

Magnesio, catión esencial. Una revisión narrativa de la ingesta y recomendaciones de ingesta en varios continentes y en Venezuela

Lusliany J Rondón^{1,2} .

Resumen: Magnesio, catión esencial. Una revisión narrativa de la Ingesta y Recomendaciones de Ingesta en varios continentes y en Venezuela. **Introducción.** El magnesio es esencial para diversas funciones biológicas. La ausencia de biomarcadores específicos hace de su determinación un desafío. Muchos factores influyen en su consumo-biodisponibilidad y se presume que exista una hipomagnesemia latente en la población. **Objetivo.** Estudiar el magnesio como catión esencial, evaluar la Ingesta de magnesio y las Recomendaciones de Ingesta en diferentes continentes y Venezuela proporcionando una visión general y crítica de su estado actual integrando diversas perspectivas descritas en las literaturas actuales. **Materiales y métodos.** Se realizó una revisión de tipo Narrativa. Se emplearon buscadores electrónicos como PubMed, Science Direct y Scielo, usando términos en español e inglés como: "ingesta dietética de referencia", "magnesio en dieta", "recomendaciones de magnesio", "requerimientos de magnesio", "ingesta de magnesio", "estado de magnesio" desde el año 1997 hasta la actualidad. **Resultados.** Numerosos factores afectan el estado de magnesio y en los países con dieta Occidental, la ingesta de magnesio ha decaído en los últimos años. En la actualidad no existen estudios recientes que definan el estado de magnesio en la población, frente a esto, la Ingesta Dietética de Referencia (DRI) se encuentra desactualizada. Los DRI han sido fijados por instituciones como IOM-FAO/WHO-EFSA. En la necesidad de actualizar estos DRI, estudios matemáticos, sistemáticos han sido desarrollados, reportando resultados contradictorios. En Venezuela, los DRI se han fijado según IOM-1997 y no han sido actualizados desde entonces. **Conclusiones.** La actualización de los DRI es imperiosa. En Latinoamérica, se requiere inversión de recursos humanos y capital para actualizar con datos propios los DRI. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 48-64.**

Palabras clave: estado de magnesio, ingesta de magnesio, recomendaciones de magnesio, magnesio en Latinoamérica, magnesio en Venezuela.

Abstract: Magnesium, an essential cation. A Narrative Review of Magnesium Intake and Recommended Dietary Intakes in some Continents and Venezuela. **Introduction.** Magnesium is essential for multiple biological functions. The absence of specific biomarkers makes determining magnesium status a challenge. Many factors may influence magnesium intake and bioavailability, which in turn translates into latent hypomagnesemia. **Objective.** To study magnesium as an essential cation, evaluate magnesium intake and intake recommendations in different continents and Venezuela, providing a general and critical view of its current state by integrating various perspectives described in current literature. **Materials and methods.** This article consists of a Narrative Review. A search in Spanish and English in PubMed, Science Direct and Scielo using terms such as: "magnesium dietary reference intake", "dietary magnesium", "magnesium recommendations", "magnesium requirements", "magnesium intake", "magnesium status" from 1997 to present was performed. **Results.** Numerous factors affect magnesium status. In the last years, magnesium intake has declined in countries with a western diet. Nowadays, there are no recent studies that could define magnesium status in population and faced with this situation, their Dietary Reference Intake (DRI) still outdated. The DRIs have been set by institutions such as IOM-FAO/WHO-EFSA. To update these DRIs many theoretical and mathematical models have been performed, but discrepancy has been observed. DRI for Venezuela has been set under the guidance of IOM-1997 and has not been updated since then. **Conclusions.** Updating the DRIs is imperative. In Latin America, investment of human resources and capital is required to achieve this goal with their own data. **Arch Latinoam Nutr 2025; 75(1): 48-64.**

Keywords: magnesium status, magnesium intake, magnesium recommendations, magnesium in Latin-America, magnesium in Venezuela.

Introducción

El magnesio es esencial para múltiples funciones biológicas, es el segundo catión más abundante en el fluido Intracelular (*IC-Intracellular*) y actúa como cofactor de más de 600 enzimas (1-6). El

¹Laboratorio de Fisiología Molecular, Centro de Biofísica y Bioquímica (CBB), Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). ²Cátedra de Bioquímica, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad Central de Venezuela (UCV). Autor para la correspondencia: Lusliany Rondón, e-mail: luslianyrondonv@hotmail.com



balance de magnesio depende del equilibrio entre la ingesta, la absorción intestinal, la excreción renal y las reservas óseas. Esta fina regulación de las concentraciones séricas de magnesio se mantiene con una mayor absorción del mineral en el intestino y una reducción de su excreción renal en caso de inadecuación o deficiencia. Para identificar el estado de magnesio en una población, diversos biomarcadores que cumplan con las características de ser más precisos, sensibles, menos invasivos y de bajo costo (6, 7) han sido evaluados. Siendo el *Gold Standard* la prueba de retención de magnesio o prueba de carga de magnesio (4, 8, 9).

Muchos factores pueden influenciar el estado de magnesio, aquellos relacionados con su ingesta, biodisponibilidad o aquellos ocasionados por una depleción que puede ser debida a trastornos gastrointestinales o renales (10, 11).

La evidencia generada a partir de estudios epidemiológicos ha revelado una alta prevalencia de hipomagnesemia en países occidentales y con dieta occidentalizada (12), en la actualidad es reconocido el vínculo entre la baja ingesta de magnesio y el desarrollo enfermedades crónico-degenerativas. De allí la importancia de estimar la Ingesta Dietética de Referencia (DRI-Dietary Reference Intake) adecuada para la población, ajustándose a los cambios ambientales, antropométricos y de composición corporal ocurridos en los últimos años. Los DRI han sido establecidos por organismos a nivel internacional, en 1997 por el Instituto de Medicina (IOM-Institute of Medicine) (13), en el 2004 por FAO/WHO (14), siendo la más actualizada aquella establecida por La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA- The European Food Safety Authority), en el 2017 (15). En Venezuela, los DRI fueron ajustados en el año 2000 (16), tomando como referencia aquellos establecidos por IOM en 1997. En los últimos años han existido diferentes iniciativas dirigidas por los mismos organismos internacionales y diferentes científicos para actualizar dichos DRI (17-20).

Esta revisión narrativa pretende estudiar el magnesio como catión esencial, evaluar

la Ingesta de magnesio y las Recomendaciones de Ingesta en diferentes continentes y Venezuela proporcionando una visión general y crítica de su estado actual integrando diversas perspectivas descritas en las literaturas actuales.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión de tipo Narrativa (21-23) que incluye el estudio del magnesio como catión esencial, los factores que influyen en su consumo y biodisponibilidad y las Recomendaciones de Ingesta. Se emplearon buscadores electrónicos como PubMed, Science Direct y Scielo. Para la revisión de los DRI de magnesio se emplearon términos como: "ingesta dietética de referencia", "magnesio en dieta", "recomendaciones de magnesio", "requerimientos de magnesio", "ingesta de magnesio", "estado de magnesio" desde el año 1997 hasta la actualidad. Además, se visitaron las plataformas digitales de las organizaciones como IOM ahora Academia Nacional de Ciencia, Ingeniería y Medicina (NASEM-National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine), FAO/WHO, EFSA e Instituto Nacional de Nutrición (INN). Las búsquedas fueron realizadas con palabras claves en español e inglés.

Resultados

1. Magnesio como catión esencial

El establecer los DRI en una población resulta ser un desafío, ya que muchos factores pueden influir sobre su estimación. En el caso de los minerales, es importante conocer su metabolismo, biomarcadores que permitan conocer su estado y factores que lo influncian.

Magnesio como catión esencial

Es bien conocido que los elementos inorgánicos, como el magnesio, son esenciales para diversas funciones biológicas, y deben ser obtenidos a través de la dieta, debido a que se carece de mecanismos bioquímicos para poder sintetizarlos (24).

El Magnesio es el cuarto catión más importante en el organismo después del Potasio (3, 6, 25) y es el segundo más abundante a nivel IC. Menos del 1-2% es encontrado en el fluido extracelular (EC-Extracellular) (26). Las concentraciones de magnesio IC están en el rango de 0,4–1,2 mM (25). Su forma iónica está

regulada a una concentración de 0,5 a 1 mM (3). En el organismo, el magnesio total está distribuido en el suero (0,3%), glóbulos rojos (0,5%), tejido blando (18-19,3%), músculo (27%) y hueso (50-65%), representando estos dos últimos la mayor reserva de magnesio en el cuerpo (4, 6).

En el cuerpo humano, el magnesio participa en la actividad de cientos de enzimas abarcando aproximadamente el 80% de las funciones metabólicas (3, 4). Se ha sugerido que el magnesio IC puede actuar como segundo mensajero modulando funciones celulares (27), modificando no solo la actividad de canal sino también la secreción de sustancias biológicamente activas como las hormonas y mediadores celulares (28). En este contexto el magnesio puede influenciar el sistema endocrino, nervioso, cardiovascular e inmune (3, 4, 29-32).

