

2016

Fortificación de alimentos en Centroamérica y el Caribe



Recopilación bibliográfica elaborada por:

Ana Irene Bonilla Soto
Escuela de Tecnología de Alimentos,
Universidad de Costa Rica.

Ciudad de Guatemala, Guatemala

4 de Mayo, 2016



Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	1
Índice de cuadros y figuras.....	2
Introducción.....	4
Capítulo I. Generalidades sobre la fortificación de alimentos.....	6
¿Qué es la fortificación de alimentos?	6
Conceptos relacionados	6
Tipos de fortificación de alimentos	7
Alimentos vehículo para la fortificación	8
Capítulo II. Deficiencias de micronutrientes comunes y padecimientos derivados	10
Hierro.....	10
Vitamina A	11
Yodo	13
Zinc.....	13
Ácido fólico	14
Capítulo III. Situación nutricional regional y por país	16
Deficiencias principales y su prevalencia en la población	16
Programas aplicados en los países de Centroamérica y el Caribe.....	22
Proyectos conjuntos a nivel regional.....	25
Legislación vigente en cada país: fortificación obligatoria	27
Capítulo IV. Resultados obtenidos a través de la fortificación.....	39
Avances logrados según cada país	40
Estudios a nivel poblacional.....	42
Capítulo V. Innovaciones y desafíos en fortificación de alimentos	44
Técnicas y tecnologías emergentes en fortificación de alimentos	44
Retos o desafíos actuales y a futuro en la fortificación de alimentos.....	45
Referencias bibliográficas	49

Índice de cuadros y figuras

Cuadro I. Resumen de los principales padecimientos derivados de las deficiencias en micronutrientes.....	14
Cuadro II. Prevalencia (%) de las deficiencias de micronutrientes en niños menores de 5 años en Centroamérica, según datos recopilados por el Banco Interamericano de Desarrollo.....	16
Cuadro III. Prevalencia (%) de las deficiencias de micronutrientes en mujeres embarazadas en Centroamérica, según datos recopilados por el Banco Interamericano de Desarrollo.....	17
Cuadro IV. Prevalencia (%) de las deficiencias de micronutrientes mujeres en edad reproductiva en Centroamérica, según datos recopilados por el Banco Interamericano de Desarrollo.....	17
Cuadro V. Alimentos fortificados por ley según cada país en la región de Centroamérica y el Caribe.....	27
Cuadro VI. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Guatemala.....	29
Cuadro VII. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Honduras.....	30
Cuadro VIII. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Nicaragua.....	31
Cuadro IX. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en El Salvador.....	32
Cuadro X. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en República Dominicana.....	34
Cuadro XI. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Panamá.....	35
Cuadro XII. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Belice.....	36

Cuadro XIII. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Costa Rica.....36

Figura 1. Prevalencia de deficiencia de anemia, ácido fólico y vitamina A en diferentes sectores de la población costarricense según las encuestas nacionales de nutrición de los años 2006 y 2008 -2009.....40

Introducción

El ser humano requiere de la ingesta de pequeñas cantidades de vitaminas y minerales para su adecuado desarrollo, desempeño de funciones fisiológicas, mantenimiento del sistema inmune y en general para conservar su estado de salud a lo largo de todas las etapas de la vida ^{1,2}.

Estos micronutrientes esenciales no son sintetizados por el organismo, por lo cual la única forma de obtenerlos es a partir de la dieta u otras fuentes externas; además los requerimientos de estos micronutrientes cambian según la etapa de la vida, grupo poblacional al que pertenece y estado de salud de la persona ^{1,2}.

Cuando la ingesta o absorción de micronutrientes en la dieta no es adecuada (comúnmente conocido como hambre oculta) se pueden dar consecuencias diversas en personas de cualquier sexo, edad y nivel socioeconómico, que van desde problemas de salud como menor resistencia a las infecciones, ceguera, hasta disminución de la capacidad de aprendizaje, retraso mental, e inclusive la muerte ¹.



Entre los problemas derivados son de especial interés los que afectan a los grupos poblacionales más vulnerables como lo son los bebés recién nacidos, niños, mujeres embarazadas y adultos mayores ¹.

En las últimas décadas ha crecido la preocupación por la deficiencia de micronutrientes en la población debido a las consecuencias derivadas a nivel de salud además de que este es un problema que aqueja a un porcentaje importante de la población a nivel mundial; según datos de la FAO derivados de la Segunda Conferencia Internacional sobre Nutrición celebrada en 2014 y de la Organización Mundial de la Salud más de 2 000 millones de personas sufren carencias de micronutrientes sobre todo de vitamina A, yodo, hierro, ácido fólico y zinc ^{1,3}.

Este porcentaje de población afectado no es exclusivo de los países en vías de desarrollo, como se creía en un inicio. Si bien estas poblaciones tienen un mayor riesgo de padecer deficiencias debido al acceso limitado a alimentos de gran valor nutricional para los habitantes con menos recursos; el alcance del problema se ha extendido a los países desarrollados, especialmente en las poblaciones con dietas poco balanceadas y consumo de alimentos con altos contenidos calóricos pero pobres en micronutrientes ⁴.

El problema de la deficiencia de micronutrientes puede ser prevenido y erradicado si la población tiene acceso e ingiere en su dieta las cantidades adecuadas de las vitaminas y minerales requeridos ¹.

Es por esta razón, que a lo largo de los años se han aplicado diversas estrategias con el fin de combatir el hambre oculta y erradicar los padecimientos derivados del mismo, entre estas destacan la ingesta de suplementos orales como cápsulas, tabletas o jarabes, políticas de salud pública, fortificación de alimentos, entre otras ¹.

La fortificación de alimentos destaca como una solución a mediano o largo plazo para corregir las deficiencias de micronutrientes específicos en una población, además de que en términos de costos y beneficios obtenidos a partir de la misma es un método rentable que permite llegar a un porcentaje importante de la población ^{1,5}.

La importancia de la fortificación radica en su utilidad como estrategia para combatir y prevenir los padecimientos derivados las deficiencias de micronutrientes, mejorar el estado nutricional de la población, además de brindar atención a los problemas nutricionales de las poblaciones vulnerables que presentan un mayor riesgo de padecer deficiencias nutricionales.

El objetivo de este trabajo es ofrecer información acerca de la fortificación de alimentos como una estrategia eficiente en la reducción de la prevalencia de la deficiencia de micronutrientes en la población, con énfasis en el sector de América Latina y el Caribe.

Se pretende brindar un panorama general acerca del tema, incluyendo definiciones de conceptos asociados, tipos de fortificación, alimentos vehículo utilizados como fortificantes, padecimientos derivados de las deficiencias de micronutrientes. Además, un poco acerca de la situación regional y a nivel país, la legislación vigente al respecto en cada país, los principales logros derivados de la aplicación de programas de fortificación, así como los principales avances e innovaciones relacionados y retos a futuro en el tema.

Capítulo I. Generalidades sobre la fortificación de alimentos

¿Qué es la fortificación de alimentos?

Este concepto ha sido definido de diferentes formas, pero destacan las de dos organismos internacionales que engloban los aspectos más importantes. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) la fortificación de alimentos es definida como la adición de uno o más nutrientes a un alimento con el fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objetivo de reducir o controlar una carencia de nutrientes ⁶.

Por otro lado, el Codex Alimentarius la define como la adición de uno o más nutrientes esenciales a los alimentos, con el propósito de prevenir o corregir la deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o grupos específicos de la misma ⁷.



Conceptos relacionados

Muchas veces el término enriquecimiento es usado como sinónimo de fortificación de alimentos, sin embargo, en tecnología de alimentos tienen significados diferentes. La fortificación es la adición de micronutrientes a un alimento que no los contiene en forma natural, mientras que el término enriquecimiento aplica cuando se adicionan micronutrientes con el fin de incrementar el contenido natural de los mismos en un alimento ⁷.

La restauración y la equivalencia nutricional son términos que se encuentran relacionados con la fortificación de alimentos y utilizados comúnmente. El primero se refiere a la adición de micronutrientes con el fin de recuperar los niveles originales de estos en un alimento que los ha perdido parcial o totalmente durante su procesamiento, por ejemplo, cuando se le añaden vitaminas A y D a la leche descremada para reproducir el contenido de los mismos en la leche entera ⁷.

Por otro lado, la equivalencia nutricional se refiere a la adición de micronutrientes a un producto procesado para imitar el contenido natural de un alimento que va a reemplazar, con el fin de que el producto sustituto y el alimento que va a sustituir tengan un contenido nutritivo similar; por ejemplo, cuando se le añaden vitaminas A y D a la margarina con el fin de emular el contenido natural de estas en la mantequilla ⁷.

