

**Resumen**

La fortificación de alimentos con vitamina A preformada constituye una estrategia utilizada para prevenir deficiencias nutricionales. Sin embargo, su implementación plantea desafíos tecnológicos y de control que pueden modificar la exposición dietaria y adquirir especial relevancia durante el embarazo. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la fortificación de alimentos con vitamina A preformada, sus retos persistentes en la cadena agroindustrial y sus implicaciones para la seguridad embriofetal. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica con enfoque integrador, basada en literatura científica y técnica relacionada con la formulación, la dosificación, el mezclado, la estabilidad, el etiquetado y la exposición dietaria. El análisis se organizó según las principales etapas de la cadena agroindustrial: formulación, procesamiento, almacenamiento, etiquetado y consumo. Se identificó que factores como la dosificación de la premezcla, la homogeneidad del mezclado, la degradación durante la vida útil, el uso de márgenes de seguridad y la claridad del etiquetado pueden alterar la concentración final del micronutriente y favorecer condiciones como exposición excesiva, variabilidad intra-lote, sobredosificación compensatoria y exposición acumulativa. Durante el embarazo, estas situaciones adquieren relevancia preventiva debido al potencial teratogénico de la vitamina A preformada. Se concluye que la gestión del riesgo requiere abordaje integrado entre sectores clave.

Palabras clave

Vitamina A preformada; fortificación alimentaria; exposición acumulativa; cadena agroindustrial; embarazo; teratogenicidad

Abstract

Food fortification with preformed vitamin A is a strategy used to prevent nutritional deficiencies. However, its implementation poses technological and control-related challenges that may modify dietary exposure and become particularly relevant during pregnancy. The aim of the present study was to analyze food fortification with preformed vitamin A, its persistent challenges along the agro-industrial chain, and its implications for embryofetal safety. To this end, an integrative literature review was conducted based on scientific and technical publications related to formulation, dosing, mixing, stability, labeling, and dietary exposure. The analysis was organized according to the main stages of the agro-industrial chain: formulation, processing, storage, labeling, and consumption. It was found that factors such as premix dosing, mixing homogeneity, degradation during shelf life, the use of safety margins, and labeling clarity may alter the final concentration of the micronutrient and promote conditions such as excessive exposure, intra-batch variability, compensatory overdosing, and cumulative exposure. During pregnancy, these situations acquire preventive relevance due to the teratogenic potential of preformed vitamin A. It is concluded that risk management requires an integrated approach among key sectors.

Keywords

Preformed vitamin A; food fortification; cumulative exposure; agro-industrial chain; pregnancy; teratogenicity

Direcciones

¹Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba. Camagüey, Cuba. Email: povedacarrazanaviviana@gmail.com

²Hospital General Puyo, Ecuador. Pastaza, Ecuador. Email: isis.arbona@hgp.gob.ec

³Universidad Estatal Amazónica, Ecuador. Pastaza, Ecuador. Email: mperez@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Viviana Poveda Carrazana, Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba. Camagüey, Cuba. Email: povedacarrazanaviviana@gmail.com

Cómo citar

POVEDA CARRAZANA, Viviana, ARBONA CHAVEZ, Isis and PÉREZ QUINTANA, Manuel 2026. Fortificación de alimentos con vitamina A preformada: retos persistentes y relevancia agroindustrial para la seguridad embriofetal. PrePrint UEA. Vol. 2026. p. ep06–1206. <https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-v2026ep06-1206>

Editores Académicos

Amaury Pérez Martínez

Editorial

Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

La vitamina A es un nutriente esencial para el organismo humano, cumple funciones clave en la visión, la respuesta inmunológica, el mantenimiento de los tejidos. En el desarrollo embriofetal participa en la formación de órganos y en la diferenciación celular. La vitamina A preformada corresponde al retinol y a sus ésteres, entre ellos retinil palmitato y retinil acetato, y se diferencia de los carotenoides provitamina A, como el betacaroteno, que necesitan ser bioconvertidos para tener actividad vitamínica (Kin Ting Kam et al. 2012;

Linus Pauling Institute's Micronutrient Information Center 2026). Sin embargo, esta misma función reguladora puede convertirse en un riesgo cuando la vitamina A se encuentra en exceso.

Niveles elevados, especialmente de retinoides preformados, pueden alterar los mecanismos normales de señalización celular durante etapas críticas del desarrollo embriofetal. Como consecuencia, se han reportado malformaciones congénitas, principalmente a nivel craneofacial, cardiovascular y del sistema nervioso central, lo que evidencia su potencial teratogénico cuando no se controla adecuadamente la expo-

sición mediante suplementos y dieta (Azaïs-Braesco et al. 2000). La sobredosificación de vitamina A preformada sigue siendo un problema no resuelto y continúa siendo objeto de revisión científica desde la clínica, la agroindustria y la nutrición, especialmente en relación con su teratogenicidad, la exposición acumulativa y la contribución de múltiples fuentes alimentarias (Turck et al. 2024).