En condiciones fisiológicas, los niveles de magnesio en suero son mantenidos en valores constantes en concentraciones que van de 0,7 a 1,1 mM (3). Se ha estimado que la vida media del magnesio se encuentra entre 41 y 181 días, esto indica que, en casos de deficiencia crónica de magnesio, existe un retardo necesario para equilibrar las reservas de magnesio (7).

Aunque no se ha sido definido un único control homeostático para el magnesio, la disponibilidad del magnesio celular está regulada por mecanismos que actúan en hueso, tracto gastrointestinal y riñón coordinando el balance entre el influjo y el eflujo (33). Siendo el riñón el más sensible para el balance de magnesio (34). Estudios genéticos en enfermedades humanas y estudios basados en la expresión genética en microarrays ha resultado en la identificación de numerosas proteínas transportadoras de magnesio (3). En estas se encuentran las proteínas TRPM7, TRPM6, MagT1, SLC41A1, MRS2, CNNM1, CNNM2, CNNM3 y CNNM4 (3, 34).

Determinación del estado de magnesio

Para determinar el estado de magnesio en una población y así garantizar una adecuada sustentación de los DRI es indispensable contar con las técnicas apropiadas para ello. La determinación del estado de magnesio sigue siendo un desafío ya que el magnesio es encontrado mayoritariamente en espacio IC. En la actualidad no existe un biomarcador confiable y simple del estado de magnesio en el cuerpo, logrando que su determinación y diagnóstico sea difícil de obtener (6, 7, 35).

Existen numerosas pruebas empleadas para su determinación como las de fluidos, tejidos y homeostasis (6, 7). El magnesio EC en plasma y suero es uno de los biomarcadores más utilizados, pero su precisión y sensibilidad es baja y a pesar de su bajo costo, es bien conocido que concentraciones normales del mineral pueden ocurrir aún en presencia de depleción tisular (4, 6, 9, 36).

Para estudios poblacionales una de las pruebas mayormente usadas para evaluar la ingesta de magnesio es el recordatorio de 24 horas en conjunto con la medición de la excreción urinaria de 24 horas y los estudios de balance (4, 37). Por otro lado, la prueba de retención de magnesio o prueba de carga de magnesio es considerada el “*Gold Standard*” para la evaluación del magnesio (8, 9).

Otras pruebas novedosas no invasivas y económicas como la medición de la concentración de magnesio en cabello (9, 38-41), o uñas (4, 42) han sido evaluadas, pero han mostrado resultados contradictorios, ser poco sensibles y precisos en la determinación del estado de magnesio.

Factores que influyen el estado de magnesio

En sujetos sanos, existen diferentes factores que pueden afectar el estado de magnesio y por ende importante a considerar en el momento de evaluar los DRI. En estos encontramos los factores que influyen el contenido de magnesio en los alimentos y aquellos que afectan su biodisponibilidad.

Contenido de magnesio en los alimentos

Muchos factores pueden influenciar negativamente el consumo de magnesio. Esto puede incluir factores como los relacionados con la agricultura y aquellos relacionados con la alimentación (43, 44).

Agricultura: El contenido de magnesio en frutas y vegetales ha disminuido de manera importante en los últimos años (45). El contenido de magnesio en los alimentos depende también de la cantidad en el suelo donde se cultiva, de las variedades híbridas, de los fertilizantes y del procesamiento

y refinamiento que presenten (43, 45). El refinamiento o procesamiento de los alimentos puede depletar el contenido de magnesio alrededor de un 85% (44).

Alimentación: El patrón de consumo de alimentos, así como la cantidad definen la ingesta de magnesio. Aproximadamente del 30-40% del magnesio que proviene de la dieta es absorbido en el organismo (46). El cocinar, especialmente el hervir los alimentos ricos en magnesio resulta en una pérdida importante del mineral (47).

La dieta occidental actual que está compuesta por productos lácteos, cereales y aceites refinados, menor consumo de vegetales y frutas se traduce en un consumo de magnesio inferior a los DRI (46). Las estadísticas mundiales indican que del total de energía consumida el 9,3%, y 6,4% provienen de vegetales y tubérculos (8).

Tarleton, E.K (43), en una revisión en el 2018 argumenta que no existe excelentes fuentes [40% del Aporte Dietético Recomendado por ración, (RDA - Recommended Dietary Allowances)] o buenas fuentes de magnesio (25% del RDA por ración). Sin embargo, los alimentos con mayor contenido de magnesio son los vegetales verdes, cacao, semillas, nueces, guisantes, quinoa, amaranto, harina de soya, afrecho, cereales no refinados (8, 9, 48). Fuentes intermedias se pueden encontrar las leguminosas, el aguacate, las uvas, las bananas, las pasas, el chocolate y el salmón (43).

En países con dietas occidentalizadas, se ha reportado un alto consumo de productos lácteos. Aun cuando este rubro es considerado como fuente baja de magnesio, estos productos proveen de un 15 a un 40% del magnesio total ingerido (8).

El agua también contiene magnesio, sus concentraciones pueden variar dependiendo del tipo y fuente. El agua pesada, contiene hasta 30 mg/L de magnesio (47, 48) y puede proporcionar hasta 10% de la ingesta diaria (43). Se ha observado que el agua con gas y el agua mineral contienen mayor contenido de magnesio en comparación con el agua purificada, remineralizada, saborizadas o enriquecidas (49).

Biodisponibilidad

Riñón: Muchos factores que pueden modular la absorción de magnesio en los diferentes segmentos de la nefrona han sido descritos (34, 50). Estos factores incluyen aquellos relacionados con el balance de fluidos como la hipermagnesemia, hipercalcemia, la expansión del volumen celular (ECVE), la depleción de fosfato, acidosis metabólica y diuréticos los cuales tienden a disminuir la reabsorción de magnesio. Mientras que aquellos factores que incrementan la reabsorción incluyen un medio básico e hipomagnesemia (51). Estos detalles no son discutidos en esta revisión ya que estas condiciones son producto de factores patológicos y farmacéuticos.

Intestino: En el intestino, factores fisicoquímicos y factores nutricionales pueden afectar la biodisponibilidad del mineral.

En cuanto a los factores fisicoquímicos se encuentran: la cantidad de magnesio ingerido (32), el tiempo de tránsito (52), el pH (53, 54) y la solubilidad (55). Con respecto a los factores nutricionales que pueden afectar la absorción del magnesio se encuentran los carbohidratos complejos fermentables (56, 57), probióticos (58-60), fitatos (8, 61), oxalatos (8, 45), proteínas (32), lípidos (32, 62) y minerales (calcio (63-65), fósforo (66), zinc (67), sodio (63)). A pesar de estos estudios, el EFSA considera que son limitados y no pueden ser empleados para la determinación de los Valores Dietéticos de Referencia (*DRVs-Dietary Reference Values*)(15).

2. Ingesta de magnesio, una visión en algunos continentes

Anteriormente se ha discutido el magnesio como catión esencial en actividades biológicas, su determinación, los factores que pueden modificar su disponibilidad y estado en sujetos sanos, y la posibilidad de una hipomagnesemia latente en la población (68) ya que no existe un biomarcador fiable que pueda lo pueda discriminar. Estudios de vigilancia alimentaria muestran que el consumo promedio de magnesio en muchos países con dieta occidental está por debajo de los RDA (12).

Europa

La EFSA en el 2015 (15), obtuvo datos de encuestas dietéticas en niños y adultos de nueve países de la Unión Europea (Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda,

Italia, Lituania, Holanda, Suecia y Reino Unido). Ellos observaron que la ingesta promedio de magnesio en niños menores de 1 año era de 72 a 120 mg/día; de 1 a 3 años era de 153 a 188 mg/día; de 3 a < 10 años era de 184 a 281 mg/día; 10 a 18 años de 213 a 384 mg/día; en adultos mayores de 18 años era de 232 a 439 mg/día. Los principales proveedores fueron las leguminosas, leche y sus derivados, café, cacao, el té e infusiones.

En la actualidad no existe nuevos datos del consumo de magnesio por la EFSA. Sin embargo, este organismo ha estado trabajando en una base de datos para la Unión Europea, y existe un llamado a proyectos desde el 2017-2023 (20). Estos proyectos involucran encuestas dietéticas en niños y/o adultos de 21 países en los que se encuentran: Austria, Bélgica, Bosnia y Herzegovina, Croacia, Chipre, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Lituania, Montenegro, Holanda, Macedonia del norte, Polonia, Portugal, Rumanía, Serbia, Eslovenia y España. Por lo tanto, en algunos años se podrá tener información acerca de la ingesta en estos países europeos con protocolos estandarizados (69).