Tipos de fortificación de alimentos

En general la fortificación de alimentos puede clasificarse en dos tipos básicos la obligatoria y la voluntaria, la primera se refiere a la fortificación que según la legislación de cada país debe realizarse a un alimento en forma obligatoria, como lo dice su nombre, y sin excepción por las industrias que procesan ese alimento. Mientras que la voluntaria es la que realizan las industrias a los alimentos sin que esté establecido por la ley, con el fin de mejorar el contenido nutricional de los productos que procesan y darles un valor agregado ⁷.

Al decidir la forma precisa de la regulación de la fortificación obligatoria, el gobierno del país es responsable de asegurar que la combinación del vehículo alimentario con los fortificantes sea tanto eficaz como efectiva para el grupo población objetivo, pero a la vez segura para el grupo objetivo y no objetivo de la fortificación ⁴.

Normalmente la fortificación obligatoria es utilizada por los gobiernos cuando un porcentaje importante de la población, un grupo específico o la mayoría de la misma tiene la necesidad o el riesgo de ser o volverse deficiente en un micronutriente(s) en específico, y cuando esas necesidades o riesgos pueden atenderse o minimizarse mediante la ingesta regular de alimentos fortificados con esos micronutrientes ⁴.

Para implementar la fortificación obligatoria de un alimento con micronutrientes específicos se requiere de evidencia de que una población posee deficiencias en esos nutrientes, como signos clínicos o bioquímicos de la deficiencia y/o niveles bajos inaceptables de ingesta de micronutrientes; o incluso si se ha demostrado que el aumento en la ingesta de un micronutriente genera un beneficio en la salud pública, aunque la población no presente un riesgo serio de padecer deficiencias de ese micronutriente ⁴.

A pesar de que la fortificación voluntaria no es un requisito indispensable en los alimentos en los que se lleva a cabo, es importante que los gobiernos ejerzan un control adecuado de la misma a través de leyes u otros convenios como códigos y prácticas para la industria ⁴.

El grado de control debe ser al menos comparable con el nivel de riesgo, de forma el consumo de estos alimentos fortificados sea seguro para toda la población y a la vez ofrecer un producto cuyo consumo genere beneficios a la salud y nutrición de los consumidores, beneficios potenciales que deben ser demostrables o indicados como posibles por la adecuada evidencia científica ⁴.

Asimismo, los gobiernos deben asegurarse que la fortificación voluntaria no se utilice para engañar al consumidor acerca de los beneficios del consumo de esos alimentos y no debe interferir con las políticas nacionales de alimentación saludable ⁴.

Además de estos dos tipos se pueden definir otros tres de acuerdo al alimento que se fortifica o al grupo poblacional al que se dirige el alimento. De esta forma se tiene tres tipos de fortificación la masiva, la focalizada y la basada en el mercado. A continuación, se detalla un poco más de cada uno de estos tipos de fortificación ^{4,7}.

La fortificación masiva, también llamada universal, es el término utilizado para describir la adición de micronutrientes a alimentos consumidos comúnmente por la población en general. Esta es normalmente ordenada y regulada por el gobierno del país donde se emplea mediante leyes o decretos que rigen su aplicación. Este tipo de fortificación es usualmente la mejor opción cuando la mayoría de la población tiene un riesgo inaceptable, en términos de salud pública, de tener deficiencia en micronutrientes específicos ^{4,7}.

Por otro lado, la fortificación focalizada, como lo dice su nombre, se refiere a la fortificación de alimentos dirigidos a grupos poblacionales específicos, como por ejemplo alimentos complementarios para niños en etapa de lactancia, niños pequeños, alimentos elaborados para los programas de alimentación escolar, alimentos para mujeres embarazadas, entre otros. Este tipo de fortificación puede ser obligatoria o voluntaria, dependiendo de qué tan importante sea el problema de salud pública que pretende resolver ^{4,7}.

La fortificación basada en el mercado es llevada a cabo por las industrias de alimentos de forma voluntaria y orientada por estrategias de mercado, aunque el ser voluntaria no implica que no deba hacerse bajo límites establecidos en regulaciones del gobierno ^{4,7}.

Este tipo de fortificación puede jugar un papel importante en la salud pública al contribuir en la prevención del padecimiento de deficiencias de micronutrientes por medio de la ingesta adecuada de los mismos de acuerdo con sus requerimientos. En este caso se requiere de regulación con el fin de asegurar que el consumo de estos alimentos no vaya a resultar en una ingesta excesiva de micronutrientes ^{4,7}.

Alimentos vehículo para la fortificación

La escogencia de los alimentos vehículo utilizados comúnmente para los programas de fortificación debe basarse en ciertos criterios básicos con el fin de que sean lo más exitosos posibles, permitan obtener la mayor cantidad posible de beneficios y de esta forma contribuir adecuadamente en la disminución de las deficiencias que están destinados a combatir.

Las características o criterios de escogencia principales comprenden la identificación de alimentos que sean consumidos normalmente por la población de forma que la ingesta de alimentos fortificados no vaya a implicar cambios importantes en la dieta de las personas ^{1,6}.

También, en casos ideales, los alimentos deben ser procesados centralmente o por un número limitado de fabricantes con tal de facilitar el proceso de fortificación a nivel industrial y la distribución de los alimentos ^{1, 6}.

Asimismo, es importante considerar que los alimentos vehículo sean consumidos en forma regular en la dieta por las poblaciones objetivo a las que están destinados y que el alimento sea de precio accesible de forma que la población con menores ingresos, normalmente más vulnerable a la malnutrición, pueda consumirlo ^{1, 6}.



Otro aspecto importante a considerar es la interacción de la matriz alimentaria con los fortificantes que va a contener, ya que esto podría implicar que el alimento no genere los beneficios a la salud que se están buscando o que se generen consecuencias negativas por su consumo ⁷.

Se ha comprobado que ciertos nutrientes presentan interacciones entre sí al ser consumidos por las personas, lo cual puede impedir el adecuado aprovechamiento de los mismos por el organismo, como es el caso de los fitatos que pueden reducir la absorción de hierro, zinc y otros minerales ⁷.

También se debe considerar que la adición de fortificantes no debe causar cambios en el sabor, apariencia y color del producto final ¹.

De acuerdo con las características citadas anteriormente los alimentos vehículos usados comúnmente para ser fortificados son el trigo y los productos derivados de este, el arroz, el maíz, la leche y productos lácteos, los aceites para cocinar, sal, azúcar, cereales de desayuno y condimentos ¹.

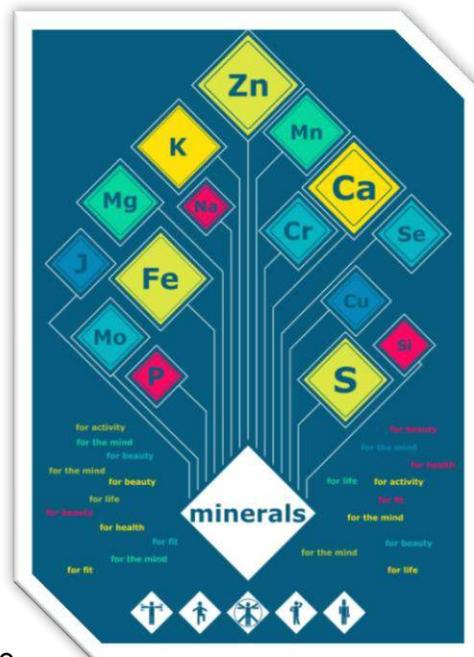
No necesariamente todos son fortificados en todos los países, ya que los alimentos que se utilizan como vehículo para la fortificación varían de acuerdo con los patrones de consumo de alimentos en el país donde se va a implementar la fortificación, con el fin de adaptarse a los hábitos característicos de las poblaciones a las cuales van a ser destinados ¹.

Capítulo II. Deficiencias de micronutrientes comunes y padecimientos derivados

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (WHO) y la FAO, a nivel mundial las tres formas más comunes de deficiencias de micronutrientes son la de hierro, la de vitamina A y la de yodo. En conjunto estas tres deficiencias afectan un tercio de la población mundial, donde los países en desarrollo son los más afectados y la deficiencia de hierro es la de mayor prevalencia ⁴.

Además de estos tres micronutrientes, según datos del Banco Interamericano de Desarrollo, en Centroamérica se presentan deficiencias de zinc y ácido fólico ⁸. Debido a esto, en este capítulo se abarcarán los aspectos relacionados con las deficiencias de estos cinco micronutrientes y los padecimientos derivados de las mismas, resumidos también en el Cuadro I que se presenta al final del capítulo.

Las deficiencias en micronutrientes no solo preocupan por la cantidad de personas que afectan a nivel mundial si no porque se convierten en un factor de riesgo para muchos padecimientos y pueden aumentar las tasas de morbilidad y mortalidad. Asimismo, por el hecho de que afectan normalmente a las poblaciones más vulnerables como lo son las mujeres embarazadas, los niños entre 1 y 2 años, los niños en edad escolar, las mujeres en edad reproductiva y los adultos mayores ⁴.



