



Maestría en

Nutrición y Dietética con mención en Enfermedades Metabólicas, Obesidad y Diabetes

**Tesis previa a la obtención de título de:
Magíster en Nutrición y Dietética con mención en
enfermedades metabólicas, obesidad y diabetes**

AUTORA: Erika Alexandra Armas Jurado

TUTOR: Mg. Ricardo Genaro Checa Cabrera

**Relación entre el déficit de hierro, zinc y vitamina A y la
desnutrición en niños y niñas en la primera infancia:
revisión narrativa de la evidencia científica**

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Erika Alexandra Armas Jurado declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.



FIRMA AUTOR

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo Ricardo Genaro Checa Cabrera, certifico que conozco a la autora del presente trabajo de titulación “Relación entre el déficit de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en niños y niñas en la primera infancia: revisión narrativa de la evidencia científica”, de Erika Alexandra Armas Jurado, siendo la responsable exclusiva tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Validar únicamente en FirmaEC.

Firmado electrónicamente por:

RICARDO GENARO

CHECA CABRERA

.....

Mgtr. Ricardo Genaro Checa Cabrera

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, de manera especial, a mi hijo Nico, quien representa mi principal fuente de inspiración y el impulso que me motiva a crecer cada día en el ámbito personal y profesional. Su presencia ha dado un sentido profundo a cada esfuerzo realizado y me ha brindado la determinación necesaria para superar las dificultades. Aspiro a que este logro constituya para él un ejemplo de constancia y superación, y que se sienta orgulloso de mí, así como yo me siento profundamente orgullosa de ser su madre.

A mi esposo, David, por ser mi compañero incondicional durante este proceso. Su confianza en mis capacidades, su comprensión y su apoyo permanente fueron fundamentales para mantenerme firme y avanzar hasta alcanzar esta meta. Gracias por acompañarme en cada etapa y por asumir, junto a mí, los desafíos que implicó este camino.

A mis padres, Roberto y Lesly, quienes han sido pilares esenciales a lo largo de mi vida. A pesar del paso de los años, continúan acompañándome con el mismo amor, compromiso y generosidad. Su presencia, sus enseñanzas y su respaldo constante han contribuido de manera invaluable a la persona y profesional que soy.

A mi hermano, Kevin, por su amor, su apoyo y por estar presente en los momentos importantes de mi vida. Gracias por acompañarme en este camino y por celebrar conmigo cada paso que me ha permitido alcanzar esta meta.

A ustedes, que han compartido mis esfuerzos, sacrificios y anhelos, dedico este logro con profundo amor y gratitud.

Erika Alexandra Armas Jurado.

AGRADECIMIENTOS

A mi hijo Nico y a mi esposo David, por su paciencia, amor y apoyo incondicional durante este proceso. Gracias por acompañarme y asumir junto a mí los sacrificios que implicaron las jornadas de estudio de cada fin de semana. Su confianza fue fundamental para alcanzar esta meta.

A mis padres, por su amor, sus enseñanzas y su respaldo permanente. Gracias por creer en mí y acompañarme en cada etapa de mi vida.

A mis docentes de posgrado, por compartir sus conocimientos y contribuir a mi crecimiento profesional.

A mis amigas y compañeras de estudio, por el trabajo en equipo, los aprendizajes compartidos y el apoyo brindado a lo largo de este camino.

Finalmente, agradezco a todas las personas que contribuyeron, de una u otra manera, a la consecución de este importante objetivo académico.

Erika Alexandra Armas Jurado.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	2
APROBACIÓN DEL TUTOR	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
ÍNDICE GENERAL	6
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE FIGURAS	8
LISTADO DE ABREVIATURAS	9
RESUMEN	11
SUMMARY	13
1. INTRODUCCIÓN	15
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. MARCO TEÓRICO	20
3.1 Desnutrición en la primera infancia	20
3.2 Magnitud del problema	22
3.3 Micronutrientes y su importancia	26
3.4 Deficiencia de hierro	27
3.5 Deficiencia de zinc	28
3.6 Deficiencia de vitamina A	30
3.7 Relación entre micronutrientes y desnutrición	31
3.8 Factores asociados	34
3.9 Estrategias de intervención	36
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	38
5. OBJETIVOS	40
5.1 OBJETIVO GENERAL	40
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	40
6. HIPÓTESIS	40
7. METODOLOGÍA	41
7.1 Alcance y diseño de la investigación	41
7.2 Estrategia de búsqueda	41
7.3 Criterios de inclusión y exclusión	42

7.4 Palabras clave de búsqueda.....	43
7.5 Bases de datos para la búsqueda	43
7.6 Resumen tipo PRISMA (adaptado a revisión narrativa).....	44
Diagrama PRISMA.....	45
8. RESULTADOS	46
8.1 Resultados en base a los objetivos	46
9. DISCUSIÓN	63
9.1 Coexistencia de las deficiencias y mecanismos que la explican.....	63
9.2 Coincidencias y diferencias entre estudios	63
9.3 Interpretación de la evidencia sobre intervenciones	66
9.4 Aporte de la revisión y vacíos de evidencia.....	67
10. CONCLUSIONES.....	70
11. RECOMENDACIONES	74
12. BIBLIOGRAFÍA	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Bases de datos de búsqueda bibliográfica de revisión narrativa</i>	42
Tabla 2. <i>Estudios que describen la relación entre el déficit de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en la primera infancia (OE1)</i>	44
Tabla 3. <i>Estudios que identifican factores asociados al déficit de hierro, zinc y vitamina A en la primera infancia (OE2)</i>	47
Tabla 4. <i>Estudios que establecen asociaciones entre el déficit de hierro, zinc y vitamina A y los distintos tipos de malnutrición (OE3)</i>	50
Tabla 5. <i>Estudios sobre estrategias de prevención e intervención frente al déficit de hierro, zinc y vitamina A (OE4)</i>	54
Tabla 6. <i>Fases del diagrama PRISMA</i>	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama PRISMA	43
---------------------------------	----

LISTADO DE ABREVIATURAS

- AOR — Adjusted Odds Ratio (razón de momios ajustada)
- BMJ — British Medical Journal
- CEPAL — Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- DCI — Desnutrición Crónica Infantil
- DOI — Digital Object Identifier
- ENDES — Encuesta Demográfica y de Salud Familiar
- ENDI — Encuesta Nacional de Desnutrición Infantil
- GBD — Global Burden of Disease (Carga Global de Enfermedad)
- IC95% — Intervalo de Confianza al 95%
- INEC — Instituto Nacional de Estadística y Censos (Ecuador)
- INEI — Instituto Nacional de Estadística e Informática (Perú)
- LILACS — Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud
- MeSH — Medical Subject Headings
- MNP — Multiple Micronutrient Powder (polvos de micronutrientes múltiples)
- OIEA — Organismo Internacional de Energía Atómica
- OMS — Organización Mundial de la Salud
- OR — Odds Ratio (razón de momios)
- PICO — Población, Intervención, Comparación, Resultado (Outcome)
- PMC / PMCID — PubMed Central / PubMed Central Identifier
- PMID — PubMed Identifier
- PRISMA — Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
- RBP — Proteína transportadora de retinol (Retinol Binding Protein)

TRIP — Turning Research Into Practice (base de datos)

UNICEF — Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

WASH — Agua, saneamiento e higiene (Water, Sanitation and Hygiene)

WHO — World Health Organization (equivalente en inglés de OMS)

WoS — Web of Science

RESUMEN

Introducción: Las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A son frecuentes en la primera infancia y suelen coexistir con la desnutrición. Sin embargo, la literatura tiende a estudiar cada micronutriente por separado. **Objetivo:** Analizar la relación entre el déficit de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en niños y niñas en la primera infancia, a partir de la evidencia científica disponible. **Metodología:** Revisión narrativa en PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, TRIP Database, Scopus y SciELO, además de documentos técnicos de organismos internacionales y nacionales. Se incluyeron estudios en niños de 0 a 59 meses publicados en los últimos cinco años, en español o inglés, y de forma excepcional estudios clásicos o mecanísticos. La selección siguió un esquema adaptado de PRISMA y los hallazgos se sintetizaron por temas. **Resultados:** Se incluyeron 42 publicaciones. La deficiencia de hierro fue la más frecuente y afectó hasta al 64 % de los niños hospitalizados con desnutrición aguda. La deficiencia de vitamina A afectó a unos 334 millones de niños en países de ingresos bajos y medios. Los niños desnutridos tuvieron casi cuatro veces más probabilidad de deficiencia de zinc. Los tres micronutrientes interactúan en su absorción y metabolismo. Las deficiencias se asociaron con factores biológicos, alimentarios y sociales (pobreza, baja escolaridad materna, ruralidad e inseguridad alimentaria). El zinc y la vitamina A predominaron en la desnutrición, mientras que el hierro también se asoció con la sobrenutrición. La suplementación aislada tuvo efectos modestos. La vitamina A redujo la mortalidad en torno al 12 %, y los micronutrientes en polvo y los suplementos lipídicos redujeron la anemia. Las combinaciones mostraron resultados heterogéneos. **Conclusión:** Las tres deficiencias constituyen una tríada interdependiente con riesgo acumulativo. Por ello se recomiendan intervenciones integradas, focalizadas según el estado basal y articuladas con acciones

sobre los determinantes sociales. En Ecuador faltan estudios con biomarcadores de los tres micronutrientes.

Palabras clave: deficiencia de hierro; deficiencia de zinc; deficiencia de vitamina A; desnutrición infantil; primera infancia.

SUMMARY

Introduction: Iron, zinc and vitamin A deficiencies are common in early childhood and often coexist with malnutrition. However, the literature tends to study each micronutrient separately. **Objective:** To analyze the relationship between iron, zinc and vitamin A deficiency and malnutrition in early childhood, based on the available scientific evidence.

Methodology: A narrative review was conducted in PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, TRIP Database, Scopus and SciELO, together with technical documents from international and national organizations. Studies in children aged 0 to 59 months published in the last five years, in Spanish or English, were included, with classic or mechanistic studies added exceptionally. Selection followed a scheme adapted from PRISMA, and findings were synthesized thematically. **Results:** Forty-two publications were included. Iron deficiency was the most frequent and affected up to 64% of children hospitalized with acute malnutrition. Vitamin A deficiency affected about 334 million children in low- and middle-income countries. Malnourished children were almost four times more likely to have zinc deficiency. The three micronutrients interact in their absorption and metabolism. Deficiencies were associated with biological, dietary and social factors (poverty, low maternal education, rurality and food insecurity). Zinc and vitamin A deficiencies predominated in undernutrition, whereas iron deficiency was also associated with overnutrition. Single-micronutrient supplementation had modest effects. Vitamin A reduced mortality by about 12%, and micronutrient powders and lipid-based supplements reduced anemia. Combined supplementation showed heterogeneous results. **Conclusion:** The three deficiencies form an interdependent triad with cumulative risk. Integrated interventions are therefore recommended, targeted according to baseline status

and linked to actions on social determinants. In Ecuador, studies measuring biomarkers of all three micronutrients are lacking.

Keywords: iron deficiency; zinc deficiency; vitamin A deficiency; child malnutrition; early childhood.

1. INTRODUCCIÓN

La primera infancia constituye una etapa de crecimiento y desarrollo acelerado en la que las demandas nutricionales son particularmente altas. Durante este período, cualquier déficit en el aporte de macronutrientes o micronutrientes puede traducirse en alteraciones del crecimiento físico, del neurodesarrollo y de la capacidad inmunológica del infante, con efectos que en muchos casos se extienden hasta la vida adulta (Schwarzenberg and Georgieff, 2018).

La desnutrición infantil es un problema multicausal que refleja tanto la disponibilidad y calidad de la alimentación como el estado de salud general del infante. Se manifiesta en distintas formas de retraso del crecimiento, emaciación y bajo peso afectando a millones en el mundo, con una carga desproporcionada en contextos de pobreza, inseguridad alimentaria y acceso limitado a servicios de salud.

Dentro de este panorama, los micronutrientes ocupan un lugar central. Aunque se requieren en cantidades mínimas, su papel en procesos metabólicos, enzimáticos e inmunológicos son indispensables. Entre ellos, el hierro, el zinc y la vitamina A destacan por su prevalencia de deficiencia a nivel global y por su estrecha vinculación con los indicadores de desnutrición infantil (Stevens et al, 2022). Particularmente estos micronutrientes tienen roles fundamentales en:

- El hierro es esencial para el transporte de oxígeno y la función celular; su deficiencia se asocia con anemia y afecta el desarrollo cognitivo y motor.
- El zinc interviene en la síntesis de proteínas, la división celular y la respuesta inmunitaria; su carencia compromete el crecimiento lineal y la resistencia a infecciones.

- La vitamina A cumple funciones clave en la visión, la integridad epitelial y la inmunidad; su deficiencia incrementa la morbimortalidad infantil, particularmente frente a enfermedades infecciosas.

La coexistencia de estas deficiencias no es infrecuente, dado que comparten determinantes comunes principalmente una alimentación poco diversificada y pueden interactuar entre sí, potenciando el deterioro del estado nutricional de los infantes (Tam et al., 2020). A su vez, factores sociales, económicos, culturales y de acceso a servicios de salud modulan tanto la aparición de estas deficiencias como su impacto sobre la desnutrición evidenciando el impacto de los determinantes sociales sobre la salud.

Frente a esta problemática, se han implementado diversas estrategias de intervención suplementación, fortificación de alimentos y educación nutricional cuya efectividad y alcance continúan siendo objeto de estudio y debate.

En Ecuador, la desnutrición infantil y las deficiencias de micronutrientes constituyen un problema de salud pública documentado en la literatura nacional. Moncayo et al. (2021) señalan que en el país coexisten problemas de desnutrición, sobrepeso y obesidad junto con deficiencias de hierro, zinc y vitamina A, lo que evidencia la complejidad del panorama nutricional infantil ecuatoriano. De manera similar, Mejía Cocha y Galarraga (2023), en una revisión sistemática sobre desnutrición en menores de 5 años durante el periodo 2017-2021, confirman que esta condición continúa afectando de forma significativa a la niñez ecuatoriana, con variaciones importantes según la región geográfica y el contexto socioeconómico. Sin embargo, estos trabajos se centran en describir la magnitud y la distribución del problema o abordan las deficiencias de micronutrientes de forma aislada. No integran en un mismo análisis los mecanismos por los cuales la triada hierro-zinc-vitamina A contribuyen a la desnutrición, las interacciones

entre estas deficiencias ni la evidencia sobre la efectividad de las intervenciones disponibles, que, como se señaló siguen siendo objeto de debate.

A ello se suma que la evidencia sobre este tema es heterogénea y está dispersa entre estudios fisiopatológicos, epidemiológicos y de intervención, con diseños, poblaciones y contextos diversos, lo que dificulta su síntesis cuantitativa. Una revisión narrativa permite integrar estos distintos tipos de evidencia en un marco comprensivo. Este marco sería útil tanto para el personal de salud como para los tomadores de decisiones que diseñan e implementan programas de nutrición infantil en el país.

Por ello, esta revisión plantea la siguiente pregunta: ¿qué evidencia existe sobre la relación entre las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en la primera infancia, en cuanto a sus mecanismos fisiopatológicos, factores asociados y estrategias de intervención? En consecuencia, la presente revisión narrativa tiene como objetivo analizar de manera integrada la relación entre las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en la primera infancia, abordando los mecanismos fisiopatológicos, la evidencia científica disponible, los factores asociados y las principales estrategias de intervención descritas en la literatura.

2. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se fundamenta en la persistencia de la desnutrición infantil como un problema prioritario de salud pública que afecta especialmente a la primera infancia en contextos de vulnerabilidad social y económica. Aunque se han logrado avances mediante políticas públicas y programas nutricionales, las deficiencias de micronutrientes como hierro, zinc y vitamina A mantienen una prevalencia importante, lo que evidencia limitaciones en las intervenciones actuales y representa un desafío continuo para los sistemas de salud.

Desde el enfoque científico, este estudio adquiere relevancia al analizar la evidencia disponible sobre la relación entre dichas deficiencias de micronutrientes y la desnutrición infantil, lo que permite comprender con mayor profundidad los mecanismos involucrados y su impacto en el estado nutricional durante una etapa crítica del desarrollo. Asimismo, contribuye a la identificación de factores asociados que pueden influir en la continuidad de esta problemática.