La Comisión EAT-Lancet (EAT organización de científicos y Lancet por la revista británica) es una asociación de importantes científicos y de 16 países (70). La comisión de EAT-Lancet, en el año 2019, desarrolló la dieta de referencia EAT-Lancet la cual cumple con los criterios de ser sana para las personas y sustentable para el planeta. Esta dieta es rica en frutas, vegetales, con proteínas y grasas provenientes de plantas, aceites insaturados provenientes del pescado y carbohidratos no refinados (71).

En el 2019, en Francia, usando datos del NutriNet-Santé 2009, observaron que la adherencia a esta dieta estaba relacionada con mejor adecuación de nutrientes, incluyendo el magnesio. Este no es el comportamiento de toda la población ya que los que participaron en este estudio fueron voluntarios y estaban conscientes de los buenos hábitos alimentarios (72). Sin embargo, en el estudio de NutriNet-Santé (2014-2022), observaron que el consumo de alimentos ricos en magnesio había incrementado en el transcurso del tiempo (73).

Estados Unidos

En Estados Unidos, se ha reportado que casi la mitad de su población consume menos magnesio del requerido (36, 63, 74, 75).

En la Encuesta Nacional sobre Salud y Nutrición (NHANES -*The National Health and Nutrition Examination Survey*) 2013-2016 (4), se mostró que el 48% de la población consume menos del Requerimiento Promedio Estimado (EAR - *Estimated Average Requirement*) de magnesio. Representando este una disminución del 56% en comparación con los datos de 2001-2002 (75).

En un estudio realizado en el 2020 con datos del NHANES (1999-2004), observaron que hubo una ingesta inadecuada en el 66% de los adultos (76). Además, NHANES ha reportado que niños de 0-18 años presentan alto riesgo de baja ingesta de magnesio. La ingesta de sodio en esta población excedió las recomendaciones en más de un 90% (74), lo que puede influir en la absorción de magnesio. Entre el 70-80% de los adolescentes en edades comprendidas entre 14 y 18 años presentaron inadecuación de magnesio seguido por los mayores de 71 años (74, 75). Desde el 2012 no existen estudios de balance reportados (77).

Latinoamérica

La revisión reporta pocos estudios sobre la ingesta de magnesio en Latinoamérica. Sin embargo, un estudio multicéntrico, el Estudio Latinoamericano de nutrición y Salud (ELANS (78), se desarrolló durante el 2014-2015, en 8 países de Latinoamérica (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, y Venezuela). Este estudio evaluó el consumo de alimentos en población urbana y reportaron que entre los alimentos más consumidos se encontraban las carnes rojas (73%). Solo el 7,2% de los participantes logró cubrir las recomendaciones de ingesta para frutas y vegetales reportándose baja ingesta de alimentos ricos en magnesio (78). En este sentido Kovalskys, *et al.* (78) reportaron que los grupos: legumbres y granos; las semillas y nueces; y los granos integrales no cubrían los requerimientos mínimos de ingesta, representando un 13,1%, 3,3% y 2,4% respectivamente.

Monge-Rojas *et al.*, en el 2023 (68), usando datos de ELANS, observaron que el magnesio presentaba una prevalencia de ingesta

inadecuada (80,5%) siendo en mujeres 126 mg/día y en hombres 120 mg/día, siendo predominante en aquellos participantes con niveles bajos de educación. Aun cuando no se cuenta con datos del estado de magnesio en esta población, se puede inferir que existe un riesgo alto de hipomagnesemia.

3. Recomendaciones de Ingesta en varios continentes y en Venezuela

A nivel Mundial

La FAO/WHO (14), establecieron los requerimientos de vitaminas y minerales en el 2004 (Tabla 1). Estas estimaciones se derivan de la necesidad de proveer recomendaciones provisionales ya que las anteriores son consideradas como excesivas. Ellos realizaron una investigación exhaustiva aportando evidencias de ingesta diarias de niños y adultos de diferentes países del mundo (China, Finlandia, India, Reino Unido, Estados Unidos y Francia). Desde el 2004 no existen datos actualizados por la FAO/WHO. A partir del 2019 hay un llamado para expertos para actualizar las recomendaciones (79).

Europa

En el 2005 la EFSA (15), fue solicitada para estudiar y completar los DRV de 1993 para la población Europea. En el 2010 el panel sentó las bases para esta tarea en un dictamen inaugural publicado en 2010 en el cual se discutían los principios generales para obtener los DRV y se publicaron opiniones científicas sobre macro y micronutrientes (20). El EFSA estimó los Requerimientos Promedio (AR-Average Requirements) de 2014-2017 (18) y estudiaron la ingesta dietética de niños y adultos de 13 estudios de ingesta pertenecientes a nueve países de Europa (Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Lituania, Holanda, Suecia y Reino Unido) (15). El panel concluyó que los AR y las Referencias de Ingesta de la Población (PRI-Population Reference Intake) para el magnesio no pueden ser derivadas, y apoyó la Ingesta Adecuada (AI-Adequate Intake), basado en el promedio de ingesta de magnesio observados (Tabla 1) (15). En el 2017 se realizó un nuevo

reporte y actualizaron algunos micronutrientes en el 2019 (20). En el caso del magnesio, los AI no varían con respecto a las AI establecidos en el 2015 (15). Los AI de la EFSA representan los datos más actualizados correspondientes a los AR de magnesio.

Un término ampliamente usado en la unión europea son los Valores de Referencia de Nutrientes (NRV-Nutrient Reference Values) semejante a los DRI. Estos son empleados para evaluar la adecuación en grupos de población. Expertos en el área se reunieron para establecer un enfoque más armonizado entre los diferentes países con el fin de determinar los NRV (18), sin embargo, no establecieron nuevos NRV (80).

En este sentido Allen et al. (18), quienes también participaron en estas discusiones, proponen unos NRV estandarizados para los AR (basados en AI) y la Nivel de Ingesta Máximo Tolerable (UL - Tolerable Upper Level Intake). La estandarización de los valores de AR de magnesio (Mg H-ARs- Harmonized Magnesium) fueron estimados con base a los datos del IOM (quien reporta (EAR, obtenido de estudios de balance) (13). Los UL del magnesio fueron tomados de los datos del EFSA ya que son los más recientes (20) (Tabla 2).

Muchos otros países han fijado sus DRI o NRV según las recomendaciones de los expertos IOM, WHO/OMS, EFSA. En la actualidad no existen nuevos estudios de balance que permitan actualizar esos valores. Sin embargo, en su lugar se han estimado AI. Ejemplo de esto son los países nórdicos (77), que estimaron sus AI y AR, basados en valores provenientes del EFSA (81) (Tabla 3). Lo mismo ocurre con los NRV de Australia y Nueva Zelanda (82) donde en el 2017 mantienen los mismos valores fijados por IOM en 1997 (13) (Tabla 3,4). Sin embargo, países como Francia, a través del Organismo Nacional de Seguridad Alimentaria Sanitaria (Anses-L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) (83), reportó sus propios AI ya que no puede estimar RDA debido a la insuficiencia de estudios.

Norteamérica

Los DRI, usados comúnmente en Estados Unidos y Canadá incluye los EAR y los RDA (84). Los EAR, es un término usado en nutrición para estimar la ingesta promedio de magnesio para alcanzar los requerimientos de un 50% de la población sana en un grupo específico (85, 86). Los RDA son derivados de los EAR y estiman la ingesta promedio de magnesio

Tabla 1. Referencias Dietéticas de Referencia (DRI-Dietary Reference Intake), FAO/WHO y ESFA

	FAO/WHO 2004	EFSA	ESFA
	RNI	Average intake	AI
0-6 meses			
7-12 meses	54 mg/día, 6mg/kg		80 mg/día
< 1 año		72-120 mg/d o 9,2-12,7 mg/kg peso corporal por día	
1-2 años			
1-3 años	60 mg/día, 5,5 mg/kg	153-188 mg/d, 12,7-15,8 mg/kg peso corporal por día	170 mg/día
4-6 años	76 mg/día, 4,0 mg/kg		230 mg/día
7-9 años	100 mg/día, 4,0 mg/kg		
7-10 años			250 mg/día mujeres, 300 mg/día hombres
3-10 años		184-281 mg/d o 7,6-13,0 mg/kg peso corporal por día	
11-14 años			250 mg/día mujeres, 300 mg/día hombres
14-18 años			
15-17 años			250 mg/día mujeres, 300 mg/día hombres
10-18 años	220 mg/día, 4,5 mg/kg mujeres; 230 mg/día, 3,5 mg/kg hombres	213-384 mg/día, 4,2-7,7 mg/kg peso corporal por día	
> o = 18 años		232-439 mg/día, 3,4-5,3 mg/kg peso corporal por día	
18-24 años			300 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres
> 25 años			300 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres
19-65 años	220 mg/día, 4,0 mg/kg mujeres; 260 mg/día, 4,0 mg/kg hombres		
> 65 años	190 mg/día, 3,5 mg/kg mujeres; 224 mg/día, 3,5 mg/kg hombres		
>70 años			
Embarazo	Igual a Mujeres no embarazadas		Igual a Mujeres no embarazadas
Mujeres en lactancia	50mg/día		Igual a Mujeres no embarazadas
UL			250 mg/día

Tomado de: FAO/WHO 2004 (17) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA- The European Food Safety Authority), 2015/2019 (69, 106). Abreviaciones:

Ingesta de Nutrientes Recomendada (RNI-Recommended Nutrient Intake; Ingesta Adecuada (AI-Adequate Intake).

para alcanzar los requerimientos de un 97-98% de la población sana (13, 17, 85, 86). Otros términos usados en nutrición comprenden: el AI y el UL. Los AI están basados en aproximaciones observadas o experimentales de la ingesta dietética en un grupo de personas o el nivel de ingesta asumido que asegura la adecuación nutricional cuando existe poca evidencia poblacional que permita establecer los RDA. El UL es

la ingesta máxima diaria del nutriente en el cual no causa efectos adversos a la salud en casi todos los individuos de una población (85, 86).