Hierro

El hierro se encuentra en el cuerpo humano mayoritariamente en los glóbulos rojos, como componente de la hemoglobina. El restante hierro se encuentra en la mioglobina, que está en los músculos generalmente, y como ferritina que es el hierro almacenado en hígado, bazo y médula ósea. La principal función biológica del hierro es el transporte de oxígeno a diversos sitios del organismo, como hemoglobina lleva el oxígeno de los pulmones a los tejidos; mientras que, como mioglobina, en el tejido muscular del esqueleto y el corazón, capta oxígeno de la hemoglobina ^{4, 6}.

El hierro es un elemento que a diferencia de otros no se agota ni destruye en un cuerpo que funcione normalmente, se pierde en poca cantidad ya que en condiciones normales sólo se pierde aproximadamente 1 mg de hierro al día, principalmente en las heces, producto de la descamación celular de las células intestinales y en menor cantidad en la orina, el sudor, otras secreciones corporales, ⁶.

Es decir, el cuerpo humano hace uso eficiente, económico y conservador del hierro. Sin embargo, en el caso de las mujeres en edad reproductiva estas deben reemplazar el hierro perdido debido a la menstruación y el parto, así como satisfacer las necesidades adicionales producto del embarazo y la lactancia ⁶.

Mientras que los niños tienen necesidades altas por su rápido crecimiento que implica aumentos en el tamaño corporal y el volumen sanguíneo, incrementando las necesidades de hierro durante esta etapa ⁶.

La absorción del hierro en los alimentos se ve afectada por diversos factores, los taninos, fosfatos y fitatos disminuyen la absorción del mismo, mientras que el ácido ascórbico la aumenta. Además, las personas con carencia de hierro o con mayores demandas de este presentan mayor eficiencia en su absorción ⁶.

Otro aspecto que influye es la biodisponibilidad del hierro en los alimentos que varía mucho, el hierro hemínico que se encuentra en alimentos de origen animal se absorbe en mucha mayor proporción, en comparación con el hierro no hemínico presente en alimentos de origen vegetal como leguminosas, cereales, hortalizas, raíces y frutas. Asimismo, la presencia de hierro hemínico aumentará la absorción de todo el hierro presente en el alimento, incluyendo el no hemínico ⁶.



Como se mencionó anteriormente, la deficiencia de hierro es la más común en términos de micronutrientes a nivel mundial y es un problema que aqueja tanto a países industrializados como no industrializados. Esta deficiencia conduce a padecer anemia, definida como baja concentración de hemoglobina en sangre, la cual tiene como consecuencias trastornos cognitivos y del desempeño físico, así como el aumento en la mortalidad materna e infantil ⁴.

Vitamina A

El retinol es la forma principal de vitamina A en la dieta humana, es soluble en grasa, insoluble en agua y se encuentra solamente en productos de origen animal. Este micronutriente es requerido por el organismo humano para el funcionamiento normal del sistema visual, el mantenimiento de la función celular para el crecimiento, la integridad celular epitelial, la función inmune y la reproducción ^{4,6}.

El ser humano obtiene la vitamina A de los alimentos como retinol o como carotenos que el cuerpo puede convertir a retinol, entre estos últimos destaca el beta caroteno como el más importante en la dieta humana y el que mejor se convierte en retinol ^{4,6}.

Las principales fuentes alimenticias de vitamina A son de origen animal, entre ellas mantequilla, huevos, leche, carne y algunos pescados. Sin embargo, las poblaciones de los países en desarrollo dependen normalmente de la ingesta de fuentes de beta caroteno en sus dietas para suplir las necesidades de vitamina A ⁶.

Las fuentes de beta caroteno son de origen vegetal, donde destacan el mango, la papaya, el tomate, las zanahorias, el maíz amarillo, entre otros ⁶.



Cuando las necesidades de vitamina A se suplen con alimentos que solo contienen beta caroteno la ingesta de este debe ser grande para lograr el nivel de vitamina necesario para el organismo. Esto se debe a que según se ha determinado la conversión de beta caroteno a retinol no es eficiente en su totalidad, en específico la relación de conversión es de 12:1 para el beta caroteno contenido en forma natural en un alimento, mientras que en el caso del beta caroteno sintético utilizado para fortificar alimentos la relación es de 6:1 ^{4,6}.

Algunos de los padecimientos más comunes derivados de la deficiencia de vitamina A se encuentran asociados con problemas oculares, que van desde la xeroftalmia (término utilizado para describir las afecciones oculares), la ceguera nocturna, hasta daños severos a la córnea como su destrucción, e incluso la ceguera permanente. También se le han asociado lesiones en tejidos epiteliales y en la piel se puede dar la queratosis folicular ^{4,6}.

Se ha hecho evidente que la deficiencia de vitamina A también puede conducir a la creciente incapacidad del cuerpo para luchar contra las infecciones, esta situación con el tiempo dará lugar a muchas otras enfermedades y enfermedades. Los niños que la padecen pueden incluso morir de sarampión, diarrea extrema o infección respiratoria. Incluso una leve deficiencia puede afectar a ellos en el desarrollo de los huesos y su crecimiento global.

A pesar de las necesidades de vitamina A y el hecho de que su deficiencia es muy común, se debe tener en cuenta que la ingesta excesiva de este micronutriente tiene efectos tóxicos indeseables como el engrosamiento irregular de algunos huesos largos, acompañado normalmente de dolor de cabeza, vómito, agrandamiento del hígado, cambios en la piel y caída del cabello. Los casos de toxicidad no se presentan de forma común por la ingesta alimentaria de vitamina A, sino se asocian más con las dosis complementarias del micronutriente ⁶.

Yodo

El yodo se encuentra en el cuerpo humano en pequeñas cantidades y en mayor parte en la glándula tiroidea, este es esencial para la formación de la hormona tiroidea que secreta esta glándula situada en la parte inferior del cuello ^{4, 6}.

Las hormonas de la tiroides, donde la más relevante es la tiroxina, son importantes para regular el metabolismo, en los niños apoyan el crecimiento y desarrollo normal, incluyendo el desarrollo mental. El yodo es absorbido del intestino como yoduro y el exceso del mismo se excreta por medio de la orina ^{4, 6}.

El yodo se halla en forma natural en las piedras y en los suelos, la cantidad en plantas varía de acuerdo con el suelo donde se cultivan. Este micronutriente se lava de los suelos y con el tiempo cierta cantidad ha llegado al mar, por lo cual el pescado de mar, las algas y la mayoría de hortalizas cultivadas cerca del mar son fuentes de yodo ⁶.

La deficiencia de yodo genera diversos padecimientos derivados del mal funcionamiento de la tiroides, donde destacan el bocio y el cretinismo como los más comunes. El primero de ellos es el agrandamiento de la glándula tiroides debido al trabajo que debe hacer para captar más yodo, cuando hay carencias de este ⁶. Mientras que el cretinismo o hipotiroidismo congénito es un déficit o retardo mental irreversible en el feto derivado de la poca ingesta o aporte de yodo por parte de la madre durante el embarazo, ya que como se mencionó antes las glándulas tiroideas tienen funciones importantes en el correcto desarrollo del cerebro ⁶.

Otras consecuencias negativas derivadas de la deficiencia de este micronutriente incluyen diversas deficiencias mentales, anormalidades congénitas, abortos, trastornos cognitivos, desórdenes neurológicos, aumento de la mortalidad infantil, retardo en el desarrollo físico y mental en niños y adolescentes, entre otros ⁶.

Zinc

El zinc es un componente esencial de un gran número de enzimas y tiene un papel fundamental en el crecimiento celular y diferenciación en tejidos que tienen procesos rápidos de diferenciación y renovación, incluyendo los del sistema inmune y tracto gastrointestinal. La mayor parte del zinc se encuentra en el esqueleto, pero otros tejidos como la piel y el cabello, y algunos órganos como la próstata tienen altas concentraciones ^{4, 6}.

Las fuentes más ricas de zinc son los alimentos ricos en proteínas, como la carne, alimentos de mar y huevos; sin embargo, en los países en desarrollo, donde el consumo de estos alimentos es limitado, la mayoría del zinc proviene de los granos de cereal y las legumbres ⁶.

La absorción de este mineral se ve afectada por la presencia de otros componentes en los alimentos, como es el caso de la inhibición que generan los fitatos, oxalatos y taninos. Además, se ha observado que pueden existir interacciones competitivas entre el zinc y otros minerales que tienen propiedades físicas y químicas similares, como el hierro y el cobre ^{4,6}.

Sin embargo, estas interacciones entre minerales se dan más que todo cuando se ingieren estos en grandes cantidades como las presentes en los suplementos. Otro compuesto que inhibe la absorción del zinc es el calcio cuando es ingerido en altas cantidades en la dieta (mayores a un gramo por día) ^{4,6}.

