

# Impacto potencial de la fortificación de alimentos a gran escala en la reducción de la anemia infantil en Perú: una estimación basada en una revisión de revisiones sistemáticas

Potential impact of large-scale food fortification on reducing childhood anemia in Peru: an estimate based on a review of systematic reviews

Anibal Velásquez<sup>1,a,b</sup> 

<sup>1</sup> Programa Mundial de Alimentos de Naciones Unidas. Lima, Perú.

<sup>a</sup> Ex Ministro de Salud del Perú

<sup>b</sup> Epidemiólogo, MSc en malariología y saneamiento ambiental

An Fac med. 2025;86(1):86-104./ DOI: <https://doi.org/10.15381/anales.v86i1.29375>

## Correspondencia:

Anibal Velásquez

[anibal.velasquez@gmail.com](mailto:anibal.velasquez@gmail.com)

Recibido: 6 de diciembre 2024

Aprobado: 14 de marzo 2025

Publicación en línea: 28 de marzo 2025

Conflictos de interés: El autor declara no tener conflictos de interés.

Fuente de financiamiento: Autofinanciado

Citar como: Velásquez A. Impacto potencial de la fortificación de alimentos a gran escala en la reducción de la anemia infantil en Perú: una estimación basada en una revisión de revisiones sistemáticas. An Fac med. 2025;86(1):86-104. DOI: <https://doi.org/10.15381/anales.v86i1.29375>



## Resumen

La anemia infantil afecta al 43% de los niños menores de tres años en Perú, principalmente debido a una ingesta insuficiente de hierro. La Organización Mundial de la Salud recomienda la fortificación de alimentos de consumo habitual con micronutrientes como una estrategia efectiva para combatir esta deficiencia. Este artículo evalúa el impacto potencial de la fortificación de alimentos a gran escala en la reducción de la anemia infantil en Perú, seleccionando revisiones sistemáticas con alta calidad metodológica y certeza de la evidencia baja o superior. Para estimar su impacto en niños menores de tres años, se aplicó la fracción prevenible poblacional a partir de las medidas de efecto de los metaanálisis incluidos en las revisiones seleccionadas. Los resultados sugieren que la fortificación de alimentos podría reducir la anemia infantil entre 7 y 16 puntos porcentuales, siendo la fortificación del arroz una estrategia efectiva, con una reducción de 10 puntos porcentuales.

**Palabras clave:** Anemia; Infante; Alimentos Fortificados; Revisión Paraguas; Perú (fuente: DeCS BIREME).

## Abstract

Childhood anemia affects 43% of children under three years old in Peru, primarily due to insufficient iron intake. The World Health Organization recommends fortifying commonly consumed foods with micronutrients as an effective strategy to combat this deficiency. This article assesses the potential impact of large-scale food fortification on reducing childhood anemia in Peru by selecting systematic reviews with high methodological quality and low or higher certainty of evidence. To estimate its impact on children under three years old, the population attributable fraction was applied using effect measures from meta-analyses included in the selected reviews. The results suggest that food fortification could reduce childhood anemia by 7 to 16 percentage points, with rice fortification proving to be an effective strategy, achieving a reduction of 10 percentage points.

**Keywords:** Anemia; Child, Preschool; Food, Fortified; Umbrella Review; Peru (source: MeSH NLM).

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la anemia en niños de 6 a 23 meses como una concentración de hemoglobina inferior a 10,5 g/dL<sup>(1)</sup>. La anemia, caracterizada por bajos niveles de hemoglobina, reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, afectando la salud en todas las etapas de la vida. En mujeres en edad reproductiva, aumenta el riesgo de partos prematuros y mortalidad materna y neonatal<sup>(2,3,4)</sup>. En niños, impacta el crecimiento, desarrollo motor, cognitivo<sup>(5,6,7)</sup> y el aprendizaje<sup>(8,9,10)</sup>, además de debilitar el sistema inmunológico, incrementando la vulnerabilidad a infecciones<sup>(10)</sup>. La OMS clasifica la anemia como un grave problema de salud pública cuando su prevalencia supera el 40%<sup>(11)</sup>.

El bajo consumo y la malabsorción de alimentos ricos en hierro son las causas más comunes de anemia en menores de cinco años<sup>(4,11,12)</sup>, lo que afecta especialmente a niños en países de ingresos bajos y medios, donde las dietas suelen ser de bajo valor nutricional.

En 2023, la prevalencia de anemia en niños de 6 a 36 meses en Perú fue del 43,1%<sup>(13)</sup>, afectando principalmente a menores de 3 años debido a dietas insuficientes en hierro<sup>(14)</sup>. El Instituto Nacional de Salud del Perú ha reportado que solo dos de cada cinco niños de 6 a 11 meses cumplen con sus requerimientos de hierro, y que los niños en zonas rurales presentan una menor ingesta de hierro de origen animal (2,7 mg/día) en comparación con aquellos en áreas urbanas (3,3 mg/día)<sup>(15)</sup>.

En este contexto, aunque los niños puedan curarse de la anemia mediante tratamiento en los servicios de salud, volverán a desarrollarla si no reciben suplementos de hierro o si su dieta no cubre sus requerimientos diarios de este mineral. Por ello, la fortificación de alimentos se presenta como una estrategia que puede combatir la anemia en el Perú.

La Organización Mundial de la Salud recomienda la fortificación de alimentos como arroz, harinas y sal para prevenir la anemia, los trastornos por deficiencia de yodo y otras enfermedades por falta de micronutrientes<sup>(16)</sup>. La fortificación de alimentos consiste en agregar vitaminas y minera-

les a alimentos de consumo habitual para mejorar la calidad nutricional y combatir deficiencias de micronutrientes<sup>(17)</sup>, especialmente en poblaciones con carencias nutricionales<sup>(18)</sup>. Esta estrategia, utilizada de manera segura en países de altos ingresos durante más de un siglo, ha mostrado ser rentable y efectiva<sup>(18)</sup>. La fortificación mejora la calidad nutricional de los alimentos y ha contribuido a la erradicación de enfermedades como la pelagra y el beriberi. Un ejemplo exitoso es la yodación de la sal que ha prevenido el bocio en Perú y el mundo<sup>(19,20)</sup>. Actualmente, más de 70 países han establecido la fortificación obligatoria de al menos un grano de cereal, como arroz, maíz o trigo<sup>(21)</sup>.

Con el objetivo de evaluar el impacto potencial de la fortificación de alimentos en la prevención de la anemia en el Perú, se presenta la evidencia disponible en revisiones sistemáticas sobre la eficacia y efectividad de esta estrategia en la reducción del riesgo de anemia. Este análisis permitirá seleccionar las revisiones sistemáticas con mayor calidad metodológica para estimar el impacto potencial de la fortificación a gran escala en la reducción de la prevalencia de anemia en niños menores de tres años en el país.

Para ello, se llevará a cabo una revisión de las revisiones sistemáticas publicadas y, a partir de las medidas de efecto de los metaanálisis incluidos en cada revisión seleccionada, se calculará la fracción prevenible poblacional. Este enfoque permitirá estimar el posible impacto de la fortificación de alimentos en la reducción de la anemia infantil en el Perú.

## DESARROLLO DEL TEMA

### MÉTODOS

#### 1. Selección de revisiones sistemáticas sobre el impacto de la fortificación de alimentos con hierro en la reducción de la anemia

#### Crterios para la inclusión de revisiones

Para esta revisión de revisiones, se realizó una búsqueda de revisiones sistemáticas, tanto en Cochrane como no Cochrane, que evaluaron intervenciones con

alimentos fortificados para la prevención o el control de la anemia. Se incluyeron aquellas que analizaron ensayos controlados y/o estudios de efectividad sobre la fortificación de alimentos a gran escala.

Se seleccionaron revisiones sistemáticas con metaanálisis publicados que examinaron el impacto de la fortificación de alimentos en el riesgo de anemia, siempre que incluyeran una evaluación del riesgo de sesgo en los ensayos analizados y, cuando estuviera disponible, una calificación de certeza de la evidencia según el sistema GRADE. Además, solo se consideraron aquellas revisiones que cumplirían con al menos 5 de los 11 criterios de AMSTAR (*A MeaSurement Tool to Assess Systematic Reviews*; Shea, 2007)<sup>(22)</sup>, herramienta utilizada para evaluar el grado en que los métodos de una revisión minimizan el sesgo.

Para su inclusión, las revisiones debían proporcionar las características de los estudios analizados, evaluar y documentar su calidad científica, utilizar adecuadamente esta información en la formulación de conclusiones, emplear métodos apropiados para combinar los hallazgos y analizar la probabilidad de sesgo de publicación.

#### Tipos de participantes

El análisis incluyó poblaciones anémicas y no anémicas aparentemente saludables, organizadas en tres grupos: lactantes (6 a 23 meses), niños en edad preescolar y escolar (2 a 10 años) y población mixta (todas las edades). La asignación a cada grupo se realizó según la edad en la que comenzaron las intervenciones; en caso de que la revisión no presentara un grupo etario predominante, se clasificó dentro de la categoría de población mixta. Se excluyeron revisiones que incluyeran lactantes menores de seis meses, dado que la recomendación estándar es la lactancia materna exclusiva hasta esa edad.

#### Tipos de intervenciones

Revisiones de investigaciones sobre efectos de la provisión de alimentos fortificados con hierro o con hierro más vitaminas y minerales (por ejemplo, hierro, ácido fólico, vitamina B12, zinc, vitamina A) en la prevención de la anemia.

Se excluyeron para esta revisión revisiones sobre el uso de polvos de múltiples micronutrientes (MMNP) o fortificación en el punto de uso o fortificación casera mediante sobres de micronutrientes añadidos a los alimentos al momento del consumo.

Así también, se excluyeron revisiones sobre la provisión de alimentos suplementarios con macronutrientes (por ejemplo, suplementación proteica o suplementos nutricionales a base de lípidos), revisiones sobre el uso de alimentos biofortificados con micronutrientes y revisiones sobre la calidad dietética.

### Tipos de comparaciones

Se consideraron todas las comparaciones posibles con grupos controles, incluyendo: intervención vs. placebo, intervención vs. otra intervención (por ejemplo, comparación con otros minerales o vitaminas), intervención vs. ausencia de intervención.

### Tipos de resultados

Anemia, definida según los puntos de corte de la OMS por grupo de edad <sup>(23)</sup>.

### Métodos de búsqueda para la identificación de revisiones

Se realizó dos búsquedas sistemáticas en PubMed, utilizando los términos: (“iron food fortified”) AND (“systematic review”) y (“food fortified”) AND (“systematic review”). La búsqueda se realizó el 3 de marzo de 2025, sin restricciones de idioma ni fecha de publicación.

### Selección de revisiones

Para identificar todas las revisiones sistemáticas publicadas que evaluaron el impacto de los alimentos fortificados con hierro en la prevención y el control de la anemia, se examinaron los títulos y resúmenes, y se revisaron los textos completos de las revisiones identificadas para determinar su elegibilidad.

Se analizaron los objetivos y métodos de cada revisión, incluyendo los resultados y las características de los participantes, y solo se incluyeron aquellas que

cumplían con los criterios de inclusión previamente establecidos. Además, se consideraron únicamente las revisiones sistemáticas con metaanálisis publicados que cumplieran al menos 5 de los 11 criterios de AMSTAR (*A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews*; Shea, 2007) <sup>(22)</sup>, garantizando así una adecuada calidad metodológica.

### Extracción y gestión de datos

Se recopiló información de las revisiones incluidas sobre el número de participantes y estudios analizados, los objetivos de la revisión, el tipo de participantes, países donde se realizaron los estudios, las intervenciones y comparaciones, así como los resultados relevantes, expresados en términos de riesgo relativo resumido o diferencia de riesgo de anemia. Cuando las revisiones sistemáticas proporcionaban calificaciones GRADE, estas fueron extraídas para los resultados con el propósito de evaluar la certeza de la evidencia.

Los detalles y hallazgos de las revisiones se presentaron en tablas organizadas según grupo de edad y tipo de intervención.

## 2. Estimación del potencial impacto de la fortificación de alimentos en gran escala en Perú

La estimación del impacto potencial de la fortificación de alimentos en la anemia infantil en el Perú se basó en las revisiones sistemáticas incluidas en este estudio, seleccionando aquellas que evaluaron los alimentos fortificados de mayor consumo en el país <sup>(24)</sup>.

Para estimar el impacto de la fortificación en la reducción de la anemia infantil, se priorizaron las revisiones que incluían una evaluación de la certeza de la evidencia sobre la eficacia o efectividad de la fortificación en la reducción del riesgo de anemia, con un nivel de evidencia bajo o superior. Asimismo, se seleccionaron aquellas que obtuvieron una calificación metodológica superior a 10 puntos en la escala AMSTAR.

Para estimar el impacto potencial de una fortificación a gran escala con hierro en el Perú, se calculó la fracción prevenible

poblacional (FPP), una medida que permite determinar la proporción de casos que podrían haberse evitado si toda la población hubiese estado expuesta a la intervención. La FPP, que refleja el impacto del nivel actual de exposición en la población, se calcula mediante la siguiente fórmula <sup>(25)</sup>:

$$FPP = \frac{Pe(1-RR)}{1-(1-Pe)(1-RR)}$$

Pe = proporción de la población expuesta al factor protector  
RR = razón de riesgo del factor protector

El cálculo del impacto potencial de la fortificación de alimentos en la población de niños menores de 3 años en Perú se realizó considerando una prevalencia de anemia del 43%, según datos de la ENDES 2023 <sup>(13)</sup>. Se estimó que el 75% de los niños en este grupo etario podrían estar expuestos a los alimentos fortificados, dado que la implementación de esta política se basa en normativas que establecen la fortificación obligatoria con hierro en los alimentos de mayor consumo dentro de la población objetivo en cada país donde se aplica. Una revisión sistemática informo que, en países con fortificación obligatoria, el 95,6% de los hogares consumía arroz fortificado y el 78,4% consumía sal fortificada <sup>(26)</sup>. Sin embargo, se identificaron importantes brechas de información sobre la cobertura de la fortificación en la mayoría de los alimentos, con excepción de la sal.