Los EAR se originaron en Estados Unidos a través de un estudio poblacional realizado en 1984 (87), la cual incluía sujetos de 20 a

Tabla 2. Propuesta de Estandarización de las Referencias Dietéticas de Referencia (*H-AR-Harmonized Average Requirement*), Allen *et al.* 2020

Allen, Lindsay H	
H-AR	
1-3 años	65 mg/día
4-6 años	110 mg/día
7-10 años	110 mg/día
11-14 años	200 mg/día
15-17 años	300 mg/día mujeres, 340 mg/día hombres
18-24 años	255 mg/día mujeres, 330 mg/día hombres
25-50 años	265 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres
51-70 años	265 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres
>70 años	265 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres
Embarazo	
<18 años	335 mg/día
19-30 años	290 mg/día
31-50 años	300 mg/día
Mujeres en lactancia	
<18 años	300 mg/día
19-30 años	255 mg/día
31-50 años	265 mg/día
UL	
1-3 años	250 mg/día
4-8 años	2510mg/día
> 9 años	250 mg/día
Embarazo UL	
14-50 años	250 mg/día
Lactancia UL	
14-50 años	250 mg/día

Tomado de: Allen, *et al.*, 2020 (18). Abreviaciones: Requerimiento Promedio Estandarizado (*H-AR, Harmonized-Average Requirement*); Nivel de Ingesta Máximo Tolerable (*UL - Tolerable Upper Level Intake*).

53 años, concluyendo que la ingesta de magnesio en mujeres y hombres era de 234 mg y 323 mg respectivamente.

IOM publicó en 1997 los DRI para el magnesio (13) (Tabla 4). Los cuales estaban basados en estudios de balance. Sin embargo, algunos de estos estudios no

cubrían los requisitos para ser considerados trabajos de investigación válidos (84). En la actualidad IOM, se ha incorporado a otra organización y se ha renombrado NASEM. Ninguna actualización de esta organización ha sido reportada (88).

Los EAR del magnesio son dependientes del peso corporal, se obtienen de la multiplicación de la ingesta promedio de magnesio por el peso (17). Este peso promedio empleado para el cálculo es fijado por el comité de expertos del DRI con base al peso corporal registrado para esa época (17).

Debido al papel importante del magnesio en el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas, muchos esfuerzos se han realizado para establecer y actualizar los DRI. Varios de estos estudios se han basado en evidencias matemáticas y teóricas analizando los estudios de balance antiguos, otros países han propuesto usar los AI o continuar con los datos fijados por la IOM, WHO, EFSA.

En Estados Unidos tres estudios proponen visiones contradictorias en cuanto a la actualización de los DRI.

Uno de estos estudios es el publicado en el 2006 por Hunt y Johnson (19). Ellos utilizaron los estudios de balance de magnesio de 27 estudios metabólicos controlados conducidos por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos en 1994. Mediante modelos estadísticos, estimaron que el balance de magnesio neutro se encontraba con una ingesta de 165 mg/día, independientemente de la edad o género. Esto representa una reducción de los EAR de 35 a 48% en mujeres y de 50 a 53% en hombres.

Forrest Nielsen (84) en 2016, tomando en cuenta los estudios Hunt y Johnson en 2006 (19), indicó que si 98% es el máximo nivel para fijar el RDA concluye que este debe fijarse en 250 mg/día, considerando otras pérdidas (el balance neutro de magnesio se estima en 238 mg/día).

Tabla 3. Referencias Dietéticas de Referencia (DRI-Dietary Reference Intake) en Países Nórdicos, Anses, Australia y Nueva Zelanda

	Países Nórdicos	Anses	Australia y Nueva Zelanda	
	AI y AR	AI	AI	
0-6 months		25 mg/día	30 mg/día	
7-12 meses		80 mg/día	75 mg/día	
1-2 años			EAR	RDI
1-3 años		180 mg/día	65 mg/día	80 mg/día
4-6 años		210 mg/día		
7-10 años		240 mg/día		
4-8 años			110 mg/día	130 mg/día
9-13 años			200 mg/día	240 mg/día
10-12 años		265 mg/día		
14-18 años			300mg/día mujeres, 340 mg/día hombres	360mg/día mujeres, 410 mg/día hombres
16-17 años		225 mg/día mujeres, 295 mg/día hombres		
> o = 18 años	AI 300 mg/día mujeres, 350 mg/día hombres, Provisional AR 240 mg/día mujeres, 280 mg/día hombres	300 mg/día mujeres, 380 mg/día hombres		
19-30 años			255mg/día mujeres, 330 mg/día hombres	310mg/día mujeres, 400 mg/día hombres
31-50 años			265mg/día mujeres, 350 mg/día hombres	320mg/día mujeres, 420 mg/día hombres
51-70 años			265mg/día mujeres, 350 mg/día hombres	320mg/día mujeres, 420 mg/día hombres
>70 años			265mg/día mujeres, 350 mg/día hombres	320mg/día mujeres, 420 mg/día hombres
Embarazo		300 mg/día		
14-18 años			335 mg/día	400 mg/día
19-30 años			290 mg/día	350 mg/día
31-50 años			300 mg/día	360 mg/día
Mujeres en lactancia	300 mg/día			
14-18 años			300 mg/día	360 mg/día
19-30 años			255 mg/día	310 mg/día
31-50 años			265 mg/día	320 mg/día
UL	250 mg/día			
1-3 años			65 mg/día	
4-8 años			110 mg/día	
> 9 años			350 mg/día	

Tomado de: Recomendaciones de Nutrición Nórdicas (NNR-Nordic Nutrient Recommendations) (81); Organismo Nacional de Seguridad Alimentaria Sanitaria (Anses-L'Agence nationale de sécurité)(83); Consejo Nacional de Salud e Investigación Médica (NHMRC-National Health and Medical Research Council) (82).

Abreviaciones: Ingesta Adecuada (AI-Adequate Intake); Requerimientos Promedio (AR-Average Requirement); Requerimiento Promedio Estimado (EAR - Estimated Average Requirement); Aporte Dietético Recomendado, (RDA - Recommended Dietary Allowances); UL, (del inglés, Nivel Máximo Tolerable).

En el 2021 Rosanoff (17), basado en la necesidad de disminuir las enfermedades crónico-degenerativas, propuso una actualización de los DRI. Usando los mismos estudios de balance de 1997, información derivada del estudio de Hunt y Johnson 2006 y peso corporal actual de la población norteamericana (2011-2014) (19). En este estudio ellos estiman los DRI de la población norteamericana usando un 30% de CV, lo que resultó en un incremento del 25,25% para las mujeres and 16,8% para los hombres del DRI publicado en 1997.

Esto debe ser considerado con precaución ya que el empleo de un peso corporal mayor puede traducirse en incremento de calorías. En general, la ingesta de magnesio está asociada con la ingesta de calorías, excepto cuando la energía es proporcionada mayormente por alcohol, azúcares y aceites refinados (43).

En este sentido, DiNicolantonio, *et al.*, (44), sostienen que la suplementación de magnesio es una alternativa para proveer de beneficios en la salud. Recomiendan una suplementación de 300 mg magnesio para incrementar significativamente las concentraciones de magnesio sérico y prevenir enfermedades crónico-degenerativas.

Latinoamérica

Estudios epidemiológicos en América Latina sobre el magnesio son escasos esto debe estar atribuido a los altos costos que representan esos estudios, y probablemente a la baja prioridad que este mineral puede representar con respecto a otros minerales que tienen programas de fortificación. Con respecto a las recomendaciones de este mineral en Latinoamérica, ha sido difícil encontrar información en las plataformas de base de datos antes mencionadas. Es posible que las recomendaciones para este mineral sean derivadas de las bases de IOM (13), FAO/WHO (14) ya que son los organismos centrales que han sido empleados en el mundo para establecer los DRI.