Aunque la fortificación de alimentos con vitamina A preformada es una práctica tecnológica establecida para prevenir deficiencias nutricionales, aún existen desafíos tecnológicos y de control a lo largo de la cadena agroindustrial. El desarrollo de alimentos fortificados con vitaminas en la actualidad enfrenta desafíos de estabilidad, dispersión y biodisponibilidad (Maurya et al. 2022).

En el ámbito clínico, la prevención del riesgo asociado a la vitamina A durante el embarazo suele centrarse en la recomendación de evitar el consumo de suplementos que contengan retinoides en dosis elevadas. El problema suele enfocarse casi exclusivamente en la conducta individual de la gestante, sin considerar de manera integral las múltiples fuentes de exposición presentes en la dieta (Turck et al. 2024). Por otra parte, las guías prenatales consultadas se centran en la suplementación y en la restricción de fuentes concentradas como el hígado, pero rara vez ofrecen una cuantificación operativa del aporte de los alimentos fortificados a la ingesta total de vitamina A preformada (NHS 2023; Alberta Health Services 2024). Esta limitación coincide con la literatura, que señala que la contribución de los alimentos fortificados a la ingesta de vitamina A se cuantifica con poca frecuencia, lo que dificulta una valoración integral de la exposición dietética durante el embarazo. Por lo que se ha planteado debe valorarse considerando el aporte conjunto de suplementos y alimentos, especialmente fuentes concentradas como hígado y productos derivados (World Health Organization 2023).

Desde la dietética se conoce que la fortificación alimentaria puede contribuir a una exposición acumulativa a vitamina A cuando coincide con otras intervenciones o fuentes dietarias, lo que ha motivado preocupación por ingestas excesivas en algunos grupos poblacionales (Friesen et al. 2020; Tanumihardjo et al. 2019). Sin embargo, la exposición acumulativa de vitamina A preformada durante el embarazo ha sido escasamente abordada desde un enfoque agroindustrial. En este contexto, el presente trabajo propone una relectura integradora de dichos desafíos desde la cadena agroindustrial, vinculándolos con condiciones de exposición dietética durante el embarazo y con implicaciones preventivas para la seguridad embriofetal. Se ha planteado como objetivo del presente estudio, analizar la fortificación de alimentos con vitamina A preformada, sus retos persistentes en la cadena agroindustrial y sus implicaciones para la seguridad embriofetal.

2. Metodología

El presente estudio se desarrolló como una revisión de literatura con enfoque integrador, orientada al análisis de la fortificación de alimentos con vitamina A preformada y sus implicaciones para la seguridad embriofetal.

La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos Web of Science, Scopus, PubMed y ScienceDirect, y se complementó con Google Scholar y con documentos técnicos y regulatorios emitidos por organismos internacionales de referencia en nutrición, inocuidad y salud pública. Se consideró principalmente literatura publicada en la última década (2015–2026), con el propósito de reunir evidencia reciente y pertinente sobre fortificación con vitamina A preformada, exposición dietaria y riesgos asociados. De forma complementaria, se incorporaron algunas referencias anteriores a este periodo cuando resultaron indispensables por su valor normativo o conceptual, especialmente en lo relativo a teratogenicidad, límites superiores de ingesta y principios generales de fortificación.

La estrategia de búsqueda incluyó combinaciones de términos en español y sus equivalentes en inglés, entre ellos: fortificación de vitamina A (*vitamin A fortification*), vitamina A preformada (*preformed vitamin A*), retinol (retinol), retinil palmitato (*retinyl palmitate*), retinil acetato (*retinyl acetate*), fortificación de alimentos (*food fortification*), estabilidad de micronutrientes (*micronutrient stability*), procesamiento de alimentos (*food processing*), mezclado (*mixing*), almacenamiento (*storage*), etiquetado nutricional (*nutrition labeling*), exposición dietaria (*dietary exposure*), embarazo (*pregnancy*) y teratogenicidad (*teratogenicity*).

Como criterios de selección, se priorizaron artículos originales, revisiones científicas, documentos técnicos y textos regulatorios que abordaran al menos uno de los siguientes ejes: i) fortificación de alimentos con vitamina A preformada; ii) estabilidad, biodisponibilidad, distribución o pérdidas del micronutriente durante el procesamiento y el almacenamiento; iii) formulación, dosificación, control de calidad o etiquetado de alimentos fortificados; iv) exposición dietaria a vitamina A preformada derivada de múltiples fuentes; y v) relevancia biológica, toxicológica o preventiva de dicha exposición durante el embarazo. Se excluyeron publicaciones sin relación directa con la vitamina A preformada, estudios centrados exclusivamente en carotenoides provitamina A sin conexión con el problema analizado, documentos duplicados y textos cuya información no aportaba elementos sustantivos para la interpretación agroindustrial o preventiva del tema.