## RESULTADOS

### 1. Revisión de la evidencia sobre los efectos de la fortificación de alimentos en la anemia

#### Descripción de las revisiones incluidas

En total, se identificaron 80 registros a partir de la búsqueda en PubMed, después de eliminar registros duplicados se examinaron todos los títulos y resúmenes de 51 registros. En una primera etapa se revisó el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión que podían ser evaluados con los resúmenes, se excluyeron 6 revisiones sobre uso de multimicronutrientes o fortificación en el punto de uso o fortificación casera (Suchdev 2015 <sup>(27)</sup>, 2020 <sup>(28)</sup>; De-Regil 2011 <sup>(29)</sup>, 2017 <sup>(30)</sup>; Helmyati 2025 <sup>(31)</sup>; Nikooyeh 2021 <sup>(32)</sup>), 3 re-

visiones que tenían el indicador de resultado crecimiento (Sachdev 2005<sup>(33)</sup>, 2006<sup>(34)</sup>; Vucic 2013<sup>(35)</sup>), 1 revisión en áreas vulnerables a parásitos (Cozer 2024<sup>(36)</sup>) y otros 10 registros que no cumplían con los criterios de selección (Crider 2022<sup>(37)</sup>; Eussen 2015<sup>(38)</sup>; Macena 2022<sup>(39)</sup>; Mutwiri 2023<sup>(40)</sup>; Obbagy 2019<sup>(41)</sup>; Shah 2016<sup>(42)</sup>; Hare 2019<sup>(43)</sup>; Imdad 2022<sup>(44)</sup>; Malik 2022<sup>(45)</sup>; Skolmowska 2022<sup>(46)</sup>).

Se seleccionaron 31 revisiones para examinar el texto completo. De estas, se excluyeron cuatro por no cumplir con los criterios AMSTAR y no incluir metaanálisis de riesgo de anemia (Assunção 2007<sup>(47)</sup>; Best 2011<sup>(48)</sup>; Dewey 2008<sup>(49)</sup>; Pachón 2015<sup>(50)</sup>), tres porque su indicador de resultado era la concentración de hemoglobina en lugar de la anemia (Athe 2014<sup>(51)</sup>; Casgrain 2012<sup>(52)</sup>; Diniz 2023<sup>(53)</sup>) y uno por no tener disponible la versión en texto completo (Guo 2014<sup>(54)</sup>). Además, se excluyó una revisión que evaluaba los factores que influyen en la eficacia de la fortificación de alimentos en la anemia (Waller 2020<sup>(55)</sup>) y otra que había sido actualizada en 2021 (Field 2020<sup>(56)</sup>).

En este grupo se identificó la revisión sistemática de Da Silva Lopes (2021)<sup>(57)</sup> que resume la evidencia de revisiones sistemáticas sobre los beneficios o perjuicios de las intervenciones nutricionales específicas para la prevención y el control de la anemia en poblaciones anémicas o no anémicas, aparentemente sanas, a lo largo del ciclo de vida. Da Silva Lopes consideró todas las revisiones sistemáticas publicadas de ensayos controlados aleatorizados (ECA) sobre intervenciones nutricionales para la prevención y el control de la anemia.

Para este estudio se examinaron las revisiones sistemáticas seleccionadas por Da Silva Lopez que evaluaban los efectos de la fortificación de alimentos en la prevención o tratamiento de la anemia para estudios realizados con niños de 6 a 23 meses (6 revisiones sistemáticas), niños de 2 a 18 años (8 revisiones) y estudios realizados en todas las edades (22 revisiones).

Las revisiones sistemáticas excluidas en el estudio de Da Silva Lopes por no cumplir con los criterios de inclusión fueron: cuatro revisiones sobre polvos de multimicronutrientes utilizados en

el punto de uso o fortificación casera (Dewey 2009<sup>(58)</sup>; Suchdev 2020<sup>(28)</sup>; Salam 2013<sup>(59)</sup>; De-Regil 2017<sup>(30)</sup>), una que no abordaba la fortificación de alimentos (Pratt 2015)<sup>(60)</sup>, otra centrada en la fortificación con zinc (Das 2013)<sup>(61)</sup>, una sobre biofortificación (Finkelstein 2019)<sup>(62)</sup> y otra sobre la fortificación de harina de maíz con ácido fólico (Tablante 2019)<sup>(63)</sup>.

Los estudios reportados por Da Silva Lopes<sup>(57)</sup> que cumplieron con los criterios de inclusión en este estudio abarcaron un total de 10 revisiones sistemáticas. De estas, ocho ya habían sido identificadas en la búsqueda en PubMed realizada para este estudio (Das, 2019<sup>(64)</sup>; Field, 2021<sup>(65)</sup>; Garcia-Casal, 2018<sup>(66)</sup>; Gera, 2012<sup>(67)</sup>; Huo, 2015<sup>(68)</sup>; Peña-Rosas, 2019<sup>(69)</sup>; Ramírez-Luzuriaga, 2018<sup>(70)</sup>; Sadighi, 2019<sup>(71)</sup>), mientras que dos revisiones adicionales fueron incorporadas en el análisis (Hess, 2016<sup>(72)</sup>; Yadav, 2019<sup>(73)</sup>).

Finalmente, se incluyeron en esta revisión un total de 21 revisiones sistemáticas que sintetizan la evidencia sobre los efectos de la fortificación de alimentos en la prevención de la anemia. Estas revisiones se agruparon en tres categorías principales: (1) revisiones de estudios sobre intervenciones a gran escala y dirigidas a la población general, (2) revisiones de estudios realizados en niños menores de 5 años y en edades de 2 a 8 años, y (3) revisiones que evaluaron los efectos de la fortificación con hierro en distintos alimentos, como arroz, harinas de maíz y trigo, sal doblemente fortificada, así como salsas y condimentos.

### Efectividad a gran escala de alimentos con hierro en la prevención de la anemia

Las revisiones sistemáticas de Keats (2019)<sup>(18)</sup> y Das (2019)<sup>(64)</sup> evaluaron el impacto de la fortificación de alimentos con micronutrientes en la reducción de la anemia en diferentes poblaciones (Tabla 1). La revisión de Keats (2019)<sup>(18)</sup> se enfocó en intervenciones a gran escala en países de bajos y medianos ingresos de Asia y América del Sur, incluyendo mujeres embarazadas y niños con anemia. Se analizaron 11 estudios con un total de 34 905 participantes, comparando la fortificación con múltiples micronutrientes, como hierro, vitamina A, yodo y ácido fólico, en diver-

sos vehículos alimentarios, como harinas, arroz, salsa de soya y leche. Los resultados indicaron una reducción del 34% en la prevalencia de anemia (RR: 0,66; IC 95%: 0,59-0,74), con un grado de certeza moderado. En niños de 6 a 18 años, la reducción del riesgo fue del 32% (RR: 0,68; IC 95%: 0,52-0,90) y en menores de 7 años, del 39% (RR: 0,61; IC 95%: 0,38-0,96), aunque con una certeza baja.

Por otro lado, la revisión de Das (2019)<sup>(64)</sup> evaluó el impacto de la fortificación con múltiples micronutrientes en la población general, abarcando países de ingresos altos, medios y bajos. Se analizaron 11 ensayos con 3746 participantes, donde se comparó la fortificación con al menos tres micronutrientes en distintos vehículos alimentarios, como arroz, harina, productos lácteos, bebidas no lácteas, galletas y sal, con intervenciones de una duración de 8 semanas a un año. Los resultados mostraron una reducción significativa en la prevalencia de anemia (RR: 0,68; IC 95%: 0,56-0,84; P < 0,001), aunque la certeza de la evidencia fue baja. En general, ambas revisiones destacan la efectividad de la fortificación de alimentos en la reducción de la anemia, aunque con variabilidad en la certeza de la evidencia según la población y el tipo de intervención evaluada.

Las revisiones sistemáticas de Keats (2019)<sup>(18)</sup> y Das (2019)<sup>(64)</sup> proporcionan evidencia robusta sobre la efectividad de la fortificación de alimentos con hierro y otros micronutrientes en la reducción de la anemia.

### Eficacia y efectividad de la fortificación con hierro en productos lácteos, cereales y otros alimentos para la prevención de la anemia en niños menores de 5 años

Las revisiones sistemáticas incluidas en la tabla 2 evaluaron el impacto de la fortificación de alimentos con hierro en la reducción del riesgo de anemia en niños menores de 5 años, con un enfoque particular en lactantes de 6 a 23 meses.

La revisión de Eichler (2012)<sup>(74)</sup> analizó 11 ensayos clínicos aleatorizados (ECA) con 3100 niños de Asia, África, América Latina y Europa, comparando el consumo de leche o cereales fortificados con micronutrientes frente a alimentos no fortificados. Los resultados mostraron una reducción del 50% en el riesgo de anemia

**Tabla 1.** Revisiones sistemáticas seleccionadas que miden el efecto de la fortificación de alimentos con hierro a gran escala y en población en el riesgo de anemia.

Revisión	Pregunta u objetivo de la revisión	Diseños de estudios	Participantes	Ubicación	Intervención y comparación	Resultados en la prevalencia de anemia (metaanálisis)	Evaluación GRADE del resultado	"Evaluación de la calidad de la revisión AMSTAR"
Keats 2019	Determinar el impacto en el mundo real de la fortificación de alimentos a gran escala con micronutrientes (vitamina A, yodo, hierro y ácido fólico) en la mejora del estado de micronutrientes y en resultados de salud	ECA, cECA, cohortes, series de tiempo y transversales a gran escala (más de 1000 participantes). 11 estudios (20,501 participantes grupo de intervención y 14,404 grupo control)	Mujeres y niños de diferentes grupos etarios, en mujeres embarazadas y y niños con anemia.	Países de bajos y medianos ingresos de Asia y América del Sur	Los vehículos alimentarios: harina de maíz, harina de trigo, arroz, salsa de soya, salsa de pescado y leche. Compuestos fortificantes: etilendiaminotetraacetato férrico de sodio (NaFeEDTA), sulfato ferroso, fumarato ferroso, bisglicinato ferroso, hierro electrolítico y ortofosfato férrico. Duración de la intervención: entre 18 meses y 16 años (media de 5.3 años).	La fortificación a gran escala demostró un impacto positivo en la reducción del 34% en la anemia (RR: 0.66; IC del 95%: 0.59, 0.74) en los 11 estudios.	Moderado	10
						Reducción de riesgo de anemia en niños de 6 a 18 años (RR: 0.68; IC 95%: 0.52, 0.90) en 4 estudios (ECA/cECA/transversal) (4092 participantes).	Bajo	
						Cambio significativo en la prevalencia de anemia entre los niños (<7 años) (RR: 0.61; IC 95%: 0.38, 0.96) en 7 estudios (ECA/cohortes/transversal) (4641 participantes).	Bajo	
Das 2019	Evaluar el impacto de la fortificación con múltiples micronutrientes en la población general	ECA, ECAC, cECA, Control antes y después, series de tiempo. 11 ensayos (3746 participantes) que evaluaron efectos en anemia	Hombres, mujeres y niños (excluyendo personas con enfermedades específicas)	Países de ingresos altos, medios y bajos.	Fortificación con $\geq 3$ micronutrientes en cualquier vehículo alimentario. Comparación: un solo micronutriente o sin fortificación. Fortificación con MMN en arroz y harina (12 ensayos), productos lácteos (9 ensayos), bebidas no lácteas (13 ensayos), galletas (6 ensayos), sal (2 ensayos). Diario o semanal. Duración: 8 semanas a 1 año	Reducción significativa en anemia RR 0.68, IC 95% 0.56 a 0.84 (P < 0.001)	Bajo	11

ECA: ensayo controlado aleatorizado; ECAC: ensayo controlado por conglomerados; cECA: ensayo cuasi experimental; RR: riesgo relativo

(RR 0,50; IC 95%: 0,33-0,75), aunque la certeza de la evidencia no fue evaluada.

Matsuyama (2017) <sup>(75)</sup> examinó 9 ensayos en diversas economías, comparando el consumo de leche fortificada con hierro, vitamina C, zinc y otros nutrientes con leche no fortificada o con baja fortificación. Se observó una reducción significativa en el riesgo de anemia (OR 0,32;

IC 95%: 0,15-0,66), lo que representa una disminución del 68% en comparación con el grupo control. Sin embargo, la certeza de la evidencia no fue evaluada.

Xu (2019) <sup>(76)</sup> investigó el impacto del suplemento Ying Yang Bao (YYB), un alimento complementario a base de polvo de soya enriquecido con vitaminas y minerales, en 7599 niños de 6 a 18 meses

en China. Los resultados mostraron una disminución significativa en la tasa de anemia (RR 0,61; IC 95%: 0,56-0,68; p < 0,00001), sin que se evaluara la certeza de la evidencia.

Tam (2020) <sup>(77)</sup> evaluó estrategias de fortificación dirigidas a niños menores de 5 años en países de ingresos bajos y medios. Se encontró una reducción del

**Tabla 2.** Revisiones sistemáticas seleccionadas que evalúan el efecto de los alimentos fortificados con hierro en el riesgo de anemia de niños menores de 5 años.