En Brasil, Guimares *et al.*, en el 2023, (89)

usando una regresión lineal, evaluaron los DRI de magnesio en niños de 7 a 11 años de acuerdo con el gasto energético. Ellos observaron que, en niños tanto de sexo masculino como femenino, la ingesta energética predijo la ingesta de magnesio y que la regresión lineal de energía puede obtener una referencia para la ingesta de magnesio en niños. En este estudio, ellos estimaron los RDI individualizado, y encontraron que este valor se encontraba alrededor de 151,962 mg/ día en niñas y 270 mg/día en niños.

Situación en Venezuela

Ingesta y estado de Magnesio

En un estudio realizado entre el 2014-2016 por Landaeta-Jiménez *et al.*, (90) evaluaron la adquisición de alimentos en la población venezolana y según línea de pobreza, considerando Caracas y otras ciudades de pequeño y mediano tamaño, no especificadas en el artículo. Los autores observaron que entre los alimentos adquiridos semanalmente en los hogares destacan por el mayor porcentaje los hidratos de carbono seguido de las hortalizas y tubérculos (6,9% y 52% respectivamente). Las leguminosas se encuentran en el rubro de alimentos con el menor porcentaje de adquisición (14,0%). Conocido este último rubro, además de las legumbres, por ser uno de los principales proveedores de magnesio. En este estudio no reflejan la adquisición de otras fuentes de magnesio como son las semillas en general, nueces y cacao.

En el ELANS 2014-2015 (78), observaron que de las 9218 evaluadas en los diferentes países latinoamericanos, 1132 personas pertenecían a Venezuela con edades comprendidas entre 15 a 65 años estratificados por edad y género. En cuanto a los grupos de alimentos, los autores observaron un consumo de frutas (26,2 g/día), vegetales (72,4 g/día), leguminosas/granos (25,8 g/día), semillas/nueces (0,3 g/día), cereales integrales (9,5 g/día), inferiores a los observado en otros países de Latinoamérica evaluados. Este consumo no se relacionaba con el estado socioeconómico, ni con la edad o el sexo.

En cuanto a la prevalencia del consumo óptimo de los diez mayores grupos de alimentos ellos observaron que los alimentos con mayor contenido de magnesio como las frutas, vegetales, leguminosas/granos, nueces/semillas y cereales integrales presentaron una baja prevalencia de consumo óptimo. Siendo la mayor cantidad la aportada por el rubro de

leguminosas/granos con un 7,7% de prevalencia de consumo óptimo para satisfacer los requerimientos mínimos para disminuir el riesgo relativo a presentar enfermedades crónico-degenerativas (78).

Según la Encuesta de Consumo de Alimentos (ENCA) (91) del año 2016 se observa que los cereales (29,4%) seguido de las leguminosas (5,7%) y hortalizas (5,2%) son el grupo de alimentos consumidos con mayor contenido en magnesio. Sin embargo, al realizar el análisis exhaustivo de cada rubro se observa un alto consumo de cereales refinados, y, en el caso de las hortalizas, un bajo consumo de vegetales de hojas verdes, lo que se traduce en alimentos de bajo contenido en magnesio. Se conoce que los frutos secos tienen alto contenido de este mineral, sin embargo, en la dieta del venezolano estas solo representan un 0,004% del total de alimentos consumidos (92).

El consumo de alimentos altamente refinados y/o procesados aunados a una baja ingesta de legumbres de hojas verdes y frutos secos, se traduce en un bajo aporte de magnesio en la dieta. En la ENCA 2013 (92), se observa que el porcentaje de adecuación para este mineral en la población total se encuentra por debajo de 40%, lo que puede resultar en una deficiencia de magnesio. Datos de este micronutriente no son reportados en el ENCA 2016 (91). Macías-Tomei, *et al.*, en el 2013 (93), reportan que el aporte total de magnesio de los alimentos presentó un incremento de 5% desde entre el 2003 y el 2010 (179 mg/persona/día).

Considerando que las recomendaciones de ingesta en una población adulta son 320 mg/día en las mujeres y 420 mg/día en los hombres, esto representa un 55,93% y 42,62% del requerimiento de magnesio para mujeres y hombres respectivamente. Esto podría relacionarse con un estado deficiente de magnesio en la población venezolana ya que, estudios han reportado una relación entre una baja ingesta de magnesio y la hipomagnesemia (6).

Con respecto al consumo de magnesio en niños lactantes, pocos estudios han evaluado la concentración de magnesio en la leche materna en Venezuela, en un estudio realizado por Carías, *et al*, 1997 (94), observó que la concentración de magnesio en leche materna en mujeres venezolanas se encontraba en 25 mcg/ml durante el primer mes y alrededor de 30 mcg/ml entre los 3 y 6 meses.

La presente revisión muestra que pocos estudios han evaluado el estado del magnesio en sujetos sanos en Venezuela. Un estudio realizado en el 2009 por Acosta García, *et al.* (95), realizado en preescolares, escolares y adolescentes en el estado Carabobo, Valencia, evaluó la concentración de magnesio en suero observando una media de $1,87 \pm 0,24$ mg/dl sin diferencia por sexo. El 71,5% de los niños evaluados se encontraba dentro del rango de 1,5-2 mg/dl y solo un 2,6% en el rango de 1-1,5 mg/dl.

Por otro lado, otro estudio realizado en una zona urbana del Estado Bolívar, demostró normomagnesemia en una población adulta, siendo mayores en hombres que en mujeres (96) (datos de ingesta de magnesio no fueron recolectados).

Recomendaciones de Ingesta

En Venezuela en el año 2000, se tomaron como valores de referencia para el magnesio los DRI estimados para la población norteamericana en el año 1997 (IOM) (16) (Tabla 5). Estos valores aún no han sido actualizados por el Instituto Nacional de Nutrición, sin embargo, una versión preliminar está publicada en su página web (97). Un grupo de autores Macías-Tomei, *et al.*, en el 2013 (93), en su revisión sobre los valores de referencia de calcio, vitamina D, fósforo, magnesio y flúor para la población venezolana argumentan no haber cambios en su estimación debido a la carencia de estudios y recomiendan mantener las mismas recomendaciones publicadas por el INN en el año 2000.

Discusión

El magnesio es un catión esencial, necesario para mantener las funciones de las células y órganos, la actividad de numerosas enzimas y por ende las actividades metabólicas (3, 7, 98, 99). Hoy en día se conoce la existencia de una relación entre la deficiencia de magnesio y el desarrollo de enfermedades crónicas-degenerativas (28, 29, 41, 100), así como otras de índole neurológico (73, 76, 101, 102).

La ingesta de magnesio ha disminuido debido a muchos factores en donde el tipo de dieta juega un papel fundamental (43, 44, 46). De allí surge la hipótesis de la presencia de una hipomagnesemia latente en la población, pero debido a la carencia de biomarcadores específicos pueden existir falsos negativos (7, 74, 84). Hasta que no exista un método fácil, rápido, y sensible para medir el estado de magnesio no se podrían estimar las necesidades de este mineral de manera apropiada. Revisiones sistemáticas y estudios matemáticos han sido clave para actualizar estos datos, sin embargo, existen divergencias en cuanto a los DRI o NRV para el magnesio existen (17, 18, 89, 103). Por lo que es necesario realizar estudios empíricos epidemiológicos que evalúen el estado del magnesio en la población que nos permitan establecer un ajuste y actualizar los DRI o NRV.

En este sentido, algunas instituciones como la NASEM (88), FAO/WHO (14, 79) y el EFSA (20) están solicitando nuevos proyectos para hacer estudios epidemiológicos y lograr actualizar los requerimientos. Sin embargo, fijar nuevas referencias es desafiante, no solo porque el magnesio carece de un buen biomarcador que sea práctico, sensible y económico, sino que también se requieren de rigurosos protocolos de seguimiento de consumo estandarizados que permitan ser comparables entre varios estudios y países. Los altos costos, la alta inversión en personal calificado, la experiencia en el área que implican estos estudios también son un desafío (18).

Otro factor importante es el de la globalización de los DRI o NRV (18, 104), en este sentido las diferentes organizaciones dirigen sus estudios para actualizar estos datos, es de vital importancia recordar que se deben considerar la antropología, composición corporal, costumbres y culturas las cuales pueden afectar los requerimientos y la biodisponibilidad del mineral.

Los países en Latinoamérica deben orientarse hacia esta dirección, realizando estudios que permita estimar estos

requerimientos en función de características como ambiente, cultura, tradición y composición corporal. En el caso de Venezuela, los DRI para el magnesio están fijados según IOM 1997 (13, 16, 93). La ausencia de estudios de balance de magnesio en la población dificulta estimar los RDA, sin embargo, los AI podrían ser una alternativa.