La organización analítica de la revisión se estructuró según las principales etapas de la cadena agroindustrial: formulación, procesamiento, almacenamiento, etiquetado y consumo. En cada una de ellas se identificaron factores operacionales con potencial para modificar el contenido, la estabilidad, la uniformidad o la variabilidad de la vitamina A preformada en los alimentos y, en consecuencia, influir en la exposición dietaria. La evidencia seleccionada permitió interpretar estos factores y discutir su relevancia para la seguridad embriofetal desde una perspectiva preventivo-agroindustrial.

3. Resultados y discusión

3.1. Retos persistentes de la fortificación con vitamina A preformada en la cadena agroindustrial

La fortificación de alimentos con vitamina A preformada constituye una estrategia válida para enfrentar su deficien-

cia, pero continúa presentando retos tecnológicos y de control a lo largo de la cadena agroindustrial. Entre ellos destacan la baja solubilidad, la inestabilidad química, la biodisponibilidad limitada, la necesidad de lograr una dispersión homogénea en la matriz alimentaria, evitar interacciones indeseables con otros componentes y conservar la aceptabilidad sensorial del producto. Bajo este argumento, las decisiones adoptadas durante la formulación, el procesamiento, el almacenamiento, la distribución y el etiquetado pueden modificar la concentración efectiva del micronutriente y, por tanto, influir en la exposición dietaria (Turck et al. 2024; Maurya et al. 2022).

Uno de los principales retos corresponde a la formulación y dosificación del premix. El premix es una mezcla diseñada para facilitar la adición precisa de la dosis objetivo de micronutrientes al vehículo alimentario. La precisión en la incorporación de la vitamina A condiciona la concentración final del producto alimenticio fortificado. Esta depende del control adecuado de la dosificación y del monitoreo del proceso, ya que deficiencias en estos componentes pueden traducirse en niveles de fortificación inferiores o superiores a los previstos (Han et al. 2025). A ello se suma la necesidad de mantener la estabilidad del micronutriente durante la vida útil, lo cual introduce un desafío adicional para la industria alimentaria (The ASEAN Secretariat Jakarta 2024).

Otro aspecto crítico es la homogeneidad del mezclado, especialmente en matrices alimentarias secas como harinas y cereales fortificados. La diferencia de tamaño de partícula y densidad entre el premix y la matriz base, puede favorecer fenómenos de segregación, afectando la uniformidad del producto. En este contexto, la calidad del premix y las condiciones del proceso de mezclado resultan determinantes para asegurar una distribución homogénea de la vitamina A en el lote producido (Matuszek et al. 2021; TECNOSERVE 2019).

Asimismo, la estabilidad de la vitamina A preformada durante el procesamiento, almacenamiento y distribución representa un reto persistente. La exposición a luz, oxígeno, temperatura y determinadas condiciones de empaque puede acelerar su degradación, particularmente en matrices lipídicas y productos de larga vida útil (Maurya et al. 2022; Tazhibayev et al. 2022). Como respuesta a esta limitación, la industria suele recurrir a márgenes de seguridad en la formulación (overage), con el fin de compensar pérdidas durante el procesamiento, almacenamiento y distribución, y así procurar que el contenido declarado se mantenga a lo largo de la vida útil del producto. Sin embargo, esta práctica también puede introducir variabilidad en la concentración efectiva del micronutriente, especialmente en las etapas iniciales de comercialización y consumo (Allen et al. 2006).

El etiquetado nutricional constituye otro punto sensible dentro de la cadena agroindustrial. La coexistencia de diferentes unidades de expresión, la escasa claridad sobre la forma química de la vitamina A y la ausencia de información orientada a interpretar la ingesta total dificultan que el consumidor estime su exposición real. Esta limitación adquiere especial importancia cuando la vitamina A procede de múltiples fuentes concurrentes, como alimentos fortificados, fuentes naturales de alta densidad y suplementos (Turck et

al. 2024).

Estos retos muestran que la fortificación con vitamina A preformada no depende únicamente de la adición del micronutriente al alimento, sino de una incorporación racional y segura. Es importante también su estabilidad durante la elaboración, envasado, almacenamiento, distribución y uso, del etiquetado no engañoso y del control de la ingesta total para reducir el riesgo de excesos (FAO 2015).