La deficiencia de zinc es usualmente difícil de identificar y las manifestaciones clínicas de la misma no son específicas. Los síntomas de un déficit severo de este micronutriente incluyen dermatitis, retardo en el crecimiento, diarrea, trastornos mentales e infecciones recurrentes. Debido a que no hay biomarcadores adecuados de las deficiencias de zinc y los síntomas son muy variados, los casos moderados y leves son aún más difíciles de detectar y diagnosticar ⁴.

Ácido fólico

El ácido fólico, folato o vitamina B₉ es el nombre que se le da a una serie de compuestos cristalinos de coloración amarilla relacionados con el ácido pteroglutámico. Este micronutriente interviene en el metabolismo de aminoácidos, tiene un papel fundamental en la síntesis y metilación de los nucleótidos que intervienen en la multiplicación celular y el crecimiento de tejidos. El rol de este en la síntesis proteica y el metabolismo está muy relacionado con el de la vitamina B₁₂ ^{4,6}.

Las principales fuentes de ácido fólico son las vegetales de hojas de color verde, las frutas, la levadura, el hígado y el riñón. Se ha observado que los cereales refinados normalmente presentan bajos contenidos de folato, por lo que las poblaciones de países con dietas caracterizadas por alto consumo de estos y un bajo consumo de frutas y vegetales de hoja verde poseen mayor tendencia a ser deficientes en ácido fólico ⁴.



La deficiencia de folatos puede generar problemas a la salud como el padecimiento de anemia macrocítica, que es el segundo tipo de anemia más común, después de la debida a la deficiencia de hierro. Además de que la ingesta inadecuada de este micronutriente durante el embarazo y el periodo previo a la concepción puede dar paso al desarrollo de anomalías del tubo neural en recién nacidos y otros defectos de nacimiento ^{4,6}. Asimismo, se ha asociado esta deficiencia con un aumento en el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, cáncer y deterioro de la función cognitiva en adultos ^{4,6}.

Cuadro I. Resumen de los principales padecimientos derivados de las deficiencias en micronutrientes.

Micronutriente	Padecimiento derivado de la deficiencia
Hierro	Anemia
Vitamina A	Ceguera nocturna Xeroftalmia Destrucción de la córnea Ceguera permanente Lesión en tejidos epiteliales Queratosis folicular
Yodo	Bocio endémico Cretinismo o hipotiroidismo congénito Deficiencias mentales Anormalidades congénitas Abortos Trastornos cognitivos Desórdenes neurológicos Aumento de la mortalidad infantil Retardo en el desarrollo físico y mental en niños y adolescentes
Zinc	Dermatitis Retardo en el crecimiento Diarrea Trastornos mentales Infecciones recurrentes
Ácido fólico	Anemia macrocítica Anomalías en el tubo neural en recién nacidos Aumento en el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y cáncer Deterioro de la función cognitiva en adultos

Nota: datos tomados de Allen *et al*, 2006; Latham, 2002.

Capítulo III. Situación nutricional regional y por país

Deficiencias principales y su prevalencia en la población

Como se mencionó anteriormente los principales micronutrientes deficientes en la población de la región de Centroamérica y el Caribe son el hierro, el yodo, la vitamina A, el zinc y el ácido fólico. Debido a las consecuencias negativas graves a la salud de las personas que pueden traer consigo, las deficiencias han sido objeto de estudio y de preocupación por parte de las autoridades en salud de los países del área.

Las deficiencias de micronutrientes y su prevalencia en la población han sido monitoreadas a través de estudios a lo largo de las últimas décadas, sin embargo, no se ha medido con la misma frecuencia en todos los países y se ha enfocado principalmente en los grupos poblacionales más vulnerables, niños menores de 5 años, mujeres embarazadas y en edad reproductiva.

Es importante aclarar que no de todos los países hay disponible la misma cantidad de información acerca de las deficiencias de micronutrientes y en muchos la información no se encuentra totalmente actualizada.

En general la información más actualizada y reciente disponible a nivel de Centroamérica es la recopilada por el Banco Interamericano de Desarrollo, que resume los resultados de diversos estudios y encuestas llevadas a cabo en los diferentes países de la región. Esta información se resume en los Cuadros II, III y IV que se presentan a continuación y que fueron adaptados de la información mencionada.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo, los datos más recientes de finales de la década de los 2000 muestran que la prevalencia de la deficiencia de Vitamina A en niños menores de 5 años es del 5% o menos para Costa Rica, Guatemala, Nicaragua, Panamá y El Salvador, mientras que Honduras y Belice presentan los valores más alto de la región (ver Cuadro II) ⁸.

Con respecto a los datos de las mujeres embarazadas y en edad reproductiva se tiene poca información de la prevalencia de esta deficiencia en los países de Centroamérica, ver Cuadros III y IV ⁸.

En el caso de la deficiencia de hierro la prevalencia en niños menores de 5 años es elevada para casi todos los países de la región, tanto así que el valor más bajo es para Costa Rica con un 7,6%, seguido por Nicaragua con 17%, mientras que los valores para los demás países superan el 20% (Cuadro II) ⁸.

Por otro lado, para mujeres embarazadas el mayor valor de prevalencia de esta deficiencia lo presenta Panamá y el valor más bajo El Salvador (Cuadro III). Por último, para mujeres en edad reproductiva Belice presenta el mayor valor y El Salvador el menor, ver cuadro IV ⁸.

En cuanto a la prevalencia de la deficiencia de ácido fólico es de la que menos datos se poseen ya que solo para Guatemala, Panamá y Costa Rica se tiene información. En este caso Panamá muestra un valor elevado en niños menores de cinco años que debe ser de especial atención, mientras que los valores de Guatemala para niños menores de 5 años y de Costa Rica para mujeres embarazadas y en edad reproductiva no superan el 1% ⁸.

La prevalencia de la deficiencia de yodo en niños menores de cinco años tiene mayor valor en la población de Guatemala y el menor valor para Belice, mientras que en el caso de las mujeres embarazadas se tiene solo información para Nicaragua y para mujeres en edad reproductiva no se tienen datos ⁸.

Por último, en el caso del zinc según los datos del Banco Interamericano de Desarrollo, la prevalencia de la deficiencia de este micronutriente presenta valores que superan el 20% en Costa Rica, Guatemala y Panamá. Estos países son los únicos de los cuales se presenta información y para la población de niños menores de cinco años (ver Cuadro II) ⁸.

Cuadro II. Prevalencia (%) de las deficiencias de micronutrientes en niños menores de 5 años en Centroamérica, según datos recopilados por el Banco Interamericano de Desarrollo.

Deficiencia	Vitamina A		Hierro		Ácido fólico		Yodo		Zinc
	Antes 2006	Más reciente	Antes 2006	Más reciente	Antes 2006	Más reciente	Antes 2006	Más reciente	Más reciente
Belice	24,0	-	19,0	20,2	-	-	5,5	-	-
Costa Rica	8,8	2,8	26,0	7,6	-	-	8,9	7,1	23,9
El Salvador	36,0	5,3	27,0	27,0	-	-	4,6	-	-
Guatemala	16,0	0,3	47,7	26,3	-	0,5	24,0	-	34,9
Honduras	13,8	14,0	34,0	37,0	-	-	-	-	-
Nicaragua	3,1	3,0	33,5	17,0	-	-	13,4	-	-
Panamá	9,4	1,8	36,0	41,8	29,0	-	8,6	-	36,0

Nota: datos tomados de Nieves *et al*, 2012.

Cuadro III. Prevalencia (%) de las deficiencias de micronutrientes en mujeres embarazadas en Centroamérica, según datos recopilados por el Banco Interamericano de Desarrollo.

Deficiencia	Vitamina A		Hierro		Ácido fólico		Yodo	
	Antes 2006	Más reciente	Antes 2006	Más reciente	Antes 2006	Más reciente	Antes 2006	Más reciente
País								
Belice	-	-	-	24,2	-	-	-	-
Costa Rica	1,1	-	18,6	13,2	24,7	3,8	-	-
El Salvador	-	-	8,8	-	-	-	-	-
Guatemala	-	-	20,2	18,4	-	0,7	-	-
Honduras	-	4,8	14,7	18,1	-	-	-	-
Nicaragua	1,3	-	15,3	9,2	-	-	11,9	-
Panamá	-	-	40,3	-	-	-	-	-

Nota: datos tomados de Nieves *et al*, 2012.

Cuadro IV. Prevalencia (%) de las deficiencias de micronutrientes mujeres en edad reproductiva en Centroamérica, según datos recopilados por el Banco Interamericano de Desarrollo.