Por otro lado, países como Francia, que no cuentan con estudios de balance actualizados han adoptado para su población la AI (83). Para la determinación de AI, es necesario disponer de un conjunto de datos de la estimación de ingesta del nutriente por grupo de personas aparentemente sanas a los cuales se suma un adecuado estado nutricional (105). Este último incluye, entre otros, crecimiento normal, mantenimiento de valores normales del mineral en el plasma.

La necesidad de establecer valores como la ingesta adecuada (AI) para la población de Latinoamérica y/o Venezuela no es descartable, se requiere de la integración de recursos humanos e inversión, hacia esa dirección se debe encaminar el ajuste de los DRI del magnesio considerando las condiciones de la población.

Conclusiones

Las evidencias actuales sobre el magnesio como catión esencial han sido ampliamente estudiadas. Investigadores siguen apostando a encontrar un buen indicador para establecer un diagnóstico certero sobre el estado del magnesio en la población. Debido al bajo consumo de magnesio, es posible un estado de hipomagnesemia latente.

Hoy día se confirma la existencia de la relación entre estado de magnesio y desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas, lo que conlleva a la necesidad de crear DRI estandarizados que permitan evaluar la realidad de la población. Por los momentos países norteamericanos y europeos están realizando esfuerzos para actualizar los DRI del magnesio, otros han apostado solo por los AI.

Según la revisión realizada, los estudios con respecto al estado de magnesio o DRI de magnesio en Latinoamérica y Venezuela son escasos. ELANS ha mostrado interesantes resultados, con respecto a algunos países de Latinoamérica, lo que en futuro podría permitir establecer AI. Se requiere inversión

de recursos humanos y capital para establecer y actualizar con datos propios los DRI. Hacia esa dirección deben conducirse los esfuerzos para contar con datos actualizados de minerales en Latinoamérica.

Agradecimientos

LJR responsable de la planificación, revisión y redacción del artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias

- Rondon LJ, Marcano E, Rodriguez F, del Castillo JR. Blood pressure, magnesium and other mineral balance in two rat models of salt-sensitive, induced hypertension: effects of a non-peptide angiotensin II receptor type 1 antagonist. *Magnes Res.* 2014;27(3):113-30. <http://doi.org/10.1684/mrh.2014.0368>
- Fatima G, Dzapina A, H BA, Magomedova A, Siddiqui Z, Mehdi A, et al. Magnesium Matters: A Comprehensive Review of Its Vital Role in Health and Diseases. *Cureus.* 2024;16(10):e71392. <http://doi.org/10.7759/cureus.71392>
- de Baaij JH, Hoenderop JG, Bindels RJ. Magnesium in man: implications for health and disease. *Physiol Rev.* 2015;95(1):1-46. <http://doi.org/10.1152/physrev.00012.2014>
- Workinger JL, Doyle RP, Bortz J. Challenges in the Diagnosis of Magnesium Status. *Nutrients.* 2018;10(9). <http://doi.org/10.3390/nu10091202>
- Wanli G, Hussain N, Zongsuo L, Dongfeng Y. Magnesium deficiency in plants: An urgent problem. *The Crop Journal* 2016;4(2):83-91. <http://doi.org/10.1016>
- Fiorentini D, Cappadone C, Farruggia G, Prata C. Magnesium: Biochemistry, Nutrition, Detection, and Social Impact of Diseases Linked to Its Deficiency. *Nutrients.* 2021;13(4). <http://doi.org/10.3390/nu13041136>
- Rondón LJ, Rayssiguier Y, Nowacki W, Mazur A. Métodos para la determinación del estado del magnesio en humanos. *Acta bioquím clín latinoam.* 2014;48(3):319-28. 0325-2957
- Rosanoff A. Changing crop magnesium concentrations: impact on human health. *Plant Soil.* 2013;368:139-53. <http://doi.org/10.1007/s11104-012-1471-5>
- Razzaque MS. Magnesium: Are We Consuming Enough?. *Nutrients.* 2018;10(12). <http://doi.org/10.3390/nu10121863>
- Konrad M, Weber S. Recent advances in molecular genetics of hereditary magnesium-losing disorders. *J Am Soc Nephrol.* 2003;14(1):249-60. <http://doi.org/10.1097/01.asn.0000049161.60740.ce>
- Reddy MB, Love M. The impact of food processing on the nutritional quality of vitamins and minerals. *Adv Exp Med Biol.* 1999;459:99-106. http://doi.org/10.1007/978-1-4615-4853-9_7
- Schimatschek HF, Rempis R. Prevalence of hypomagnesemia in an unselected German population of 16,000 individuals. *Magnes Res.* 2001;14(4).
- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health. Washington (DC)1997.
- WHO/FAO (World Health Organization/Food and Agriculture Organization of the United Nations). Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Bangkok, Thailand, 21-30 September. 2004:341.
- European Food Safety Authority (EFSA). Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for magnesium. *EFSA J.* 2015;13 (7):4186. <http://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4186>
- Instituto Nacional de Nutrición. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Serie Cuadernos Azules. 2000;Publicación No 53.
- Rosanoff A. Perspective: US Adult Magnesium Requirements Need Updating: Impacts of Rising Body Weights and Data-Derived Variance. *Adv Nutr.* 2021;12(2):298-304. <http://doi.org/10.1093/advances/nmaa140>
- Allen LH, Carriquiry AL, Murphy SP. Perspective: Proposed Harmonized Nutrient Reference Values for Populations. *Adv Nutr.* 2020;11(3):469-83. <http://doi.org/10.1093/advances/nmz096>
- Hunt CD, Johnson LK. Magnesium requirements: new estimations for men and women by cross-sectional statistical analyses of metabolic magnesium balance data. *Am J Clin Nutr.* 2006;84(4):843-52. <http://doi.org/10.1093/ajcn/84.4.843>
- European Food Safety Authority (EFSA). Dietary reference values for nutrients. [Internet] Summary report EFSA Supporting Publication; 2017.
- Revisión sistemática: Diferencias: Revisión Sistemática, Revisión Narrativa y Scoping Review [Internet]. Available from: <https://biblioguias.unav.edu/revisionessistematicas/diferenciastipologiarevisiones>.
- Pardal-Refoyo JL. Los artículos de revisión. Orientaciones para los autores y revisores. *Rev ORL* 2024;14(3). <http://doi.org/10.14201/orl.31646>
- Umscheid CA. A Primer on Performing Systematic Reviews and Meta-analyses. *Clin Infect Dis.* 2013;57(5):725-34. <http://doi.org/10.1093/cid/cit333>
- Wild L. El magnesio y los minerales de tu cuerpo son absolutamente esenciales. *Anales de la Universidad Central del Ecuador.* 2020;1(378):403-21.
- Matsuda-Lennikov M, Biancalana M, Zou J, Ravell JC, Zheng L, Kanelloupolou C, et al. Magnesium transporter 1 (MAGT1) deficiency causes selective