A pesar de estas limitaciones, la industria ha incorporado estrategias orientadas a mejorar la precisión de la fortificación y la estabilidad de la vitamina A preformada en los alimentos. Entre ellas se incluyen el uso de premezclas (premixes) estandarizados, sistemas de dosificación y control durante la producción, así como la selección de formas químicas y sistemas de incorporación compatibles con la matriz alimentaria. Asimismo, se han desarrollado tecnologías de encapsulación orientadas a proteger la vitamina A frente a condiciones adversas de procesamiento y almacenamiento, así como a mejorar su dispersión en la matriz alimentaria y su biodisponibilidad; entre ellas destacan la microencapsulación, las nanoemulsiones, los liposomas y otros sistemas de entrega (Maurya et al. 2022; Gonçalves et al. 2016). No obstante, pese a estos avances, persisten desafíos asociados a la uniformidad del mezclado, la degradación durante la vida útil, la necesidad de aplicar overage y la claridad del etiquetado, lo que mantiene vigente el reto de controlar con precisión la concentración final de vitamina A preformada en el alimento que llega al consumidor (Han et al. 2025; Turck et al. 2024).

3.2. Condiciones de exposición dietaria asociadas a la cadena agroindustrial

Como ya se ha explicado, la exposición dietaria a vitamina A preformada no depende únicamente de su presencia en un alimento fortificado, sino también de las condiciones en que este micronutriente es incorporado, distribuido, conservado y etiquetado a lo largo de la cadena agroindustrial. A partir de la literatura revisada, se identificaron cuatro condiciones principales de exposición asociadas a puntos críticos del sistema: exposición excesiva, variabilidad intralote, sobredosificación compensatoria (overage) y exposición acumulativa (**Tabla 1**). En conjunto, estas condiciones resumen cómo determinados factores operacionales pueden modificar la exposición efectiva del consumidor e incrementar la incertidumbre sobre la ingesta total de vitamina A preformada.

Definición operativa formulada para este estudio a partir de la integración de la literatura revisada sobre fortificación con vitamina A preformada, exposición dietaria y cadena agroindustrial.

Consideramos que la exposición a vitamina A preformada puede incrementarse o volverse incierta no solo por la cantidad inicialmente adicionada, sino también por la interacción entre formulación, homogeneidad del mezclado, estabilidad durante la vida útil y claridad del etiquetado, afectando especialmente a mujeres y niños (García-Casal 2013). La cadena agroindustrial no solo interviene en la disponibilidad del micronutriente, sino también en la magnitud y variabilidad de la exposición dietaria. Esto sugiere que la fortificación

con vitamina A preformada debe entenderse no solo como una estrategia nutricional, sino también como un proceso agroindustrial que requiere control riguroso. En consecuencia, el desafío radica en garantizar que el beneficio esperado

del micronutriente, especialmente por poblaciones vulnerables como las gestantes, no se acompañe de variaciones no intencionales en su contenido final.

Tabla 1 | Condiciones principales de exposición dietaria a vitamina A preformada asociadas a la cadena agroindustrial.

Condición de exposición	Definición operativa*	Escenario típico	Etapas críticas de la cadena agroindustrial	Factor operativo asociado	Implicación sobre la exposición dietaria
Exposición excesiva	Ingesta de vitamina A preformada por encima del nivel máximo tolerable aplicable.	Coincidencia de alimentos fortificados con suplementos o fuentes naturales de alta concentración.	Formulación y dosificación	Tasa de inclusión incorrecta, fallas de calibración, errores de dosificación	Puede generar concentraciones superiores al nivel objetivo y aumentar la exposición total por encima de niveles considerados seguros.
Variabilidad intra-lote	Distribución no homogénea de la vitamina A dentro de un mismo lote.	Harinas, cereales y otras matrices secas fortificadas.	Mezclado y homogeneización	Diferencias de tamaño y densidad de partículas, tiempo de mezcla insuficiente, segregación posterior al mezclado	Puede producir porciones con distinto contenido de vitamina A dentro del mismo lote, afectando la uniformidad del aporte real al consumidor.
Sobredosificación compensatoria (<i>overage</i>)	Adición deliberada de vitamina A en niveles superiores al objetivo de fortificación para compensar pérdidas durante proceso y vida útil.	Productos sensibles a degradación, como aceites, lácteos UHT y cereales fortificados.	Estabilidad y conservación	Degradación por luz, oxígeno, temperatura, humedad y tiempo de almacenamiento; uso de márgenes de seguridad amplios	Puede elevar la concentración inicial del micronutriente y modificar la exposición real según el momento de consumo.
Exposición acumulativa	Ingesta total resultante de la suma de varias fuentes de vitamina A preformada en la dieta habitual.	Dieta mixta con alimentos fortificados, suplementos y alimentos naturalmente ricos en vitamina A preformada.	Etiquetado y comunicación del contenido	Dificultad para integrar aportes de distintas fuentes y formas químicas; interpretación inadecuada del etiquetado	Puede favorecer la superación inadvertida del límite tolerable por combinación de fuentes concurrentes.