Deficiencia	Vitamina A		Hierro		Ácido fólico	
	Antes 2006	Más reciente	Antes 2006	Más reciente	Antes 2006	Más reciente
País						
Belice	-	-	51,7	-	-	-
Costa Rica	-	-	18,6	9,9	24,7	3,8
El Salvador	-	1,1	8,8	2,0	-	-
Guatemala	1,1	-	39,1	29,1	-	0,7
Honduras	-	4,8	32,0	21,4	-	-
Nicaragua	-	2,0	33,0	-	-	-
Panamá	-	1,8	36,4	23,4	-	-

Nota: datos tomados de Nieves *et al*, 2012.

Además de la información mencionada acerca del estado de los países de la región de Centroamérica y el Caribe, no existen muchas investigaciones o actualizaciones específicas de la situación en este tema en los países de la región. La información se limita a lo extraído de las encuestas nacionales de nutrición y los perfiles nutricionales de cada país elaborados por la FAO, que no en todos los casos son recientes.

En el caso de Costa Rica el perfil nutricional de la FAO es del año 1999, que presenta la situación nutricional del país basado en datos de las encuestas nutricionales hasta 1996. Mientras que la encuesta

nacional de nutrición más reciente es del año 2008-2009, por esta razón estos datos más actualizados son los que interesa exponer a continuación ^{9, 10}.

Según esta encuesta la prevalencia de anemia en la población costarricense, como indicador de deficiencia de hierro, a nivel nacional fue del 11,1%, en específico los grupos poblacionales con mayor prevalencia de anemia fueron los adultos mayores (15,8%) y las mujeres adultas (12,9%), mientras que en los hombres adultos y los niños en edad escolar presentaron los valores más bajos, 5,7% y 2,3% respectivamente ¹⁰.

En cuanto a la determinación de la deficiencia de ácido fólico se utilizó como indicador los folatos, los cuales fueron medidos en la mujer en edad fértil y los adultos mayores. Según la información recopilada, la prevalencia de la deficiencia de folatos en la mujer en edad fértil fue de 3,8% y en adultos mayores del 1,4%, ambos a nivel nacional ¹⁰.

El estado nutricional de una población con respecto a la vitamina A está determinado por los niveles de retinol sérico, determinación que se realizó a niños en edad preescolar (1-6 años) y en edad escolar (7-12 años) ¹⁰.

Los primeros presentaron deficiencias de retinol sérico en un 2,8% mientras que los segundos en un 2,1%. Aunque estos valores parecen ser bajos, es importante mencionar que según los niveles de retinol sérico medidos existe un porcentaje importante de estas poblaciones, de alrededor de 30%, que posee riesgo alto de tener deficiencia de retinol sérico por las concentraciones bajas del mismo ¹⁰.

Con respecto a la deficiencia de zinc esta fue medida en niños en edad preescolar, donde se encontró una prevalencia del 23,9% considerado como un valor elevado. En el caso de la prevalencia de la deficiencia de yodo esta se midió en niños en edad escolar, mediante la excreción urinaria de yodo, determinándose como deficiencia los valores de este parámetro menores a 10 µg/dl. De esta forma la prevalencia de la deficiencia de yodo fue del 7,1% ¹⁰.

En el caso de República Dominicana, los datos más recientes son los derivados de la Encuesta Nacional de Micronutrientes del año 2009. Según esta, a nivel nacional el 21% de las mujeres no embarazadas de 15 a 49 años tienen anemia por deficiencia de hierro y el 3% del mismo grupo poblacional presenta deficiencia de ácido fólico medido por folato sérico (menos de 4 ng/dl) y es del 7% cuando se mide por folato eritrocitario (menos de 151 ng/dl). En el caso de los niños de 6 a 59 meses de edad, se encontró que el 9% de estos presenta anemia por deficiencia de hierro ¹¹.

Por otro lado, la prevalencia de la deficiencia de vitamina A, según la concentración de retinol sérico, en mujeres no embarazadas de 15 a 49 años de edad es del 0,5%, sin embargo, el valor es considerado poco

confiable según el Informe de la Encuesta por su alto error relativo. En el caso de la prevalencia de esta deficiencia en niños de 6 a 59 meses de edad es del 12%, considerado como problema de salud pública moderado ¹¹.

En el Informe de la Encuesta Nacional de Micronutrientes de República Dominicana se analizó también la prevalencia de deficiencia de yodo en mujeres no embarazadas de 15 a 49 años de edad. Según los resultados obtenidos del análisis de excreción urinaria de yodo no hay un estado de deficiencia de este micronutriente en la población citada; incluso en el grupo específico de mujeres de 15 a 19 años de edad hay indicios de un exceso en el consumo de yodo, por lo que se debe prestar atención al estado de esta población para evitar que tengan problemas por ingesta excesiva del micronutriente ¹¹.

Otro estudio importante llevado a cabo en República Dominicana es la Encuesta Nacional de Micronutrientes en la población escolar (niños de 6 a 14 años) del año 2012. Según los resultados obtenidos de la misma, la prevalencia de anemia encontrada fue del 13,9%, como indicador de deficiencia de hierro. Mientras que la deficiencia de ácido fólico presentó un valor de 5,9% según el nivel de folato en plasma (considerando deficiente una concentración menor a 4,4 µg/ml) y de 16,1 % según los niveles de folato eritrocitario (considerando deficiente una concentración menor a 150 µg/ml) ¹².

Según los niveles de retinol en plasma un 7,2% de los niños y niñas que participaron de la Encuesta Nacional de Micronutrientes en la población escolar, presentó deficiencia de vitamina A. Mientras que en el caso del análisis de excreción urinaria de yodo los resultados mostraron que un 11,4% de niños fueron identificados con bajos niveles en este parámetro; siendo la mayoría (8,7%) déficits leves ¹².

En Guatemala la Encuesta Nacional de Micronutrientes más reciente llevada a cabo es la del año 2009-2010. Según los resultados de esta, la prevalencia de deficiencia de vitamina A, medida por la concentración sérica de retinol en niños de 6 a 59 meses de edad no es un problema de salud pública, ya que los datos muestran que se encuentra bajo control. Inclusive es importante destacar que un 3% de la muestra posee valores de concentración de retinol elevados, lo cual considerando que la vitamina A puede acumularse y generar problemas tóxicos debe ser de especial atención ¹³.

En el caso de la deficiencia de ácido fólico se realizó la medición por medio de la deficiencia de folato sérico y la deficiencia de folato eritrocitario ambos parámetros en niños de 6 a 59 meses de edad y en mujeres en edad reproductiva. En las mujeres en edad reproductiva la prevalencia nacional de deficiencia de folato sérico fue de 0,7% mientras que en el caso de deficiencia de folato eritrocitario la prevalencia fue del 7,0% a nivel nacional. Con respecto a los niños la prevalencia de deficiencia de folato sérico fue inexistente (0,0%) y la prevalencia de deficiencia de folato eritrocitario fue de 2,1% ambas a nivel nacional ¹³.

Los datos de deficiencia de zinc plasmático en niños de 6 a 59 meses de edad, medida por su concentración sérica, muestran una prevalencia de 34,9%, por lo que se considera como problema severo de salud pública. Mientras que, en el caso de la prevalencia de deficiencia de hierro, medida mediante la concentración sérica de ferritina, en niños de 6 a 59 meses de edad fue de 18,6% y en mujeres en edad reproductiva fue de 11,1% ¹³.

En Nicaragua los datos más recientes son los que se derivan de la Encuesta Nacional de Micronutrientes del año 2000, según esta la prevalencia de deficiencia clínica de vitamina A (tomando como deficiente las concentraciones séricas de retinol inferiores a 30 µg/dl) en madres de niños de 6 a 59 meses de edad fue del 10,9%. Con respecto a los niños de 6 a 59 meses de edad la concentración sérica de retinol inferior a 20 µg/dl es considerada como deficiencia subclínica de vitamina A, por lo que según este parámetro hay una prevalencia de deficiencia de vitamina A de 8,8% en Nicaragua ¹⁴.

Por otro lado, la deficiencia de hierro se midió por medio de la prevalencia de anemia, en este caso las mujeres no embarazadas presentaron un porcentaje de 22,3% de anemia, mientras que en niños de 6 a 59 meses de edad fue de 33,5%, ambos a nivel nacional. Los valores encontrados muestran como la prevalencia de anemia es un problema en Nicaragua que debe prestársele la adecuada atención por sus valores elevados ¹⁴.

También se realizó la medición de yodo y flúor en orina con el fin de conocer el estado nutricional de la población de niños de 6 a 9 años en cuanto a estos nutrientes. Con respecto al primero se obtuvieron valores que indican que este no es un problema significativo de salud pública, ya que fueron menores a 10,0 µg/dl de yodo en orina en el 13,4% de este grupo poblacional, menores a 5,0 µg/dl en el 4,7% y menores a 2,0 µg/dl en un 1% de la población. Mientras que el flúor en orina mostró ser insuficiente en el 51,1% de la población, lo cual muestra que este micronutriente es deficiente en gran parte de la población analizada y se le debe prestar atención ¹⁴.

