shamah-Levy T, Méndez Gómez-Humarán I, Villalpando S. State-level prevalence of anemia in women of reproductive age. *Ensanut 2006, 2012 and 2018-19. Salud Publica Mex*. 2023;65(3):208-18. <https://doi.org/10.21149/14375>
18. Shekar M, Condo J, Pate MA NS. Maternal and child undernutrition: progress hinges on supporting women and more implementation research. *The Lancet*. 2021;397(10282):1329-31. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00577-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00577-8)
19. Osendarp S, Akuoku JK, Black RE, Headey D, Ruel M, Scott N et al. The Covid-19 crisis will exacerbate maternal and child undernutrition and child mortality in low- and middle-income countries. *Nat Food*. 2021;2(7):476-84. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00319-4>
20. Mejía-Rodríguez F, De la Cruz-Góngora V, García-Guerra A, et al. Anemia en población infantil y en mujeres en edad reproductiva. *Salud Publica Mex*. 2024;66(4):459-466. <https://doi.org/10.21149/15830>
21. Romero-Martínez M, Cuevas-Nasu L, Gaona-Pineda EB, Shamah-Levy T. Nota técnica de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2023: resultados del trabajo de campo. *Salud Publica Mex*. 2024;66(3):304-306. <https://doi.org/10.21149/15604>
22. Romero-Martínez M, Barrientos-Gutiérrez T, Cuevas-Nasu L, Bautista-Arrendondo S, Colchero MA, Gaona-Pineda EB, et al. Metodología de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022 y Planeación y diseño de la Ensanut Continua 2020-2024. *Salud Publica Mex*. 2022;64(5):522-9. <https://doi.org/10.21149/14186>
23. World Health Organization. The global prevalence of anaemia in 2011. WHO, 2011 [citado abril 22, 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/item/9789241564960>
24. Cohen JH, Haas JD. Hemoglobin correction factors for estimating the prevalence of iron deficiency anemia in pregnant women residing at high altitudes in Bolivia. *Rev Panam Salud Publica*. 1999;6(6):392-9. <https://doi.org/10.1590/S1020-49891999001100004>
25. Thurnham DI, McCabe LD, Halder S, Wieringa FT, Northrop-Clewes CA, McCabe GP. Adjusting plasma ferritin concentrations to remove the effects of subclinical inflammation in the assessment of iron deficiency: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2010;92(3):546-55. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29284>
26. Kolenikov S AGT. The use of discrete data in PCA: theory, simulations, and applications to socioeconomic indices. Chapel Hill: Carolina Population Center, University of North Carolina, 2004 [citado marzo 17, 2025]. Disponible en: <https://www.measureevaluation.org/resources/publications/wp-04-85.html>
27. FAO, IFAD, PAHO, WFP, UNICEF. Panorama Regional de La Seguridad Alimentaria y Nutricional - América Latina y el Caribe 2022. Santiago de Chile: FAO, IFAD, PAHO, WFP, UNICEF, 2023. <https://doi.org/10.4060/cc3859es>
28. De la Cruz-Góngora V, Méndez-Gómez-Humarán I, Gaona-Pineda EB, Shamah-Levy T, Dary O. Drops of capillary blood are not appropriate for hemoglobin measurement with point-of-care devices: a comparative study using drop capillary, pooled capillary, and venous blood samples. *Nutrients*. 2022;14(24):5346. <https://doi.org/10.3390/nu14245346>
29. De la Cruz-Góngora V, Villalpando S, Shamah-Levy T. Overview of trends in anemia and iron deficiency in the Mexican population from 1999 to 2018-19. *Food Nutr Bull*. 2024;45(1):57-64. <https://doi.org/10.1177/03795721241240014>
30. Tostado-Madrid T, Benítez-Ruiz I, Pinzón-Navarro A, Bautista-Silva M, Ramírez-Mayans J. Actualidades de las características del hierro y su uso en pediatría. *Acta Pediatr Mex*. 2015;36(3) [citado abril 23, 2025]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-23912015000300008
31. Pfeiffer CM, Hughes JP, Lacher DA, Bailey RL, Berry RJ, Zhang M, et al. Estimation of trends in serum and RBC folate in the U.S. population from the NHANES 1988-2010. *J Nutr*. 2012;142(5):886-93. <https://doi.org/10.3945/jn.111.156919>
32. Oh C, Keats E, Bhutta Z. Vitamin and mineral supplementation during pregnancy on maternal, birth, child health and development outcomes in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2020;12(2):491. <https://doi.org/10.3390/nu12020491>
33. Perichart-Perera O, Rodríguez-Cano AM, Gutiérrez-Castrellón P. Importancia de la suplementación en el embarazo: papel de la suplementación con hierro, ácido fólico, calcio, vitamina D y multivitamínicos. *Gac Med Mex*. 2023;156(93). <https://doi.org/10.24875/GMM.M20000434>
34. Mills JL, Carter TC, Scott JM, Troendle JF, Gibney ER, Shane B, et al. Do high blood folate concentrations exacerbate metabolic abnormalities in people with low vitamin B-12 status? *Am J Clin Nutr*. 2011;94(2):495-500. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.014621>
35. Roth DE, Abrams SA, Aloia J, Bergeron G, Bourassa MW, Brown KH, et al. Global prevalence and disease burden of vitamin D deficiency: a

roadmap for action in low- and middle-income countries. *Ann NY Acad Sci.* 2018;1430(1):44-79. <https://doi.org/10.1111/nyas.13968>

36. Secretaría de Salud, Unicef. Guías Alimentarias saludables y sostenibles para la población mexicana. México: Secretaría de Salud, Unicef, 2023 [citado abril 20, 2025]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1NN7taoZKeteODFACeiQaD2YVqB-uVWXHx/view>

37. Olson R, Gavin-Smith B, Ferraboschi C, Kraemer K. Food fortification: the advantages, disadvantages and lessons from sight and life programs. *Nutrients.* 2021;13(4):1118. <https://doi.org/10.3390/nu13041118>

38. Organización Mundial de la Salud. Marco global de vigilancia en nutrición: directrices operacionales para el seguimiento de los progresos

hacia el logro de las metas para 2025. OMS, 2018 [citado abril 20, 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/item/9789241513609>

39. Gupta OP, Singh A, Pandey V, Sendhil R, Khan MK, Pandey A, et al. Critical assessment of wheat biofortification for iron and zinc: a comprehensive review of conceptualization, trends, approaches, bioavailability, health impact, and policy framework. *Front Nutr.* 2023;10:1-19. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1310020>

40. Miranda SP, Owais A, Lopez MV, Herrera EK, Unar-Munguía M, Rodríguez FM, et al. Factors affecting anemia among women of reproductive age in Mexico: a mixed-methods country case study. *Am J Clin Nutr.* 2025;121:S22-35. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.05.032>