3.3. Relevancia de estos retos para la seguridad embrionaria

La necesidad de controlar la exposición a vitamina A preformada durante el embarazo se sustenta en evidencia clínica que ha asociado ingestas elevadas, especialmente en etapas tempranas de la gestación, con riesgo teratogénico en humanos (Rothman et al. 1995; Bastos Maia et al. 2019). Por otra parte, diversos estudios en modelos animales realizados en los últimos diez años han mostrado el impacto del retinol, principal forma de vitamina A preformada, sobre el desarrollo embrionario. No obstante, dado que sus efectos biológicos están mediados por metabolitos activos como el ácido retinoico, se considera que este último debe estar disponible en la célula en concentraciones adecuadas y en momentos precisos del desarrollo. Aunque la extrapolación de estos hallazgos a humanos es limitada, este marco biológico apoya la relevancia del equilibrio retinoide durante la embriogénesis (Azaïs-Braesco et al. 2000)

La teratogenicidad se considera actualmente el efecto crítico sobre el cual basar ingesta superior tolerable (UL) para la vitamina A. Se ha propuesto retener la UL para la vitamina A preformada de 3000 g RE/día para adultos y aplica para las mujeres en edad fértil, las mujeres embarazadas y

lactantes, entre otros grupos etarios (Turck et al. 2024)

En este contexto, se ha sugerido la necesidad de controlar la exposición a vitamina A preformada en gestantes (NIH 2025). El riesgo, en este grupo vulnerable, depende de la convergencia de varios factores, entre ellos la forma química consumida, la dosis total ingerida, la concurrencia de múltiples fuentes (como suplementos, alimentos fortificados y fuentes naturales con alto contenido), la biodisponibilidad de la formulación. El momento de la exposición también influye, se ha identificado que la embriogénesis temprana constituye el periodo de mayor susceptibilidad según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (European Food Safety Authority, EFSA) (Turck et al. 2024)

La relevancia de los retos identificados en la cadena agroindustrial no radica únicamente en su impacto sobre la calidad o estabilidad del alimento fortificado, sino en su capacidad de modificar la exposición dietaria en una población especialmente vulnerable al riesgo teratogénico embrionario durante la organogénesis (semanas 3-8). Agentes externos (físicos, químicos o biológicos) pueden alterar el desarrollo fetal durante el embarazo, provocando malformaciones congénitas, abortos o discapacidad funcional (Cleveland Clinic 2022).

En este sentido, los problemas previamente descritos (epígrafe 3.2) derivados del manejo tecnológico adecuado en prácticas de fortificación, pueden conducir a una exposición superior o más incierta a la prevista, especialmente cuando coinciden varias fuentes de vitamina A preformada en la dieta. De este modo, puede afirmarse que la seguridad embriofetal no depende exclusivamente de la conducta individual de la gestante, sino también del grado de control que la cadena agroindustrial ejerza sobre la concentración final, la uniformidad y la comunicación del contenido del micronutriente en las matrices alimentarias fortificadas.

La prevención de la sobredosificación de vitamina A preformada no debería limitarse a la recomendación clínica de evitar alimentos y suplementos con dosis elevadas, sino ampliarse hacia una visión integrada en la que la agroindustria, la regulación alimentaria y la salud pública compartan responsabilidades en la gestión del riesgo. Bajo esta mirada, fortalecer aún más la estandarización de la fortificación, reducir la variabilidad del proceso, mejorar la trazabilidad y avanzar hacia etiquetados más claros no solo favorece la eficacia nutricional de los alimentos fortificados, sino que también contribuye a una mayor protección embriofetal. La fortificación con vitamina A preformada puede constituir una estrategia útil y potencialmente costo-efectiva para mejorar el estado de vitamina A pero su implementación requiere una evaluación cuidadosa de beneficios y riesgos, especialmente cuando existen incertidumbres sobre la exposición dietaria en grupos vulnerables (World Health Organization 2023b).

Desde una perspectiva médico-preventiva, el control de la exposición a vitamina A preformada durante el embarazo adquiere especial relevancia, ya que su exceso puede interferir con procesos biológicos esenciales para la organogénesis.

Este riesgo sustenta el establecimiento de límites superiores de ingesta y la recomendación de restringir fuentes con alta concentración de este micronutriente (Martínez García 2016). En este contexto, los organismos de evaluación de riesgo han establecido un nivel máximo tolerable específicamente para la vitamina A preformada, debido a su potencial teratogénico. El Comité Científico de la Alimentación (Scientific Committee on Food, SCF) estableció un UL de 3000 g RE/día para mujeres en edad fértil, criterio que la EFSA ha mantenido para la población adulta, incluidas las mujeres embarazadas (Turck et al. 2024)

En la misma línea, las recomendaciones oficiales distinguen entre vitamina A preformada y carotenoides provitamina A, y establecen el nivel máximo tolerable únicamente para la primera. Durante el embarazo, los Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos (National Institutes of Health, NIH) señalan un límite vitamina A preformada de 2800 g RAE/día (equivalente a 2800 g RE/día) para adolescentes de 14–18 años y de 3000 g RAE/día (equivalente a 3000 g RE/día) para mujeres de 19–50 años (NIH 2025)