Revisión	Pregunta u objetivo de la revisión	Diseños de estudios	Participantes	Ubicación	Intervención y comparación	Resultados en la prevalencia de anemia (metaanálisis)	Evaluación GRADE del resultado	"Evaluación de la calidad de la revisión AMSTAR"
Eichler 2012	Evaluar el impacto de la leche y cereales fortificados con micronutrientes en la salud infantil	ECA, ECAC 11 ECA (3100 niños) que evaluaron efectos en anemia	Lactantes y niños (6 meses a 5 años). Edad media de inclusión: 6-23 meses	Asia, África, América Latina, Europa	Intervención: leche o cereales fortificados con micronutrientes. Comparación: alimentos no fortificados, otras estrategias nutricionales aplicadas a ambos grupos. Alimentos con micronutrientes con 1.8 mg/día a 27.5 mg/día de hierro. Diario, Seguimiento medio: 8.25 meses (2.2 a 12 meses)	El consumo de leche o cereales fortificados redujo el riesgo de anemia en un 50% (RR 0.50, IC 95%: 0.33 a 0.75) (11 ECA)	No evaluado	5
Matsuyama 2017	Investigar el efecto de la leche fortificada en el crecimiento y el estado nutricional de los niños evaluando la talla y/o biomarcadores bioquímicos	ECA, ECAC 9 ensayos que midieron efectos en anemia	Niños (edad media al inicio: 6 a 22.4 meses)	Economías de ingresos bajos a altos (India, Indonesia, México, Vietnam, Malasia, Tailandia, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, Suecia, Nueva Zelanda).	Leche fortificada (hierro, vitamina C, zinc, ácidos grasos, vitamina D, probióticos o simbióticos). Tipo de hierro utilizado: sulfato ferroso (3 ensayos), gluconato ferroso (2), lactato ferroso (1), no especificado en los demás ensayos. Seguimiento 4 a 12 meses Comparación: leche de vaca o leche no fortificada o con baja fortificación	Reducción significativa en el grupo de leche fortificada: OR = 0.32 (IC 95%: 0.15 a 0.66). Reducción del 68% en el riesgo de anemia en comparación con el control	No evaluado	6
Xu 2019	Evaluar el efecto nutricional del polvo de soya fortificado- Ying Yang Bao (YYB) sobre la anemia y el estado de crecimiento de niños	ECA, cECA, ECAC 7 estudios (7599 en el grupo YYB y 3428 en el grupo control)	Niños de 6 a 18 meses de edad sanos	China	Ying Yang Bao (YYB), un suplemento alimenticio complementario a base de polvo de soya enriquecido con vitaminas y minerales en comparación con un grupo control	La tasa de anemia disminuyó significativamente (RR = 0.61, IC 95%: 0.56-0.68, P < 0.00001)	No evaluado	7
Tam 2020	Evaluar estrategias para prevenir la malnutrición por deficiencia de micronutrientes en niños menores de cinco años	ECA o cECA. Estudio controlado antes y después, o estudio de series temporales	Niños menores de 5 años	Países de ingresos bajos y medios	Fortificación Dirigida con formulas para lactantes menores de 6 meses e edad o de alimentos complementarios fortificados para niños mayores de 6 meses de edad comparado al grupo control	Reducción del riesgo de anemia (RR 0.53, IC 95%: 0.32-0.89; I <sup>2</sup> = 83%, p = 0.02)	No reportado	10
					Eficacia de la Fortificación de Alimentos a Gran Escala con hierro en comparación Fortificación a gran escala de alimentos básicos o condimentos con placebo o ninguna intervención	La fortificación a gran escala con hierro redujo significativamente el riesgo de anemia (RR 0.66, IC 95%: 0.48-0.90; I <sup>2</sup> = 58%, p = 0.009)	No reportado	
Csölle 2022	Evaluar los efectos de alimentos complementarios fortificados a los niños durante el período de alimentación complementaria	ECA 6 estudios (1209 participantes) que evaluaron efectos en anemia	Lactantes y niños de 6 a 23 meses sin problemas de salud identificados.	13 ensayos se realizaron en áreas endémicas de malaria	Arroz, harina de trigo, harina de maíz, cereal infantil fortificados	El riesgo de anemia se redujo (RR 0.57, IC 95%: 0.39 a 0.82).	Moderada	11

ECA: ensayo controlado aleatorizado; ECAC: ensayo controlado por conglomerados; cECA: ensayo cuasi experimental; RR: riesgo relativo; OR: Odds ratio

riesgo de anemia en lactantes y niños pequeños (RR 0,53; IC 95%: 0,32-0,89;  $I^2 = 83\%$ ,  $p = 0,02$ ), así como en la fortificación a gran escala de alimentos básicos o condimentos con hierro (RR 0,66; IC 95%: 0,48-0,90;  $I^2 = 58\%$ ,  $p = 0,009$ ). No se reportó la certeza de la evidencia.

Finalmente, la revisión de Csölle (2022)<sup>(78)</sup> analizó 6 estudios en 1209 niños de 6 a 23 meses sin problemas de salud identificados, en áreas endémicas de malaria. Se encontró que la fortificación de arroz, harina de trigo, harina de maíz y cereales infantiles redujo en 43% el riesgo de anemia (RR 0,57; IC 95%: 0,39-0,82), con una certeza de evidencia moderada según GRADE.

En conjunto, estas revisiones respaldan la efectividad de la fortificación con hierro en la reducción de la anemia infantil, aunque la certeza de la evidencia varía según el estudio y la intervención evaluada.

Los hallazgos de esta revisión refuerzan la eficacia de la fortificación con hierro en la reducción del riesgo de anemia en niños menores de 5 años, con especial énfasis en lactantes de 6 a 23 meses. Las revisiones sistemáticas de Eichler (2012)<sup>(74)</sup>, Matsu-yama (2017)<sup>(75)</sup> y Tam (2020)<sup>(77)</sup> destacan

reducciones significativas en la prevalencia de anemia al comparar el consumo de productos lácteos, cereales y otros alimentos fortificados con hierro frente a productos no fortificados. La reducción del riesgo de anemia osciló entre 34% y 68%, dependiendo del tipo de intervención y del grupo etario evaluado.

### Eficacia de la fortificación con hierro en productos lácteos, cereales y bebidas no lácteas para la prevención de anemia en escolares

Las revisiones sistemáticas incluidas en la tabla 3 evaluaron el impacto de la fortificación de productos lácteos, cereales y bebidas no lácteas con hierro en la reducción del riesgo de anemia en niños en edad preescolar y escolar en países de ingresos bajos y medianos.

La revisión de Aaron (2015)<sup>(79)</sup> analizó seis ensayos clínicos aleatorizados (ECA) con un total de 2828 niños en edad escolar aparentemente sanos y mujeres en edad reproductiva en países como Bangladesh, Botsuana, India, Nigeria, Filipinas, Sudáfrica y Tanzania. Se evaluó el consumo de bebidas no lácteas fortificadas con múltiples micronutrientes (MMN) en comparación con bebidas no

fortificadas isocalóricas y controles sin intervención. Los resultados mostraron una reducción significativa del riesgo de anemia (RR 0,58; IC 95%: 0,29-0,88;  $p = 0,005$ ) en los niños que recibieron las bebidas fortificadas durante un período de 8 semanas a 6 meses. La certeza de la evidencia se calificó como moderada.

Por otro lado, la revisión de Eichler (2019)<sup>(80)</sup> evaluó el impacto de productos lácteos y cereales fortificados en la salud de niños y adolescentes de 5 a 15 años en países de ingresos bajos y medianos. Se analizaron 12 ensayos con 1149 participantes, comparando el consumo de alimentos procesados de manera centralizada con cualquier estrategia de fortificación frente a alimentos no fortificados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la reducción del riesgo de anemia (RR 0,87; IC 95%: 0,76-1,01), y la certeza de la evidencia fue clasificada como muy baja.

En la población escolar, los resultados fueron más variables. Mientras que Aaron (2015)<sup>(79)</sup> encontró que el consumo de bebidas no lácteas fortificadas con múltiples micronutrientes redujo la anemia en un 42% en niños en edad escolar, la revisión de Eichler (2019)<sup>(80)</sup> no halló

**Tabla 3.** Revisiones sistemáticas seleccionadas que evalúan el efecto de productos lácteos, cereales y bebidas no lácteas fortificados con hierro en el riesgo de anemia de niños de edad preescolar y escolar.

Revisión	Pregunta u objetivo de la revisión	Diseños de estudios	Participantes	Ubicación	Intervención y comparación	Resultados en la prevalencia de anemia (metaanálisis)	Evaluación GRADE del resultado	"Evaluación de la calidad de la revisión AMSTAR"
Aaron 2015	Evaluar los impactos nutricionales de las bebidas fortificadas con múltiples micronutrientes (MMN) en países de ingresos bajos y medianos	ECA 6 ensayos (2828 niños) que midieron efectos en anemia	Niños en edad escolar aparentemente sanos y mujeres en edad reproductiva	Entorno escolar en países de ingresos bajos y medianos: Bangladesh, Botsuana, India, Nigeria, Filipinas, Sudáfrica y Tanzania.	Bebidas no lácteas fortificadas con MMN. Comparación: bebidas no fortificadas isocalóricas, controles sin intervención, bebidas MMN no calóricas fortificadas o controles no fortificados no calóricos. Duración seguimiento: 8 semanas a 8.5 meses	En comparación con los controles isocalóricos, los niños que recibieron bebidas fortificadas con MMN durante 8 semanas a 6 meses mostraron mejoras significativas en:  Reducción del riesgo de anemia: RR 0.58 (IC 95% [0.29, 0.88], $p = 0.005$ )	Moderado	5
Eichler 2019	Evaluar el impacto de los productos lácteos y cereales fortificados con micronutrientes en la salud de niños y adolescentes (5 a 15 años)	ECA, ECAC. 12 ensayos (1149 niños) que evaluaron efectos en anemia	Niños (5 a 12 años) y adolescentes (12 a 15 años) de ambos sexos y de todos los grupos de riesgo.	Países de ingresos bajos y medianos.	Productos lácteos y cereales fortificados procesados de manera centralizada, utilizando cualquier estrategia de fortificación. Comparación: alimentos no fortificados	Riesgo de anemia: RR 0.87, IC 95% 0.76 a 1.01	Muy bajo	8

ECA: ensayo controlado aleatorizado; ECAC: ensayo controlado por conglomerados; RR: riesgo relativo

diferencias estadísticamente significativas en la reducción del riesgo de anemia con el consumo de productos lácteos y cereales fortificados en niños y adolescentes de 5 a 15 años. La disparidad en los resultados podría explicarse por la variabilidad en el tipo de alimentos fortificados, la biodisponibilidad del hierro utilizado y la adherencia a las intervenciones en cada estudio.

### Eficacia y efectividad de la fortificación con hierro de arroz, harina de maíz y harina de trigo en la prevención de la anemia

Las revisiones sistemáticas incluidas en la tabla 4 evaluaron el efecto de la fortificación de arroz, harina de maíz y harina de trigo con hierro en la reducción del riesgo de anemia en distintos grupos de edad y en diversas regiones del mundo.

La revisión de Gera (2012) <sup>(67)</sup> examinó 33 ensayos con 13 331 participantes y evaluó el impacto de la fortificación de harina de maíz con hierro, sola o combinada con otros micronutrientes, en comparación con harina no fortificada o sin intervención. Los estudios se realizaron en Asia, África, Sudamérica, Europa, Australia y América del Norte. Sin embargo, los resultados no mostraron una reducción significativa en la prevalencia de anemia (RR 0,90; IC 95%: 0,58-1,40), con una certeza de evidencia muy baja.

Por su parte, García-Casal (2018) <sup>(66)</sup> evaluó dos ensayos con 1027 participantes en Kenia, México, Brasil y Zambia, analizando la fortificación de harina de maíz con hierro y otros micronutrientes. Al igual que en la revisión anterior, los resultados no mostraron diferencias significativas en la reducción de la anemia (RR 0,90; IC 95%: 0,58-1,40), con una certeza de evidencia muy baja.

En la revisión de Peña-Rosas (2019) <sup>(69)</sup>, que incluyó 1634 niños en estudios realizados en India, Tailandia, Filipinas, Brasil, Bangladesh, México y otros países, se analizó la fortificación del arroz con hierro, ácido fólico, zinc y vitamina A. Se encontró una reducción significativa en la anemia en 28% (RR 0,72; IC 95%: 0,54-0,97), aunque la certeza de la evidencia fue baja.

La revisión de Sadighi (2019) <sup>(71)</sup> incluyó 27 ensayos con 6950 participantes de

diversas edades en países como China, India, Marruecos, Reino Unido, EE.UU. y Zambia, entre otros. Se analizaron distintas harinas fortificadas con hierro, mostrando una reducción significativa en la prevalencia de anemia (diferencia de prevalencia de -8,1%; IC 95%: -11,7 a -4,4%;  $p < 0,001$ ), aunque la certeza de la evidencia no fue evaluada.

Finalmente, la revisión de Field (2021) <sup>(65)</sup> analizó 10 ensayos con 3319 participantes en Bangladés, Brasil, India, Kuwait, Filipinas y Sudáfrica, evaluando la fortificación de harina de trigo con hierro solo o combinado con otros micronutrientes. Se encontró una reducción del 27% en el riesgo de anemia (RR 0,73; IC 95%: 0,55-0,97) en cinco estudios con 2315 participantes, con una certeza de evidencia baja. Sin embargo, en dos estudios con 317 participantes, la evidencia sobre el impacto de la fortificación de la harina de trigo no fue concluyente (RR 0,77; IC 95%: 0,41-1,46), con una certeza de evidencia muy baja.

En general, los hallazgos sugieren que la fortificación con hierro del arroz y la harina de trigo puede contribuir a la reducción del riesgo de anemia en algunas poblaciones, aunque la fortificación de la harina de maíz no mostró un impacto significativo. La certeza de la evidencia varía entre baja y muy baja, lo que indica la necesidad de más estudios de alta calidad para confirmar estos efectos.

### Eficacia y efectividad de la sal doblemente fortificada con hierro y yodo para la prevención de la anemia

Las revisiones sistemáticas incluidas en la tabla 5 evaluaron el impacto de la sal doblemente fortificada con hierro y yodo (SDF) en la reducción del riesgo de anemia en diversos grupos de edad y regiones del mundo.

La revisión de Ramírez-Luzuriaga (2018) <sup>(70)</sup> analizó 10 ensayos con 42 103 participantes en India, Marruecos, Costa de Marfil y Ghana. Se evaluó la eficacia de la SDF en comparación con la sal yodada, con concentraciones de hierro entre 1 mg y 3 mg/g de sal, utilizando diferentes fuentes de hierro como sulfato ferroso, fumarato ferroso y pirofosfato férrico. La intervención, con una duración superior a seis meses, mostró una reducción

significativa en la prevalencia de anemia (RR 0,84; IC 95%: 0,78-0,92;  $p < 0,001$ ), aunque la certeza de la evidencia no fue evaluada.