En cuanto a su pertinencia social, el estudio aborda una situación que incide directamente en la salud, el crecimiento y el desarrollo integral de la población infantil, por lo que la generación de evidencia actualizada resulta fundamental para fortalecer la toma de decisiones en el ámbito de la salud pública y orientar acciones dirigidas a poblaciones en situación de mayor riesgo.

Desde la perspectiva práctica, los resultados pueden servir como base para el fortalecimiento de estrategias de intervención nutricional, incluyendo programas de suplementación, fortificación de alimentos y educación alimentaria, orientados a la prevención y reducción de la desnutrición en la primera infancia. En este sentido, la

investigación no solo aporta conocimiento, sino que también ofrece insumos aplicables en la planificación y ejecución de políticas y programas.

Finalmente, en el ámbito metodológico, el desarrollo de una revisión narrativa permite sistematizar y analizar críticamente la literatura científica reciente, facilitando la identificación de tendencias, vacíos de conocimiento y áreas prioritarias de investigación teniendo en cuenta las propias limitaciones del diseño de estudio.

De esta manera, este trabajo contribuye al fortalecimiento del conocimiento teórico en nutrición infantil y al desarrollo de futuras investigaciones bajo un enfoque integral.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Desnutrición en la primera infancia

Contexto

La primera infancia constituye una etapa de crecimiento y desarrollo acelerado en la que las demandas nutricionales son particularmente altas. Durante este período, cualquier déficit en el aporte de macronutrientes o micronutrientes puede traducirse en alteraciones del crecimiento físico, del neurodesarrollo y de la capacidad inmunológica del niño, con efectos que en muchos casos se extienden hasta la vida adulta.

La desnutrición infantil es un problema multicausal que refleja tanto la disponibilidad y calidad de la alimentación como el estado de salud general del niño. Se manifiesta en distintas formas retraso del crecimiento, emaciación y bajo peso y continúa afectando a millones de niños en el mundo, con una carga desproporcionada en contextos de pobreza, inseguridad alimentaria y acceso limitado a servicios de salud (Victora et al., 2021).

Dentro de este panorama, los micronutrientes ocupan un lugar central. Aunque se requieren en cantidades mínimas, su papel en procesos metabólicos, enzimáticos e inmunológicos es indispensable. Entre ellos, el hierro, el zinc y la vitamina A destacan por su prevalencia de deficiencia a nivel global y por su estrecha vinculación con los indicadores de desnutrición infantil (Liu et al., 2025).

- El hierro es esencial para el transporte de oxígeno y la función celular; su deficiencia se asocia con anemia y afecta el desarrollo cognitivo y motor.
- El zinc interviene en la síntesis de proteínas, la división celular y la respuesta inmunitaria; su carencia compromete el crecimiento lineal y la resistencia a infecciones.

- La vitamina A cumple funciones clave en la visión, la integridad epitelial y la inmunidad; su deficiencia incrementa la morbimortalidad infantil, particularmente frente a enfermedades infecciosas.

La coexistencia de estas deficiencias no es infrecuente, dado que comparten determinantes comunes principalmente una alimentación poco diversificada y pueden interactuar entre sí, potenciando el deterioro del estado nutricional del niño. A su vez, factores sociales, económicos, culturales y de acceso a servicios de salud modulan tanto la aparición de estas deficiencias como su impacto sobre la desnutrición.

Frente a esta problemática, se han implementado diversas estrategias de intervención suplementación, fortificación de alimentos y educación nutricional cuya efectividad y alcance continúan siendo objeto de estudio y debate. En este contexto, la presente revisión narrativa se propone explorar de manera integrada la relación entre las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en la primera infancia, abordando los mecanismos fisiopatológicos, la evidencia científica disponible, los factores asociados y las principales estrategias de intervención descritas en la literatura

Concepto

La desnutrición forma parte de un concepto más amplio conocido como malnutrición, que engloba las carencias, los excesos y los desequilibrios en la ingesta de energía o nutrientes (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2024). Dentro de este espectro, la desnutrición corresponde específicamente a los déficits nutricionales y se manifiesta a través de indicadores antropométricos que reflejan un aporte insuficiente de energía, proteínas o micronutrientes en relación con las necesidades del niño. En la primera infancia, esta condición adquiere especial relevancia debido a que coincide con una etapa de crecimiento acelerado y alta vulnerabilidad fisiológica, en la que cualquier

déficit nutricional puede comprometer el desarrollo físico y cognitivo de manera duradera.

Clasificación

La desnutrición se clasifica en cuatro formas principales, que pueden presentarse de manera aislada o combinada en un mismo niño (OMS, 2024):

- Emaciación: insuficiencia de peso en relación con la talla, generalmente asociada a una pérdida de peso reciente y aguda, por ingesta alimentaria inadecuada o procesos infecciosos. Constituye la forma con mayor riesgo inmediato de mortalidad, aunque es tratable.
- Retraso del crecimiento (talla baja para la edad): resulta de una desnutrición crónica o recurrente, vinculada a condiciones socioeconómicas desfavorables, deficiencias en la salud y nutrición materna, enfermedades repetidas o prácticas de alimentación inadecuadas.
- Insuficiencia ponderal: bajo peso para la edad, que puede coexistir con emaciación, retraso del crecimiento, o ambos.
- Malnutrición por carencias de micronutrientes: déficit de vitaminas y minerales esenciales para procesos enzimáticos, hormonales y metabólicos necesarios para el crecimiento.

3.2 Magnitud del problema

Situación global

La desnutrición infantil continúa siendo un problema de salud pública de gran magnitud a nivel mundial. Se estima que, en 2022, alrededor de 149 millones de menores de 5 años presentaban retraso del crecimiento, cifra que refleja la persistencia de

condiciones estructurales de pobreza, inseguridad alimentaria y acceso limitado a servicios de salud en numerosas regiones del mundo (OMS, 2024). Asimismo, casi la mitad de las defunciones en menores de 5 años están relacionadas con la desnutrición, con una carga concentrada principalmente en países de ingresos bajos y medianos (OMS, 2024).

Situación en la región de las Américas

A nivel regional se aprecian marcadas disparidades en las cifras de desnutrición. El gráfico 2 muestra que países como Argentina, Brasil, Chile y Jamaica registran una prevalencia de desnutrición global inferior al 2,5%, mientras que en Guatemala, Guyana y Haití esta cifra supera el 10% de la niñez. La desnutrición crónica, por su parte, afecta a la mayoría de los países de la región (67%) y a alrededor del 10% de su población, lo que se traduce en más de 7 millones de la población infantil con esta condición.

Estas diferencias entre países también se replican dentro de cada territorio nacional. En Perú, por ejemplo, la brecha entre regiones es considerable: mientras Huancavelica presentaba una prevalencia de desnutrición crónica cercana al 55%, en Tacna esta apenas llegaba al 3% (Martínez y Palma, 2014). Datos más recientes, provenientes de la Encuesta de Demografía y Salud Familiar de 2016, confirman esta tendencia: Tacna mantenía una prevalencia baja (2,3%), frente al 33,4% registrado en Huancavelica (INEI, 2016). Un patrón similar se observa en Ecuador, donde para ese mismo año la provincia de Chimborazo presentaba la mayor prevalencia de retraso en talla para la edad (52,6%), mientras que El Oro mostraba la cifra más baja del país (15,2%) (Martínez y Palma, 2014).

Un elemento adicional y central es la inequidad que enfrenta la población infantil indígena en materia de seguridad alimentaria y nutricional. Según el Panorama Social

2016, este grupo es el más afectado por dicha desigualdad: hacia 2010, en siete países de la región la desnutrición crónica en menores de 5 años indígenas duplicaba, e incluso superaba, la registrada en la población infantil no indígena, con valores que oscilaban entre 22,3% en Colombia y 58% en Guatemala. Además, estas brechas étnicas se amplían todavía más al considerar la desnutrición crónica severa (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2017).

A pesar de este panorama desigual, los progresos alcanzados en las últimas décadas son evidentes desde 1990, la región ha logrado reducir en promedio un 40% la prevalencia de desnutrición crónica. Destacan especialmente México, Perú y República Dominicana, países que redujeron sus tasas en más de un 60%, partiendo de niveles iniciales de 40,1%, 37,3% y 21,2%, respectivamente. En contraste, Guatemala continúa siendo el país con mayor prevalencia de desnutrición crónica de la región, superior al 46,5%, lo que equivale a aproximadamente 900.000 afectados. A pesar de estos avances, aún se requieren esfuerzos sostenidos para cumplir con la meta de erradicar el hambre y todas las formas de malnutrición para 2030, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En este sentido, Argentina y Guyana enfrentan un reto particular, ya que sus cifras disponibles muestran un incremento en la prevalencia de desnutrición entre los períodos comparados.

El contexto de Ecuador

Ecuador, el cuarto país de Latinoamérica con la más alta prevalencia de Desnutrición Crónica Infantil (DCI). Según el Global Nutrition Report 2020, a nivel mundial la desnutrición crónica afecta a 149.0 millones (21.9%) de niños menores de 5 años. En la región, los promedios de prevalencia de DCI son alarmantes y sobrepasan los valores a nivel global, Ecuador ocupa el cuarto lugar, siendo superado por Honduras, Haití y Guatemala.

La Desnutrición Crónica Infantil constituye una de las principales causas de mortalidad en la niñez, además de generar consecuencias duraderas para la salud y el bienestar de la población. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Desnutrición Infantil (ENDI 2023), esta condición afecta al 20,1% de los infantes menores de dos años en Ecuador, con una marcada diferencia según el nivel socioeconómico: 23,7% en hogares en situación de pobreza frente a 15,1% en hogares no pobres (INEC, 2023).

Estas disparidades reflejan las desigualdades socioeconómicas que caracterizan al país, las cuales se traducen en un acceso desigual a una nutrición adecuada. La población más afectada es aquella que reside en zonas rurales, donde las limitaciones en la disponibilidad de alimentos de calidad y de agua segura son más pronunciadas.

En esta línea, el 36,7% de infantes menores de 5 años consume agua contaminada con la bacteria *Escherichia coli*. Asimismo, la Desnutrición Crónica Infantil se vincula con la falta de lactancia materna exclusiva durante los primeros seis meses de vida práctica que a nivel nacional solo alcanza el 51,2% así como con deficiencias en las prácticas de higiene y en la preparación de alimentos, entre otros factores (INEC, 2023).

Al analizar el indicador de forma desagregada, la ENDI evidencia una distribución heterogénea de la Desnutrición Crónica Infantil en el territorio, identificándose a Chimborazo, Bolívar, Santa Elena, Tungurahua y Pastaza como las provincias con las prevalencias más altas.

Consecuencias

Las consecuencias de la desnutrición en la primera infancia son múltiples y, en muchos casos, irreversibles. En el plano inmediato, los niños con emaciación moderada o grave presentan un riesgo considerablemente mayor de enfermar y morir (OMS, 2024). A mediano y largo plazo, el retraso del crecimiento limita el desarrollo pleno del potencial

físico y cognitivo del niño, con repercusiones que pueden extenderse hasta la vida adulta en términos de rendimiento escolar, capacidad productiva y salud general. Además, la desnutrición incrementa los costos de atención en salud, reduce la productividad económica y contribuye a perpetuar el ciclo de pobreza y mala salud.

3.3 Micronutrientes y su importancia

Definición

Los micronutrientes son sustancias vitaminas y minerales que el organismo requiere en cantidades muy pequeñas, pero indispensables para el funcionamiento fisiológico normal. A diferencia de los macronutrientes, no proporcionan calorías, sino que actúan como cofactores y componentes esenciales en la producción de enzimas, hormonas y otras sustancias necesarias para el crecimiento y el mantenimiento de la salud (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019).

Clasificación

Los micronutrientes se clasifican en dos grandes grupos:

- Vitaminas: liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (vitamina C y complejo B).
- Minerales: macrominerales (calcio, fósforo, magnesio) y microminerales u oligoelementos (hierro, zinc, yodo, selenio, cobre, entre otros).

La OMS identifica al hierro, la vitamina A y el yodo como los micronutrientes de mayor relevancia para la salud pública mundial, dado el impacto de sus carencias sobre la salud y el desarrollo poblacional, particularmente en niños y mujeres embarazadas de países de ingresos bajos (OMS, 2019).

Funciones

- Función enzimática y metabólica: cofactores de enzimas del metabolismo energético.
- Función inmunológica: fundamentales para la respuesta inmune y la resistencia a infecciones.
- Crecimiento y desarrollo: intervienen en la división celular y la síntesis de proteínas estructurales.
- Transporte y almacenamiento de oxígeno: función particular del hierro en la síntesis de hemoglobina.
- Función sensorial y epitelial: relevante en la vitamina A, para la visión y la integridad de tejidos.

3.4 Deficiencia de hierro

Concepto

La deficiencia de hierro es la carencia nutricional más prevalente a nivel mundial y constituye la principal causa de anemia. El hierro es un elemento esencial con funciones importantes como el transporte de oxígeno, la síntesis del ADN y el metabolismo muscular, y su carencia es la principal causa de la deficiencia nutricional más prevalente en todo el mundo (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020).

Funciones

- Transporte y almacenamiento de oxígeno, como componente de la hemoglobina y la mioglobina.
- Síntesis de ADN y metabolismo celular necesario para el crecimiento.
- Metabolismo muscular y energético, como cofactor enzimático.
- Desarrollo cerebral, en procesos de mielinización y neurotransmisores.

Consecuencias

La carencia de hierro en menores de dos años puede tener efectos considerables e irreversibles en el desarrollo cerebral, con repercusiones negativas en el aprendizaje y el rendimiento escolar en etapas posteriores de la vida (OMS, 2020). A nivel mundial, la carencia de hierro afecta a 614 millones de mujeres y 280 millones de niños, y la anemia por deficiencia de hierro afecta al 33% de las mujeres no embarazadas, al 40% de las embarazadas y al 42% de los niños (OMS, 2020).

Relación con desnutrición

La deficiencia de hierro y la desnutrición mantienen una relación bidireccional. Una alimentación complementaria inadecuada constituye tanto un factor de riesgo para la anemia ferropénica como para la desnutrición crónica, mientras que las infecciones frecuentes en niños desnutridos agravan las pérdidas de hierro y dificultan su absorción, retroalimentando el ciclo de deterioro nutricional.

3.5 Deficiencia de zinc

Concepto

La deficiencia de zinc se define como una disminución de las reservas corporales de este oligoelemento por debajo de los niveles necesarios para mantener sus múltiples funciones biológicas. A diferencia del hierro, el zinc no se almacena en grandes depósitos corporales, por lo que su déficit puede instaurarse con relativa rapidez (Krebs et al., 2013).

Funciones

- Función inmunológica: incluso una deficiencia leve de zinc puede reducir la función inmunitaria (Wessels et al., 2017).

- Crecimiento y división celular: cofactor de enzimas de síntesis de ADN y proteínas.
- Función sensorial: contribuye a la agudeza gustativa.
- Cicatrización e integridad epitelial: favorece la reparación de tejidos.

Consecuencias

La OMS estima que aproximadamente 800 000 muertes al año están relacionadas con la deficiencia de zinc, y más del 50% de ellas corresponden a infantes menores de 5 años (Caulfield & Black, 2004). Sin embargo, estudios más recientes basados en Global Burden Diseases (GBD) 2019 reducen la cifra a unas 2.800–29.000 muertes, debido al ajuste por cambios metodológicos importantes (Stevens et al., 2022). Un informe de la OMS señala que esta deficiencia puede ser responsable de hasta el 13% de las infecciones respiratorias bajas en menores de 5 años (WHO, 2009). La deficiencia de zinc implica retraso del crecimiento e incremento de la morbilidad por diarrea y neumonía, principalmente durante los dos primeros años de vida (Caulfield & Black, 2004); en bebés y niños causa diarrea, retraso en el crecimiento y falta de apetito (National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements [ODS], 2024). En términos de magnitud, un estudio de Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) reporta una prevalencia de déficit de zinc del 30% en niños menores de 5 años (USAC, 2012), y se estima que al menos el 56% de los infantes menores de cinco años padecen deficiencia de hierro, zinc o vitamina A (Stevens et al., 2022).