En el caso de Panamá la información más reciente desprendida de la Encuesta Nacional de Vitamina A y Anemia (1999) indica que la prevalencia de anemia, como indicador de deficiencia de hierro, en menores de 5 años y embarazadas fue de 36%, de 40% en mujeres en edad fértil y 47% en escolares de 6 a 12 años ¹⁵.

En esta misma encuesta se analizó la deficiencia de vitamina A y se encontró que esta no se considera un problema de salud pública a nivel nacional ya que el porcentaje de la población con bajos niveles de retinol sérico es muy pequeño (menor al 5%) ¹⁵.

Con respecto a la deficiencia de yodo Panamá fue declarado en el año 2002 como libre de los desórdenes por esta deficiencia, único país de Centroamérica con esta declaración. Esto se debe a que de acuerdo a los niveles de yoduria (excreción de yodo en orina) medidos a través de los años, la población se

ha mantenido entre los niveles normales de este micronutriente. De los demás micronutrientes no se posee la información adecuada acerca del estado de la población en cuanto a deficiencia de los mismos ¹⁵.

Por último, en el caso de Belice los datos más recientes se desprenden del perfil nutricional del país emitido por la FAO en el año 2003. Según este, la deficiencia de yodo en niños de 7 a 14 años presentaba una prevalencia del 6% de acuerdo con la Encuesta Nacional de Yodo efectuada en 1994-1995. Mientras que los datos de deficiencias de hierro y vitamina A coinciden con la información presentada anteriormente del Banco Interamericano de Desarrollo ¹⁶.

Con respecto a la información acerca de las deficiencias de micronutrientes en Honduras y El Salvador los datos más recientes disponibles son los expuestos anteriormente del Banco Interamericano de Desarrollo (ver Cuadros II, III y IV).

Programas aplicados en los países de Centroamérica y el Caribe

En cada uno de los países que forman parte de la región se han aplicado los programas nacionales de fortificación de alimentos con el fin de prevenir y controlar las deficiencias de micronutrientes. Estos programas comprenden la fortificación de azúcar con vitamina A, la yodación de la sal, la fortificación de harina de trigo y arroz con hierro, ácido fólico y vitaminas del complejo B. Más adelante se detallan en específico cuales países fortifican cuáles alimentos y en qué niveles lo realizan.

Además de estos programas algunos países han aplicado o se encuentran en proceso de aplicación de planes de seguridad alimentaria y nutricional, planes para combatir las deficiencias de micronutrientes, entre otros que están relacionados o involucran intervenciones en cuanto a la fortificación de alimentos. Por esta razón a continuación se exponen los principales planes vigentes o en aplicación en los diferentes países de la región de Centroamérica y el Caribe.



En este sentido Honduras cuenta con el “Plan Nacional hacia la Erradicación de la Desnutrición Crónica Infantil 2007-2015”, el cual se basa en la identificación y priorización de los problemas nutricionales y factores convexos, un análisis del marco político, institucional y de programas existente y el proyectado en los próximos años, además del análisis de la disponibilidad de recursos humanos, económicos y materiales, que faciliten la implementación de actividades con alto potencial de impacto nutricional ¹⁷.

Este programa combina la promoción y monitoreo del crecimiento y desarrollo de las niñas y niños en las comunidades, el uso adecuado de los servicios básicos, asegurando la cobertura total en la suplementación con micronutrientes críticos como hierro, ácido fólico y vitamina A, junto con una intervención terapéutica y tratamiento alimentario a los desnutridos y poblaciones de alto riesgo ¹⁷.

Las actividades de promoción y protección específica se complementan con la comunicación social para mejorar prácticas en el cuidado y alimentación en la familia, con especial atención a la lactancia materna, y la participación del sector privado en la fortificación de alimentos ¹⁷.

Por otro lado, Panamá cuenta con el “Plan Nacional de Prevención y Control de las Deficiencias de Micronutrientes 2008-2015” que para su elaboración consideró cinco áreas programáticas, el mejoramiento de la salud materno infantil con énfasis en nutrición de micronutrientes; la disponibilidad de alimentos fuentes de micronutrientes, el acceso y consumo de micronutrientes; el monitoreo, vigilancia y evaluación de las deficiencias de micronutrientes y el mercadeo y comunicación ¹⁵.

El objetivo de este programa es la prevención y reducción de manera sostenida de las deficiencias de micronutrientes en la población del país evitando excesos y desbalances, con énfasis en los grupos vulnerables ¹⁵.

Además, Panamá tiene en ejecución programas nacionales para la prevención y el control de las deficiencias de determinados micronutrientes, estos son los Programas de Suplementación con micronutrientes, donde se encuentra el de Suplementación con hierro y ácido fólico y el de Suplementación con Vitamina A, ambos ejecutados por el Ministerio de Salud ¹⁵.

El primero se aplica a lactantes de bajo peso al nacer y prematuros, niños y niñas menores de 5 años, niños en edad escolar, mujeres en edad fértil, embarazadas y lactantes. Mientras que los beneficiarios del segundo son niñas y niños menores de 5 años y mujeres lactantes ¹⁵.

También se cuenta con el Programa de Fortificación de Alimentos de Consumo Masivo, el Programa de Alimentación Complementaria del Ministerio de Salud y el Programa de Alimentación Complementaria del Ministerio de Educación. El segundo tiene como objetivo contribuir a mejorar el estado nutricional de niños y niñas menores de 5 años, embarazadas, mujeres lactantes y pacientes con tuberculosis que reciben tratamiento estrictamente supervisado, este programa distribuye a nivel nacional un alimento fortificado (Nutricereal) con vitaminas A, E, vitaminas del complejo B, ácido fólico, calcio, fósforo, hierro, zinc y yodo ¹⁵.

El Programa de Alimentación Complementaria del Ministerio de Educación es ejecutado a través de la Dirección Nacional de Nutrición y Salud Escolar con objetivo de mejorar la condición nutricional de los

escolares mediante la distribución de merienda escolar en tres modalidades, según la zona del país, y con cobertura nacional en todas las escuelas primarias oficiales y otros centros que atienden niños en edad escolar ¹⁵.

Por su parte República Dominicana cuenta con el “Plan Estratégico Nacional de Nutrición 2013-2016”, que comprende diversos programas entre los que destaca el de Suplementación y Fortificación de alimentos con micronutrientes que engloba dos programas. El primero de ellos es el Programa Nacional de Suplementación con Micronutrientes, principal estrategia nutricional para corregir de forma rápida y eficaz las deficiencias de micronutrientes o evitar que se produzcan en poblaciones vulnerables ¹⁸.

En este sentido las guías de suplementación proponen una intervención focalizada en grupos poblaciones de mayor riesgo (niños pequeños y en edad escolar, mujeres en edad reproductiva, embarazadas y lactantes), para el déficit de hierro, ácido fólico, vitamina A, zinc, calcio y otras vitaminas del complejo B ¹⁸.

El segundo programa es el Programa Nacional de Fortificación de Alimentos con Micronutrientes, principal estrategia de salud pública para mantener o mejorar la calidad en la dieta en relación con los micronutrientes ¹⁸.

Por último, Costa Rica tiene el “Plan de acción de reducción y control de las deficiencias de micronutrientes 2011-2020”, este consta de cinco componentes o ámbitos de intervención: Vigilancia y Control, Fortificación de Alimentos, Suplementación con Micronutrientes, Alimentación Complementaria e Información, Educación y Comunicación ¹⁹.

Los objetivos del plan comprenden vigilar los procesos de intervención en micronutrientes y su impacto en la población (reglamentos, normas, guías, entre otros); promover el conocimiento actualizado sobre la situación de micronutrientes en la población por medio de investigaciones para definir políticas, estrategias e intervenciones, producto de esfuerzos interinstitucionales ¹⁹.

Fortalecimiento de la fortificación de alimentos de acuerdo con la situación actual e innovaciones según el desarrollo tecnológico. Fortalecer y promover la suplementación con vitaminas y minerales focalizada a la población vulnerable, ofrecer a la población vulnerable alimentación complementaria que contribuya a la reducción de las deficiencias de micronutrientes y fortalecer las acciones de información, educación y comunicación que promuevan el consumo de alimentos fuentes de micronutrientes ¹⁹.

Proyectos conjuntos a nivel regional

A nivel regional ha habido diversos esfuerzos por realizar una estandarización de los programas y las regulaciones concernientes al tema de fortificación de alimentos. Entre estos destaca el conocido como “Bienes públicos regionales para la fortificación de alimentos con micronutrientes en Centroamérica” como parte de la iniciativa para la Promoción de Bienes Públicos Regionales creada en 2004 por el Banco Interamericano de Desarrollo ⁸.