Por su parte, Yadav (2019) <sup>(73)</sup> incluyó siete ensayos con 1526 participantes en India, Marruecos, Ghana y Costa de Marfil, abarcando niños de 1 a 18 años, mujeres y población adulta. En comparación con la sal yodada, la SDF mostró una reducción significativa en el riesgo de anemia (diferencia de riesgos -0,16; IC 95%: -0,26 a -0,06;  $p < 0,001$ ). Sin embargo, la certeza de la evidencia no fue evaluada.

La revisión de Larson (2021) <sup>(81)</sup> resumió la evidencia sobre la eficacia y efectividad de la SDF con hierro y yodo, abarcando 22 estudios con 52 758 participantes en India, Marruecos, Ghana, Sri Lanka y Costa de Marfil. Se observó una reducción del riesgo de anemia (RR 0,80; IC 95%: 0,70 – 0,92) en comparación con la sal yodada, con efectos más notables en niños y adolescentes. Se destacó el impacto positivo del uso de pirofosfato férrico micronizado. No se reportó la certeza de la evidencia.

Finalmente, Baxter (2022) <sup>(82)</sup> evaluó 18 estudios con más de 8800 participantes en India, Marruecos, Costa de Marfil, Ghana y Sri Lanka. Se comparó la SDF con la sal yodada en un periodo de 6 a 12 meses, utilizando compuestos de hierro como fumarato ferroso, sulfato ferroso y pirofosfato férrico. Se encontró una reducción del riesgo de anemia del 21% (RR 0,79; IC 95%: 0,66 – 0,94;  $p = 0,007$ ) en ocho estudios con 2593 participantes. La certeza de la evidencia fue moderada.

En general, la evidencia sugiere que la sal doblemente fortificada con hierro y yodo es una estrategia efectiva para reducir la anemia en diferentes poblaciones, con efectos significativos en niños, adolescentes y adultos. Sin embargo, la variabilidad en los estudios y la falta de evaluación de la certeza de la evidencia en algunos casos indican la necesidad de más investigaciones para fortalecer la evidencia disponible. La implementación de la SDF como estrategia de salud pública podría beneficiarse de estudios adicionales que exploren su impacto a largo plazo y su integración en programas de fortificación obligatoria.

**Tabla 4.** Revisiones sistemáticas seleccionadas que evalúan el efecto de arroz, harina de maíz y harina de trigo fortificados con hierro en el riesgo de anemia en población y en varios grupos de edades.

Revisión	Pregunta u objetivo de la revisión	Diseños de estudios	Participantes	Ubicación	Intervención y comparación	Resultados en la prevalencia de anemia (metaanálisis)	Evaluación GRADE del resultado	Evaluación de la calidad de la revisión AMSTAR
Gera 2012	Evaluar el efecto de la fortificación de harina de maíz con hierro en la Hb, ferritina sérica, prevalencia de deficiencia de hierro y anemia	ECA, cECA, ECAC. 33 ensayos (13,331 participantes) que midieron efectos en anemia	Individuos, familias o comunidades aparentemente sanas, sin distinción de edad o sexo	Asia, África, Sudamérica, Europa, Australia y América del Norte.	Intervención: Harina de maíz fortificada con hierro solo o con otros micronutrientes. Comparación: harina sin fortificar o sin intervención. Dosis: 2.8 mg a 5.6 mg de hierro elemental por 100 g de harina de maíz (3 ensayos); 9.8 mg de hierro reducido por 100 g (1 ensayo); 42.4 mg de fumarato ferroso por 100 g (1 ensayo). Duración: 6 a 10 meses	RR 0.90, IC 95% 0.58 a 1.40, sin evidencia de diferencia	Muy bajo	7
García-Casal 2018	Evaluar los efectos de la fortificación de harina de maíz sobre la anemia y el estado de hierro	ECA, ECAC, estudios antes-después no controlados (datos extraídos solo de ECA) 2 ensayos (1027 participantes) que evaluaron efectos en anemia	Población general >2 años (incluyendo mujeres embarazadas)	Kenia, México, Brasil, Zambia.	Intervención: Harina de maíz fortificada con hierro solo o con otros micronutrientes. Comparación: harina sin fortificar o sin intervención. 3 ensayos: 2.8 mg a 5.6 mg de hierro elemental por 100 g de harina de maíz; 1 ensayo: 9.8 mg de hierro reducido por 100 g; 1 ensayo: 42.4 mg de fumarato ferroso por 100 g Duración: 6 a 10 meses	RR 0.90, IC 95% 0.58 a 1.40, sin evidencia de diferencia	Muy bajo	11
Peña-Rosas 2019	Determinar los beneficios y riesgos de la fortificación del arroz con vitaminas y minerales (hierro, vitamina A, zinc o ácido fólico) en el estado nutricional y los resultados de salud en la población general	ECA, ECAC, estudios observacionales (cohortes, Control Antes y después, series de tiempo) 7 estudios (1634 niños) que evaluaron efectos en anemia	Población general mayor de dos años (incluidas mujeres embarazadas)	India, Tailandia, Filipinas, Brasil, Bangladesh, Burundi, Camboya, Indonesia, México y Estados Unidos	Intervención: arroz fortificado con al menos un micronutriente o una combinación de varios (hierro, ácido fólico, zinc, vitamina A u otros). Comparación: arroz no fortificado o sin intervención. Dosis: hierro elemental de 0.2 mg a 112.8 mg/100 g de arroz; vitamina A: 0.15 mg a 2.1 mg; zinc: 2 mg a 18 mg; sulfato ferroso: 18 mg/g. Diario. Intervención 2 semanas a 4 años	RR 0.72, IC 95% 0.54 a 0.97, reducción significativa en anemia	Bajo	10
Sadighi 2019	Evaluar la efectividad de la harina fortificada con hierro en el estado de hierro.	ECA y estudios antes-después (datos extraídos solo de ECA). 27 ensayos (6950 participantes)	Infantes/niños pequeños (4 a 36 meses, 19 ensayos), niños (3 a 19 años, 42 ensayos), mujeres (15 a 49 años, 31 ensayos), personas de todas las edades (2 ensayos)	Cameroon, Chile, China, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Dinamarca, India, Irán, Jordania, Kazajistán, Kenia, Kuwait, Mongolia, Marruecos, Noruega, Sudáfrica, Sri Lanka, Tayikistán, Tailandia, Reino Unido, EE. UU., Uzbekistán, Venezuela, Vietnam y Zambia.	Intervención: Alimentos fortificados: Harina de trigo (61 ensayos), harina de maíz (7 ensayos), harina de trigo y maíz (7 ensayos), harina de arroz (4 ensayos), harina de trigo y maíz (4 ensayos), harina de maíz y soya (2 ensayos), harina de maíz (1 ensayo), otras combinaciones en 4 ensayos; hierro solo añadido en 31 ensayos, hierro con otros micronutrientes en 63 ensayos. Promedio de intervención: 20.6 meses (DE: 25.5, rango: 2 a 144 meses)	Reducción significativa en la prevalencia de anemia  Diferencia de prevalencia -0.08 (-8.1%), IC 95% -0.117 a -0.044 (P < 0.001)	No evaluado	5
Field 2021	Determinar los beneficios y riesgos de la fortificación de harina de trigo con hierro solo o combinado con otros micronutrientes en la anemia y el estado de hierro	ECA, ECAC, cECA. 10 ensayos (3319 participantes)  7 ensayos (2632 participantes) que evaluaron anemia	Población general >2 años. 9 ensayos con niños de 6 a 15 años	"Bangladés, Brasil, India, Kuwait, Filipinas, Sudáfrica y Sri Lanka." "	Fortificación de harina de trigo con hierro solo o combinado con otros micronutrientes.  Compuestos: NaFeEDTA, sulfato ferroso, hierro elemental, fumarato ferroso. Diario.  Duración de las intervenciones: entre 3 y 24 meses.  Dosis de hierro: 40 mg y 80 mg/kg	Harina de trigo fortificada con hierro, con o sin otros micronutrientes, versus harina de trigo (sin hierro) con los mismos otros micronutrientes.  Reducción de riesgo de anemia: 27%.  RR 0.73 (IC 95%: 0.55 a 0.97) 5 estudios; 2,315 participantes	Bajo	11
						Harina de trigo fortificada con hierro y otros micronutrientes vs. Harina de trigo no fortificada (sin ningún micronutriente) Riesgo de anemia: No está claro si disminuye: RR 0.77 (IC 95%: 0.41 a 1.46); 2 estudios; 317 participantes	Muy bajo	

**Tabla 5.** Revisiones sistemáticas seleccionadas que miden el efecto de la sal doblemente fortificada con hierro y yodo en el riesgo de anemia en población y varios grupos de edades.

Revisión	Pregunta u objetivo de la revisión	Diseños de estudios	Participantes	Ubicación	Intervención y comparación	Resultados en la prevalencia de anemia (metaanálisis)	Evaluación GRADE del resultado	Evaluación de la calidad de la revisión AMSTAR
Ramírez-Luzuriaga 2018	Evaluar el impacto de la sal doblemente fortificada (SDF) en biomarcadores del estado de hierro y en el riesgo de anemia y anemia por deficiencia de hierro.	ECA, cECA, ECAC. 10 ensayos (42,103 participantes) que evaluaron efectos en anemia	Cualquier participante (subanálisis en niños < 5 años, escolares, mujeres en edad fértil, hombres, embarazadas).	Países de ingresos bajos y medios: India, Marruecos, Costa de Marfil, Ghana	Intervención: SDF con hierro y yodo. Comparación: sal yodada. Concentraciones de 1 mg a 3 mg de hierro/g de sal. Fuentes de hierro: sulfato ferroso, fumarato ferroso, pirofosfato férrico.  Duración: mayor a 6 meses	Reducción significativa de la anemia RR 0.84, IC 95% 0.78 a 0.92 (P < 0.001)	No evaluado	6
Yadav 2019	Evaluar la eficacia de la SDF en comparación con la sal yodada en la mejora del estado nutricional del hierro.	ECA 7 ensayos (1526 participantes) que evaluaron efectos en la anemia	Niños de 1 a 5 años (1 estudio), niños en edad escolar de 5 a 18 años (6 estudios), mujeres y población adulta (3 estudios)	India, Marruecos, Ghana, Costa de Marfil.	Intervención: SDF con hierro y yodo. Comparación: sal yodada.  Sulfato ferroso: 1 mg/g de sal (3 ensayos), pirofosfato férrico: 2 mg/g a 3 mg/g de sal (3 ensayos), fumarato ferroso: 1 mg/g a 2 mg/g de sal (4 ensayos).  Intervención de 6 a 18 meses	Reducción significativa en el riesgo de anemia  Diferencia de riesgos -0.16, IC 95% -0.26 a -0.06 (P < 0.001)	No evaluado	7
Larson 2021	Resumir la evidencia sobre la eficacia y efectividad de la SDF con hierro y yodo en todo el espectro de resultados relacionados con el estado nutricional	ECA, cECA y evaluaciones de programas, ECAC, Estudios Antes y Después robustos  22 estudios (52,758 participantes)	Niños menores de 5 años (4 estudios). Niños en edad escolar y adolescentes (16 estudios) Mujeres adultas (3 estudios). Mujeres embarazadas (3 estudios). Mujeres y hombres adultos (3 estudios)	India, Marruecos, Ghana, Sri Lanka y Costa de Marfil	Grupo de intervención SDF, excluyéndose aquellos que utilizaran sal fortificada con múltiples micronutrientes.	Reducción del riesgo de anemia [razón de riesgo (IC 95%): 0.80 (0.70, 0.92)]. Reducción de riesgo 0.80 veces menor de anemia en comparación con los controles. 13 estudios de eficacia realizados en niños y adolescentes.  Efectos significativos en el uso de SDF con pirofosfato férrico micronizado	No reportado	8
Baxter 2022	Evaluar el efecto de la SDF en comparación con la sal yodada en las mediciones del estado de hierro y yodo en todos los grupos de edad	ECA, ECAC y los estudios controlados antes y después (CAD). 18 estudios (7 ECA, 7 ECAC, 4 estudios CAD), con más de 8800 participantes	Etapa de vida (niños <5 años, 5 a 17 años), adultos (≥18 años, diferenciados, embarazo (cualquier edad)	India, Marruecos, Costa de Marfil, Ghana y Sri Lanka	SDF Compuesto de hierro: fumarato ferroso, sulfato ferroso, pirofosfato férrico.  6 a 12 meses de intervención	Reducción del riesgo de anemia en un 21% (razón de riesgos (RR) 0.79, IC 95%: 0.66 a 0.94; P = 0.007; 8 estudios, 2593 participantes.	Moderado	11

SDF: Sal doblemente fortificada; ECA: ensayo controlado aleatorizado; ECAC: ensayo controlado por conglomerados; cECA: ensayo cuasi experimental; CAD: estudios con control antes y después; RR: riesgo relativo

**Tabla 6.** Revisiones sistemáticas seleccionadas que miden el efecto de la fortificación de salsas y condimentos con hierro en el riesgo de anemia.