Relación con desnutrición

El zinc es indispensable para los procesos de división celular y síntesis proteica que sustentan el crecimiento lineal, por lo que su carencia contribuye directamente al retraso del crecimiento. Además, compromete la integridad de la mucosa intestinal y la

función inmunológica, favoreciendo episodios más frecuentes de diarrea que aumentan las pérdidas de zinc y agravan el deterioro nutricional, ciclo reforzado por la enteropatía ambiental, una condición inflamatoria intestinal crónica que coexiste y se exacerba mutuamente con la deficiencia de zinc (Lindenmayer et al., 2014).

3.6 Deficiencia de vitamina A

Concepto

La deficiencia de vitamina A se define como una disminución de las reservas hepáticas de retinol, consideradas el patrón de referencia del estado de vitamina A, por debajo de los niveles necesarios para mantener sus funciones biológicas (Tanumihardjo et al., 2016). Su prevalencia es mayor en el África subsahariana y el sur de Asia, donde predominan dietas con bajo aporte de alimentos de origen animal y de frutas y verduras ricas en betacaroteno (Stevens et al., 2015).

Funciones

- Función visual: formación de pigmentos visuales de la retina.
- Integridad epitelial: mantiene la salud de la conjuntiva, la córnea y mucosas.
- Función inmunológica: participa en la respuesta inmune frente a infecciones.

Consecuencias

Según la OMS, entre 1995 y 2005 alrededor de 190 millones de niños en edad preescolar (33 %) presentaban deficiencia de vitamina A en los países en riesgo, y 5,2 millones padecían ceguera nocturna, la manifestación más temprana de la xeroftalmia (WHO, 2009). Estimaciones más recientes muestran que la prevalencia en niños de 6 a 59 meses de países de ingresos bajos y medios descendió del 39 % en 1991 al 29 % en 2013, con las cifras más altas en África subsahariana y Asia meridional (Stevens et al.,

2015). Esta condición se manifiesta en etapas progresivas: ceguera crepuscular (hemeralopia), xerosis conjuntival, mancha de Bitot y, en su etapa terminal, queratomalacia, que conduce a la perforación del globo ocular y la ceguera irreversible. Se estima que entre 250 000 y 500 000 niños con deficiencia de vitamina A quedan ciegos cada año, y la mitad de ellos muere dentro de los 12 meses posteriores a la pérdida de la vista (WHO, s.f.). Más allá del compromiso ocular, la deficiencia de vitamina A aumenta la mortalidad infantil por infecciones debido a la inmunodeficiencia asociada. En 2013 se le atribuyeron unas 105 700 muertes por diarrea y sarampión en menores de 5 años de países de ingresos bajos y medios, el 1,7 % de la mortalidad en ese grupo (Stevens et al., 2015).

Relación con desnutrición

La xeroftalmia afecta sobre todo a niños pequeños desnutridos, lo cual refleja que ambas condiciones comparten determinantes comunes. La cicatrización corneal debida a la deficiencia de vitamina A puede ir acompañada de desnutrición proteico-energética grave, diarrea o infección respiratoria y la coincidencia con infecciones como el sarampión, que agotan las reservas de vitamina A, agrava el riesgo tanto de xeroftalmia como del deterioro nutricional general del niño (Sommer, 1983).

3.7 Relación entre micronutrientes y desnutrición

Mecanismos

Las causas frecuentes de deficiencia de micronutrientes y desnutrición en los países en vías de desarrollo incluyen prácticas de alimentación inadecuadas como la falta de promoción de la lactancia materna exclusiva y la introducción temprana o tardía de alimentos complementarios y dietas insuficientes en cantidad o calidad (OMS, 2023). Estas deficiencias suelen aparecer en conjunto, y su prevalencia varía según las distintas

regiones y poblaciones (Ríos Gallardo et al., 2023). Investigaciones con técnicas de isótopos estables han permitido establecer cuánto hierro y zinc se absorbe de determinadas comidas, y en qué medida la provitamina A de origen vegetal se convierte en vitamina A activa una vez en el organismo, evidenciando que la biodisponibilidad conjunta de estos micronutrientes depende de la composición de la dieta (Kennedy et al, 2003). A esto se suma un círculo vicioso entre infección, desnutrición y deficiencia: las infecciones frecuentes reducen la absorción y aumentan las pérdidas de micronutrientes, mientras que su carencia compromete la respuesta inmunológica, aumentando la susceptibilidad a nuevas infecciones.

Mecanismos fisiopatológicos de la interacción entre las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición

La coexistencia de las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A en la primera infancia responde, en primer lugar, a un origen dietario común. Las dietas basadas en cereales y leguminosas sin refinar, con escaso aporte de alimentos de origen animal, son pobres en vitamina A preformada y ricas en fitatos. Estos compuestos forman complejos insolubles con los minerales divalentes y reducen de forma marcada la absorción de hierro y zinc (Gibson et al., 2010).

Una vez establecidas, estas deficiencias interactúan entre sí. La deficiencia de vitamina A altera la movilización del hierro: aumenta la expresión hepática de hepcidina y reduce la de eritropoyetina, de modo que el hierro queda retenido en el hígado y el bazo y no llega a la médula ósea. El resultado es una anemia por redistribución del hierro y no por su carencia absoluta (da Cunha et al., 2014). A su vez, el zinc es necesario para la síntesis hepática de la proteína transportadora de retinol (RBP) y para la conversión de retinol a retinal. Por ello, su deficiencia produce retinol plasmático bajo aun con reservas

hepáticas conservadas (Christian y West, 1998). Por su parte, el hierro y el zinc muestran una relación ambivalente: el zinc modula la absorción intestinal de hierro a través del DMT1 y la ferroportina (Kondaiah et al., 2019), pero su administración conjunta en dosis altas puede generar competencia en la absorción. El ensayo de Muñoz et al. (2000) en preescolares mexicanos respalda esta red de interacciones: la suplementación con hierro y zinc mejoró los indicadores de vitamina A.

La relación con la desnutrición es bidireccional. Por un lado, la desnutrición proteico-energética limita la síntesis hepática de proteínas transportadoras como la RBP y la transferrina, lo que impide movilizar los micronutrientes, aunque existan reservas. Además, la enteropatía ambiental, caracterizada por atrofia de vellosidades e inflamación intestinal crónica, reduce su absorción. Las infecciones recurrentes, especialmente la diarrea, aumentan las pérdidas de zinc y vitamina A y desvían los nutrientes hacia la respuesta inflamatoria (Jones et al., 2014). Por otro lado, las deficiencias perpetúan la desnutrición. La carencia de zinc reduce la concentración de IGF-1 y la respuesta de los tejidos a este factor, lo que compromete el crecimiento lineal (Ninh et al., 1998). También provoca atrofia tímica y deteriora la barrera intestinal, lo que favorece nuevas infecciones y agrava la malabsorción (Lindenmayer et al., 2014; Rytter et al., 2014).

En conjunto, estos mecanismos configuran un ciclo que se autoperpetúa, cuyo nodo central es la inflamación. La inflamación actúa como mecanismo patogénico y también como factor que confunde la medición, porque altera los biomarcadores de hierro y vitamina A: eleva la ferritina y reduce el retinol y la RBP. Por ello se recomienda ajustar estos valores según marcadores de inflamación como la PCR y la AGP (Suchdev et al., 2016).

Evidencia científica

Se estima que al menos el 56% de los infantes menores de cinco años padecen deficiencia de hierro, zinc o vitamina A (Stevens et al., 2022). En México, 1 de cada 3 niños preescolares y 1 de cada 4 escolares sufren al menos una carencia de micronutrientes, siendo las de mayor prevalencia las de hierro, zinc y vitaminas A, B12 y D (Ríos Gallardo et al., 2023). Un estudio en niños tailandeses encontró que más del 50% presentaba una ingesta insuficiente de calcio, hierro, zinc, vitamina A y vitamina C (Rojroongwasinkul, N, et al., 2013), lo que ilustra cómo la coexistencia de deficiencias se documenta en contextos geográficos y socioeconómicos diversos. Estas carencias están asociadas al 10% de todas las muertes de niños y provocan, en conjunto, deterioro físico, cognitivo y del desarrollo, mayor susceptibilidad a infecciones y disminución de la productividad en etapas posteriores de la vida.

3.8 Factores asociados

UNICEF agrupa los factores asociados a la desnutrición infantil en básicos (sistemas políticos, económicos, socioculturales y religiosos), subyacentes (ingesta de micronutrientes, patrones alimentarios, antecedentes materno-infantiles y acceso al agua, saneamiento y servicios sanitarios) e inmediatos (alimentación y morbilidades) (UNICEF, 1990).

Sociales

La evidencia reciente destaca la baja escolaridad materna como el predictor de riesgo más consistente de la desnutrición infantil, junto con la carencia de servicios de agua y saneamiento (WASH) como motor de enfermedades recurrentes (Pastuña Ullco, et al., 2026). Un estudio del consorcio SEANUTS en niños tailandeses de 6 meses a 12

años encontró que más del 50% presentaba una ingesta insuficiente de calcio, hierro, zinc, vitamina A y vitamina C (Rojroongwasinkul, N, et al., 2013).

A ello se suman la pobreza, la desigualdad, los conflictos armados y las crisis humanitarias, que afectan gravemente los sistemas de salud y educación e interrumpen el suministro de alimentos, agravando de forma extrema la situación nutricional infantil (Tufiño Bejarano, 2025).

Alimentarios

El consumo de alimentos saludables y los comportamientos alimentarios constituyen factores fundamentales en la prevención y manejo de la desnutrición infantil; la frecuencia, cantidad y diversidad de alimentos consumidos determinan en gran medida el estado nutricional de los niños. La inflación alimentaria limita, además, la capacidad de las familias para acceder a dietas saludables (Guale-Yulan & Llivisaca-Villazhañay, 2025).

Acceso a salud

La desnutrición infantil es causada por múltiples factores, entre ellos la falta de acceso a alimentos, condiciones socioeconómicas precarias, prácticas alimentarias inadecuadas, carencia de agua potable, atención médica deficiente y bajos niveles educativos de los cuidadores. La carencia de servicios de agua y saneamiento actúa como motor de enfermedades recurrentes que agravan el deterioro nutricional (FAO, s.f), y la carencia de alimentos junto con el acceso limitado a una atención médica digna son factores determinantes que inciden en la prevalencia de la desnutrición infantil (Tufiño Bejarano, 2025).

3.9 Estrategias de intervención

La OMS colabora con los Estados Miembros para prevenir las deficiencias de micronutrientes mediante programas que incluyen suplementos de hierro y ácido fólico, suplementos de vitamina A de alta dosis, la promoción de la lactancia materna y la fortificación de alimentos (OMS, 2019).

Suplementación

Consiste en la administración directa de micronutrientes a poblaciones de riesgo. En Perú, por ejemplo, se estableció la entrega universal de micronutrientes en polvo para niños desde los 6 meses de vida, dado que estas intervenciones se consideran costo-efectivas y han sido incentivadas por la OMS y UNICEF (Francke, 2020).

Fortificación

Consiste en añadir micronutrientes a alimentos de consumo habitual, de modo que la población los reciba sin necesidad de cambiar sus patrones de alimentación; esta estrategia resulta atractiva porque el sistema de mercado entrega el nutriente sin requerir cambios de conducta ni grandes inversiones logísticas. Ejemplos documentados incluyen la yodación de la sal y la fortificación de la harina de trigo con hierro y ácido fólico, que han contribuido a reducir la deficiencia de yodo y las tasas de anemia y defectos del tubo neural (OMS, s.f.).

Educación nutricional

Busca modificar prácticas de alimentación y cuidado a nivel familiar y comunitario. Muchas deficiencias de micronutrientes son prevenibles a través de la educación nutricional y el consumo de una dieta saludable y diversa (OMS, s.f.). Entre las acciones recomendadas se encuentran fortalecer la información, la educación alimentario-

nutricional y la comunicación sobre buenas prácticas de cuidado infantil, higiene y alimentación saludable (Rodríguez-Martín, 2010).

Ninguna de estas tres estrategias actúa de manera aislada: su combinación suplementación para poblaciones de alto riesgo, fortificación para cobertura poblacional sostenida y educación nutricional para el cambio de comportamiento a largo plazo constituye el enfoque más efectivo para abordar de manera integral tanto la desnutrición como las deficiencias específicas de hierro, zinc y vitamina A en la primera infancia.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La desnutrición infantil, en particular en menores de cinco años, sigue siendo uno de los principales problemas de salud pública en el mundo, sobre todo en los países de ingresos bajos y medios. A pesar de los avances en los programas de seguridad alimentaria y nutrición, las deficiencias de micronutrientes, en particular de hierro, zinc y vitamina A, persisten como comorbilidades frecuentes y, a la vez, como factores que perpetúan el ciclo de la desnutrición.

La magnitud de estas deficiencias es considerable. La deficiencia de hierro es el trastorno nutricional más frecuente en el mundo y la principal causa de anemia infantil (WHO, 2025). En América Latina, en México, el 26,8 % de los niños de 1 a 4 años presentó deficiencia de hierro, y más del 40 % de los niños de 1 a 11 años tenía al menos una deficiencia de micronutrientes (De la Cruz-Góngora et al., 2025). En Perú, la anemia alcanzó al 81 % de los menores de cinco años en contextos andinos (Chagua-Rodríguez et al., 2022). La deficiencia de zinc sigue siendo elevada en la primera infancia, con prevalencias de entre 39 % y 48 % en niños de 0 a 6 años incluso en países con programas nutricionales consolidados (Malan et al., 2024). Además, los niños desnutridos tienen casi cuatro veces más probabilidad de presentarla (Ahsan et al., 2021). La deficiencia de vitamina A afecta al 14,73 % de los niños de países de ingresos bajos y medios, unos 334 millones. La cifra asciende al 19,53 % en menores de cinco años y constituye un problema de salud pública moderado o grave en 68 de 165 países (Song et al., 2023).

Ecuador no es ajeno a esta realidad. Según la segunda ronda de la Encuesta Nacional sobre Desnutrición Infantil (ENDI 2023-2024), la desnutrición crónica infantil en menores de dos años se ubicó en 19,3 %, apenas por debajo del 20,1 % registrado en la primera ronda (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2024). Esta carga se distribuye de forma desigual. En el quintil más pobre la prevalencia llegó al 24 %,

frente al 15,2 % en el más rico; las provincias más afectadas fueron Chimborazo (35,1 %), Bolívar (30,3 %) y Santa Elena (29,8 %), y la prevalencia en niños indígenas alcanzó el 33,4 % (INEC, 2023). Con estas cifras, Ecuador se sitúa como el cuarto país de la región con mayor desnutrición crónica infantil, después de Honduras, Haití y Guatemala (INEC, 2023). En cuanto a los micronutrientes, la ENSANUT-ECU 2012 registró anemia en el 25,7 % de los menores de cinco años, con una prevalencia mucho mayor en los menores de 12 meses (Freire et al., 2014).

Estos tres micronutrientes cumplen funciones fisiológicas críticas para el crecimiento, el desarrollo cognitivo y la respuesta inmunológica durante la primera infancia. Esta es una ventana crítica en la que cualquier déficit nutricional puede tener consecuencias irreversibles. Sin embargo, la literatura no siempre aborda de manera integrada la relación entre estas deficiencias específicas y el estado nutricional global del niño, y tiende a estudiar cada micronutriente de forma aislada.

Esta fragmentación del conocimiento dificulta comprender los mecanismos compartidos, las interacciones biológicas entre micronutrientes y su papel conjunto en la fisiopatología de la desnutrición. De ahí surge la necesidad de sistematizar y sintetizar la evidencia disponible para responder a la pregunta: ¿cuál es la relación entre las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en la primera infancia, según la evidencia científica disponible?

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la relación entre el déficit de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en infantes en la primera infancia, mediante una revisión narrativa de la evidencia científica disponible.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir la relación de hierro, zinc y vitamina A con la desnutrición en la primera infancia de acuerdo con la evidencia científica.
2. Identificar los factores biológicos, sociales y alimentarios asociados al déficit de hierro, zinc y vitamina A en la primera infancia.
3. Determinar de acuerdo con la evidencia científica la asociación entre hierro, zinc, y vitamina A y los diferentes tipos de desnutrición.
4. Elaborar un cuadro de síntesis de las principales estrategias de prevención e intervención identificadas en la literatura para disminuir el déficit de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en la primera infancia.