En atención a la necesidad de reconocer de manera temprana situaciones de exposición acumulativa a vitamina A preformada durante el embarazo, se propone un algoritmo familiar de orientación preventiva organizado en cuatro pasos secuenciales (**Figura 1**). La evaluación nutricional guiada por profesionales de la salud es imprescindible en la evaluación, ya que puede mitigar riesgos de complicaciones obstétricas y asegurar un desarrollo fetal saludable (Montoya Solano et al. 2024). La decisión final debe tener en cuenta la estimación del estado de vitamina A de la mujer, los alimentos ricos en vitamina A en su dieta y el hecho de que la suplementación puede ser supervisada (Azaïs-Braesco et al. 2000)

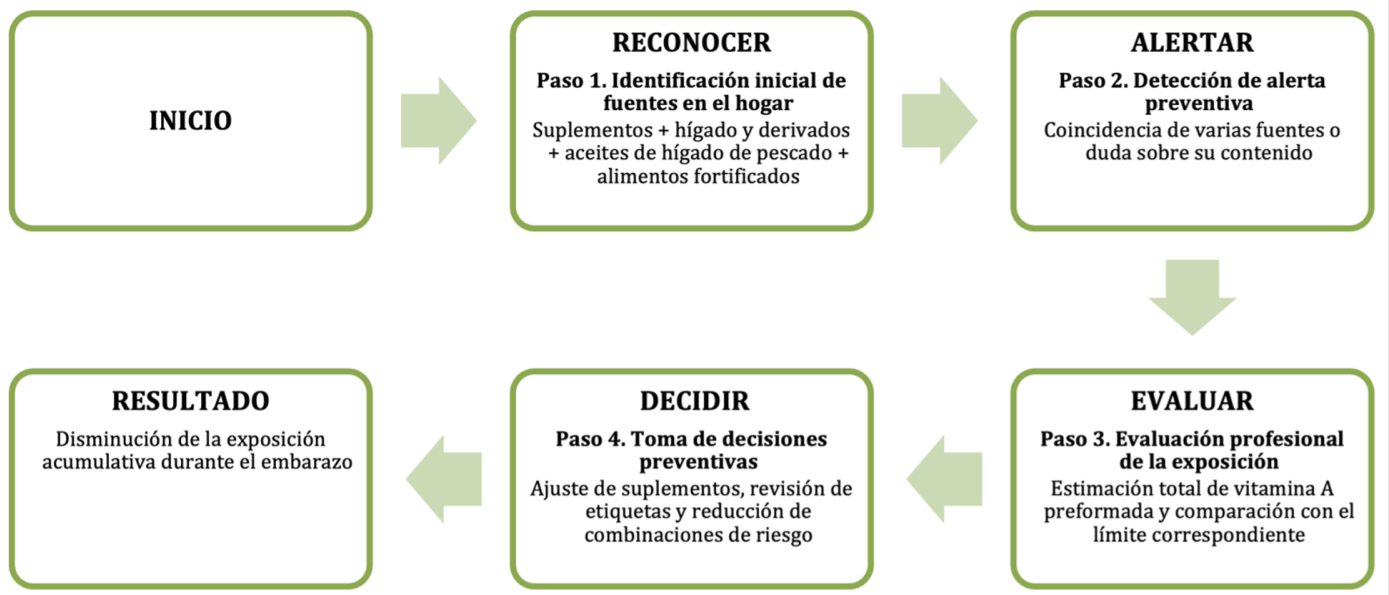


Figura 1 | Algoritmo familiar de orientación preventiva para reducir la exposición acumulativa a vitamina A preformada durante el embarazo. El esquema propone una secuencia de identificación inicial en el hogar, detección de alerta, evaluación profesional y toma de decisiones preventivas. Su finalidad es apoyar la orientación familiar y no sustituye la valoración médica o nutricional.

4. Conclusiones

La fortificación con vitamina A preformada sigue siendo una estrategia nutricional útil, pero su seguridad y eficacia dependen del control riguroso de la cadena agroindustrial. Los principales retos identificados (dosificación, homogeneidad del mezclado, estabilidad, sobredosificación compensatoria y etiquetado) pueden alterar la concentración final de vitamini-

na A preformada y dificultar la estimación de la exposición dietaria total. En el embarazo, esta situación adquiere especial importancia preventiva por la susceptibilidad embrio-fetal frente al exceso de vitamina A preformada. Por ello, la gestión del riesgo debe abordarse de manera integrada entre agroindustria, regulación alimentaria y salud pública, a fin de garantizar que el beneficio nutricional de la fortificación no se acompañe de variabilidad no intencional ni de incertidumbre en la exposición dietaria.