Revisión	Pregunta u objetivo de la revisión	Diseños de estudios	Participantes	Ubicación	Intervención y comparación	Resultados en la prevalencia de anemia (metaanálisis)	Evaluación GRADE del resultado	Evaluación de la calidad de la revisión AMSTAR
Huo 2015	Evaluar el efecto de la salsa de soja fortificada con NaFeEDTA sobre la prevalencia de anemia en China.	ECA, ECAC. 16 ensayos (16,819 participantes) que evaluaron efectos en anemia	Cualquier población china en la que la anemia sea un problema de salud pública.	Población china: en aldeas rurales pobres, escuelas, hospitales.	Intervención: salsa de soja fortificada con NaFeEDTA. Comparación: grupos con salsa de soja no fortificada. Hierro en NaFeEDTA de 2.3 a 20 mg/día/persona; en 8 ensayos la dosis de hierro fue < 4 mg/día y en 7 ensayos ≥ 4 mg/día. Diario. 3 a 18 meses de intervención	Reducción significativa de la anemia OR 0.25, IC 95% 0.19 a 0.35 (P < 0.001)	No evaluado	6
Hess 2016	Investigar la evidencia sobre el impacto de los condimentos y fideos fortificados con micronutrientes en la hemoglobina, la anemia y los resultados funcionales en niños y adultos	ECA, ECAC 10 ensayos (5498 participantes)	Niños y adultos entre 5 y 50 años.	India, Vietnam; China, Camboya, Tailandia, Marruecos, Ghana, Sudáfrica	Intervención: condimentos o fideos fortificados con micronutrientes. Comparación: condimentos y fideos no fortificados.  Dosis: Sal: 1 mg a 2 mg de hierro/g de sal; polvo masala: 25 µg de NaFeEDTA/g; salsa de soja: 0.3 mg a 4 mg de NaFeEDTA/mL; fideos: 20.6 mg de NaFeEDTA/100 g; salsa de pescado: 1 mg de Fe/mL.  Seguimiento 2.4 meses a 2 años	Reducción significativa de la anemia RR 0.59, IC 95% 0.44 a 0.80	No evaluado	8
Jalal 2023	Evaluar los efectos de la fortificación de condimentos y sazónadores con hierro solo o combinado con otros micronutrientes, en la deficiencia de hierro, anemia y resultados de salud en la población general	ECA, ECAC, cECA, series temporales interrumpidas, controlados antes y después. 16 estudios (20512 participantes), 12 fueron ECA	Población en general agrupados en mujeres, niños y adolescentes.	"China, India, Camboya, Vietnam, Marruecos, Costa de Marfil, Ghana y Sudáfrica	Fortificación de condimentos o sazónadores con hierro solo o combinado con otros micronutrientes: Sal (9 estudios), salsa de pescado (3 estudios), salsa de soja (2 estudios), curry en polvo (1 estudio) y sazónador en polvo (1 estudio).  Dosis de hierro: Entre 4.4 mg y 55 mg/día. Duración de los estudios: 3 meses y 2 años	Condimentos fortificados con hierro vs. condimentos no fortificados: Reducción de riesgo de anemia (RR 0.34; IC 95%: 0.18-0.65; 2,328 participantes; 4 estudios)	Muy bajo	11
						Condimentos fortificados con hierro + otros micronutrientes vs. condimentos con otros micronutrientes (sin hierro):  Reducción moderada de anemia (RR 0.59; IC 95%: 0.40-0.89; 1,007 participantes; 4 estudios)	Bajo	

ECA: ensayo controlado aleatorizado; ECAC: ensayo controlado por conglomerados; cECA: ensayo cuasi experimental; RR: riesgo relativo

**Tabla 7.** Impacto potencial de la fortificación de alimentos con hierro en la reducción de la prevalencia de anemia en niños menores de 3 años en el Perú con base en las revisiones sistemáticas seleccionadas.

Revisión	Evaluación de la calidad de la revisión AMSTAR	Intervenciones	Participantes	Resultados en la prevalencia de anemia (metaanálisis)	Evaluación GRADE del resultado	Fración Atribuible Prevenida en la población - FAPre (IC al 95%)	Prevalencia estimada de anemia en niños menores de 3 años en el Perú después de intervención	Impacto potencial de reducción de la prevalencia de anemia atribuida a los alimentos fortificados con hierro en el Perú, en puntos porcentuales
Csölle 2022	11	Vehículos alimentarios: arroz, harina de trigo, harina de maíz, cereal o infantil fortificados con hierro	Lactantes y niños de 6 a 23 meses sin problemas de salud identificados.	El riesgo de anemia se redujo (RR 0.57, IC 95%: 0.39 a 0.82).	Moderada	0.36 (0.14, 0.53)	27.5% (19.8, 37.0)	16 (6, 23)
Keats 2019	10	Vehículos alimentarios: harina de maíz, harina de trigo, arroz, salsa de soja, salsa de pescado y leche. Compuestos fortificantes: etilendiaminotetraacetato férrico de sodio (NaFeEDTA), sulfato ferroso, fumarato ferroso, bisglicinato ferroso, hierro electrolítico y ortofosfato férrico. Duración de la intervención: entre 18 meses y 16 años (media de 5.3 años)	Mujeres y niños de diferentes grupos etarios, en mujeres embarazadas y niños con anemia.	La fortificación a gran escala demostró un impacto positivo en la reducción del 34% en la anemia (RR: 0.66; IC del 95%: 0.59, 0.74) en los 11 estudios.	Moderado	0.28 (0.21, 0.34)	31.0% (28.3, 34.0)	12 (9, 15)
Das 2019	11	Fortificación con $\geq 3$ micronutrientes en cualquier vehículo alimentario. Comparación: un solo micronutriente o sin fortificación. Fortificación con MMN en arroz y harina (12 ensayos), productos lácteos (9 ensayos), bebidas no lácteas (13 ensayos), galletas (6 ensayos), sal (2 ensayos). Diario o semanal. Duración: 8 semanas a 1 año	Hombres, mujeres y niños (excluyendo personas con enfermedades específicas)	Reducción significativa en anemia (RR 0.68, IC 95% 0.56 a 0.84 (P < 0.001))	Bajo	0.26 (0.13, 0.37)	31.8% (27.1, 37.6)	11 (5, 16)
Field 2021	11	Harina de trigo fortificada con hierro, con o sin otros micronutrientes, versus harina de trigo (sin hierro) con los mismos otros micronutrientes. Compuestos: NaFeEDTA, sulfato ferroso, hierro elemental, fumarato ferroso. Diario. Duración de las intervenciones: entre 3 y 24 meses. Dosis de hierro: 40 mg y 80 mg/kg	Población general >2 años. 9 ensayos con niños de 6 a 15 años	Reducción de riesgo de anemia: 27%: RR 0.73 (IC 95%: 0.55 a 0.97 5 estudios; 2,315 participantes	Bajo	0.22 (0.02, 0.38)	33.7% (26.6, 42.0)	"9 (1, 16)"
Baxter 2022	11	Sal doblemente fortificada con hierro y yodo. Compuesto de hierro: fumarato ferroso, sulfato ferroso, pirofosfato férrico. 6 a 12 meses de intervención	Población en general agrupados en mujeres, niños y adolescentes.	Reducción moderada de anemia (RR 0.59; IC 95%: 0.40-0.89; 1,007 participantes; 4 estudios	Bajo	0.34 (0.08, 0.53)	28.3% (20.2, 39.4)	15 (4, 23)
Peña-Rosas 2019	10	Intervención: arroz fortificado con al menos un micronutriente o una combinación de varios (hierro, ácido fólico, zinc, vitamina A u otros). Comparación: arroz no fortificado o sin intervención. Dosis: hierro elemental de 0.2 mg a 112.8 mg/100 g de arroz; vitamina A: 0.15 mg a 2.1 mg; zinc: 2 mg a 18 mg; sulfato ferroso: 18 mg/g. Diario. Intervención 2 semanas a 4 años	Población general mayor de dos años (incluidas mujeres embarazadas).	Reducción del riesgo de anemia en un 21% (razón de riesgos (RR) 0.79, IC 95%: 0.66 a 0.94; P = 0.007; 8 estudios, 2593 participantes.	Bajo	0.22 (0.02, 0.39)	33.3% (26.2, 42.0)	10 (1, 17)

### Eficacia de la fortificación de salsas y condimentos con hierro en la prevención de la anemia

Las revisiones sistemáticas incluidas en la tabla 6 evaluaron el efecto de la fortificación de salsas y condimentos con hierro en la reducción del riesgo de anemia en diversas poblaciones.

La revisión de Huo (2015) <sup>(68)</sup> analizó 16 ensayos con 16 819 participantes en China, específicamente en aldeas rurales pobres, escuelas y hospitales. Se evaluó el impacto de la salsa de soya fortificada con NaFeEDTA en comparación con la salsa de soya no fortificada. La dosis de hierro varió entre 2,3 y 20 mg/día, con una duración de intervención de entre 3 y 18 meses. Los resultados mostraron una reducción significativa en la prevalencia de anemia (OR 0,25; IC 95%: 0,19 – 0,35;  $p < 0,001$ ). La certeza de la evidencia no fue evaluada.

Por su parte, Hess (2016) <sup>(72)</sup> incluyó 10 ensayos con 5498 participantes en India, Vietnam, China, Camboya, Tailandia, Marruecos, Ghana y Sudáfrica. Se investigó el impacto de la fortificación de condimentos y fideos con micronutrientes en comparación con condimentos y fideos no fortificados. La dosis de hierro varió según el tipo de alimento, desde 1 mg/g en la sal hasta 20,6 mg/100 g en los fideos, con una duración de intervención de entre 2,4 meses y 2 años. Se observó una reducción significativa en la prevalencia de anemia (RR 0,59; IC 95%: 0,44 – 0,80), aunque la certeza de la evidencia no fue evaluada.

Finalmente, Jalal (2023) <sup>(83)</sup> evaluó 16 estudios con 20 512 participantes en China, India, Camboya, Vietnam, Marruecos, Costa de Marfil, Ghana y Sudáfrica. Se comparó la fortificación de condimentos o sazónadores con hierro solo o combinado con otros micronutrientes. La dosis de hierro varió entre 4,4 mg y 55 mg/día, con una duración de intervención de entre 3 meses y 2 años. Se encontró que la fortificación con hierro solo redujo el riesgo de anemia (RR 0,34; IC 95%: 0,18 – 0,65; 4 estudios, 2328 participantes), aunque con certeza de la evidencia muy baja. Asimismo, la fortificación con hierro más otros micronutrientes mostró una reducción moderada del riesgo de anemia (RR 0,59; IC 95%: 0,40–0,89; 4 estu-

dios, 1007 participantes), con certeza de la evidencia baja.

Estos hallazgos respaldan la viabilidad de utilizar salsas y condimentos como vehículos para la fortificación con hierro, especialmente en países donde estos productos son ampliamente consumidos. Sin embargo, la variabilidad en la certeza de la evidencia y la falta de estudios con metodologías más robustas limitan la posibilidad de hacer recomendaciones definitivas.

### 2. Estimación del impacto potencial de la fortificación de alimentos en la reducción de la anemia en el Perú

Los resultados de esta estimación resaltan el potencial de la fortificación de alimentos como una estrategia clave para la reducción de la anemia infantil en el Perú. Se seleccionaron alimentos de alto consumo en la población, como arroz, harina de trigo, leche, salsas, sazónadores y sal, asegurando que la intervención tenga un amplio alcance.

Las revisiones utilizadas para estimar el impacto de la fortificación de alimentos en la reducción de la anemia infantil en el Perú fueron seleccionadas a partir de la lista de revisiones analizadas en este estudio. Se incluyeron aquellas que contaban con una evaluación de la certeza de la evidencia sobre la eficacia o efectividad de la fortificación en la reducción del riesgo de anemia, con un nivel de evidencia bajo o superior. Además, se priorizaron las revisiones con una calificación metodológica superior a 10 puntos en la escala AMSTAR, asegurando que las estimaciones se basaran en las mejores revisiones sistemáticas disponibles y proporcionando un mayor nivel de certeza en la evidencia.

El cálculo de la fracción prevenible poblacional (FPP) permitió estimar el impacto potencial de la fortificación de alimentos a gran escala en la reducción de la anemia en Perú. Con una prevalencia del 43% en niños menores de tres años y una exposición estimada del 75% a alimentos fortificados, los resultados sugieren que esta estrategia podría contribuir significativamente a la reducción de la anemia en este grupo etario. Su efectividad varía según el tipo de alimento fortificado, la población objetivo y la calidad metodológica de los estudios analizados.

Las estimaciones basadas en la eficacia o efectividad reportada en las mejores revisiones sistemáticas incluidas en este estudio sugieren que la anemia en niños menores de tres años en el Perú podría reducirse entre 7 y 16 puntos porcentuales, con FPP que oscilan entre el 17% y el 36%. La mayor reducción estimada se obtuvo a partir del riesgo relativo reportado en el estudio de Csölle (2022) <sup>(78)</sup>, con un impacto potencial de hasta 16 puntos porcentuales, seguido por las revisiones de Jalal (2023) <sup>(83)</sup> y Keats (2019) <sup>(18)</sup>, que permiten estimar reducciones de entre 11 y 15 puntos porcentuales.

Keats (2019) <sup>(18)</sup> analizó la fortificación de diversos vehículos alimentarios con diferentes compuestos de hierro. Su análisis mostró que la fortificación a gran escala redujo la anemia en un 34% (RR 0,66; IC 95%: 0,59 – 0,74). Para los niños de 6 a 18 años, el impacto fue menor (RR 0,68; IC 95%: 0,52 – 0,90), y en niños menores de 7 años se reportó una reducción significativa en la prevalencia de anemia (RR 0,61; IC 95%: 0,38 – 0,96). La FPP osciló entre 26% y 32%, lo que implicaría una reducción de la anemia en los niños menores de tres años en el Perú de 11 a 14 puntos porcentuales.

El estudio de Das (2019) <sup>(64)</sup> abordó la fortificación con múltiples micronutrientes en diferentes vehículos alimentarios, encontrando una reducción significativa del riesgo de anemia (RR 0,68; IC 95%: 0,56 – 0,84). La FPP fue del 26%, con una posible reducción de la prevalencia de anemia en niños en el Perú de 11 puntos porcentuales.

La fortificación del arroz y la harina de trigo con hierro ha demostrado ser una de las estrategias con mayor potencial para reducir la anemia en el Perú. El estudio de Csölle (2022) <sup>(78)</sup>, con una alta calidad metodológica (AMSTAR 11), evaluó la fortificación de arroz, harina de trigo, harina de maíz y cereales infantiles con hierro, observando una reducción del riesgo de anemia en lactantes y niños de 6 a 23 meses (RR 0,57; IC 95%: 0,39 – 0,82). Para este estudio la FPP fue del 36%, lo que llevaría a una reducción de la prevalencia de anemia infantil en el Perú de hasta 16 puntos porcentuales.