6. HIPÓTESIS

Las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A están asociadas de manera significativa con la desnutrición en la primera infancia, actuando de forma individual y sinérgica sobre los mecanismos fisiológicos que determinan el crecimiento, el desarrollo y la respuesta inmunológica del infante.

7. METODOLOGÍA

7.1 Alcance y diseño de la investigación

Esta investigación utilizó una revisión narrativa la cual es un tipo de revisión de literatura que resume y analiza de forma cualitativa el tema seleccionado, a diferencia de una revisión sistemática no sigue un protocolo metodológico tan riguroso. La autora seleccionó las fuentes según su criterio y experiencia, se usaron criterios de inclusión/exclusión; sin embargo, no se evaluaron sistemáticamente la calidad de los estudios incluidos ni metaanálisis. La revisión narrativa se basó en una búsqueda exploratoria y flexible, no exhaustiva ni exclusiva. La selección de estudios se realizó de acuerdo con el juicio de la autora sobre la relevancia y calidad, sin un protocolo de selección estandarizado. Además, por la naturaleza del tipo de revisión no se reportan cifras exactas de exclusión. Esta revisión, inspirada en el diagrama de flujo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) de revisiones sistemáticas, elaboró un esquema similar. Finalmente, no se realizó una evaluación sistemática y formal del riesgo de sesgo ni respondió a una pregunta PICO estrictamente definida.

7.2 Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed/MEDLINE, TRIP database, Scopus, Scielo y Cochrane Library, con el objetivo de identificar estudios que abordaran la relación entre las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición. La estrategia de búsqueda combinó términos controlados (MeSH, Emtree y DeCS, según la base de datos) y términos libres, utilizando los operadores booleanos AND/OR para agrupar los conceptos.

La estrategia se estructuró en tres bloques conceptuales: (1) deficiencias de micronutrientes (hierro, zinc y vitamina A), (2) desnutrición (incluyendo malnutrición

proteico-energética, retraso del crecimiento y emaciación), y (3) diseños de estudios observacionales (estudios de cohorte, casos y controles, transversales, longitudinales, prospectivos y retrospectivos). Los bloques se combinaron mediante el operador AND para restringir los resultados a estudios que abordaran simultáneamente los micronutrientes de interés, la desnutrición y un diseño observacional.

7.3 Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron estudios publicados en los últimos 5 años en español o inglés, con texto completo disponible, realizados en niños de 0 a 59 meses, que abordaran la deficiencia de al menos uno de estos micronutrientes en relación con la desnutrición, sus mecanismos fisiopatológicos, sus factores asociados o las estrategias de intervención. Se consideraron revisiones sistemáticas, metaanálisis, ensayos clínicos, estudios observacionales, revisiones narrativas y documentos técnicos de organismos internacionales y nacionales (OMS, UNICEF, OPS y Ministerio de Salud Pública del Ecuador). De manera excepcional, se incorporaron estudios clásicos anteriores y estudios experimentales en modelos animales o celulares cuando fueron necesarios para sustentar los mecanismos fisiopatológicos.

Se excluyeron los estudios en adultos, adolescentes o gestantes sin datos desagregados para la primera infancia; los estudios sobre desnutrición secundaria a enfermedades de base; los centrados exclusivamente en sobrepeso u obesidad; los que abordaran otros micronutrientes sin analizar la tríada; y las cartas al editor, editoriales, resúmenes de congresos y artículos de opinión. La selección se realizó en dos fases, primero por título y resumen y luego por texto completo, y los hallazgos se sintetizaron de forma temática.

7.4 Palabras clave de búsqueda

La ecuación de búsqueda aplicada fue definida para cada base de datos de literatura científica. Por ejemplo para Pubmed se uso la siguiente ecuación: ("Iron"[Mesh] OR "Anemia, Iron-Deficiency"[Mesh] OR iron[tiab]) AND ("Zinc"[Mesh] OR zinc[tiab]) AND ("Vitamin A"[Mesh] OR "Vitamin A Deficiency"[Mesh] OR "vitamin A"[tiab] OR retinol[tiab]) AND ("Malnutrition"[Mesh] OR "Child Nutrition Disorders"[Mesh] OR malnutrition[tiab] OR undernutrition[tiab]) AND ("Infant"[Mesh] OR "Child, Preschool"[Mesh] OR infant*[tiab] OR toddler*[tiab] OR preschool*[tiab] OR "early childhood"[tiab]) NOT ("Animals"[Mesh] NOT "Humans"[Mesh])

Se adaptaron ecuaciones equivalentes para las restantes bases de datos, respetando la sintaxis y el vocabulario controlado propios de cada una (Emtree en Embase, términos libres con truncamiento en Scopus y Web of Science). Se aplicaron restricciones de fecha de publicación, y se limitó la búsqueda a estudios publicados en español e inglés. Se revisaron manualmente las listas de referencias de los artículos incluidos para identificar estudios adicionales relevantes no capturados por la búsqueda electrónica. Finalmente se evaluó la calidad de la evidencia de forma cualitativa por relevancia de los buscadores.

7.5 Bases de datos para la búsqueda

Para esta revisión narrativa en nutrición se combinaron al menos dos o tres fuentes, priorizando aquella que agregaba revisiones sistemáticas (TRIP database, Cochrane) así como las que indexan artículos primarios (PubMed, Scopus). Se excluyeron de forma general estudios no publicados, preprints o sin revisión de pares.

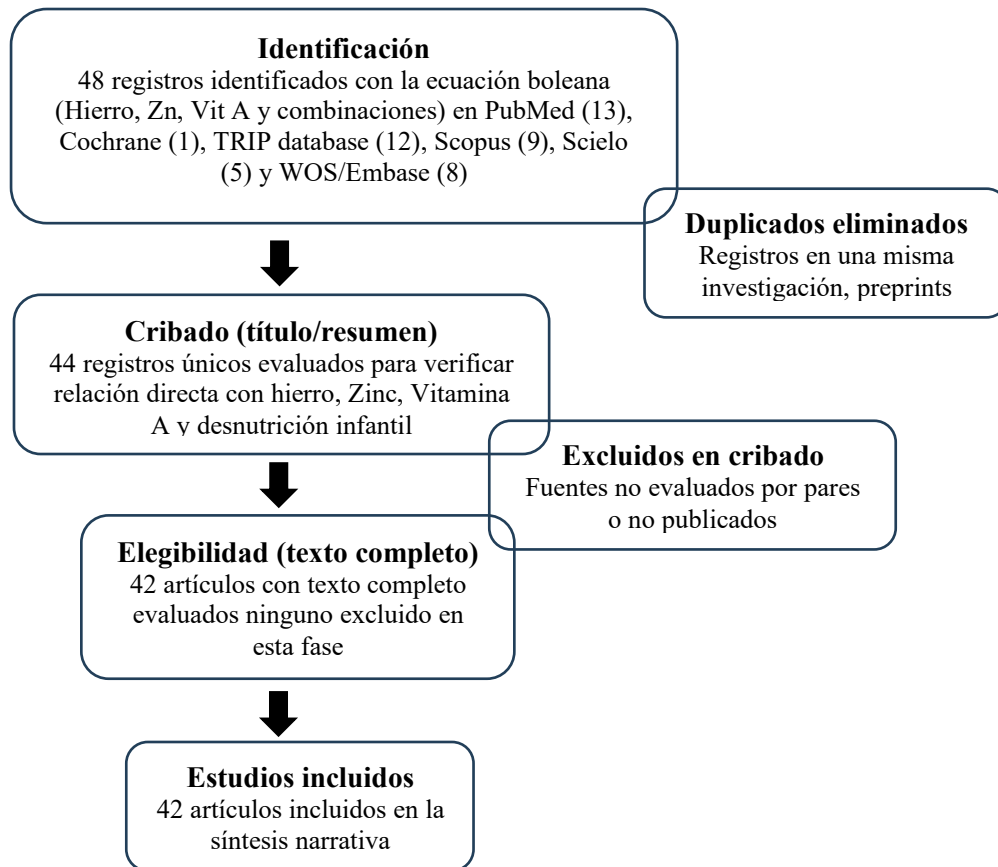
Tabla 1.*Bases de datos de búsqueda bibliográfica de revisión narrativa*

Base de datos	Cobertura	Tipo de evidencia	Acceso
PubMed/ MEDLINE	Ciencias biomédicas y de la salud; >35 millones de registros	Artículos primarios, ensayos clínicos, revisiones	Gratuito
Cochrane Library (CDSR + CENTRAL)	Revisiones sistemáticas y ensayos controlados registrados	Síntesis de alta calidad, metaanálisis	Resúmenes gratuitos; texto completo puede requerir acceso institucional
Scopus	Multidisciplinaria; amplia cobertura de revistas indexadas	Artículos primarios y de revisión, métricas de citación	Requiere suscripción institucional
TRIP Database	Medicina basada en evidencia	Guías clínicas, revisiones sistemáticas, sumarios ya evaluados	Gratuito en búsquedas básicas
Scielo	Multidisciplinaria biomédica y farmacológica	Artículos primarios, análisis bibliométrico	Gratuito

Elaborado por: Erika Armas**7.6 Resumen tipo PRISMA (adaptado a revisión narrativa)**

El diagrama PRISMA fue adaptado a esta revisión narrativa como resumen visual del proceso de selección. La estructura de PRISMA se presenta en la equivalencia con las cuatro fases clásicas (Identificación, Cribado, Elegibilidad, Inclusión), usando los datos de esta búsqueda exploratoria:

Diagrama PRISMA



Elaborado por: Erika Armas

Figura 1.
Diagrama PRISMA

8. RESULTADOS

8.1 Resultados en base a los objetivos

Esta matriz recoge los artículos localizados en una búsqueda exploratoria organizada progresivamente en base a los objetivos específicos. Los conteos fueron obtenidos como resultado de la ecuación de búsqueda formal ejecutada en las bases de datos con filtros y límites reproducibles.

Objetivo específico 1: Describir la relación de Hierro, Zinc y Vitamina A con la desnutrición.

Los estudios agrupados bajo este objetivo aportan evidencia descriptiva general sobre la naturaleza y magnitud de la relación entre las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en la primera infancia. No evalúan intervenciones ni establecen asociaciones estadísticas específicas, sino que caracterizan cada deficiencia como entidad clínica y epidemiológica, situándola dentro del panorama global de la malnutrición infantil.

Tabla 2.

Estudios que describen la relación entre el déficit de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición en la primera infancia (OE1)

Micronutriente Estudio		Hallazgo principal	Aporte al objetivo
Hierro	WHO (2025)	La deficiencia de hierro es el trastorno nutricional más frecuente en el mundo y la principal causa de anemia infantil.	Da el marco descriptivo general de la relación hierro–desnutrición.

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
	Hess SY, et al (2023)	Confirma la prevalencia de la deficiencia de los micronutrientes y la desnutrición.	Describe la relación general hierro, zinc, vitamina A y desnutrición.
	Mondon et al. (2024)	En encuestas poblacionales, el 11 % de los niños de 0 a 11 años presentó deficiencia de hierro y el 48 %, deficiencia de vitamina D.	Aporta datos epidemiológicos recientes.
	Windus JL et al. (2021)	La anemia fue la condición nutricional más común estudiada (n=17), seguida de la desnutrición (n=15) y los factores de riesgo de desnutrición (n =11).	La relación entre la deficiencia de micronutrientes y la desnutrición
Zinc	Imdad et al. (2023)	En 96 ensayos (219 584 niños), la suplementación con zinc aumentó ligeramente la talla ($DME = 0,12$; IC 95 %: 0,09–0,14; 74 estudios) y redujo la incidencia de diarrea ($RR = 0,91$; IC 95 %: 0,90–0,93).	Caracteriza la relación zinc crecimiento con evidencia de ensayos controlados.
	Shen, Y. et al (2025)	En 4 487 niños de 1 a 66 meses, los niveles de zinc en sangre por encima de la mediana se asociaron con un 22 % menos de riesgo de retraso del neurodesarrollo ($RP = 0,78$; IC 95 %: 0,61–0,99), sobre todo en los dominios motor grueso y personal-social.	Describe las consecuencias funcionales del estado de zinc en el neurodesarrollo infantil.
Vitamina A	Song et al. (2023)	La prevalencia de deficiencia de vitamina A en niños de países de ingresos bajos y medios fue de 14,73% unos 334 millones. Fue más alta en los niños de 0 a 5 años (19,53 %) y en la Región de África (24,51 %). En 68 de	Dimensiona la magnitud poblacional actual de la deficiencia en la primera infancia.

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
		165 países constituye un problema de salud pública moderado o grave.	
		La suplementación con vitamina A en niños de 6 a 59 meses redujo la	
	Imdad et al. (2022)	mortalidad por todas las causas en un 12% (19 ensayos; 1 202 382 niños; certeza alta) y la mortalidad por diarrea en un 12%.	Cuantifica la relación entre vitamina A y mortalidad infantil
	Hodge y Taylor (2023)	Resume las causas, las manifestaciones clínicas y el manejo de la deficiencia de vitamina A.	Sirve como referencia clínica descriptiva.

Elaborado por: Erika Armas

La evidencia revisada muestra que las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A siguen siendo un problema de salud pública en la primera infancia y están estrechamente vinculadas con la desnutrición. La deficiencia de hierro es el trastorno nutricional más frecuente en el mundo y la principal causa de anemia infantil (WHO, 2025). Los estudios poblacionales recientes confirman su prevalencia y su coexistencia con la desnutrición (Hess et al., 2023; Mondon et al., 2024; Windus et al., 2021). En el caso del zinc, la suplementación mejora ligeramente la talla y reduce la incidencia de diarrea (Imdad et al., 2023), y niveles adecuados en sangre se asocian con un menor riesgo de retraso del neurodesarrollo (Shen et al., 2025). La deficiencia de vitamina A afecta a cerca del 15 % de los niños de países de ingresos bajos y medios, con mayor carga en menores de cinco años (Song et al., 2023). Su suplementación reduce en un 12 % la mortalidad por todas las causas y por diarrea (Imdad et al., 2022). En conjunto, estos hallazgos indican que la carencia de estos micronutrientes compromete el crecimiento, el desarrollo y la supervivencia infantil, lo que justifica abordarlos como una tríada en las estrategias contra la desnutrición.

Objetivo específico 2. Factores biológicos, sociales y alimentarios asociados al déficit de hierro, zinc y vitamina A en la primera infancia.

Este segundo bloque reúne los estudios que identifican determinantes biológicos, sociales y alimentarios que favorecen la aparición o persistencia de las deficiencias de micronutrientes en la primera infancia. A diferencia del bloque anterior, aquí el énfasis no está en describir la deficiencia en sí, sino en explicar qué condiciones contextuales o fisiológicas la originan o la agravan.