- defects in N-linked glycosylation and expression of immune-response genes. *J Biol Chem.* 2019;294(37):13638-56. <http://doi.org/10.1074/jbc.RA119.008903>
26. Romani AM. Magnesium homeostasis in Mammalian cells. *Met Ions Life Sci.* 2013;12:69-118. http://doi.org/10.1007/978-94-007-5561-1_4
27. Romani AM, Scarpa A. Regulation of cellular magnesium. *Front Biosci.* 2000;5:D720-34. <http://doi.org/10.2741/romani>
28. Laurant P, Touyz RM. Physiological and pathophysiological role of magnesium in the cardiovascular system: implications in hypertension. *J Hypertens.* 2000;18(9):1177-91. <http://doi.org/10.1097/00004872-200018090-00003>
29. Banjanin N, Belojevic G. Relationship of dietary magnesium intake and serum magnesium with hypertension: a review. *Magnes Res.* 2021;34(4):166-71. <http://doi.org/10.1684/mrh.2021.0492>
30. Choudhary R, Bodakhe SH. Magnesium taurate prevents cataractogenesis via restoration of lenticular oxidative damage and ATPase function in cadmium chloride-induced hypertensive experimental animals. *Biomed Pharmacother.* 2016;84:836-44. <http://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.10.012>
31. Kirkland AE, Sarlo GL, Holton KF. The Role of Magnesium in Neurological Disorders. *Nutrients.* 2018;10(6). <http://doi.org/10.3390/nu10060730>
32. Schuchardt JP, Hahn A. Intestinal Absorption and Factors Influencing Bioavailability of Magnesium-An Update. *Curr Nutr Food Sci.* 2017;13(4):260-78. <http://doi.org/10.2174/1573401313666170427162740>
33. Funato Y, Miki H. Molecular function and biological importance of CNNM family Mg²⁺ transporters. *J Biochem.* 2019;165(3):219-25. <http://doi.org/10.1093/jb/mvy095>
34. de Baaij JHF. Magnesium reabsorption in the kidney. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2023;324(3):F227-F44. <http://doi.org/10.1152/ajprenal.00298.2022>
35. Rosanoff A, Dai Q, Shapses SA. Essential Nutrient Interactions: Does Low or Suboptimal Magnesium Status Interact with Vitamin D and/or Calcium Status?. *Adv Nutr.* 2016;7(1):25-43. <http://doi.org/10.3945/an.115.008631>
36. Elin RJ. Assessment of magnesium status for diagnosis and therapy. *Magnes Res.* 2010;23(4):S194-8. <http://doi.org/10.1684/mrh.2010.0213>
37. Witkowski M, Hubert J, Mazur A. Methods of assessment of magnesium status in humans: a systematic review. *Magnes Res.* 2011;24(4):163-80. <http://doi.org/10.1684/mrh.2011.0292>
38. Woźniak A, Wawrzyniak A, Jeznach-Steinhagen A. Hair as a biomarker to evaluate the intake of iron, magnesium and zinc in children. *J Elem* 2018;24(2):727-38. <http://doi.org/10.5601/jelem.2018.23.4.1708>
39. Ochi A, Ishimura E, Tsujimoto Y, Kakiya R, Tabata T, Mori K, et al. Hair magnesium, but not serum magnesium, is associated with left ventricular wall thickness in hemodialysis patients. *Circ J.* 2013;77(12):3029-36. <http://doi.org/10.1253/circj.cj-13-0347>
40. He K. Trace Elements in Nails as Biomarkers in Clinical Research. *Eur J Clin Invest* 2011;41(1):98-102. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2362.2010.02373.x>
41. Zhang J, Wang H, Wang Z, Zhang J, Zhang B. Association between Toenail Magnesium and Type 2 Diabetes in Chinese Adults. *Nutrients.* 2017;9(8):811. <http://doi.org/10.3390/nu9080811>
42. Arnaud MJ. Update on the assessment of magnesium status. *Br J Nutr.* 2008;99 Suppl 3:S24-36. <http://doi.org/10.1017/S000711450800682X>
43. Tarleton EK. Factors influencing magnesium consumption among adults in the United States. *Nutr Rev.* 2018;76(7):526-38. <http://doi.org/10.1093/nutrit/nuy002>
44. DiNicolantonio JJ, O'Keefe JH, Wilson W. Subclinical magnesium deficiency: a principal driver of cardiovascular disease and a public health crisis. *Open Heart.* 2018;5(1):e000668. <http://doi.org/10.1136/openhrt-2017-000668>
45. Cazzola R, Della Porta M, Manoni M, Iotti S, Pinotti L, Maier JA. Going to the roots of reduced magnesium dietary intake: A tradeoff between climate changes and sources. *Heliyon.* 2020;6(11):e05390. <http://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05390>
46. O'Neil CE, Nicklas TA, Fulgoni VL, 3rd. Tree nut consumption is associated with better nutrient adequacy and diet quality in adults: National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2010. *Nutrients.* 2015;7(1):595-607. <http://doi.org/10.3390/nu7010595>
47. Fawcett WJ, Haxby EJ, Male DA. Magnesium: physiology and pharmacology. *Br J Anaesth.* 1999;83(2):302-20. <http://doi.org/10.1093/bja/83.2.302>
48. U.S Department of Agriculture (USDA). National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. *Nutrients: Magnesium, Mg (mg).* 2015.
49. Bertinato J, Taylor J. Mineral concentrations in bottled water products: implications for Canadians' mineral intakes. *Can J Diet Pract Res.* 2013;74(1):46-50. <http://doi.org/10.3148/74.1.2013.46>
50. Franken GAC, Adella A, Bindels RJM, de Baaij JHF. Mechanisms coupling sodium and magnesium reabsorption in the distal convoluted tubule of the kidney. *Acta Physiol (Oxf).* 2021;231(2):e13528. <http://doi.org/10.1111/apha.13528>
51. Efrati E, Arsentiev-Rozenfeld J, Zelikovic I. The human paracellin-1 gene (hPCLN-1): renal epithelial cell-specific expression and regulation. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2005;288(2):F272-83. <http://doi.org/10.1152/ajprenal.00021.2004>
52. Sabatier M, Pont F, Arnaud MJ, Turnlund JR. A compartmental model of magnesium metabolism in healthy men based on two stable isotope tracers. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2003;285(3):R656-63. <http://doi.org/10.1152/ajpregu.00749.2002>
53. Chamniansawat S, Suksridechacin N, Thongon N. Current opinion on the regulation of small intestinal magnesium absorption. *World J Gastroenterol.* 2023;29(2):332-42. <http://doi.org/10.3748/wjg.v29.i2.332>
54. Yamamura R, Inoue KY, Nishino K, Yamasaki S. Intestinal

- and fecal pH in human health. *Front Microbiomes*. 2023;1-12. <http://doi.org/10.3389/frmbi.2023.1192316>
55. Hardwick LL, Jones MR, Brautbar N, Lee DB. Magnesium absorption: mechanisms and the influence of vitamin D, calcium and phosphate. *J Nutr*. 1991;121(1):13-23. <http://doi.org/10.1093/jn/121.1.13>
56. Costa G, Vasconcelos Q, Abreu G, Albuquerque A, Vilarejo J, Aragao G. Changes in nutrient absorption in children and adolescents caused by fructans, especially fructooligosaccharides and inulin. *Arch Pediatr*. 2020;27(3):166-9. <http://doi.org/10.1016/j.arcped.2020.01.004>
57. Legette LL, Lee W, Martin BR, Story JA, Campbell JK, Weaver CM. Prebiotics enhance magnesium absorption and inulin-based fibers exert chronic effects on calcium utilization in a postmenopausal rodent model. *J Food Sci*. 2012;77(4):H88-94. <http://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02612.x>
58. Donaldson GP, Lee SM, Mazmanian SK. Gut biogeography of the bacterial microbiota. *Nat Rev Microbiol*. 2016;14(1):20-32. <http://doi.org/10.1038/nrmicro3552>
59. Winther G, Pyndt Jorgensen BM, Elfving B, Nielsen DS, Kihl P, Lund S, et al. Dietary magnesium deficiency alters gut microbiota and leads to depressive-like behaviour. *Acta Neuropsychiatr*. 2015;27(3):168-76. <http://doi.org/10.1017/neu.2015.7>
60. Williams NT. Probiotics. *Am J Health Syst Pharm*. 2010;67(6):449-58. <http://doi.org/10.2146/ajhp090168>
61. Shikh EV, Makhova AA, Dorogun OB, Elizarova EV. [The role of phytates in human nutrition]. *Vopr Pitan*. 2023;92(4):20-8. <http://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-4-20-28>
62. Vaquero M, Sarriá B. Long-chain fatty acid supplemented infant formula does not influence calcium and magnesium bioavailability in weanling rats. *J Sci Food Agric*. 2005. <http://doi.org/10.1002/jsfa.2119>
63. Palacios C, Wigertz K, Braun M, Martin BR, McCabe GP, McCabe L, et al. Magnesium retention from metabolic-balance studies in female adolescents: impact of race, dietary salt, and calcium. *Am J Clin Nutr*. 2013;97(5):1014-9. <http://doi.org/10.3945/ajcn.112.039867>
64. Rosanoff A. Rising Ca:Mg intake ratio from food in USA Adults: a concern? *Magnes Res*. 2010;23(4):S181-93. <http://doi.org/10.1684/mrh.2010.0221>
65. Moore-Schiltz L, Albert JM, Singer ME, Swain J, Nock NL. Dietary intake of calcium and magnesium and the metabolic syndrome in the National Health and Nutrition Examination (NHANES) 2001-2010 data. *Br J Nutr*. 2015;114(6):924-35. <http://doi.org/10.1017/S0007114515002482>
66. Bunce GE, Sauberlich HE, Reeves PG, Oba TS. Dietary Phosphorus and Magnesium Deficiency in the Rat. *J Nutr*. 1965;86:406-13. <http://doi.org/10.1093/jn/86.4.406>
67. Spencer H, Norris C, Williams D. Inhibitory effects of zinc on magnesium balance and magnesium absorption in man. *J Am Coll Nutr*. 1994;13(5):479-84. <http://doi.org/10.1080/07315724.1994.10718438>
68. Monge-Rojas R, Vargas-Quesada R, Previdelli AN, Kovalskys I, Herrera-Cuenca M, Cortes LY, et al. A Landscape of Micronutrient Dietary Intake by 15- to 65-Years-Old Urban Population in 8 Latin American Countries: Results From the Latin American Study of Health and Nutrition. *Food Nutr Bull*. 2023;3795721231215267. <http://doi.org/10.1177/03795721231215267>
69. European Food Safety Authority. EU Menu external scientific reports. Virtual Issues First published: 25 March 2019. Last updated: 4 June 2024. *EFSA Journal*
70. The EAT-Lancet Commission on Food, Planet, Health. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*. 2019.
71. Hirvonen K, Bai Y, Headey D, Masters WA. Affordability of the EAT-Lancet reference diet: a global analysis. *Lancet Glob Health*. 2020;8(1):e59-e66. [http://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30447-4](http://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30447-4)
72. Berthy F, Brunin J, Alles B, Reuze A, Touvier M, Hercberg S, et al. Higher adherence to the EAT-Lancet reference diet is associated with higher nutrient adequacy in the NutriNet-Santé cohort: a cross-sectional study. *Am J Clin Nutr*. 2023;117(6):1174-85. <http://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.03.029>
73. Toujgani H, Berlivet J, Berthy F, Allès B, Brunin J, Fouillet H, et al. Dietary Pattern Trajectories in French Adults of the NutriNet-Santé Cohort Over Time (2014-2022): Role of Socioeconomic Factors. *British Journal of Nutrition* 2024. <http://doi.org/10.1017/S0007114524002514>
74. Jun S, Cowan AE, Dodd KW, Tooze JA, Gahch JJ, Eicher-Miller HA, et al. Association of food insecurity with dietary intakes and nutritional biomarkers among US children, National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2011-2016. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2021;114(3):1059-69.
75. U.S. Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service. Usual Nutrient Intake from food and Beverages, by gender and age, What we eat in America. NHANES 2013-2016 2019.
76. Tarleton EK, Kennedy AG, Rose GL, Littenberg B. Relationship between Magnesium Intake and Chronic Pain in U.S. Adults. *Nutrients*. 2020;12(7). <http://doi.org/10.3390/nu12072104>
77. Henriksen C, Aaseth JO. Magnesium: a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res*. 2023;67. <http://doi.org/10.29219/fnr.v67.10314>
78. Kovalskys I, Rigotti A, Koletzko B, Fisberg M, Gomez G, Herrera-Cuenca M, et al. Latin American consumption of major food groups: Results from the ELANS study. *PLoS One*. 2019;14(12):e0225101. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0225101>
79. FAO/WHO. Call for experts for updating FAO/WHO iron, vitamin A, folate and magnesium requirements for children aged 0 – 36 months 2020 [Available from: <https://www.who.int/news-room/articles-detail/call-for-experts-for-updating-fao-who-iron-vitamin-a-folate-and-magnesium-requirements-for-children-aged-0-36-months>].
80. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division;