El objetivo de esta iniciativa es el fomentar la cooperación entre países de América Latina y el Caribe para abordar de forma conjunta y con medidas innovadoras de política pública desafíos comunes, cuando la acción colectiva regional aporta valor agregado a las iniciativas individuales de cada país ⁸.

Un bien público es un bien libre o de fácil disponibilidad a nivel poblacional cuyo consumo tiene beneficios a la población o algún grupo poblacional importante. De esta forma las políticas de salud pública que implican la fortificación de alimentos con micronutrientes son bienes públicos ⁸.

En específico el proyecto de bienes públicos regionales (BPR) en fortificación masiva de alimentos de alto consumo se diseñó pensando en que la cooperación del conjunto de los siete países de la región (Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Belice) puede potenciar los avances en el control de las deficiencias de micronutrientes. Este proyecto de cinco años (2007-2012) apoyó la consecución de tres BPRs y los productos que los instrumentalizan ⁸.

Los bienes públicos generados cubrieron tres dimensiones distintas pero complementarias de la fortificación de alimentos de amplio consumo con micronutrientes, abarcando en conjunto la secuencia desde la fortificación de alimentos, el control de calidad del producto y la medición de resultados ⁸.

La primera dimensión se relaciona con la homologación de las normas y los procesos de fortificación de alimentos comunes a los países de Centroamérica con micronutrientes específicos. En este sentido, se realizó un análisis de los problemas de salud pública por altas deficiencias de micronutrientes como hierro, ácido fólico y zinc, las experiencias de fortificación de azúcar con vitamina A y sal yodo, además de los patrones de consumo de alimentos en los países de la iniciativa incluyendo los grupos vulnerables de especial atención ⁸.

Asimismo, se determinó cuales alimentos merecía un abordaje común a través de un sistema normativo común de fortificación masiva, los cuales son la sal, el azúcar, las harinas de trigo y maíz y el aceite vegetal ⁸.

En relación con esta dimensión se creó en 2010 la Comisión Regional de Micronutrientes y Alimentos Fortificados de Centroamérica (CORMAF), donde también se unió República Dominicana, para facilitar el proceso de toma de decisiones en conjunto ya que lo integran las comisiones nacionales de micronutrientes de cada uno de los países ⁸.

De esta forma se logró la elaboración y difusión de 13 manuales con lineamientos sobre los procesos de fortificación de alimentos con micronutrientes o combinaciones de los mismos. Además de que se identificó al Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) como el organismo que serviría como secretariado técnico y respaldo institucional al mecanismo de coordinación regional ⁸.

La segunda dimensión cubierta se relaciona con la estandarización de los mecanismos mínimos de garantía y control de calidad de los alimentos fortificados en el punto de producción y en el punto de distribución o venta ⁸.

Con el apoyo del proyecto de BPR, el INCAP y la UNICEF tradujeron y ajustaron 13 manuales para control de calidad que aplican a las tres etapas de monitoreo (interno por parte del personal de producción, externo por parte de las autoridades de salud y comercial o externo en los puntos de venta del producto) para los alimentos fortificados masivamente. También se generaron manuales para el aseguramiento y control de calidad de premezclas de micronutrientes utilizadas en los diferentes alimentos ⁸.

El proyecto posibilitó la creación de la Red Regional de Laboratorios de Centroamérica y República Dominicana en 2010 con el fin de asegurar que existen laboratorios que puedan realizar los análisis para comprobar los niveles de fortificación en alimentos de consumo masivo. Además de que se nombró al INCAP como ente coordinador y que presta asistencia técnica a la red de laboratorios nacionales ⁸.

Y se identificaron tres laboratorios existentes que pueden fungir como laboratorios regionales de referencia para el corredor centroamericano, estos son los laboratorios del INCAP en Guatemala, los laboratorios del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) en Costa Rica y los laboratorios del Instituto Gorgas en Panamá ⁸.



Por último, la tercera dimensión comprende la armonización de los indicadores y/o procesos de vigilancia de las deficiencias de micronutrientes en las poblaciones de la región y de los efectos de dichas deficiencias⁸.

En este aspecto las autoridades sanitarias de los países participantes aprobaron y crearon el Sistema Regional de Vigilancia Epidemiológica de Malformaciones Congénitas, ya que mediante un estudio llevado a cabo por un comité científico entre 2000 y 2010 se determinó que las prevalencias de defectos del tubo neural en países como Guatemala, El Salvador y Panamá son elevadas, que no eran monitoreadas anteriormente por ninguno de los países, excepto Costa Rica⁸.

En este mismo aspecto las autoridades sanitarias de los países participantes acordaron que el sistema de vigilancia podría ampliarse a fenómenos resultado del impacto biológico de las deficiencias de otros micronutrientes como la vitamina A, el zinc, el yodo y el hierro⁸.

Legislación vigente en cada país: fortificación obligatoria

Según las deficiencias de micronutrientes principales en cada país y los patrones de consumo de alimentos en los mismos, cada país posee su propia reglamentación en cuanto a los alimentos que deben ser fortificados y en que proporciones, con el fin de atacar las deficiencias de la forma más eficiente y mantener un adecuado estado nutricional de la población a nivel nacional.

Es por esto que es de suma importancia conocer lo establecido por las leyes de cada país en cuanto a fortificación, a continuación, se resume esta información según la legislación vigente en cada uno de los países.

Cuadro V. Alimentos fortificados por ley según cada país en la región de Centroamérica y el Caribe.

Alimento	País							
	Guatemala	Honduras	Nicaragua	El Salvador	República Dominicana	Panamá	Belice	Costa Rica
Harina de trigo	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro
Arroz	--	--	Tiamina Vitamina B ₁₂ Niacina Vitamina B ₆ Hierro	--	--	Tiamina Niacina Ácido fólico Hierro Vitamina B ₁₂ Vitamina B ₆ Zinc Hierro	--	Tiamina Niacina Ácido fólico Hierro Vitamina B ₁₂ Vitamina E Zinc Selenio
Azúcar	Vitamina A	Vitamina A	Vitamina A	Vitamina A	Vitamina A	Vitamina A	--	Vitamina A
Sal	Yodo Flúor	Yodo	Yodo Flúor	Yodo	Yodo	Yodo Flúor	Yodo Flúor	Yodo Flúor

Continúa en la siguiente página...

Alimento	País							
	Guatemala	Honduras	Nicaragua	El Salvador	República Dominicana	Panamá	Belice	Costa Rica
Leche	--	--	--	--	--	--	--	Hierro Vitamina A Ácido fólico
Harina de maíz	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro Vitamina B ₁₂ Zinc Ácido málico	--	--	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro	--	--	--	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro
Pastas	--	--	--	Tiamina Riboflavina Niacina Ácido fólico Hierro	--	--	--	--

Nota: para la construcción de este cuadro se tomó como referencia la legislación vigente en los diferentes países que se especifica en los Cuadros VI al XIII que se presentan a continuación.

Cuadro VI. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Guatemala.

Alimento	Micronutriente	Dosis de micronutriente		Legislación
		(por kg)*		
Harina de trigo**	Tiamina	6,2 mg		Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07 Harina de Trigo Fortificada. Especificaciones
	Riboflavina	4,2 mg		
	Niacina	55,0 mg		
	Ácido fólico	1,8 mg		
	Hierro	55,0 mg		
Azúcar	Vitamina A	15,0 mg		Reglamento para la Fortificación del Azúcar con Vitamina A N° 021-2000
Sal	Yodo	20,0 – 60,0 mg		Reglamento para la Fortificación de la Sal con Yodo y Sal con Yodo y Flúor N° 29-2004
	Flúor	175,0 – 225,0 mg		
Harina de maíz**	Tiamina	4,7 mg		Reglamento para la Fortificación con Micronutrientes de la Harina de Maíz Nixtamalizado N° 298-2015
	Riboflavina	3,7 mg		
	Niacina	46,0 mg		
	Ácido fólico	1,64 mg		
	Hierro	38,2 mg		
	Vitamina B ₁₂	5,1 µg		
	Zinc	33,0 mg		
	Ácido málico	475,0 mg		

*Contenido final en el producto **Dosis de micronutrientes incluyen el contenido intrínseco del alimento.

Nota: datos tomados de COMEICO, 2007; Guatemala Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2000; Guatemala Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2004; Guatemala Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2015.

En cuanto a la forma o compuestos fortificantes que se deben añadir a los alimentos a fortificar, la legislación Guatemalteca establece que, según el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:06 Harina de Trigo Fortificada, el hierro en la harina de trigo debe ser agregado en forma de fumarato ferroso ²⁰.