Tabla 3

Estudios que identifican factores asociados al déficit de hierro, zinc y vitamina A en la primera infancia (OE2)

Tipo de factor	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
Biológico	Popovic et al. (2021)	Los suplementos de micronutrientes pueden alterar las comunidades microbianas intestinales (protozoos y hongos) del lactante.	La microbiota intestinal influye en la respuesta a los micronutrientes.
	Cortés-Albornoz MC (2021)	Una ingesta inadecuada de nutrientes durante el embarazo estaba asociada con defectos cerebrales.	Provee evidencia del efecto nutricional sobre el neurodesarrollo.
Alimentario	Chagua-Rodríguez et al. (2022)	En Perú con niños menores de 5 años, el 81% de los niños tenía anemia: 38% leve, 34% moderada y 9% grave. La dieta se basaba sobre todo en carbohidratos, con bajo	Identifica factores alimentarios (dieta pobre en hierro) y sociales (escolaridad materna) asociados a la anemia infantil. También señala

Tipo de factor	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
		consumo de pescado y de alimentos ricos en hierro. La anemia se asoció con la escolaridad materna, el consumo de pescado y vísceras, tener biohuertos y la producción animal familiar.	factores productivos, como los biohuertos y la crianza de animales, vinculados a la seguridad alimentaria en contextos andinos.
	Kere et al. (2026)	En niños de 6 a 23 meses el 86,6 % presentó deficiencia de vitamina A (13,4 % grave).	Identifica la baja diversidad de la alimentación complementaria como factor alimentario asociado a la deficiencia de vitamina A.
Social / alimentario	Mondon et al. (2024)	En encuestas poblacionales, el 11 % de los niños de 0 a 11 años presentó deficiencia de hierro y el 48 %, deficiencia de vitamina D.	La inseguridad alimentaria se asocia al déficit de hierro.
	de Paiva LO et al (2025)	La inseguridad alimentaria se asocia de forma consistente con retraso del crecimiento, desnutrición y deficiencias de vitamina A, hierro y zinc en la infancia. La baja escolaridad materna, el bajo ingreso familiar y el acceso limitado a alimentos nutritivos fueron los principales determinantes.	Identifica factores sociales (pobreza, escolaridad materna) y alimentarios (baja diversidad de la dieta) asociados al déficit simultáneo de los tres micronutrientes y a la desnutrición
	De la Cruz-	En niños mexicanos de 1 a 4 años, la prevalencia de anemia fue del 8,6 % y la de deficiencia	Identifica factores geográficos y sociales (ruralidad, región, población

Tipo de factor	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
	Góngora et al. (2025)	de hierro, del 26,8 %. Más del 40 % de los niños de 1 a 11 años tenía al menos una deficiencia de micronutrientes. Vivir en la región sur y en zonas rurales se asoció con mayor probabilidad de anemia o deficiencia.	indígena, nivel socioeconómico bajo) asociados a la deficiencia de hierro en la primera infancia, en un contexto latinoamericano comparable al ecuatoriano

Elaborado por: Erika Armas

La evidencia identifica factores biológicos, alimentarios, sociales y geográficos asociados al déficit de hierro, zinc y vitamina A en la primera infancia. En el plano biológico, la microbiota intestinal del lactante puede modificarse con la suplementación y condicionar la respuesta a los micronutrientes (Popovic et al., 2021). En el plano alimentario destacan la ingesta inadecuada durante el embarazo, vinculada a alteraciones del neurodesarrollo (Cortés-Albornoz, 2021). También influyen las dietas basadas en carbohidratos y pobres en alimentos ricos en hierro, asociadas a una prevalencia de anemia del 81 % en niños peruanos (Chagua-Rodríguez et al., 2022). La baja diversidad de la alimentación complementaria se relaciona con la deficiencia de vitamina A, que alcanzó el 86,6 % en niños de 6 a 23 meses (Kere et al., 2026). En el plano social, la inseguridad alimentaria, la baja escolaridad materna y el bajo ingreso familiar se asocian de forma consistente con el retraso del crecimiento y con el déficit simultáneo de los tres micronutrientes (Mondon et al., 2024; de Paiva et al., 2025). Por último, la ruralidad, la región de residencia y la pertenencia a población indígena aumentan el riesgo de anemia y deficiencia de hierro en contextos latinoamericanos comparables al ecuatoriano (De la Cruz-Góngora et al., 2025). En conjunto, estos hallazgos muestran que el déficit de

micronutrientes responde a determinantes múltiples e interrelacionados, más allá de la ingesta individual.

Objetivo específico 3. Asociación entre Hierro, Zinc, Vitamina A y los diferentes tipos de desnutrición.

Los estudios de este apartado establecen asociaciones estadísticas o mecánicas concretas entre las deficiencias de micronutrientes y distintas formas de desnutrición (aguda, crónica, emaciación) o entre los propios micronutrientes entre sí. Incluyen tanto estudios observacionales que cuantifican la magnitud de la asociación como investigaciones bioquímicas que explican las vías de interacción compartidas entre hierro, zinc y vitamina A.

Tabla 4

Estudios que establecen asociaciones entre el déficit de hierro, zinc y vitamina A y los distintos tipos de malnutrición (OE3)

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
Hierro	Suhas et al. (2024)	El 64% de los niños hospitalizados con desnutrición aguda moderada o severa presentó deficiencia de hierro; de ellos, el 94,27% tenía anemia ferropénica.	Cuantifica la asociación directa entre deficiencia de hierro y desnutrición aguda.
	Helt et al. (2025)	En 1019 niños de 6 a 23 meses con desnutrición aguda moderada, los que tenían deficiencia de hierro presentaron un 82% menos de hepcidina sérica. Tras 12 semanas de suplementación	Vincula la regulación de la absorción de hierro con la desnutrición aguda y con la recuperación nutricional.

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
Zinc	Ahsan et al. (2021)	alimentaria, la hepcidina aumentó un 61%.	Establece una asociación estadística directa entre zinc y desnutrición.
		Los niños desnutridos tuvieron casi cuatro veces más probabilidad de deficiencia de zinc que los bien nutridos (<i>OR</i> = 3,89).	
Vitamina A	Tan et al. (2023)	La prevalencia de deficiencia de vitamina A fue de 20,6 % a 39,8 % en escolares rurales, mayor en niños desnutridos y en la población indígena Orang Asli.	Asocia la deficiencia con desnutrición y con un factor poblacional.
Hierro + zinc	Fan (2025)	Examina las interacciones hierro–zinc en el tratamiento de la anemia leve a moderada.	Aporta evidencia sobre la interacción entre ambos micronutrientes.
	Mete et al. (2025)	Explora deficiencias de micronutrientes concurrentes en niños con deficiencia de hierro.	Sugiere la coexistencia de déficits múltiples.
Hierro + vitamina A	Ribaud et al. (2021)	En 51 609 niños peruanos de 6 a 59 meses, la suplementación con vitamina A se asoció inicialmente con mayor prevalencia de anemia. La asociación desapareció al ajustar por nivel socioeconómico y sexo.	Muestra que, a nivel poblacional, la suplementación con vitamina A no se asocia de forma independiente con menor anemia; el nivel socioeconómico actúa como factor de confusión.

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
Zinc + vitamina A	Michelazzo et al. (2013)	Analiza cómo la suplementación con vitamina A influye en el estado de hierro.	Profundiza en el mecanismo de interacción vitamina A–hierro.
	Christian y West (1998)	Actualiza la evidencia sobre las interacciones bioquímicas y fisiológicas entre zinc y vitamina A.	Sintetiza el mecanismo de interacción entre ambos micronutrientes.
	Jackson et al. (2023)	En un modelo animal (<i>Gallus gallus</i>), zinc y vitamina A interactúan sobre la función, la morfología y el microbioma intestinal.	Aporta evidencia mecanística experimental.
Múltiples	Weisstaub et al. (2008)	Las deficiencias de cobre, hierro y zinc fueron muy prevalentes al ingreso por desnutrición aguda; el zinc se recuperó más lentamente que el cobre.	Asocia déficits múltiples con la desnutrición aguda y su recuperación.
	Tan et al. (2024)	La sobrenutrición se asoció con mayor riesgo de deficiencia de hierro ($OR = 1,51$), pero no de zinc ni de vitamina A, que predominaron en la desnutrición.	Diferencia la asociación de cada micronutriente según el tipo de malnutrición.

Elaborado por: Erika Armas

La evidencia confirma una asociación directa entre el déficit de hierro, zinc y vitamina A y la desnutrición infantil. En niños hospitalizados con desnutrición aguda, el 64 % presentó deficiencia de hierro (Suhas et al., 2024). Los niños desnutridos tienen casi cuatro veces más probabilidad de deficiencia de zinc (Ahsan et al., 2021). La deficiencia

de vitamina A es mayor en niños desnutridos y en poblaciones indígenas rurales (Tan et al., 2023). Estos micronutrientes interactúan entre sí en su absorción y metabolismo (Fan, 2025; Michelazzo et al., 2013; Jackson et al., 2023), y sus déficits suelen coexistir en la desnutrición aguda (Weisstaub et al., 2008; Mete et al., 2025). Su comportamiento varía según el tipo de malnutrición: el hierro se asocia también a la sobrenutrición, mientras que el zinc y la vitamina A predominan en la desnutrición (Tan et al., 2024). En conjunto, los hallazgos respaldan abordarlos como una tríada interdependiente.

Objetivo específico 4. Cuadro de síntesis de estrategias de prevención e intervención.

El último bloque corresponde a los estudios de intervención ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y protocolos que evalúan estrategias de suplementación, fortificación o co-suplementación destinadas a prevenir o corregir las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A. Constituyen la base empírica para el cuadro de síntesis de estrategias solicitado en este objetivo, e incluyen tanto resultados favorables como hallazgos nulos o de interferencia entre micronutrientes.

Tabla 5

Estudios sobre estrategias de prevención e intervención frente al déficit de hierro, zinc y vitamina A (OE4)

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
Hierro	Aksan et al. (2022)	Revisión de 33 publicaciones pediátricas: la carboximaltosa férrica intravenosa mejoró la anemia o el estado de hierro en	Estrategia terapéutica para casos refractarios al hierro oral; evidencia principalmente retrospectiva.

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
		26 de 27 estudios con datos de eficacia.	
	Tchum et al. (2021)	En 1958 niños de 6 a 35 meses en Ghana, un polvo de micronutrientes con 12,5 mg de hierro diarios durante 5 meses redujo la deficiencia de hierro (de 44,1 % a 19,7 %, frente a 45,8 % a 28,6 % en el control) y atenuó el aumento de la anemia (55,5% frente a 62,6%; p=0,003).	Estrategia poblacional de fortificación domiciliaria.
	Caulfield et al. (2022)	La participación en el programa WIC (EE. UU.) se asoció con menor riesgo de parto prematuro, de bajo peso al nacer y de mortalidad infantil (certeza moderada). También se asoció con mejor calidad de la dieta infantil y, con certeza baja, con mayor ingesta de hierro. La evidencia sobre el crecimiento infantil fue insuficiente.	Ejemplo de programa integral de asistencia alimentaria con beneficios perinatales y dietéticos, pero sin evidencia de efecto sobre el estado de micronutrientes ni sobre la desnutrición.
	Morón-Arce et al. (2024)	En 9 ensayos clínicos aleatorizados de América Latina, los micronutrientes en polvo, los jarabes de hierro y las galletas fortificadas con caupí redujeron significativamente la anemia. Por adherencia y eficiencia, los	Sintetiza la evidencia regional sobre estrategias contra la anemia ferropénica en la primera infancia. Identifica los micronutrientes en

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
		más recomendables fueron los micronutrientes en polvo y las galletas. La bebida láctea Nutrisano con micronutrientes en polvo y las ollas de hierro no redujeron la anemia de forma significativa.	polvo como la opción más recomendable en el contexto latinoamericano.
Zinc	Hemalatha et al. (1993)	La suplementación con zinc en niños con desnutrición grave mejoró el zinc sérico y leucocitario, sin diferencias claras en la respuesta clínica frente a placebo. Los niveles de leucocitos (microgramos/10(10)) y los niveles plasmáticos de zinc (microgramos/dl) mostraron un aumento significativo ($P < 0,001$ y $P < 0,01$) de $46,9 \pm 5,490$ a $107,2 \pm 13,224$ y $80,4 \pm 9,972$ a $107,5 \pm 11,822$, respectivamente, después de la suplementación con zinc.	Evalúa la eficacia de la suplementación aislada.
	Chao et al. (2018)	Los niños con zinc sérico basal bajo respondieron mejor en apetito y crecimiento tras la suplementación.	Orienta la suplementación según el estado basal.
Vitamina A		La suplementación con vitamina A se asoció con menor probabilidad de desnutrición aguda ($AOR = 0,49$).	Evidencia de eficacia de la suplementación.
	Chanie et al. (2021)		

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
	Iannotti et al. (2013)	La suplementación con dosis altas de vitamina A es segura bajo el protocolo de la OMS, aunque la evidencia de ensayos controlados es limitada.	Valora la seguridad de una estrategia establecida.
Hierro + zinc	Mayo-Wilson et al. (2014)	Añadir hierro al zinc mejoró algunos desenlaces frente al zinc solo, sin efecto claro sobre el estado de hierro.	Compara la suplementación combinada con la aislada.
	Wieringa et al. (2007)	La suplementación combinada mejoró el estado de ambos micronutrientes, pero sus interacciones redujeron la eficacia.	Muestra limitaciones de la combinación.
	Dijkhuizen et al. (2001)	Evalúa la suplementación combinada de hierro y zinc sobre el estado de micronutrientes y el crecimiento.	Estrategia combinada con resultados mixtos.
Hierro + vitamina A	Mwanri et al. (2000)	Vitamina A más hierro mejoró más la hemoglobina, el peso y la talla que cada suplemento por separado o el placebo.	Sinergia positiva de la combinación.
	Pereira et al. (2007)	Añadir vitamina A a la suplementación semanal de hierro no mejoró la corrección de la anemia.	Estrategia combinada con resultado nulo.
Zinc + vitamina A	Rahman et al. (2002)	La combinación resolvió la deficiencia de vitamina A mejor que cada suplemento por	Beneficio claro y cuantificado de la combinación.

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
		separado (13,3 % frente a 37,5–47 %).	
		La suplementación de corto	
	Rahman et al. (2001)	plazo con zinc y vitamina A no mejoró el crecimiento de niños desnutridos.	Resultado nulo sobre el crecimiento.
		La combinación redujo	
	Zeba et al. (2008)	significativamente la morbilidad por malaria en niños pequeños.	Beneficio adicional, no nutricional.
		Revisión sistemática de 29	
		estudios en países de ingresos bajos y medios. En niños desnutridos, la suplementación con vitamina A mejoró un 35%	
	Ngoie et al. (2025)	la seroconversión a la vacuna contra el sarampión, sobre todo en los deficientes. El zinc mejoró un 20% la respuesta a las vacunas orales (rotavirus y polio oral). La evidencia sobre el hierro fue inconsistente.	Muestra un beneficio no nutricional de la suplementación: mejor respuesta inmunitaria a las vacunas. Respalda integrar los servicios de nutrición e inmunización sin retrasar la vacunación.
		El suplemento múltiple con	
		hierro, zinc y vitamina A mejoró	
Múltiples	Hoang et al. (2021)	los indicadores hematológicos y bioquímicos, y redujo la deficiencia de zinc en 17,3 puntos porcentuales.	Estrategia integral con eficacia demostrada.

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
		No se encontró evidencia de un impacto de intervención en el estado de los micronutrientes, la anemia o la inflamación entre las 2483 mujeres y 930 niños medidos.	Evalúa el impacto de suplementación con micronutrientes
	Malan et al. (2024)	En Sudáfrica, la deficiencia de vitamina A bajó de 35–67 % antes de 2001 a menos de 16 % después de 2008. En cambio, en los niños de 0 a 6 años la deficiencia de zinc siguió alta (39–48 %) y la de hierro alcanzó 7,2–39,4 % en zonas rurales y 16–41,9 % en urbanas. Entre el 36 % y el 54 % de los menores de 1 año tenía anemia.	Muestra que las tres deficiencias evolucionan de forma distinta: la vitamina A mejora con los programas de suplementación y fortificación, mientras el hierro y el zinc persisten como problemas graves en la primera infancia.
	Wessells et al. (2021)	En 13 ensayos (15946 niños de 6 a 24 meses), los SQ-LNS redujeron la prevalencia de anemia en un 16%, la de deficiencia de hierro en un 56% y la de anemia ferropénica en un 64%. No modificaron el zinc plasmático. El beneficio fue mayor con más de 12 meses de suplementación y con 9 mg/día de hierro o más.	Muestra la eficacia de una estrategia multinutriente de alimentación complementaria. También identifica qué características la hacen más efectiva: duración y dosis de hierro.

Micronutriente	Estudio	Hallazgo principal	Aporte al objetivo
	Peña-Rosas et al. (2019)	La fortificación del arroz con hierro solo o en combinación con otros micronutrientes puede hacer poca o ninguna diferencia en el riesgo de tener anemia	Determinar los beneficios y daños de la fortificación del arroz con vitaminas y minerales.