La revisión sistemática de Peña-Rosas (2019) <sup>(69)</sup> permitió estimar que la fortifi-

cación del arroz con múltiples micronutrientes podría reducir la prevalencia de anemia en Perú en 10 puntos porcentuales, según la medida de efecto del metaanálisis (RR: 0,72; IC 95%: 0,54 – 0,97) y una fracción prevenible poblacional (FPP) del 22%. De manera similar, a partir de la revisión sistemática de Field (2021)<sup>(65)</sup> se estimó que la fortificación de harina de trigo con hierro podría disminuir la anemia en hasta 9 puntos porcentuales (RR: 0,73; IC 95%: 0,55 – 0,97), con una FPP del 22%. Estos hallazgos sugieren que la fortificación de arroz y harina de trigo podría ser una estrategia efectiva para reducir la anemia en el país.

El cálculo del impacto potencial de la fortificación de condimentos y sal en este estudio, basado en la revisión sistemática de Jalal (2023)<sup>(83)</sup>, sugiere que la fortificación de condimentos y sazónadores con hierro podría reducir la prevalencia de anemia en hasta 15 puntos porcentuales en el Perú. Asimismo, según los hallazgos de Baxter (2022)<sup>(82)</sup>, la sal doblemente fortificada con hierro y yodo podría disminuir la anemia en 7 puntos porcentuales en el país.

Baxter (2022)<sup>(82)</sup> evaluó la sal doblemente fortificada con hierro y yodo y reportó una reducción del riesgo de anemia del 21% (RR 0,79; IC 95%: 0,66 – 0,94), de esta forma se estimó que con esta intervención se podría reducir en 7 puntos porcentuales la prevalencia de anemia en niños menores de 3 años en el Perú. Por su parte, Jalal (2023)<sup>(83)</sup> analizó la fortificación de condimentos y sazónadores con hierro, encontrando una reducción moderada del riesgo de anemia (RR 0,59; IC 95%: 0,40 – 0,89), con base a este resultado se calculó una FPP del 34% y un impacto potencial de hasta 15 puntos porcentuales en la reducción de la prevalencia de anemia.

## DISCUSIÓN

Este artículo sintetiza la evidencia disponible hasta febrero de 2025 sobre la eficacia y efectividad de la fortificación de alimentos en la prevención de la anemia en distintos contextos y grupos etarios. Inicialmente se identificaron 51 revisiones sistemáticas, de las cuales 21 fueron

incluidas en el análisis final. Estas revisiones se clasificaron en tres categorías: (1) intervenciones a gran escala dirigidas a la población general, (2) estudios en niños menores de 5 años y de 2 a 8 años, y (3) efectos de la fortificación con hierro en diversos alimentos, como arroz, harinas de maíz y trigo, sal doblemente fortificada, salsas y condimentos.

Los hallazgos de esta revisión de revisiones sistemáticas confirman que la fortificación de alimentos con hierro es una estrategia efectiva para la prevención y reducción de la anemia en diversos grupos poblacionales, con un impacto particularmente relevante en países de ingresos bajos y medianos. La evidencia sintetizada a partir de 21 revisiones sistemáticas muestra reducciones significativas en la prevalencia de anemia cuando se implementan estrategias de fortificación a gran escala y dirigidas a la población general, con efectos especialmente notables en niños menores de cinco años y otros grupos etarios.

Los vehículos alimentarios más utilizados en estas estrategias incluyen harinas de trigo y maíz, arroz, leche, sal doblemente fortificada, salsas y condimentos. Esta diversidad sugiere que la flexibilidad en la elección del vehículo fortificado puede facilitar la implementación de políticas de fortificación en distintos contextos socioculturales y económicos.

Las revisiones sistemáticas incluidas en este estudio confirman la efectividad de la fortificación de alimentos con hierro en la reducción de la anemia, con variaciones según el vehículo alimentario utilizado. Keats (2019)<sup>(18)</sup> y Das (2019)<sup>(64)</sup> evidenciaron reducciones del 32% al 39% en la prevalencia de anemia en niños, mientras que Eichler (2012)<sup>(74)</sup>, Matsuyama (2017)<sup>(75)</sup> y Tam (2020)<sup>(77)</sup> destacaron el impacto positivo de la fortificación en productos lácteos, cereales y bebidas no lácteas. En cuanto a la fortificación de harinas y arroz, estudios como los de Peña-Rosas (2019)<sup>(69)</sup>, Field (2021)<sup>(65)</sup> y Sadighi (2019)<sup>(71)</sup> mostraron reducciones en la anemia entre el 27% y el 28%, aunque con certeza de la evidencia baja. La sal doblemente fortificada con hierro y yodo se destacó como una estrategia efectiva, reduciendo el riesgo de anemia entre un

16% y un 21% según Ramírez-Luzuriaga (2018)<sup>(70)</sup> y Baxter (2022)<sup>(82)</sup>. Además, la fortificación de salsas y condimentos mostró efectos prometedores, con reducciones en la anemia de hasta el 75% en algunos estudios.

Sin embargo, la certeza de la evidencia varió de baja a moderada en la mayoría de las revisiones, lo que resalta la necesidad de investigaciones más rigurosas para consolidar la efectividad de estas intervenciones en distintos contextos poblacionales. La heterogeneidad en el diseño de los estudios, la variabilidad en la composición de los micronutrientes fortificantes y la duración de las intervenciones pueden haber influido en la variabilidad de los resultados. La duración de las intervenciones varió significativamente entre estudios, desde 8 semanas hasta 16 años, lo que podría afectar la magnitud de los efectos observados. Dado que la fortificación de alimentos requiere tiempo para generar impactos sostenibles en los niveles de hemoglobina y las reservas de hierro, intervenciones de corta duración pueden no reflejar su verdadero potencial.

Los hallazgos de este estudio son consistentes con la revisión de revisiones sistemáticas de Da Silva Lopes (2021)<sup>(57)</sup>, quien analizó los beneficios y riesgos de las intervenciones nutricionales para la prevención y el control de la anemia en poblaciones aparentemente sanas a lo largo del ciclo de vida. Su estudio concluyó que la fortificación de alimentos con hierro contribuye al aumento de las concentraciones de hemoglobina y a la reducción de la anemia.

Esta revisión presenta algunas limitaciones. En primer lugar, se excluyeron revisiones que analizaban la fortificación en el punto de uso o con polvos de multimicronutrientes, lo que restringe la comparación entre la fortificación industrial y las estrategias de fortificación domiciliaria. Además, la evaluación GRADE solo estuvo disponible en 11 de las 21 revisiones analizadas, y en estos estudios, el nivel de certeza sobre los efectos de la fortificación de alimentos para la prevención de la anemia osciló entre moderado y muy bajo.

La calidad de las revisiones sistemáticas seleccionadas se evaluó mediante los 11 criterios de AMSTAR <sup>(22)</sup>, considerando aceptables aquellas que cumplieran al menos cinco de ellos. Otra limitación relevante es la escasez de estudios que analicen los efectos a largo plazo de la fortificación en la reducción de la anemia. La mayoría de los estudios incluidos en las revisiones analizadas se centraron en efectos a corto y mediano plazo, lo que dificulta determinar si la fortificación puede generar mejoras sostenibles en el estado nutricional de las poblaciones beneficiarias.

A partir de la revisión de revisiones sistemáticas realizada en este estudio se estimó el potencial impacto de alimentos fortificados con hierro en la anemia de niños menores de 3 años en el Perú para lo cual se seleccionaron las revisiones sistemáticas de alimentos fortificados en el riesgo de anemia, que tenían reportada un nivel de evidencia de certeza baja o superior y aquellas revisiones sistemáticas que tenían un puntaje mayor de 10 de la escala de la aplicación de los 11 criterios de AMSTAR lo que permitió obtener estimados a partir de revisiones sistemáticas de mejor calidad metodológica.

La estimación del impacto potencial de la fortificación de alimentos en la reducción de la anemia infantil en el Perú indica que esta estrategia podría contribuir significativamente a disminuir su prevalencia, especialmente en niños menores de tres años. Los cálculos basados en la fracción prevenible poblacional (FPP) y en los efectos medidos en las revisiones sistemáticas seleccionadas a partir del riesgo relativo sugieren reducciones en la prevalencia de anemia de entre 7 y 16 puntos porcentuales, con una FPP que oscila entre el 17% y el 36%.

Con la magnitud de impacto de la fortificación de alimentos en gran escala sobre el riesgo de anemia reportado en la revisión sistemática de Keats (2019) <sup>(18)</sup> se ha estimado que se podría reducir la anemia en niños menores de tres años en 14 puntos porcentuales en el Perú.

La fortificación del arroz y la harina de trigo con hierro mostró el mayor impacto potencial en la anemia en niños menores de 3 años en el Perú, con una reducción estimada de hasta 16 puntos porcentua-

les según Csölle (2022) <sup>(78)</sup>, seguida de la fortificación de condimentos y sazónadores (15 puntos, Jalal 2023) y la adición de múltiples micronutrientes en alimentos (14 puntos, Keats 2019 <sup>(18)</sup>). La revisión sistemática de Peña-Rosas (2019) <sup>(69)</sup> permitió estimar que la fortificación de arroz con hierro y multimicronutrientes puede reducir en 10 puntos porcentuales, mientras que el análisis de Field (2021) <sup>(65)</sup> permite inferir que la fortificación de harina de trigo con hierro podría disminuir la anemia en hasta 9 puntos porcentuales en el Perú. Por su parte, la sal doblemente fortificada con hierro y yodo se asoció con una reducción de 7 puntos porcentuales en la prevalencia de anemia, según Baxter (2022) <sup>(82)</sup>.

La fortificación de condimentos ha mostrado un impacto moderado en la reducción de la anemia; sin embargo, su implementación en el Perú requiere evaluar su aceptabilidad dentro de la alimentación habitual de la población infantil.

Los hallazgos de este estudio destacan la importancia de fortalecer las políticas de fortificación obligatoria de alimentos básicos, especialmente en países con alta prevalencia de anemia. La selección de vehículos alimentarios debe basarse en los patrones de consumo local para garantizar una cobertura adecuada. Según el Banco Mundial y el Consenso de Copenhague, la fortificación de alimentos es una de las inversiones más rentables en desarrollo, con un retorno promedio de \$27 por cada dólar invertido comparables a la vacunación <sup>(19,84)</sup>. Además, la fortificación de alimentos es la estrategia más costo-efectiva para reducir la deficiencia de hierro, con un costo de I\$ 66 por DALY, en comparación con I\$ 179 para la suplementación y I\$ 103 para la diversificación dietética <sup>(85)</sup>.

Dado el impacto positivo de la fortificación en la reducción de la anemia, es fundamental fortalecer y ampliar los programas de fortificación obligatoria, garantizando su implementación efectiva a través de sistemas de monitoreo y evaluación.

Para optimizar la fortificación a gran escala y abordar las deficiencias de micronutrientes, UNICEF <sup>(86)</sup> recomienda armonizar los requisitos de fortificación,

promover su obligatoriedad en alimentos básicos y condimentos, y apoyar a los gobiernos en la selección de vehículos alimentarios adecuados, asegurando el cumplimiento de las normativas. Además, se sugiere facilitar incentivos para la industria y fomentar la integración de la fortificación en plataformas de distribución eficientes, como mercados abiertos y programas de protección social.

En Perú, la fortificación de alimentos ha sido respaldada por leyes, como la fortificación obligatoria de harinas de trigo con micronutrientes desde 2005, lo que ha reducido a la mitad la incidencia de defectos congénitos del tubo neural en cinco años <sup>(87)</sup>. Además, la universalización de la sal yodada, establecida por decreto en 1969, ha prevenido daños cerebrales en 600 mil recién nacidos anualmente y ha combatido el bocio endémico en el país <sup>(20)</sup>.

Dado que el arroz es el cereal más consumido en Perú, con un consumo promedio de 47,4 kg por persona al año <sup>(88)</sup> y 36 g diarios en niños de 12 a 36 meses <sup>(89)</sup>, su fortificación ha sido identificada como una estrategia clave para combatir la anemia. Su inclusión en programas sociales lo posiciona como un vehículo ideal para reducir la brecha de micronutrientes en la población <sup>(90)</sup>.

Desde 2018, su uso en estos programas ha impulsado al sector privado a ampliar su oferta <sup>(91)</sup>. Para facilitar su adquisición, el Ministerio de Salud aprobó una ficha técnica estandarizada en 2018 <sup>(92)</sup>. El crecimiento del mercado y la demanda sostenida llevaron a la promulgación de la Ley N° 31348 en 2021 y a la aprobación de su reglamento en 2024 <sup>(93)</sup>, estableciendo la compra obligatoria de arroz fortificado para los programas sociales del país. Este estudio puede contribuir al fortalecimiento de la estrategia de fortificación de alimentos en Perú, promoviendo una implementación a gran escala con hierro y otros micronutrientes, más allá de los programas sociales, para maximizar su impacto en la salud pública.

Futuras investigaciones deben enfocarse en evaluar los efectos a largo plazo y en explorar estrategias complementarias, como la diversificación dietética, para maximizar su impacto en la prevención de la anemia. Se requieren estudios que

analicen diferentes niveles de contenido de nutrientes para determinar los efectos dosis-respuesta, así como ensayos controlados aleatorizados con metodologías rigurosas y tamaños de muestra amplios. También es esencial evaluar la sostenibilidad de diversas intervenciones basadas en evidencia e identificar los factores que facilitan o dificultan su implementación.

La fortificación de alimentos es una estrategia costo-efectiva para prevenir la anemia, especialmente en comparación con la suplementación, que requiere una mayor inversión de recursos<sup>(94)</sup>. Sin embargo, dado que la fortificación solo aborda una parte de las causas de la anemia, su implementación debe formar parte de un enfoque integral que combine intervenciones nutricionales específicas, diversificación dietética, uso de polvos de multimicronutrientes en el hogar<sup>(27-30)</sup>, suplementación con hierro (Da Silva Peres, 2021)<sup>(57)</sup> y la prevención de infecciones parasitarias, involucrando a múltiples sectores para obtener mayor impacto.