Contribuciones de los autores

Viviana Poveda Carrazana: Curación de datos, Análisis formal y Redacción – Preparación del borrador original

Isis Arbona Chavez: Curación de datos, Análisis formal y Redacción – Preparación del borrador original

Manuel Pérez Quintana: Conceptualización, Curación de datos, Supervisión y Redacción – Revisión y edición

Todos los autores aprobaron la versión enviada y editada.[0.5em]

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

- ALBERTA HEALTH SERVICES, 2024. Pregnancy. Online. January 2024. Available from <https://www.albertahealthservices.ca/assets/info/nutrition/if-nfs-ng-pregnancy.pdf> [Accessed 6 April 2026].
- ALLEN, Lindsay, DE BENOIST, Bruno, DARY, Omar and HURRELL, Richard, 2006. Guidelines on food fortification with micronutrients. Online. Hong Kong: World Health Organization. ISBN 9241594012. Available from <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/8ea6327f-bd8c-4997-b8f5-705ed9d0c445/content> [Accessed 6 April 2026].
- AZAÏS-BRAESCO, Véronique and PASCAL, Gérard, 2000. Vitamin A in pregnancy: requirements and safety limits. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Online. May 2000. Vol. 71, no. 5, p. 1325S-1333S. DOI: 10.1093/ajcn/71.5.1325s. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002916523071642>.
- BASTOS MAIA, Sabina, ROLLAND SOUZA, Alex Sandro, COSTA CAMINHA, Maria de Fátima, LINS DA SILVA, Suzana, CALLOU CRUZ, Rachel de Sá Barreto Luna, CARVALHO DOS SANTOS, Camila and BATISTA FILHO, Malaquias, 2019. Vitamin A and Pregnancy: A Narrative Review. *Nutrients*. Online. 22 March 2019. Vol. 11, no. 3, p. 681. DOI: 10.3390/nu11030681. Available from <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/3/681>.
- CLEVELAND CLINIC, 2022. Teratogens. Cleveland Clinic. Online. 2022. Available from <https://my.clevelandclinic.org/health/articles/24325-teratogens> [Accessed 16 April 2026].
- FAO, 2015. Codex Alimentarius. Online. Available from https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/it/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B9-1987%252FCXG_009s_2015.pdf [Accessed 6 April 2026].
- FRIESEN, Valerie M, MBUYA, Mduduzi NN, AARON, Grant J, PACHÓN, Helena, ADEGOKE, Olufemi, NOOR, Ramadhani A, SWART, Rina, KAA-YA, Archileo, WIERINGA, Frank T and NEUFELD, Lynnette M, 2020. Fortified Foods Are Major Contributors to Apparent Intakes of Vitamin A and Iodine, but Not Iron, in Diets of Women of Reproductive Age in 4 African Countries. *The Journal of Nutrition*. Online. August 2020. Vol. 150, no. 8, p. 2183–2190. DOI: 10.1093/jn/nxaa167. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022316622022829>.
- GARCÍA-CASAL, María Nieves, 2013. Valores de referencia de vitamina A para la población venezolana. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Online. 2013. Vol. 63, no. 4, p. 321–328. Available from https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222013000400008&script=sci_arttext [Accessed 16 April 2026].
- GONÇALVES, Antónia, ESTEVINHO, Berta N. and ROCHA, Fernando, 2016. Microencapsulation of vitamin A: A review. *Trends in Food Science & Technology*. Online. May 2016. Vol. 51, p. 76–87. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.03.001. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092422441530131X>.
- HAN, Joohun, DURAND-MORAT, Alvaro and MOTTALEB, Khondoker, 2025. Vitamin A fortification: key factors and considerations for effective implementation. *Frontiers in Public Health*. Online. 1 April 2025. Vol. 13. DOI: 10.3389/fpubh.2025.1534375. Available from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2025.1534375/full>.
- KIN TING KAM, Richard, DENG, Yi, CHEN, Yonglong and ZHAO, Hui, 2012. Retinoic acid synthesis and functions in early embryonic development. *Cell & Bioscience*. Online. 22 March 2012. Vol. 2, no. 1, p. 11. DOI: 10.1186/2045-3701-2-11. Available from <https://cellandbioscience.biomedcentral.com/articles/10.1186/2045-3701-2-11>.
- LINUS PAULING INSTITUTE'S MICRONUTRIENT INFORMATION CENTER, 2026. Vitamin A. 2026.
- MARTÍNEZ GARCÍA, Rosa María, 2016. Suplementos en gestación: últimas recomendaciones. *Nutrición Hospitalaria*. Online. 12 July 2016. DOI: 10.20960/nh.336. Available from <http://revista.nutricionhospitalaria.net/index.php/nh/article/view/336>.
- MATUSZEK, Dominika Barbara, BIERCZYŃSKI, Karol, JĘDRYSIAK, Anđzelika and KRASZEWSKA, Angelika, 2021. Homogeneity of the selected food mixes. *Czech Journal of Food Sciences*. Online. 29 June 2021. Vol. 39, no. 3, p. 197–207. DOI: 10.17221/225/2020-CJFS. Available from <http://cjfs.agriculturejournals.cz/doi/10.17221/225/2020-CJFS.html>.
- MAURYA, Vaibhav Kumar, SHAKYA, Amita, BASHIR, Khalid, KUSH-WAHA, Satish Chand and MCCLEMENTS, David Julian, 2022. Vitamin A fortification: Recent advances in encapsulation technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Online. 5 May 2022. Vol. 21, no. 3, p. 2772–2819. DOI: 10.1111/1541-4337.12941. Available from <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.12941>.
- MONTOYA SOLANO, Daniela, VALERIO VEGA, Mariam and MORA CHACON, Sebastián, 2024. La importancia del consumo de micronutrientes durante el embarazo: una revisión. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*. Online. 8 August 2024. Vol. 6, no. 5, p. 300–309. DOI: 10.59169/pentaciencias.v6i5.1225. Available from <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/1225>.
- NHS, 2023. Vitamins, supplements and nutrition in pregnancy. Online. 1 September 2023. Available from <https://www.nhs.uk/pregnancy/keeping-well/vitamins-supplements-and-nutrition/> [Accessed 6 April 2026].
- NIH, 2025. Vitamin A and Carotenoids. Online. 10 March 2025. Available from <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminA-HealthProfessional/> [Accessed 6 April 2026].
- ROTHMAN, Kenneth J., MOORE, Lynn L., SINGER, Martha R., NGUYEN, Uyen-Sa D.T., MANNINO, Salvatore and MILUNSKY, Aubrey, 1995. Teratogenicity of High Vitamin A Intake. *New England Journal of Medicine*. Online. 23 November 1995. Vol. 333, no. 21, p. 1369–1373. DOI:

10.1056/NEJM199511233332101. Available from <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM199511233332101>.

TANUMIHARDJO, Sherry A., KALIWILE, Chisela, BOY, Erick, DHANSAY, Muhammad A. and VAN STUIJVENBERG, Martha E., 2019. Overlapping vitamin A interventions in the United States, Guatemala, Zambia, and South Africa: case studies. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Online. 28 June 2019. Vol. 1446, no. 1, p. 102–116. DOI: 10.1111/nyas.13965. Available from <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nyas.13965>.

TAZHIBAYEV, Shamil, DOLMATOVA, Oxana, NEVZOROV, Konstantin, PANAGIDES, Dora, DARY, Omar and MANSOU, Mohamed, 2022. Peroxide formation and vitamin a stability in fortified refined sunflower oil along the commercial chain of large and small/medium factories in Kazakhstan. *International Journal of Food Science and Nutrition*. Online. 2022. Vol. 7, no. 2, p. 11–22. Available from <https://www.foodsciencejournal.com/assets/archives/2022/vol7issue2/7-1-27-243.pdf> [Accessed 6 April 2026].

TECNOSERVE, 2019. Landscape Study of Vitamins and Premix for Food Fortification in Nigeria. Online. 2019. Available from <https://www.technoserve.org/wp-content/uploads/2022/08/Premix-Study-Full-Report.pdf> [Accessed 6 April 2026].

THE ASEAN SECRETARIAT JAKARTA, 2024. Guidelines and Minimum Standards for Implementation of Mandatory Large-scale Food Fortification. Online. 2024. Available from https://asean.org/wp-content/uploads/2024/08/ASEAN_Mandatory-Large-Scale-Food-Fortification_with-forewords.pdf [Accessed 6 April 2026].

TURCK, Dominique, BOHN, Torsten, CASTENMILLER, Jacqueline, DE HENAUW, Stefaan, HIRSCH-ERNST, Karen-Ildico, KNUTSEN, Helle Katrine, MACIUK, Alexandre, MANGELSDORF, Inge, MCARDLE, Harry J., PENTIEVA, Kristina, SIANI, Alfonso, THIES, Frank, TSABOURI, Sophia, VINCETI, Marco, LIETZ, Georg, PASSERI, Giovanni, CRACIUN, Ionut, FABIANI, Lucia, HORVATH, Zsuzsanna, VALTUEÑA MARTÍNEZ, Silvia and NASKA, Androniki, 2024. Scientific opinion on the tolerable upper intake level for preformed vitamin A and β -carotene. *EFSA Journal*. Online. June 2024. Vol. 22, no. 6. DOI: 10.2903/j.efsa.2024.8814. Available from <http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2024.8814>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023. Vitamin A supplementation during pregnancy. e-Library of Evidence for Nutrition Actions (eLENA). Online. 9 August 2023. Available from <https://www.who.int/tools/elena/interventions/vitamina-pregnancy> [Accessed 6 April 2026].