Elaborado por: Erika Armas

Las estrategias para corregir el déficit de hierro, zinc y vitamina A muestran eficacia variable. Para el hierro, los micronutrientes en polvo y los alimentos fortificados reducen la deficiencia y la anemia, y son la opción más recomendable en América Latina (Tchum et al., 2021; Morón-Arce et al., 2024). El hierro intravenoso se reserva para casos refractarios (Aksan et al., 2022). La suplementación con zinc beneficia sobre todo a los niños con niveles basales bajos (Chao et al., 2018). La vitamina A se asocia con menor desnutrición aguda y es segura bajo el protocolo de la OMS (Chanie et al., 2021; Iannotti et al., 2013). Las combinaciones ofrecen resultados mixtos: algunas se potencian (Mwanri et al., 2000; Rahman et al., 2002), mientras que las interacciones hierro–zinc pueden reducir la eficacia (Wieringa et al., 2007). Las estrategias multinutrientes reducen la anemia y la deficiencia de hierro (Wessells et al., 2021), aunque no siempre logran impacto (Wendt et al., 2025). Además, la suplementación mejora la respuesta a las vacunas (Ngoie et al., 2025). En conjunto, las intervenciones deben adaptarse al estado basal, al contexto y a las interacciones entre micronutrientes.

Tabla 6.*Fases del diagrama PRISMA*

Fase	Descripción	Nº
Identificación	Registros identificados combinando los 7 términos de búsqueda (hierro, zinc, vitamina A, y sus combinaciones, todos con desnutrición)	48 registros
Duplicados eliminados	Artículos que aparecieron en más de un bloque de búsqueda (p. ej. revisiones generales sobre micronutrientes que surgieron tanto en combinaciones de 2 como de 3 elementos)	6 registros
Cribado (título/resumen)	Registros únicos revisados por título y resumen para verificar relación directa entre los micronutrientes y desnutrición infantil	≈ 44 registros
Excluidos en cribado	Estudios en modelos animales, editoriales sin datos originales, o resultados no relacionados con población infantil/desnutrición	Acorde con criterios de inclusión/exclusión explícitos
Estudios incluidos (elegibilidad/síntesis)	Artículos con texto completo evaluado y considerados pertinentes para la síntesis narrativa	42 registros

Elaborado por: Erika Armas

9. DISCUSIÓN

9.1 Coexistencia de las deficiencias y mecanismos que la explican

La evidencia indica que las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A suelen coexistir en la población infantil desnutrida. Este hallazgo coincide con el análisis agrupado de encuestas poblacionales de Stevens et al. (2022), que estimó que el 56 % de los niños de 6 a 59 meses alrededor de 372 millones presenta al menos una de estas deficiencias, y con De la Cruz-Góngora et al. (2025), quienes reportaron esta situación en más del 40 % de los niños mexicanos. Esta coexistencia responde a mecanismos biológicos, no solo a una coincidencia epidemiológica: el zinc interviene en la síntesis hepática de la proteína transportadora de retinol, por lo que su carencia puede causar una deficiencia funcional de vitamina A aun con reservas hepáticas adecuadas (Christian & West, 1998; Rahman et al., 2002); la vitamina A favorece la movilización del hierro almacenado (Michelazzo et al., 2013); y el hierro y el zinc comparten vías de transporte intestinal (Fan, 2025; Mayo-Wilson et al., 2014). Esta interdependencia explica tanto la aparición simultánea y la recuperación desigual de estas deficiencias en la desnutrición aguda (Weisstaub et al., 2008) como la limitada capacidad de corregirlas mediante la suplementación de un solo micronutriente.

9.2 Coincidencias y diferencias entre estudios

Las prevalencias varían ampliamente: la deficiencia de vitamina A oscila entre el 14,7 % estimado en países de ingresos bajos y medios (Song et al., 2023) y el 86,6 % observado en lactantes de 6 a 23 meses (Kere et al., 2026), mientras que la anemia va del 8,6 % en niños mexicanos de 1 a 4 años (De la Cruz-Góngora et al., 2025) al 81 % en una población andina peruana (Chagua-Rodríguez et al., 2022). Estas diferencias responden más a tres fuentes de variación que a contradicciones. La primera es la población

estudiada: las cifras más altas proceden de niños hospitalizados por desnutrición aguda (Suhas et al., 2024; Weisstaub et al., 2008), comunidades rurales o indígenas (Tan et al., 2023) y lactantes en alimentación complementaria, etapa de máxima demanda de hierro y zinc y de baja diversidad dietética (Kere et al., 2026). Las cifras más bajas provienen de encuestas nacionales en países de ingreso medio con programas consolidados de suplementación y fortificación (De la Cruz-Góngora et al., 2025; Malan et al., 2024). No obstante, en todos los contextos coinciden determinantes como la baja escolaridad materna, la pobreza, la ruralidad y la inseguridad alimentaria (Chagua-Rodríguez et al., 2022; de Paiva et al., 2025; Mondon et al., 2024), lo que confirma el origen estructural común de la desnutrición y las deficiencias de micronutrientes.

La segunda fuente de variación, probablemente la principal, es el criterio diagnóstico. Durante la respuesta de fase aguda, la inflamación eleva la ferritina y reduce el zinc sérico y el retinol. Si no se ajustan estos biomarcadores por proteína C reactiva y alfa-1-glicoproteína ácida, la deficiencia de hierro tiende a subestimarse el ajuste la aumenta entre 7 y 25 puntos porcentuales en preescolares (Namaste et al., 2017), mientras que las de zinc y vitamina A tienden a sobrestimarse el ajuste reduce la deficiencia de zinc en una mediana de 11 puntos porcentuales (Larson et al., 2017; McDonald et al., 2020). Este sesgo es especialmente relevante en niños desnutridos, quienes presentan infecciones frecuentes. Así, parte de la asociación entre desnutrición y zinc bajo ($OR = 3,89$; Ahsan et al., 2021) o deficiencia de vitamina A (Tan et al., 2023) podría atribuirse a inflamación no controlada, mientras que la deficiencia de hierro en la desnutrición aguda (64 %; Suhas et al., 2024) podría ser aún mayor. En este contexto, la hepcidina, que integra señales de hierro e inflamación, complementa la evaluación de la absorción de hierro y la recuperación nutricional (Helt et al., 2025).

En la anemia deben considerarse dos aspectos adicionales. Primero, el ajuste de la hemoglobina por altitud: la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization [WHO], 2024) determinó que los factores previos sobreajustaban la hemoglobina en poblaciones de altura y los reemplazó por una corrección menor. Por ello, las prevalencias muy elevadas descritas en poblaciones andinas, como la de Chagua-Rodríguez et al. (2022), deben interpretarse con cautela, observación aplicable a la Sierra ecuatoriana. Segundo, la anemia no equivale a deficiencia de hierro: en México, esta última (26,8 %) triplicó la prevalencia de anemia (8,6 %) (De la Cruz-Góngora et al., 2025). Por tanto, los estudios que usan anemia como indicador indirecto no son comparables con aquellos que miden ferritina. La definición de desnutrición también varía: puede basarse en peso para la talla o perímetro braquial (desnutrición aguda), talla para la edad (desnutrición crónica) o una clasificación general entre niños desnutridos y bien nutridos. Esta distinción es relevante porque Tan et al., (2024) encontraron que la sobrenutrición se asocia con deficiencia de hierro ($OR = 1,51$), pero no con deficiencia de zinc ni de vitamina A, que predominan en la desnutrición. Agrupar distintas formas de malnutrición puede, por tanto, ocultar asociaciones opuestas.

La tercera fuente de variación es el diseño del estudio. La mayoría de los análisis de asociación son transversales y no permiten determinar la dirección de la relación: la desnutrición disminuye la ingesta y la absorción de micronutrientes, mientras que la deficiencia de zinc también reduce el apetito y el crecimiento (Chao et al., 2018). Además, existe riesgo de confusión. Ribaud et al. (2021) observaron que la asociación aparente entre suplementación con vitamina A y mayor anemia desaparecía tras ajustar por nivel socioeconómico y sexo. En sentido inverso, asociaciones protectoras como la reportada por Chanie et al. (2021) ($AOR = 0,49$) podrían sobrestimarse, pues los niños suplementados suelen tener mayor contacto con los servicios de salud. Finalmente, la

heterogeneidad de los criterios diagnósticos y del ajuste por inflamación limita, incluso en revisiones sistemáticas amplias, la estimación de la magnitud real de cada deficiencia (Tan et al., 2024).

9.3 Interpretación de la evidencia sobre intervenciones

Las intervenciones con un solo micronutriente muestran efectos consistentes sobre desenlaces específicos, pero modestos sobre el crecimiento. La suplementación con zinc redujo la diarrea y aumentó ligeramente la talla ($DME = 0,12$; Imdad et al., 2023), un efecto pequeño que concuerda con el carácter multifactorial del retraso del crecimiento. Además, el beneficio depende del estado basal: los niños con zinc sérico bajo respondieron mejor en apetito y crecimiento (Chao et al., 2018), lo que ayuda a explicar los resultados nulos de ensayos cortos o en los que no se seleccionó a niños deficientes (Hemalatha et al., 1993; Rahman et al., 2001). La reducción del 12 % en la mortalidad con vitamina A (Imdad et al., 2022) coincide con lo observado en el ensayo DEVTA, el de mayor tamaño realizado, donde el efecto aislado no fue significativo ($RR = 0,96$; IC 95 %: 0,89–1,03), pero el análisis conjunto con ensayos previos arrojó una reducción del 11 % ($RR = 0,89$; IC 95 %: 0,84–0,95) (Awasthi et al., 2013). Ambos resultados sugieren que el beneficio es real, aunque menor que el estimado en los primeros ensayos, y proporcional a la prevalencia basal de deficiencia, que ha disminuido en países con programas sostenidos (Malan et al., 2024). En el caso del hierro, los micronutrientes en polvo y los suplementos lipídicos redujeron de forma consistente la anemia y la deficiencia de hierro (Morón-Arce et al., 2024; Tchum et al., 2021; Wessells et al., 2021), aunque los suplementos lipídicos no modificaron el zinc plasmático, posiblemente por la dosis de zinc aportada y por su interacción con el hierro y los fitatos de la matriz alimentaria.

La evidencia sobre la suplementación combinada es la más contradictoria. Algunos ensayos muestran beneficios claros (Hoang et al., 2021; Mwanri et al., 2000; Rahman et al., 2002), mientras que otros no encuentran ventajas o documentan interferencias (Dijkhuizen et al., 2006; Pereira et al., 2007; Wendt et al., 2025; Wieringa et al., 2007). Estas discrepancias pueden explicarse por cuatro factores: el estado basal de la población, ya que el beneficio aparece sobre todo donde la deficiencia es prevalente; la dosis y la proporción hierro:zinc, pues la competencia por la absorción es mayor con dosis altas administradas fuera de las comidas; la duración, dado que los marcadores bioquímicos responden en semanas, mientras que el crecimiento requiere intervenciones más prolongadas (Wessells et al., 2021, observaron mayor beneficio con más de 12 meses); y la edad de la población, ya que algunos ensayos se realizaron en escolares y no en la primera infancia. Además, gran parte de estos ensayos se publicó entre 1993 y 2008, antes de que se estandarizara el ajuste de los biomarcadores por inflamación, lo que limita su comparabilidad con estudios recientes. En conjunto, estos hallazgos tienen implicaciones directas para los programas de micronutrientes en polvo que recomienda la OMS: la combinación por sí sola no garantiza un efecto aditivo, y la dosis, el vehículo, la duración y la focalización en poblaciones deficientes parecen tan importantes como la combinación misma. Los beneficios no nutricionales, como la mejor respuesta a las vacunas (Ngoie Mwamba et al., 2025) o la menor morbilidad por malaria (Zeba et al., 2008), refuerzan el valor de integrar la suplementación con otros servicios de salud infantil.

9.4 Aporte de la revisión y vacíos de evidencia

Las revisiones sistemáticas disponibles examinan componentes aislados de esta cuestión: la suplementación con zinc, con o sin hierro (Mayo-Wilson et al., 2014); los efectos individuales del zinc o la vitamina A (Imdad et al., 2022, 2023); y la relación de

cada micronutriente con la malnutrición (Tan et al., 2024). Esta revisión aporta una visión integrada de las tres deficiencias, sus factores asociados, su vínculo con los distintos tipos de malnutrición y las estrategias de intervención, con énfasis en América Latina. De esta síntesis se desprenden tres conclusiones: primero, muchas discrepancias entre estudios se explican por diferencias en las poblaciones, los diseños y los criterios diagnósticos, más que por variaciones reales en la relación entre micronutrientes y desnutrición; segundo, la suplementación combinada no es necesariamente superior a la individual, pues su eficacia depende del estado basal, la dosis y la duración; y tercero, la evidencia tiene aplicabilidad limitada en Ecuador, donde la desnutrición crónica afecta al 20,1 % de los menores de 2 años y la anemia al 38,6 % de los niños de 6 a 59 meses (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2023). Dado que este trabajo es una revisión narrativa y no incluyó una evaluación formal del riesgo de sesgo ni un metaanálisis, sus conclusiones son interpretativas.

Se identificaron seis vacíos principales. (a) Son escasos los estudios latinoamericanos, especialmente ecuatorianos, que evalúan simultáneamente los tres micronutrientes mediante biomarcadores; la encuesta nacional más reciente informa sobre desnutrición crónica y anemia, pero no sobre ferritina, zinc ni retinol (INEC, 2023). (b) La falta de criterios diagnósticos uniformes y de ajustes por inflamación y altitud impide comparar las prevalencias. (c) Predominan los estudios transversales y son pocos los longitudinales capaces de establecer la secuencia temporal entre deficiencia y desnutrición. (d) La mayoría de los ensayos de suplementación combinada son antiguos, pequeños, breves y realizados en Asia y África; además, priorizan desenlaces bioquímicos sobre resultados funcionales como el crecimiento o el neurodesarrollo. (e) Pocos estudios distinguen la asociación según el tipo de malnutrición, pese al aumento de la doble carga de desnutrición y sobrepeso en la región. (f) Las poblaciones indígenas y

residentes en altura, relevantes para la Sierra y la Amazonía ecuatorianas, están subrepresentadas. Estos vacíos justifican incorporar biomarcadores ajustados por inflamación en las encuestas nacionales y desarrollar estudios longitudinales y ensayos pragmáticos en la población infantil ecuatoriana.

10. CONCLUSIONES

Relación entre los micronutrientes y la desnutrición (OE1)

Las deficiencias de hierro, zinc y vitamina A están estrechamente vinculadas con la desnutrición en la primera infancia y suelen coexistir. La deficiencia de hierro, el trastorno nutricional más frecuente a nivel mundial afecta hasta al 64 % de los niños hospitalizados con desnutrición aguda. Por su parte, la deficiencia de vitamina A alcanza a unos 334 millones de niños en países de ingresos bajos y medios, especialmente a los menores de 5 años. Sin embargo, estas cifras varían según la población y los criterios diagnósticos, por lo que no pueden compararse directamente entre estudios.

Mecanismos compartidos (OE1 y OE3)

La coexistencia de estas deficiencias se explica por su interacción biológica: el zinc interviene en la síntesis de la proteína transportadora de retinol, la vitamina A favorece la movilización del hierro almacenado, y el hierro y el zinc comparten mecanismos de absorción intestinal. Por ello, corregir una sola deficiencia no siempre restablece el equilibrio de los demás micronutrientes.

Factores asociados (OE2)

Las deficiencias responden a factores biológicos (alta demanda durante la alimentación complementaria y alteraciones de la microbiota intestinal), alimentarios (dietas poco diversas y con bajo aporte de alimentos ricos en hierro) y sociales (pobreza, baja escolaridad materna, ruralidad, inseguridad alimentaria y pertenencia a pueblos indígenas). Estos determinantes se repiten en contextos distintos y actúan de forma acumulativa, lo que sustenta un abordaje multisectorial.

Asociación con los tipos de malnutrición (OE3)

La asociación varía según el tipo de malnutrición: las deficiencias de zinc y de vitamina A predominan en la desnutrición, mientras que la deficiencia de hierro también se asocia con la sobrenutrición. La asociación entre desnutrición y deficiencia de zinc es de magnitud considerable, aunque podría estar sobrestimada cuando no se ajusta por inflamación. Agrupar distintas formas de malnutrición u omitir el ajuste de los biomarcadores por inflamación y altitud puede, por tanto, distorsionar las asociaciones observadas.