Para maximizar los beneficios de la fortificación, es fundamental considerar factores como la adherencia de la industria a las normativas, la bioaccesibilidad del hierro en los alimentos y la aceptación por parte de la población. La estrategia más adecuada debe basarse en un análisis detallado de las características poblacionales y condiciones locales, incluyendo la prevalencia de anemia y malaria. Además, es esencial garantizar la calidad y el monitoreo continuo de los programas de fortificación mediante sistemas de vigilancia, lo que permitirá optimizar su efectividad y detectar posibles limitaciones.

## CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio confirman la efectividad de la fortificación con hierro en la reducción de la anemia, con variaciones según el vehículo alimentario utilizado. Las revisiones sistemáticas analizadas evidenciaron reducciones en la prevalencia de anemia de entre 32% y 39% en niños, mientras que la fortificación de productos lácteos, cereales y bebidas no lácteas también mostró un

impacto positivo. En el caso del arroz y la harina de trigo, se estimaron reducciones del riesgo de anemia de hasta en 43%, siendo estos los vehículos con mayor potencial (Csole, 2022<sup>(78)</sup>; Peña-Rosas, 2019<sup>(69)</sup>; Field, 2021<sup>(65)</sup>). Además, la sal doblemente fortificada con hierro y yodo podría reducir el riesgo de anemia entre 16% y 21%.

En el contexto peruano, los cálculos basados en la fracción prevenible poblacional (FPP) sugieren que la fortificación de alimentos a gran escala podría disminuir la prevalencia de anemia infantil entre 7 y 16 puntos porcentuales. La fortificación del arroz en el Perú podría reducir en 10 puntos porcentuales la anemia en niños menores de tres años. Sin embargo, la certeza de la evidencia varió entre baja y moderada en la mayoría de los estudios, lo que resalta la necesidad de más investigaciones rigurosas.

En conclusión, la fortificación de alimentos con hierro es una estrategia clave y costo-efectiva para reducir la anemia infantil en el Perú. Para maximizar su impacto, es fundamental fortalecer y expandir los programas de fortificación obligatoria, priorizando vehículos alimentarios con mayor alcance, como el arroz. Además, se requiere un marco normativo sólido que garantice su implementación efectiva y sostenibilidad a largo plazo, acompañado de un monitoreo continuo y su integración con otras políticas de salud pública.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- World Health Organization [Internet]. Guideline on haemoglobin cutoffs to define anaemia in individuals and populations. Geneva: World Health Organization; 2024. Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/376196/9789240088542-eng.pdf?sequence=1>
- Figueiredo A, Gomes-Filho I, Silva R, Pereira P, Da Mata F, Lyrio A, *et al.* Maternal anemia and low birth weight: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2018;10(5):601. DOI: 10.3390/nu10050601
- Black MM, Baqui AH, Zaman K, Persson LA, Arifeen SE, Le K, *et al.* Iron and zinc supplementation promote motor development and exploratory behavior among Bangladeshi infants. *Am J Clin Nutr*. 2004;80(4):903-10. DOI: 10.1093/ajcn/80.4.903
- Balarajan Y, Ramakrishnan U, Ozaltin E, Shankar AH, Subramanian SV. Anaemia in low-income and middle-income countries. *Lancet*. 2011;378(9809):2123-35. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)62304-5

- Soliman A, Kalra S, Sanctis V. Anemia and growth. *Indian J Endocrinol Metab*. 2014;18(Suppl 1):S1-5. DOI: 10.4103/2230-8210.145038
- Carter RC, Jacobson JL, Burden MJ, Armony-Sivan R, Dodge NC, Angelilli ML, *et al.* Iron deficiency anemia and cognitive function in infancy. *Pediatrics*. 2010;126(2):e427-34. DOI: 10.1542/peds.2009-2097
- Lukusa Kazadi A, Ngiyulu RM, Gini-Ehungu JL, Mbuyi-Muamba JM, Aloni MN. Factors associated with growth retardation in children suffering from sickle cell anemia: first report from Central Africa. *Anemia*. 2017;2017:7916348. DOI: 10.1155/2017/7916348
- Hermoso M, Vucic V, Vollhardt C, Arsic A, Roman-Viñas B, Iglesia-Altaba I, *et al.* The effect of iron on cognitive development and function in infants, children and adolescents: A systematic review. *Ann Nutr Metab*. 2011;59(2-4):154-65. DOI: 10.1159/000334490
- Batra J, Sood A. Iron deficiency anaemia: effect on cognitive development in children: a review. *Indian J Clin Biochem*. 2005 Jul;20(2):119-25. DOI: 10.1007/BF02867410
- Zavaleta N, Astete-Robilliar L. Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2017;34(4):716-22. DOI: 10.17843/rpmesp.2017.344.3251
- World Health Organization [Internet]. The global prevalence of anemia in 2011. Geneva: World Health Organization; 2015. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/177094/1/9789241564960-eng.pdf?ua=1>
- Yang W, Li X, Li Y, *et al.* Anemia, malnutrition and their correlations with socio-demographic characteristics and feeding practices among infants aged 0-18 months in rural areas of Shaanxi province in northwestern China: A cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2012;12(1):1. DOI: 10.1186/1471-2458-12-1127
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [Internet]. Perú: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2023 - Nacional y Departamental. INEI; 2024. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1950/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1950/libro.pdf)
- CENAN/INS/MINSA [Internet]. Informe técnico. Vigilancia de Indicadores Nutricionales (VIN). Consumo de alimentos en niños peruanos de 6 a 36 meses, 2013-2014. Lima: Instituto Nacional de Salud; 2015. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4527664/CONSUMO%20DE%20ALIMENTOS%20EN%20NINOS%20PERUANOS%20DE%206%20A%2035%20MESES%202013-2014.pdf?v=1683570078>
- CENAN/INS/MINSA [Internet]. Luján-Del Castillo C, Rosales-Pimentel R, Chávez-Ochoa H, Gómez-Guizado G, De la Cruz-Egoavil L, Girón-Torrealva E, *et al.* Informe técnico: Estado nutricional y consumo de alimentos del niño menor de 3 años de la encuesta. 2023. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7576973/6432154-informe-tecnico-vigilancia-centinela-de-la-inseguridad-alimentaria-y-suplementacion-con-hierro-en-hogares-de-ninos-menores-de-3-anos-de-seis-distritos-de-los-departamentos-de-apurimac-huancavelica-y-huanuco-2023.pdf>
- Peña-Rosas JP, Flores Urrutia M, García-Casal MN.

- Nuevas directrices de la Organización Mundial de la Salud sobre fortificación de alimentos y su impacto en la salud pública. *Arch Latinoam Nutr.* 2015;65(Suppl 1). Disponible en: <http://www.alan-revista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-168/>
17. UNICEF [Internet]. Advancing large scale food fortification: UNICEF's vision and approach. UNICEF; 2021. Disponible en: <https://www.unicef.org/media/110346/file/Advancing%20Large%20Scale%20Food%20Fortification.%20UNICEF's%20Vision%20and%20Approach.pdf>
  18. Keats EC, Neufeld LM, Garrett GS, Mbuya MNN, Bhutta ZA. Improved micronutrient status and health outcomes in low- and middle-income countries following large-scale fortification: Evidence from a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2019 Jun;109(6):1696-708. DOI: 10.1093/ajcn/nqz023
  19. Gates Foundation [Internet]. Wouabe E, Mbuya M, Keats E, Matthias D, Garrett G. Doubling down on food fortification to fortify the future. Bill & Melinda Gates Foundation. 2019 Oct 24. Disponible en: <https://www.gatesfoundation.org/ideas/articles/food-fortification-to-fortify-the-future>
  20. Pretell Zárate EA, Higa Yamashiro AM. Eliminación sostenida de los desórdenes por deficiencia de yodo en Perú: 25 años de experiencia. *Acta Med Peru.* 2008 Jul;25(3):128-34. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172008000300002&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172008000300002&lng=es).
  21. Miller Magazine [Internet]. Foing Y. Cómo la fortificación de alimentos básicos promueve futuros más saludables y brillantes para la humanidad. DSM. 2020 Oct 8. Disponible en: <https://millerspanish.com/blog/como-la-fortificacion-de-alimentos-basicos-promueve-futuros-mas-saludables-y-brillantes-para-la-humanidad-366>
  22. Shea BJ, Bouter LM, Peterson J, Boers M, Andersson N, Ortiz Z, et al. External validation of a measurement tool to assess systematic reviews (AMSTAR). *PLoS One.* 2007;2(12):e1350. DOI: 10.1371/journal.pone.0001350
  23. World Health Organization [Internet]. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1). WHO; 2011. Disponible en: [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/85842/WHO\\_NMH\\_NHD\\_MNM\\_11.1\\_spa.pdf?sequence=7](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/85842/WHO_NMH_NHD_MNM_11.1_spa.pdf?sequence=7).
  24. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [Internet]. Consumo per cápita de los principales alimentos. Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares (ENAPREF). Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales del INEI. Lima, Perú; 2015. Disponible en: [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1028/Libro.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/Libro.pdf)
  25. Khosravi A, Nazemipour M, Shinozaki T, Mansournia MA. Population attributable fraction in textbooks: Time to revise. *Glob Epidemiol.* 2021;3:100062. DOI: 10.1016/j.gloepi.2021.100062
  26. Rohner F, Wirth JP, Zeng W, Petry N, Donkor WES, Neufeld LM, et al. Global coverage of mandatory large-scale food fortification programs: A systematic review and meta-analysis. *Adv Nutr.* 2023;14(5):1197-1210. DOI: 10.1016/j.advnut.2023.07.004
  27. Suchdev PS, Peña-Rosas JP, De-Regil LM. Multiple micronutrient powders for home (point-of-use) fortification of foods in pregnant women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;(6):CD011158. DOI: 10.1002/14651858.CD011158.pub2
  28. Suchdev PS, Jefferds MED, Ota E, da Silva Lopes K, De-Regil LM. Home fortification of foods with multiple micronutrient powders for health and nutrition in children under two years of age. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;(2):CD008959. DOI: 10.1002/14651858.CD008959.pub3
  29. De-Regil LM, Suchdev PS, Vist GE, Walleter S, Peña-Rosas JP. Home fortification of foods with multiple micronutrient powders for health and nutrition in children under two years of age. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(9):CD008959. DOI: 10.1002/14651858.CD008959.pub2
  30. De-Regil LM, Jefferds MED, Peña-Rosas JP. Point-of-use fortification of foods with micronutrient powders containing iron in children of preschool and school-age. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;(11):CD009666. DOI: 10.1002/14651858.CD009666.pub2
  31. Helmyati S, Lusmilasari L, Sandhi A, Hardiyanti M, Rosilia G, Rachmawati YN, Aristyarini M. Systematic review on supplementation, fortification, and food-based interventions for preventing iron deficiency anemia in low- and middle-income countries. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2025;34(1):10-35. DOI: 10.6133/apjcn.202502\_34(1).0002
  32. Nikooyeh B, Neyestani TR. Effectiveness of various methods of home fortification in under-5 children: Where they work, where they do not. A systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev.* 2021;79(4):445-461. DOI: 10.1093/nutrit/nuaa087
  33. Sachdev H, Gera T, Nestel P. Effect of iron supplementation on mental and motor development in children: Systematic review of randomised controlled trials. *Public Health Nutr.* 2005;8(2):117-132. DOI: 10.1079/phn2004677
  34. Sachdev H, Gera T, Nestel P. Effect of iron supplementation on physical growth in children: Systematic review of randomised controlled trials. *Public Health Nutr.* 2006;9(7):904-920. DOI: 10.1017/phn2005918
  35. Vucic V, Berti C, Vollhardt C, Fekete K, Cetin I, Koletzko B, Gurinovic M, van't Veer P. Effect of iron intervention on growth during gestation, infancy, childhood, and adolescence: A systematic review with meta-analysis. *Nutr Rev.* 2013;71(6):386-401. DOI: 10.1111/nure.12037
  36. Cozer AWD, Souza FCV, Santiago LD, Lima MR, Pimenta SJ, Fernandes BL, et al. Effects of iron-fortified foods on the nutritional status of children residing in regions vulnerable to parasitic diseases: A systematic review. *Prev Nutr Food Sci.* 2024;29(1):8-17. DOI: 10.3746/pnf.2024.29.1.8
  37. Crider K, Williams J, Qi YP, Gutman J, Yeung L, Mai C, et al. Folic acid supplementation and malaria susceptibility and severity among people taking antifolate antimalarial drugs in endemic areas. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022;(3):CD014217. DOI: 10.1002/14651858.CD014217
  38. Eussen S, Alles M, Uijtershout L, Brus F, van der Horst-Graat J. Iron intake and status of children aged 6-36 months in Europe: A systematic review. *Ann Nutr Metab.* 2015;66(2-3):80-92. DOI: 10.1159/000371357
  39. Macena M, Praxedes D, De Oliveira AD, Paula D, Barros M, Silva Júnior A, et al. Prevalence of iron deficiency anemia in Brazilian women of childbearing age: A systematic review with meta-analysis. *PeerJ.* 2022;10:e12959. DOI: 10.7717/peerj.12959
  40. Mutwiri LN, Kyallo F, Kiage B, Van der Schueren B, Matthys C. Can improved legume varieties optimize iron status in low- and middle-income countries? A systematic review. *Adv Nutr.* 2020;11(5):1315-1324. DOI: 10.1093/advances/nmaa038
  41. Obbagy JE, English LK, Psota TL, Nadaud P, Johns K, Wong YP, et al. Types and amounts of complementary foods and beverages and micronutrient status: A systematic review. *USDA Nutr Evid Syst Rev.* 2019. DOI: 10.35816596
  42. Shah D, Sachdev HS, Gera T, De-Regil LM, Peña-Rosas JP. Fortification of staple foods with zinc for improving zinc status and other health outcomes in the general population. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;(6):CD010697. DOI: 10.1002/14651858.CD010697.pub2
  43. Hare DJ, Braat S, Cardoso BR, Morgan C, Szymlek-Gay EA, Biggs BA. Health outcomes of iron supplementation and/or food fortification in iron-replete children aged 4-24 months: Protocol for a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev.* 2019;8(1):253. DOI: 10.1186/s13643-019-1185-3
  44. Imdad A, François M, Chen FF, Smith A, Tsistinas O, Tanner-Smith E, Das JK, Bhutta ZA. Optimal iron content in ready-to-use therapeutic foods for the treatment of severe acute malnutrition in community settings: A protocol for the systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2022;12(3):e057389. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-057389
  45. Malik VS, Singh M, Pradhan P, Singal K, Agarwal A, Chauhan A, Sra H, Singh M. Role of environmental lead in the occurrence of anemia in Indian children: A systematic review and meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022;29(25):37556-64. DOI: 10.1007/s11356-021-18199-3
  46. Skolmowska D, Głąbska D, Kołota A, Guzek D. Effectiveness of dietary interventions in prevention and treatment of iron-deficiency anemia in pregnant women: A systematic review of randomized controlled trials. *Nutrients.* 2022;14(15):3023. DOI: 10.3390/nu14153023
  47. Assunção MC, Santos IS. Effect of food fortification with iron on childhood anemia: A review study. *Cad Saude Publica.* 2007;23(2):269-81. DOI: 10.1590/s0102-311x2007000200003
  48. Best C, Neufingerl N, Del Rosso JM, Transler C, van den Briel T, Osendarp S. Can multi-micronutrient food fortification improve the micronutrient status, growth, health, and cognition of schoolchildren? A systematic review. *Nutr Rev.* 2011;69(4):186-204. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2011.00378.x
  49. Dewey KG, Adu-Afaruwah S. Systematic review of the efficacy and effectiveness of complementary feeding interventions in developing countries. *Matern Child Nutr.* 2008;4(Suppl 1):24-85. DOI: 10.1111/j.1740-8709.2007.00124.x
  50. Pachón H, Spohrer R, Mei Z, Serdula MK. Evidence of the effectiveness of flour fortification programs on iron status and anemia: A systematic review. *Nutr Rev.* 2015;73(11):780-95. DOI: 10.1093/nutrit/nuv037
  51. Athe R, Rao MV, Nair KM. Impact of iron-fortified foods on Hb concentration in children (<10 years): A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Public Health Nutr.* 2014;17(3):579-86. DOI: 10.1017/S1368980013000062
  52. Casgrain A, Collings R, Harvey LJ, Hooper L, Fairweather-Tait SJ. Effect of iron intake on iron status: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr.* 2012;96(4):768-80. DOI: 10.3945/ajcn.112.040626
  53. Diniz Largueza CB, Mocellin MC, Nunes JC, Ribas SA. Effect of intake of iron-fortified milk on levels of