- Food and Nutrition Board Harmonization of Approaches to Nutrient Reference Values: Applications to Young Children and Women of Reproductive Age Washington (DC): National Academies Press (US).2018.
81. Hoyer A, Christensen JJ, Arnesen EK, Andersen R, Eneroth H, Erkkola M, et al. The Nordic Nutrition Recommendations 2022 - prioritisation of topics for de novo systematic reviews. *Food Nutr Res.* 2021;65. <http://doi.org/10.29219/fnr.v65.7828>
 82. Australian Government. National Health and Medical Research Council. Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand Executive Summary 2006. Version 1.2. Updated September 2017.
 83. Agence national de sécurité sanitaire des aliments (Anses). Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux [Internet]. Available from: <https://www.anses.fr/fr/content/les-r%C3%A9f%C3%A9rences-nutritionnelles-en-vitamines-et-min%C3%A9raux>.
 84. Nielsen FH. Guidance for the determination of status indicators and dietary requirements for magnesium. *Magnes Res.* 2016;29(4):154-60. <http://doi.org/10.1684/mrh.2016.0416>
 85. U.S. Department of Health and Human Services. National Institute of Health. Division of Program Coordination, Planning and Strategic Initiatives. Office of Dietary Supplements,.
 86. Jouanne M, Oddoux S, Noel A, Voisin-Chiret AS. Nutrient Requirements during Pregnancy and Lactation. *Nutrients.* 2021;13(2). <http://doi.org/10.3390/nu13020692>
 87. Lakshmanan FL, Rao RB, Kim WW, Kelsay JL. Magnesium intakes, balances, and blood levels of adults consuming self-selected diets. *Am J Clin Nutr.* 1984;40(6 Suppl):1380-9. <http://doi.org/10.1093/ajcn/40.6.1380>
 88. National Academy Sciences, Engineering and Medicine (NASEM). Dietary Reference Intakes Research Synthesis, Workshop Summary. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. 2007:19-34.
 89. Guimaraes R, Andrade FCD, Costa GNO, Rocha ADS, Barreto ML, Salles C. Setting references for daily intake of micronutrients: A study on magnesium. *Nutrition.* 2023;106:111903. <http://doi.org/10.1016/j.nut.2022.111903>
 90. Landaeta-Jiménez M, Herrera Cuenca M, Ramírez G, Vásquez M. La alimentación de los venezolanos. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2016. *An Venez Nutr.* 2017;30 (2):99-111.
 91. Instituto Nacional de Estadística (INE). Encuesta de Consumo de Alimentos (ENCA), Informe Resultados Preliminares Abril-Septiembre 2015. República Bolivariana de Venezuela, Ministerio del Poder Popular de Planificación, Instituto Nacional de Estadística (INE). Julio, 2016.
 92. Instituto Nacional de Estadística (INE). Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos (ENCA), Abril-Junio 2013. Boletín Informativo No 2. 2014.
 93. Macías-Tomei C, Palacios C, Mariño Elizondo M, Carías D, Noguera D, J.F. CP. Valores de referencia de calcio, vitamina D, fósforo, magnesio y flúor para la población venezolana. *ALAN* 2013;63(4).
 94. Carías D, Velázquez G, Cioccia AM, Piñero D, Inciarte H, Hevia P. Variaciones temporales en la composición y aporte de macronutrientes y minerales en leches maternas de mujeres venezolanas *Arch Latinoam Nutr.* 1997;47 (2):110-7.
 95. Acosta García E, Páez M, Barón M, Velásquez E, Solano L. Valores de referencia de calcio, magnesio y cobre en niños en edad escolar de Valencia, Venezuela. *Acta Bioquím Clín Latinoam* 2009;43(4):619-23.
 96. Caride M, Rojas de Astudillo L, González A, Peña L, Ruotolo A, Márquez I, et al. Serum levels of magnesium, iron and copper in adult population from Ciudad Bolívar, Bolívar State, Venezuela. *Saber, Universidad de Oriente, Venezuela.* 2014;26(1):25-32. ISSN: 1315-0162 / Depósito Legal pp 198702U187
 97. Instituto Nacional de Nutrición. Valores de Energía y Nutrientes para la Población Venezolana. Versión Preliminar 2015-2016.
 98. Al Alawi AM, Majoni SW, Falhammar H. Magnesium and Human Health: Perspectives and Research Directions. *Int J Endocrinol.* 2018;2018:9041694. <http://doi.org/10.1155/2018/9041694>
 99. Krose JL, de Baaij JHF. Magnesium biology. *Nephrol Dial Transplant.* 2024;39(12):1965-75. <http://doi.org/10.1093/ndt/gfael34>
 100. Wang JL, Shaw NS, Yeh HY, Kao MD. Magnesium status and association with diabetes in the Taiwanese elderly. *Asia Pac J Clin Nutr* 2005;14(3):263-9.
 101. Xue W, You J, Su Y, Wang Q. The Effect of Magnesium Deficiency on Neurological Disorders: A Narrative Review Article. *Iran J Public Health.* 2019;48(3):379-87.
 102. Tarleton EK, Kennedy AG, Rose GL, Crocker A, Littenberg B. The Association between Serum Magnesium Levels and Depression in an Adult Primary Care Population. *Nutrients.* 2019;11(7). <http://doi.org/10.3390/nu11071475>
 103. Neufingerl N, Eilander A. Nutrient Intake and Status in Adults Consuming Plant-Based Diets Compared to Meat-Eaters: A Systematic Review. *Nutrients.* 2021;14(1). <http://doi.org/10.3390/nu14010029>
 104. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM); Health and Medicine Division; Food and Nutrition Board; Committee on the Application of Global Harmonization of Methodological Approaches to Nutrient Intake Recommendations for Young Children and Women of Reproductive Age. Harmonization of Approaches to Nutrient Reference Values: Applications to Young Children and Women of Reproductive Age. Washington (DC): National Academies Press (US); 2018 Jun 11.
 105. Institute of Medicine (US) Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes; Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. DRI Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment. Washington (DC): National Academies Press (US); 2000. 5, Using the Adequate Intake for Nutrient Assessment of Groups. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222886/>.

106. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Opinion on Dietary Reference Values for magnesium. EFSA J. 2015;13(7).

Recibido: 23/12/2024
Aceptado: 24/02/2025