Estrategias de intervención (OE4)

La suplementación con un solo micronutriente tiene efectos consistentes, pero modestos sobre el crecimiento. El zinc reduce la diarrea y aumenta levemente la talla, sobre todo en niños deficientes. La vitamina A reduce la mortalidad en torno al 12%. Los micronutrientes en polvo y los suplementos lipídicos reducen la anemia y la deficiencia de hierro. La suplementación combinada muestra resultados heterogéneos:

- Zinc más vitamina A mejoró el estado de vitamina A pero no el crecimiento a corto plazo.
- Hierro más zinc no mostró un efecto aditivo claro.
- Hierro más vitamina A mostró resultados mixtos.

La eficacia depende del estado basal, la dosis, la proporción hierro:zinc, la duración y la edad de la población, más que de la combinación en sí. Por ello, las intervenciones deben focalizarse en poblaciones deficientes, sostenerse en el tiempo e integrarse con otros servicios de salud infantil y con acciones sobre los determinantes sociales.

Aporte de la revisión y vacíos de evidencia

Esta revisión integra en una sola lectura las tres deficiencias, sus factores asociados, su relación con los tipos de malnutrición y las estrategias de intervención. Muestra además que buena parte de las discrepancias entre estudios obedece a diferencias en la población, el diseño y los criterios diagnósticos. En Ecuador, donde la desnutrición crónica afecta al 20,1% de los menores de 2 años y la anemia al 38,6% de los niños de 6 a 59 meses, no se dispone de datos recientes de ferritina, zinc ni retinol. Los principales vacíos son:

- la escasez de estudios latinoamericanos y ecuatorianos con biomarcadores de los tres micronutrientes;
- la falta de criterios diagnósticos estandarizados;
- el predominio de diseños transversales;
- ensayos combinados antiguos y de corta duración;
- la subrepresentación de poblaciones indígenas y de altura.

Se recomienda incorporar biomarcadores ajustados por inflamación en las encuestas nacionales y desarrollar estudios longitudinales en población infantil ecuatoriana.

Consideraciones metodológicas

Fortalezas: la revisión aborda de forma conjunta tres micronutrientes y cuatro dimensiones de análisis. Incluye distintos diseños (ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, estudios observacionales y encuestas poblacionales). La estrategia de búsqueda está documentada, con una ecuación única aplicada en varias bases de datos, lo que favorece su reproducibilidad. Además, presta atención específica al contexto latinoamericano y ecuatoriano.

Limitaciones: como revisión narrativa, no incluyó una evaluación formal del riesgo de sesgo ni un metaanálisis, por lo que sus conclusiones son interpretativas. Pese a la búsqueda estructurada, no se descarta un sesgo de selección. La heterogeneidad de criterios diagnósticos entre los estudios, el predominio de diseños transversales y la escasez de estudios ecuatorianos limitan la generalización de los hallazgos.

11. RECOMENDACIONES

Para la práctica clínica y los programas de salud

- Evaluar de forma conjunta el estado de hierro, zinc y vitamina A en niños con desnutrición aguda, porque la coexistencia de deficiencias es frecuente y puede pasar inadvertida si se mide un solo micronutriente. Cuando sea posible, esta evaluación debe acompañarse de marcadores de inflamación (proteína C reactiva y alfa-1-glicoproteína ácida) para interpretar correctamente la ferritina, el zinc y el retinol.
- Interpretar la anemia con cautela en poblaciones de altura, aplicando el ajuste de hemoglobina actualizado por la OMS (2024), y no utilizarla como único indicador de deficiencia de hierro.
- Revisar los protocolos de suplementación con micronutrientes en polvo, considerando que la coadministración no siempre es aditiva. Esta revisión debe definir la dosis y la proporción hierro:zinc, la administración con las comidas y una duración suficiente para lograr efectos sobre el crecimiento, y priorizar a las poblaciones con deficiencia comprobada.
- Integrar la suplementación con otros servicios de salud infantil, como la vacunación y el control de infecciones, dados sus beneficios no nutricionales.

Para la investigación futura

- Priorizar estudios en población latinoamericana y ecuatoriana, en particular en comunidades indígenas y residentes en altura, que están subrepresentadas en una evidencia que procede mayoritariamente de Asia y África subsahariana.

- Adoptar criterios diagnósticos estandarizados y el ajuste de los biomarcadores por inflamación (método BRINDA) y por altitud, para mejorar la comparabilidad entre estudios.
- Desarrollar estudios longitudinales que permitan establecer la secuencia temporal entre deficiencia de micronutrientes y desnutrición.
- Diseñar ensayos de suplementación combinada estratificados por el estado basal de cada micronutriente y por inflamación, con duración suficiente y con desenlaces funcionales (crecimiento y neurodesarrollo) además de los bioquímicos.
- Analizar la asociación por separado según el tipo de malnutrición (emaciación, retraso del crecimiento y sobrepeso), dada la doble carga creciente en la región.

Para la política pública y la nutrición comunitaria

- Incorporar biomarcadores de hierro, zinc y vitamina A ajustados por inflamación en las encuestas nacionales, que actualmente reportan desnutrición crónica y anemia, pero no el estado de estos micronutrientes.
- Fortalecer estrategias integradas que combinen suplementación focalizada, fortificación de alimentos y promoción de una alimentación complementaria diversa, en lugar de programas verticales centrados en un solo micronutriente.
- Acompañar estas estrategias con acciones sobre los determinantes sociales identificados (pobreza, inseguridad alimentaria, baja escolaridad materna y ruralidad), ya que estos explican la persistencia de las deficiencias en contextos diversos.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Ahsan AK, Tebha SS, Sangi R, Kamran A, Zaidi ZA, Haque T, Ali Hamza MS. Zinc Micronutrient Deficiency and Its Prevalence in Malnourished Pediatric Children as Compared to Well-Nourished Children: A Nutritional Emergency. *Glob Pediatr Health*. 2021 Oct 8;8:2333794X211050316. doi: 10.1177/2333794X211050316. PMID: 34660849; PMCID: PMC8511936.
- Aksan A, Zepp F, Anand S, Stein J. Intravenous ferric carboxymaltose for the management of iron deficiency and iron deficiency anaemia in children and adolescents: a review. *Eur J Pediatr*. 2022 Nov;181(11):3781-3793. doi: 10.1007/s00431-022-04582-w. Epub 2022 Sep 2. PMID: 36056175; PMCID: PMC9439269.
- Awasthi, S., Peto, R., Read, S., Clark, S., Pande, V., Bundy, D., & DEVTA (Deworming and Enhanced Vitamin A) team. (2013). Vitamin A supplementation every 6 months with retinol in 1 million pre-school children in north India: DEVTA, a cluster-randomised trial. *The Lancet*, 381(9876), 1469–1477. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)62125-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)62125-4)
- Caulfield, L. E., & Black, R. E. (2004). Zinc deficiency. En M. Ezzati, A. D. Lopez, A. Rodgers, & C. J. L. Murray (Eds.), *Comparative quantification of health risks: Global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors* (Vol. 1, pp. 257–279). World Health Organization.
- Caulfield, L. E., Bennett, W. L., Gross, S. M., Hurley, K. M., Ogunwole, S. M., Venkataramani, M., Lerman, J. L., Zhang, A., Sharma, R., & Bass, E. B. (2022). Maternal and child outcomes associated with the Special Supplemental Nutrition Program for Women, Infants, and Children (WIC) (Comparative Effectiveness

Review No. 253; AHRQ Publication No. 22-EHC019). Agency for Healthcare Research and Quality. <https://doi.org/10.23970/AHRQEPCCER253>

Chagua-Rodríguez, P., Chirinos-Peinado, D., y Castro-Bedriñana, J. (2022). Factores agroalimentarios asociados con la prevalencia de anemia infantil en comunidades altoandinas de Huancavelica, Perú. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 28(4), Artículo 4. doi.org

Chanie, E. S., Dagne, Z., Jimma, M. S., Eyayu, T., Nebiyu, S., Wondifraw, E. B., GebreEyesus, F. A., Yemata, G. A., y Melkie, A. (2021). The effect of timely initiation of complementary feeding and vitamin A supplementation on acute malnutrition among children aged 6–59 months attending Hamusit Health Centre, Northwest Ethiopia, 2021: A cross-sectional study. *Heliyon*, 7(11), Artículo e08449. doi.org

Chao HC, Chang YJ, Huang WL. Cut-off Serum Zinc Concentration Affecting the Appetite, Growth, and Nutrition Status of Undernourished Children Supplemented With Zinc. *Nutr Clin Pract*. 2018 Oct;33(5):701-710. doi: 10.1002/ncp.10079. Epub 2018 Mar 30. PMID: 29603391.

Christian P, West KP Jr. Interactions between zinc and vitamin A: an update. *Am J Clin Nutr*. 1998 Aug;68(2 Suppl):435S-441S. doi: 10.1093/ajcn/68.2.435S. PMID: 9701158.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2017). Panorama Social de América Latina 2016. Naciones Unidas.

Cortés-Albornoz, M. C., García-Guáqueta, D. P., Velez-van-Meerbeke, A., y Talero-Gutiérrez, C. (2021). Maternal Nutrition and Neurodevelopment: A Scoping Review. *Nutrients*, 13(10), Artículo 3530. doi.org.

- da Cunha, M. S. B., Siqueira, E. M. A., Trindade, L. S., & Arruda, S. F. (2014). Vitamin A deficiency modulates iron metabolism via ineffective erythropoiesis. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 25(10), 1035–1044.
- De la Cruz-Góngora, V., García-Guerra, A., Mejía-Rodríguez, F., Valdez-Echeverría, R., y Shamah-Levy, T. (2025). Perfil epidemiológico de anemia y deficiencia de micronutrientes en niñas y niños de 1 a 11 años. *Salud Pública de México*, 67(6), 676–689. <https://doi.org/10.21149/17011>
- de Paiva LO, de Oliveira JPL, da Rocha Mariano K, da Silva PS, de Aguiar Toloni MH. Childhood at Risk: Nutritional Conditions of Children Living Under Food Insecurity. *Curr Nutr Rep*. 2025 Sep 19;14(1):107. doi: 10.1007/s13668-025-00699-0. PMID: 40971091.
- Dijkhuizen, M. A., Wieringa, F. T., West, C. E., Martuti, S., y Muhilal. (2001). Effects of iron and zinc supplementation in Indonesian infants on micronutrient status and growth. *Journal of Nutrition*, 131(11), 2860–2865. doi.org.
- Francke, P. (2020). Evaluación del impacto de "Chispitas", suplemento ferroso (terapéutico) y Qali Warma sobre la anemia y la desnutrición crónica infantil. *Revista Economía, Sociedad y Estadística*, 8, 8–23.
- Gibson, R. S., Bailey, K. B., Gibbs, M., & Ferguson, E. L. (2010). A review of phytate, iron, zinc, and calcium concentrations in plant-based complementary foods used in low-income countries and implications for bioavailability. *Food and Nutrition Bulletin*, 31(2 Suppl), S134–S146.
- Global Nutrition Report. (2020). *2020 Global Nutrition Report: Action on equity to end malnutrition*. Development Initiatives. globalnutritionreport.org

- Guale-Yulan, C. A., & Llivisaca-Villazhañay, J. C. (2025). Factores sociales de la salud y estado nutricional en niños menores de dos años: caso de estudio en la provincia de Santa Elena. *Revista Espacios*, 46(3), 219–235.
- Helt, T. W., Kurtzhals, J., List, K. K., Styris have, B., Yaméogo, C. W., Fabiansen, C., Iuel-Brockdorf, A.-S., Ritz, C., Briend, A., Filteau, S., Michaelsen, K. F., Friis, H., & Christensen, V. B. (2025). Hepcidin is low in children with moderate acute malnutrition and asymptomatic malaria: Secondary analysis of a 2×2×3 factorial randomised trial in Burkina Faso. *British Journal of Nutrition*, 135(2), 167–177. <https://doi.org/10.1017/S0007114525105679>
- Hemalatha, P., Bhaskaram, P., & Khan, M. M. (1993). Role of zinc supplementation in the rehabilitation of severely malnourished children. *European Journal of Clinical Nutrition*, 47(6), 395–399. PMID: 8365381.
- Hoang NTD, Orellana L, Gibson RS, Le TD, Worsley A, Sinclair AJ, Hoang NTT, Szymlek-Gay EA. Multiple micronutrient supplementation improves micronutrient status in primary school children in Hai Phong City, Vietnam: a randomised controlled trial. *Sci Rep*. 2021 Feb 12;11(1):3728. doi: 10.1038/s41598-021-83129-9. PMID: 33580103; PMCID: PMC7881239.
- Hodge, C., y Taylor, C. (2023). Vitamin A deficiency. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK567744/>
- Iannotti LL, Trehan I, Manary MJ. Review of the safety and efficacy of vitamin A supplementation in the treatment of children with severe acute malnutrition. *Nutr J*. 2013 Sep 12;12:125. doi: 10.1186/1475-2891-12-125. PMID: 24028603; PMCID: PMC3850897.
- Imdad, A., Mayo-Wilson, E., Haykal, M. R., Regan, A., Sidhu, J., Smith, A. y Bhutta, Z. A. (2022). Vitamin A supplementation for preventing morbidity and mortality in

- children from six months to five years of age. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2022(3), artículo CD008524. doi.org
- Imdad, A., Rogner, J., Sherwani, R. N., Sidhu, J., Regan, A., Haykal, M. R., Tsistinas, O., Smith, A., Chan, X. H. S., Mayo-Wilson, E. y Bhutta, Z. A. (2023). Zinc supplementation for preventing mortality, morbidity, and growth failure in children aged 6 months to 12 years. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2023(3), artículo CD009384. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009384.pub3>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) 2016*. INEI. inei.gob.pe
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Encuesta Nacional sobre Desnutrición Infantil (ENDI) 2022–2023: Boletín técnico N.º 01-2023-ENDI*. INEC. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/ENDI/Boletin_tecnico_%20ENDI_R1.pdf
- Jackson, C., Kolba, N., & Tako, E. (2023). Assessing the interactions between zinc and vitamin A on intestinal functionality, morphology, and the microbiome in vivo (*Gallus gallus*). *Nutrients*, 15(12), 2754. <https://doi.org/10.3390/nu15122754>; PMID: 37375657; PMCID: PMC10302570.
- Jones, K. D., Thitiri, J., Ngari, M., & Berkley, J. A. (2014). Childhood malnutrition: Toward an understanding of infections, inflammation, and antimicrobials. *Food and Nutrition Bulletin*, 35(2 Suppl), S64–S70.
- Kennedy, E., Mannar, V., & Iyengar, V. (2003). Aliviar el hambre oculta: Enfoques que funcionan. Boletín del OIEA, 45(1), 54–60. https://www.iaea.org/sites/default/files/45105785461_es.pdf

- Kere, N., Compaore, E. W. R., Ouedraogo, O., Ky, I., Bambara, E. A., Tirogo, S., Kouame, J. S. R., Savadogo, B., & Dicko, M. H. (2026). Dietary intake and vitamin A deficiency among children aged 6 to 23 months in the Province of Sanmatenga, Burkina Faso. *BMC Nutrition*, 12, Artículo 50. <https://doi.org/10.1186/s40795-026-01254-y>
- Kondaiah P, Yaduvanshi PS, Sharp PA, Pullakhandam R. Iron and Zinc Homeostasis and Interactions: Does Enteric Zinc Excretion Cross-Talk with Intestinal Iron Absorption? *Nutrients*. 2019 Aug 13;11(8):1885. doi: 10.3390/nu11081885. PMID: 31412634; PMCID: PMC6722515.
- Krebs, N. F. (2013). Update on zinc deficiency and excess in clinical pediatric practice. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 62(Supl. 1), 19–29. doi.org
- Larson, L. M., Namaste, S. M., Williams, A. M., Engle-Stone, R., Addo, O. Y., Suchdev, P. S., Wirth, J. P., Temple, V., Serdula, M., & Northrop-Clewes, C. A. (2017). Adjusting retinol-binding protein concentrations for inflammation: Biomarkers Reflecting Inflammation and Nutritional Determinants of Anemia (BRINDA) project. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 106(Suppl. 1), 390S–401S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.142166>
- Liu, Z., Liu, Y., Yang, J., Yan, L., Li, Q., & Gao, Y. (2025). Global, regional and national trends in the burden of nutritional deficiencies in children, 1990–2021. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1565620. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1565620>
- Lindenmayer, G. W., Stoltzfus, R. J., & Prendergast, A. J. (2014). Interactions between zinc deficiency and environmental enteropathy in developing countries. *Advances in Nutrition*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.3945/an.113.004960>
- Malan, L., Zandberg, L., Visser, M. V., Wicks, M., Kruger, H. S., & Faber, M. (2024). Biochemical assessment of the nutritional status of infants, children and adolescents

- in South Africa (1997–2022): A systematic review. *Public Health Nutrition*, 27(1), Artículo e210. <https://doi.org/10.1017/S136898002400137X>
- McDonald, C. M., Suchdev, P. S., Krebs, N. F., Hess, S. Y., Wessells, K. R., Ismaily, S., Rahman, S., Wieringa, F. T., Williams, A. M., Brown, K. H., & King, J. C. (2020). Adjusting plasma or serum zinc concentrations for inflammation: Biomarkers Reflecting Inflammation and Nutritional Determinants of Anemia (BRINDA) project. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 111(4), 927–937. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz304>
- Martínez, R., y Palma, A. (2014). *Cerrando la brecha: Modelo para estimar el costo de erradicar la desnutrición crónica y las deficiencias de micronutrientes*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) / Programa Mundial de Alimentos (PMA). cepal.org
- Mayo-Wilson, E., Imdad, A., Junior, J., Dean, S. y Bhutta, Z. A. (2014). Preventive zinc supplementation for children, and the effect of additional iron: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 4(6), artículo e004647. [doi.org](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-004647)
- Mejía Cocha, A. I., & Galarraga Pérez, E. A. (2023). Desnutrición infantil en niños menores de 5 años en Ecuador durante el periodo 2017-2021; revisión sistemática. *Revista Sanitaria de Investigación*.
- Mete, F., Özdemir, G. N., Kara Esen, B., Erol, M., Bostan, Ö., Kırankaya, A. y Altuntaş, M. (2025). Micronutrient deficiencies in children with iron deficiency. *Pediatrics International*, 67(1), artículo e70212. <https://doi.org/10.1111/ped.70212>
- Michelazzo FB, Oliveira JM, Stefanello J, Luzia LA, Rondó PH. The influence of vitamin A supplementation on iron status. *Nutrients*. 2013 Nov 7;5(11):4399-413. doi: 10.3390/nu5114399. PMID: 24212089; PMCID: PMC3847738.