- ferritin and hemoglobin in preschoolers: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr ESPEN*. 2023;54:1-11. DOI: 10.1016/j.clnesp.2023.01.001
54. Guo H, Li W, Mei Y, Zeng J. Meta-analysis of condiments fortified with sodium iron ethylenediaminetetraacetate on the prevention and treatment of anemia. *Wei Sheng Yan Jiu*. 2014;43(6):998-1003.
  55. Waller AW, Andrade JE, Mejia LA. Performance factors influencing efficacy and effectiveness of iron fortification programs of condiments for improving anemia prevalence and iron status in populations: A systematic review. *Nutrients*. 2020;12(2):275. DOI: 10.3390/nu12020275
  56. Field MS, Mithra P, Estevez D, Peña-Rosas JP. Wheat flour fortification with iron for reducing anaemia and improving iron status in populations. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;(7):CD011302. DOI: 10.1002/14651858.CD011302.pub2
  57. da Silva Lopes K, Yamaji N, Rahman MO, Suto M, Takemoto Y, Garcia-Casal MN, Ota E. Nutrition-specific interventions for preventing and controlling anaemia throughout the life cycle: An overview of systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;(9):CD013092. DOI: 10.1002/14651858.CD013092.pub2
  58. Dewey KG, Yang Z, Boy E. Systematic review and meta-analysis of home fortification of complementary foods. *Matern Child Nutr*. 2009;5(4):283-321. DOI: 10.1111/j.1740-8709.2009.00190.x
  59. Salam RA, MacPhail C, Das JK, Bhutta ZA. Effectiveness of micronutrient powders (MNP) in women and children. *BMC Public Health*. 2013;13(Suppl 3):S22. DOI: 10.1186/1471-2458-13-S3-S22
  60. Pratt O. A review of the strategies used to reduce the prevalence of iron deficiency and iron deficiency anaemia in infants aged 6–36 months. *Nutr Bull*. 2015;40(4):257-67. DOI: 10.1111/nbu.12165
  61. Das JK, Kumar R, Salam RA, Bhutta ZA. Systematic review of zinc fortification trials. *Ann Nutr Metab*. 2013;62(Suppl 1):44-56. DOI: 10.1159/000348262
  62. Finkelstein JL, Fothergill A, Hackl LS, Haas JD, Mehta S. Iron biofortification interventions to improve iron status and functional outcomes. *Proc Nutr Soc*. 2019;78(2):197-207. DOI: 10.1017/S0029665118002801
  63. Tablante EC, Pachón H, Guetterman HM, Finkelstein JL. Fortification of wheat and maize flour with folic acid for population health outcomes. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;(7):CD012150. DOI: 10.1002/14651858.CD012150.pub2
  64. Das JK, Salam RA, Mahmood SB, Moin A, Kumar R, Mukhtar K, et al. Food fortification with multiple micronutrients: Impact on health outcomes in general population. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;(12):CD011400. DOI: 10.1002/14651858.CD011400.pub2
  65. Field MS, Mithra P, Peña-Rosas JP. Wheat flour fortification with iron and other micronutrients for reducing anaemia and improving iron status in populations. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;(1):CD011302. DOI: 10.1002/14651858.CD011302.pub3
  66. Garcia-Casal MN, Peña-Rosas JP, De-Regil LM, Gwirtz JA, Pasricha SR. Fortification of maize flour with iron for controlling anaemia and iron deficiency in populations. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;(12):CD010187. DOI: 10.1002/14651858.CD010187.pub2
  67. Gera T, Sachdev HS, Boy E. Effect of iron-fortified foods on hematologic and biological outcomes: Systematic review of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2012;96(2):309-24. DOI: 10.3945/ajcn.111.031500
  68. Huo JS, Yin JY, Sun J, Huang J, Lu ZX, Regina MP, et al. Effect of NaFeEDTA-fortified soy sauce on anemia prevalence in China: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Biomed Environ Sci*. 2015;28(11):788-98. DOI: 10.3967/bes2015.110
  69. Peña-Rosas JP, Mithra P, Unnikrishnan B, Kumar N, De-Regil LM, Nair NS. Fortification of rice with vitamins and minerals for addressing micronutrient malnutrition. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;(10):CD009902. DOI: 10.1002/14651858.CD009902
  70. Ramírez-Luzuriaga MJ, Larson LM, Mannar V, Martorell R. Impact of double-fortified salt with iron and iodine on hemoglobin, anemia, and iron deficiency anemia: A systematic review and meta-analysis. *Adv Nutr*. 2018;9(3):207-18. DOI: 10.1093/advances/nmy008
  71. Sadighi J, Nedjat S, Rostami R. Systematic review and meta-analysis of the effect of iron-fortified flour on iron status of populations worldwide. *Public Health Nutr*. 2019;22(18):3465-84. DOI: 10.1017/S1368980019002179
  72. Hess S, Tecklenburg L, Eichler K. Micronutrient fortified condiments and noodles to reduce anemia in children and adults: A literature review and meta-analysis. *Nutrients*. 2016;8(2):88. DOI: 10.3390/nu8020088
  73. Yadav K, Goel AD, Yadav V, Upadhyay RP, Palepu S, Pandav CS. Meta-analysis of efficacy of iron and iodine fortified salt in improving iron nutrition status. *Indian J Public Health*. 2019;63(1):58-64. DOI: 10.4103/ijph.IJPH\_346\_18
  74. Eichler K, Wieser S, Rütthemann I, Brügger U. Effects of micronutrient fortified milk and cereal food for infants and children: A systematic review. *BMC Public Health*. 2012;12:506. DOI: 10.1186/1471-2458-12-506
  75. Matsuyama M, Harb T, David M, Davies PS, Hill RJ. Effect of fortified milk on growth and nutritional status in young children: A systematic review and meta-analysis. *Public Health Nutr*. 2017;20(7):1214-25. DOI: 10.1017/S1368980016003189
  76. Xu J, Li Y, Huo J, Sun J, Huang J. Supplementing fortified soybean powder reduced anemia in infants and young children aged 6–24 months. *Nutr Res*. 2019;63:21-33. DOI: 10.1016/j.nutres.2018.12.006
  77. Tam E, Keats EC, Rind F, Das JK, Bhutta AZA. 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*. 2020;12(2):289. DOI: 10.3390/nu12020289
  78. Csölle I, Felső R, Szabó É, Metzendorf MI, Schwingshackl L, Ferenci T, Lohner S. Health outcomes associated with micronutrient-fortified complementary foods in infants and young children aged 6–23 months: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Child Adolesc Health*. 2022;6(6):533-44. DOI: 10.1016/S2352-4642(22)00147-X
  79. Aaron GJ, Dror DK, Yang Z. Multiple-micronutrient fortified non-dairy beverage interventions reduce the risk of anemia and iron deficiency in school-aged children in low-middle income countries: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2015;7(5):3847-68. DOI: 10.3390/nu7053847
  80. Eichler K, Hess S, Twerenbold C, Sabatier M, Meier F, Wieser S. Health effects of micronutrient fortified dairy products and cereal food for children and adolescents: A systematic review. *PLoS One*. 2019;14(1):e0210899. DOI: 10.1371/journal.pone.0210899
  81. Larson LM, Cyriac S, Djimeu EW, Mbuya MNN, Neufeld LM. Can double fortification of salt with iron and iodine reduce anemia, iron deficiency anemia, iron deficiency, iodine deficiency, and functional outcomes? Evidence of efficacy, effectiveness, and safety. *J Nutr*. 2021;151(Suppl 1):15S-28S. DOI: 10.1093/jn/nxaa192
  82. Baxter JB, Carducci B, Kamali M, Zlotkin SH, Bhutta ZA. Fortification of salt with iron and iodine versus fortification of salt with iodine alone for improving iron and iodine status. *Cochrane Database Syst Rev*. 2022;(4):CD013463. DOI: 10.1002/14651858.CD013463.pub2
  83. Jalal CS, De-Regil LM, Pike V, Mithra P. Fortification of condiments and seasonings with iron for preventing anaemia and improving health. *Cochrane Database Syst Rev*. 2023;(9):CD009604. DOI: 10.1002/14651858.CD009604.pub2
  84. Harvard Kennedy School [Internet]. Tewes-Gradi C, Gilbert R, Nelson J. Fortifying food markets: Unlocking the potential of food fortification partnerships to improve nutrition. The CR Initiative at the Harvard Kennedy School. 2023. Disponible en: <https://www.hks.harvard.edu/sites/default/files/2023-10/fortifying-food-markets-1.pdf>
  85. Detzel P, Wieser S. Food fortification for addressing iron deficiency in Filipino children: Benefits and cost-effectiveness. *Ann Nutr Metab*. 2015;66(Suppl 2):35-42. DOI: 10.1159/000375144
  86. United Nations Children's Fund (UNICEF) [Internet]. Large-scale food fortification for the prevention of micronutrient deficiencies in children, women and communities: Guidance note. UNICEF; 2023. Disponible en: <https://www.unicef.org/media/151001/file/Large-scale%20food%20fortification%20for%20the%20prevention%20of%20micronutrient%20deficiencies%20in%20children,%20women%20and%20communities.pdf>
  87. Sanabria HA, Tarqui-Mamani CB, Arias J, Lam NM. Impacto de la fortificación de la harina de trigo con ácido fólico en los defectos del tubo neural, en Lima, Perú. *An Fac Med*. 2013;74(3):175-80.
  88. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [Internet]. Consumo per cápita de los principales alimentos 2008-2009. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares (ENAPREF). INEI; 2012. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1028/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/Libro.pdf)
  89. Gobierno del Perú [Internet]. Importancia del arroz fortificado. Gobierno del Perú; s.f. Disponible en: <https://www.gob.pe/69891-importancia-del-arroz-fortificado>
  90. Astete Robilliard L. Oportunidades para la fortificación del arroz en el Perú. Informe presentado al Programa Mundial de Alimentos; Noviembre 2017.
  91. División de Nutrición, Programa Mundial de Alimentos [Internet]. Aprovechar las fuerzas del mercado para combatir la anemia mediante la fortificación del arroz en Perú: Estudio de caso y lecciones aprendidas. Programa Mundial de Alimentos; 2022 Jul. Disponible en: [https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000141607/download/?\\_ga=2.60890923.665821358.1714676040-780505324.1712591765](https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000141607/download/?_ga=2.60890923.665821358.1714676040-780505324.1712591765)
  92. Ministerio de Salud [Internet]. Resolución Ministerial N.º 745-2018/MINSA: Aprobar 3 fichas de homolo-

gación de "Arroz fortificado grado extra", "Arroz fortificado grado superior" y "Arroz fortificado grado corriente". Ministerio de Salud del Perú; 2018 Ago 15. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/183277-745-2018-minsa>

93. Gobierno del Perú [Internet]. Decreto Supremo N° 008-2024-SA, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 31348, Ley que propone el enriquecimiento del arroz en el Perú. El Peruano; 2024. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2284814-8>

94. Baltussen R, Knai C, Sharan M. Iron fortification and iron supplementation are cost-effective interventions to reduce iron deficiency in four subregions of the world. *J Nutr.* 2004;134(10):2678–84. DOI: 10.1093/jn/134.10.2678.