- Moncayo, M., Padilla, C., Argilagos, M., & Caicedo, R. (2021). La desnutrición infantil en Ecuador. Una revisión de literatura. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 61(4), 556–564.
- Mondon, C., Tan, P. Y., Chan, C. L., Tran, T. N., y Gong, Y. Y. (2024). Prevalence, determinants, intervention strategies and current gaps in addressing childhood malnutrition in Vietnam: a systematic review. *BMC Public Health*, 24(1), Artículo 960. doi.org
- Morón-Arce, A. L., Palomino-Zevallos, C. A., Peralta-Medina, A. N., Lama Morales, R. A., & Vela-Ruiz, J. M. (2024). Intervenciones para reducción de anemia en menores de cinco años: Sector salud y multisectoriales en Latinoamérica. Revisión sistemática. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 74(3), 206–221. <https://doi.org/10.37527/2024.74.3.006>
- Muñoz, E. C., Rosado, J. L., López, P., Furr, H. C., & Allen, L. H. (2000). Iron and zinc supplementation improves indicators of vitamin A status of Mexican preschoolers. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71(3), 789–794.
- Mwanri L, Worsley A, Ryan P, Masika J. Supplemental vitamin A improves anemia and growth in anemic school children in Tanzania. *J Nutr*. 2000 Nov;130(11):2691-6. doi: 10.1093/jn/130.11.2691. PMID: 11053508.
- Namaste, S. M., Rohner, F., Huang, J., Bhushan, N. L., Flores-Ayala, R., Kupka, R., Mei, Z., Rawat, R., Williams, A. M., Raiten, D. J., Northrop-Clewes, C. A., & Suchdev, P. S. (2017). Adjusting ferritin concentrations for inflammation: Biomarkers Reflecting Inflammation and Nutritional Determinants of Anemia (BRINDA) project. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 106(Suppl. 1), 359S–371S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.141762>

- National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. (2024). Zinc: Fact sheet for consumers. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-Consumer/>
- Ngoie Mwamba, G., Kabamba Nzaji, M., Luboya Numbi, O., Ali Mapatano, M., y Lusamba Dikassa, P. S. (2025). Micronutrient and protein-energy supplementation enhance vaccine responses in undernourished children: Evidence from a systematic review. *F1000Research*, 14, Artículo 507. doi.org
- Ninh, N. X., Maiter, D., Verniers, J., Lause, P., Ketelslegers, J. M., & Thissen, J. P. (1998). Failure of exogenous IGF-I to restore normal growth in rats submitted to dietary zinc deprivation. *Journal of Endocrinology*, 159(2), 211–217.
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). Micronutrientes. <https://www.who.int/es/health-topics/micronutrients>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Las nuevas orientaciones de la OMS ayudan a detectar la carencia de hierro y a proteger el desarrollo cerebral. <https://www.who.int/es/news/item/20-04-2020-who-guidance-helps-detect-iron-deficiency-and-protect-brain-development>
- Organización Mundial de la Salud. (2024). Malnutrición [Nota descriptiva]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
- Pastuña Ullco, G. A., Lema Toapanta, J. M., & Gavilanes Fray, V. del P. (2026). Factores sociales y económicos determinantes de la desnutrición infantil: Una revisión integradora de la evidencia científica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 10(1), 12116–12135. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1.22960
- Pereira RC, Ferreira LO, Diniz Ada S, Batista Filho M, Figueirôa JN. Eficácia da suplementação de ferro associado ou não à vitamina A no controle da anemia em escolares [Efficacy of iron supplementation with or without vitamin A for anemia

- control]. *Cad Saude Publica*. 2007 Jun;23(6):1415-21. Portuguese. doi: 10.1590/s0102-311x2007000600016. PMID: 17546332.
- Popovic A, Bourdon C, Wang PW, Guttman DS, Soofi S, Bhutta ZA, Bandsma RHJ, Parkinson J, Pell LG. Micronutrient supplements can promote disruptive protozoan and fungal communities in the developing infant gut. *Nat Commun*. 2021 Nov 18;12(1):6729. doi: 10.1038/s41467-021-27010-3. PMID: 34795270; PMCID: PMC8602372.
- Rahman, M. M., Tofail, F., & Wahed, M. A. (2001). Short-term supplementation with zinc and vitamin A has no significant effect on the growth of undernourished Bangladeshi children. *American Journal of Clinical Nutrition*. PMID: 11756064.
- Rahman, M. M., Wahed, M. A., Fuchs, G. J., Baqui, A. H., & Alvarez, J. O. (2002). Synergistic effect of zinc and vitamin A on the biochemical indexes of vitamin A nutrition in children. *American Journal of Clinical Nutrition*, 75(1), 92–98. PMID: 11756065.
- Ribaudo, I., Aramburú-Duclos, C. B., & Blitchtein, D. (2021). Is vitamin A supplementation associated with anemia in children under 5 years of age in Peru: Secondary analysis of the "Demographic Health Survey" 2015–2018? *Global Pediatric Health*, 8. <https://doi.org/10.1177/2333794X211048385>
- Ríos Gallardo, P. T., Perea-Martínez, A., Macías-Parra, M., Bravo-Lindoro, A. G., Pecero-Hidalgo, M. J., Santiago-Lagunes, L. M., Reyes-Gómez, U., Villanueva-Clift, H., & Perea-Caballero, A. L. (2023). Deficiencia de micronutrientes. Circunstancia actual en la vida temprana y su repercusión en la salud y la economía. *Acta Pediátrica de México*, 44(6), 474–483. <https://doi.org/10.18233/apm.v44i6.2835>

- Rodríguez-Martín, A., Novalbos, J. P., Jiménez, A., Baglietto, M., & Romero, J. (2010). Implicaciones de la desnutrición en atención primaria. *Nutrición Hospitalaria*, 25(Supl. 3), 67–79.
- Rojroongwasinkul, N., Kijboonchoo, K., Wimonpeerapattana, W., Purttiponthanee, S., Yamborisut, U., Boonpraderm, A., Kunapan, P., Thasanasuwan, W., & Khouw, I. (2013). SEANUTS: The nutritional status and dietary intakes of 0.5–12-year-old Thai children. *British Journal of Nutrition*, 110(Suppl. 3), S36–S44.
- Rytter, M. J. H., Kolte, L., Briend, A., Friis, H., & Christensen, V. B. (2014). The immune system in children with malnutrition—A systematic review. *PLoS ONE*, 9(8), e105017.
- Shen, Y., Zhang, W., Jin, H. *et al.* (2025). Association of whole blood essential metals with neurodevelopment among preschool children. *Pediatr Res* 98, 107–113 <https://doi.org/10.1038/s41390-024-03729-9>
- Schwarzenberg, S. J., Georgieff, M. K., y Committee on Nutrition. (2018). Advocacy for improving nutrition in the first 1000 days to support childhood development and adult health. *Pediatrics*, 141(2), e20173716. doi.org.
- Suchdev, P. S., Namaste, S. M. L., Aaron, G. J., Raiten, D. J., Brown, K. H., Flores-Ayala, R., et al. (2016). Overview of the Biomarkers Reflecting Inflammation and Nutritional Determinants of Anemia (BRINDA) project. *Advances in Nutrition*, 7(2), 349–356.
- Sommer, A. (1983). Mortality associated with mild, untreated xerophthalmia. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 81, 825–853.
- Stevens, G. A., Bennett, J. E., Hennocq, Q., Lu, Y., De-Regil, L. M., Rogers, L., Danaei, G., Li, G., White, R. A., Flaxman, S. R., Oehrlein, S. P., Finucane, M. M., Guerrero, R., Bhutta, Z. A., Then-正式-Ezzati, M., y Nutrition Impact Model Study Group.

- (2015). Trends and mortality effects of vitamin A deficiency in children in 138 low-income and middle-income countries between 1991 and 2013: a pooled analysis of population-based surveys. *The Lancet Global Health*, 3(9), e528–e536. doi.org
- Stevens, G. A., Beal, T., Mbuya, M. N. N., Luo, H., Neufeld, L. M., & Global Micronutrient Deficiencies Research Group. (2022). Micronutrient deficiencies among preschool-aged children and women of reproductive age worldwide: A pooled analysis of individual-level data from population-representative surveys. *The Lancet Global Health*, 10(11), e1590–e1599. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(22\)00367-9](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00367-9)
- Suhas, H. S., Kumar, M., Choudhary, T., Katewa, V., & Sharma, P. (2024). Prevalence of iron deficiency anemia and iron deficiency without anemia among moderate and severely acute malnourished children. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.65633>
- Tam, E., Keats, E. C., Rind, F., Das, J. K., y Bhutta, Z. A. (2020). Micronutrient supplementation and fortification interventions on health and development outcomes among children under-five in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 12(2), Artículo 289. doi.org
- Tan, P. Y., Mohd Johari, S. N., Teng, K. T., Loganathan, R., Lee, S. C., Ngui, R., Selvaduray, K. R., & Lim, Y. A. L. (2023). High prevalence of malnutrition and vitamin A deficiency among schoolchildren of rural areas in Malaysia using a multi-school assessment approach. *British Journal of Nutrition*, 129(3), 454–467. PMID: 35506400.
- Tan, X., Tan, P. Y., Gong, Y. Y. y Moore, J. B. (2024). Overnutrition is a risk factor for iron, but not for zinc or vitamin A deficiency in children and young people: a

systematic review and meta-analysis. *BMJ Global Health*, 9(4), artículo e015135. doi.org.

Tanumihardjo, S. A., Russell, R. M., Stephensen, C. B., Gannon, B. M., Craft, N. E., Haskell, M. J., Lietz, G., Schulze, K., & Raiten, D. J. (2016). Biomarkers of Nutrition for Development (BOND)—Vitamin A review. *The Journal of Nutrition*, 146(9), 1816S–1848S. <https://doi.org/10.3945/jn.115.229708>

Tchum, S. K., Arthur, F. K., Adu, B., Sakyi, S. A., Abubakar, L. A., Atibilla, D., Amenga-Etego, S., Oppong, F. B., Dzabeng, F., Amoani, B., Gyan, T., Arhin, E., y Poku-Asante, K. (2021). Impact of iron fortification on anaemia and iron deficiency among pre-school children living in Rural Ghana. *PLoS ONE*, 16(2), Artículo e0246362. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246362>

Tufiño Bejarano, D. A. (2025). Impacto de los determinantes sociales en la desnutrición infantil. *CISTEI Journal*, 2(2), 13–19. <https://www.cisteijournal.com/impacto-de-los-determinantes-sociales-en-la-desnutricion-infantil/>

United Nations Children's Fund [UNICEF]. (1990). Strategy for improved nutrition of children and women in developing countries (A UNICEF Policy Review). UNICEF.

Victora CG, Christian P, Vdaletti LP, Gatica-Domínguez G, Menon P, Black RE. Revisiting maternal and child undernutrition in low-income and middle-income countries: variable progress towards an unfinished agenda. *Lancet*. 2021 Apr 10;397(10282):1388-1399. doi: 10.1016/S0140-6736(21)00394-9. Epub 2021 Mar 7. PMID: 33691094; PMCID: PMC7613170.

Weisstaub, G., Medina, M., Pizarro, F., & Araya, M. (2008). Copper, iron, and zinc status in children with moderate and severe acute malnutrition recovered following WHO protocols. *Biological Trace Element Research*, 124(1), 1–11. PMID: 18483793.

- Wendt, A. S., Waid, J. L., Müller-Hauser, A. A., Lambrecht, N. J., Huda, T. M. N., Kyei, N. N. A., y Gabrysch, S. (2025). Impacts of a Homestead Food Production Intervention on Anaemia and Micronutrient Deficiencies Among Women and Children in Rural Bangladesh: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Maternal & Child Nutrition*, 21(4), Artículo e70043. doi.org
- Wessels, I., Maywald, M. y Rink, L. (2017). Zinc as a Gatekeeper of Immune Function. *Nutrients*, 9(12), artículo 1286. doi.org
- Wieringa FT, Berger J, Dijkhuizen MA, Hidayat A, Ninh NX, Utomo B, Wasantwisut E, Winichagoon P; SEAMTIZI (South-East Asia Multi-country Trial on Iron and Zinc supplementation in Infants) Study Group. Combined iron and zinc supplementation in infants improved iron and zinc status, but interactions reduced efficacy in a multicountry trial in southeast Asia. *J Nutr*. 2007 Feb;137(2):466-71. doi: 10.1093/jn/137.2.466. PMID: 17237328.
- Windus JL, Burrows TL, Duncanson K, Collins CE, Rollo ME. Scoping review of nutrition intervention and dietary assessment studies in Khmer populations living in Cambodia. *J Hum Nutr Diet*. 2021 Dec;34(6):953-968. doi: 10.1111/jhn.12932. Epub 2021 Aug 16. PMID: 34231266.
- World Health Organization. (1995). Global prevalence of vitamin A deficiency (WHO/NUT/95.3). <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-NUT-95.3>
- World Health Organization. (2009). Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44203>
- World Health Organization. (s.f.). Vitamin A deficiency. WHO Nutrition Landscape Information System. <https://www.who.int/data/nutrition/nlis/info/vitamin-a-deficiency>

World Health Organization. (2023). *WHO guideline for complementary feeding of infants and young children 6–23 months of age.*

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240081864>

World Health Organization. (2024). *Guideline on haemoglobin cutoffs to define anaemia in individuals and populations.*

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240088542>

World Health Organization. (2025). Anaemia [Fact sheet]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anaemia>

Zeba AN, Sorgho H, Rouamba N, Zongo I, Rouamba J, Guiguemdé RT, Hamer DH, Mokhtar N, Ouedraogo JB. Major reduction of malaria morbidity with combined vitamin A and zinc supplementation in young children in Burkina Faso: a randomized double blind trial. *Nutr J.* 2008 Jan 31;7:7. doi: 10.1186/1475-2891-7-7. PMID: 18237394; PMCID: PMC2254644.