El azúcar debe ser fortificado con retinol de tipo hidrodispensable con estabilidad aceptable durante la vida de comercialización del alimento ²¹. En el caso de la sal el flúor sólo debe añadirse en forma obligatoria para la sal destinada al consumo humano, en el caso de la sal de uso industrial es de carácter voluntaria la fortificación con este micronutriente ²².

En el caso de la harina de maíz se especifica el compuesto con el cual se debe fortificar cada uno de los micronutrientes, la tiamina se debe agregar como mononitrato de tiamina, la niacina como nicotinamida, la riboflavina como tal, la Vitamina B₁₂ como cianocobalamina, el ácido fólico como ácido pteroliglutámico, el hierro como bisglicinato ferroso, el zinc como bisglicinato de zinc, y ácido málico que cumple un papel de antioxidante y se agrega como tal. Se especifican intervalos de tolerancia ²³.

Cuadro VII. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Honduras.

Alimento	Micronutriente	Dosis de micronutriente (por kg)*	Legislación
Harina de trigo	Tiamina	6,2 mg	Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07. Harinas. Harina de Trigo Fortificada. Especificaciones.
	Riboflavina	4,2 mg	
	Niacina	55,0 mg	
	Ácido fólico	1,8 mg	
	Hierro	55,0 mg	
Azúcar	Vitamina A	15,0 mg	Ley de Enriquecimiento del Azúcar con Vitamina A. N° 385
Sal	Yodo	10,0 – 15,0 mg	Ley de Enriquecimiento de Sal N° 304

*Contenido final en el producto. Nota: datos tomados de COMEICO, 2007; República de Honduras Secretaría de Salud Pública, 1976; República de Honduras Secretaría de Salud Pública, 1961.

En el caso de la legislación de Honduras lo único que se establece en cuanto a los compuestos de fortificantes que se deben añadir es que el hierro en la harina de trigo debe agregarse como fumarato ferroso ²⁰ y que la vitamina A se agrega como retinol ²⁴.

Cuadro VIII. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Nicaragua.

Alimento	Micronutriente	Dosis de micronutriente (por kg)*	Legislación
Harina de trigo	Tiamina	6,2 mg	Reglamento Técnico Centroamericano Anexo de la Resolución 201-2007 (COMIECO-XLV) Harinas. Harina De Trigo Fortificada. Especificaciones. NTON 03 037-07/RTCA 67.01.15:07
	Riboflavina	4,2 mg	
	Niacina	55,0 mg	
	Ácido fólico	1,8 mg	
	Hierro	55,0 mg	
Arroz	Ácido fólico	1,0 mg	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Fortificación del Arroz NTON 03 091 11
	Tiamina	5,0 mg	
	Vitamina B ₁₂	0,01 mg	
	Niacina	40,0 mg	
	Vitamina B ₆	4,0 mg	
	Hierro	24,0 mg	
	Zinc	25,0 mg	
Azúcar	Vitamina A	5,0 mg	Norma Técnica de Azúcar Fortificada con Vitamina A NTON 03 029-99
Sal	Yodo	33,0 – 60,0 mg	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para la Sal Fortificada con Yodo y Flúor NTON 03 031-09
	Flúor	200,0 – 225,0 mg	

*Contenido final en el producto. Nota: datos tomados de Nicaragua Ministerio de Salud, 2010; Nicaragua Ministerio de Salud, 2011; Nicaragua Ministerio de Salud, 2000; Nicaragua Ministerio de Salud, 2009.

En la legislación Nicaragüense se establece la forma química o compuesto en que los fortificantes se deben añadir a la harina, el arroz y la sal. En el caso de la harina de trigo sólo se especifica que el hierro debe ser añadido en forma de fumarato ferroso ²⁶.

Con respecto al arroz se establece que la tiamina se debe agregar como mononitrato de tiamina, la niacina como niacinamida, la vitamina B₆ o piridoxina como tal, el ácido fólico y la vitamina B₁₂ como tales, el

hierro como pirofosfato férrico y el zinc como óxido de zinc. Además de que se menciona que la premezcla de estos micronutrientes debe ser agregada al arroz en forma de arroz extruido o recubierto y de forma que se garantice homogeneidad y resistencia al lavado en al menos un 80% ²⁷.

En cuanto a la sal se establece que el yodo se debe añadir como yodato de potasio o yoduro de potasio, mezclado el primero con carbonato de calcio u otro aditivo adecuado para consumo humano. Mientras que el flúor se debe agregar como fluoruro de potasio o fluoruro de sodio ²⁹.

Cuadro IX. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en El Salvador.

Alimento	Micronutriente	Dosis de micronutriente (por kg)*	Legislación
Harina de trigo	Tiamina	6,2 mg	Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07. Harinas. Harina de Trigo Fortificada. Especificaciones.
	Riboflavina	4,2 mg	
	Niacina	55,0 mg	
	Ácido fólico	1,8 mg	
	Hierro	55,0 mg	
Harina de maíz**	Tiamina	6,1 mg	Reglamento Técnico Salvadoreño. Fortificación de Alimentos. Especificaciones (Azúcar, sal, harina de maíz nixtamalizado y pastas alimenticias). RTS 67.06.01:13
	Riboflavina	2,5 mg	
	Niacina	49,0 mg	
	Ácido fólico	1,0 mg	
	Hierro	40,0 mg	
Azúcar	Vitamina A	15,0 mg	Reglamento Técnico Salvadoreño. Fortificación de Alimentos. Especificaciones (Azúcar, sal, harina de maíz nixtamalizado y pastas alimenticias). RTS 67.06.01:13

Sal	Yodo	20,0 – 60,0 mg	Reglamento Técnico Salvadoreño. Fortificación de Alimentos. Especificaciones (Azúcar, sal, harina de maíz nixtamalizado y pastas alimenticias). RTS 67.06.01:13
Pastas	Tiamina	6,2 mg	Reglamento Técnico Salvadoreño. Fortificación de Alimentos (Azúcar, sal, harina de maíz nixtamalizado y pastas alimenticias). Especificaciones. RTS 67.06.01:13
	Riboflavina	4,2 mg	
	Niacina	55,0 mg	
	Hierro	28,6 mg	
	Ácido fólico	1,8 mg	

*Contenido final en el producto. **Dosis de micronutrientes incluyen el contenido intrínseco del alimento.

Nota: datos tomados de: COMEICO, 2007; Organismos Salvadoreño de Reglamentación Técnica, 2013.

La reglamentación vigente en El Salvador establece que en la harina de trigo el hierro debe añadirse como fumarato ferroso ²⁰.

En el caso del azúcar se establece que se debe fortificar en el proceso de producción en los ingenios con 15,0 mg/kg de palmitato de retinol, con un mínimo de 5 mg/kg garantizado para las empacadoras de azúcar. Mientras que la sal debe ser fortificada con yodato de potasio ³⁰.

Con respecto a la harina de maíz nixtamalizado el hierro se debe agregar como fumarato ferroso, la tiamina como mononitrato de tiamina, la riboflavina como tal, la niacina como niacinamida y el ácido fólico como tal. En las pastas solo se especifica que el hierro se debe agregar como fumarato ferroso ³⁰

Cuadro X. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en República Dominicana.

Alimento	Micronutriente	Dosis de micronutriente (por kg)*	Legislación
Harina de trigo	Tiamina	6,2 mg	Reglamento Técnico República Dominicana RTDR 616-2009. Harina. Harina de Trigo Fortificada. Especificaciones
	Riboflavina	4,2 mg	
	Niacina	55,0 mg	
	Ácido fólico	1,8 mg	
	Hierro	55,0 mg	
Azúcar	Vitamina A	10,0 – 25,0 mg	Norma Dominicana Azúcar. Azúcar fortificada con Vitamina A. Especificaciones. NORDOM 602
Sal	Yodo	30,0 – 100,0 mg	Norma Dominicana Sal de Calidad Alimentaria. Especificaciones NORDOM 14

*Contenido final en el producto. Nota: datos tomados de Departamento de Normalización de la Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad, 2007; Departamento de Normalización de la Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad, 2004; Departamento de Normalización de la Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad, 2006.

En República Dominicana la legislación establece que en la harina de trigo el hierro debe añadirse como fumarato ferroso ³¹ y que en el azúcar la vitamina A debe agregarse como palmitato de retinol hidromisible ³².

Cuadro XI. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Panamá.

Alimento	Micronutriente	Dosis de micronutriente (por kg)*	Legislación
Harina de trigo	Tiamina	6,2 mg	Resolución N° 502 Modificación del Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 25-389-99 Harinas y Cereales. Harina de Trigo. Especificaciones.
	Riboflavina	4,2 mg	
	Niacina	55,0 mg	
	Ácido fólico	1,8 mg	
	Hierro	55,0 mg	
Arroz**	Ácido fólico	1,1 mg	Ley 33 Que Crea el Programa de Fortificación de Arroz
	Tiamina	5,7 mg	
	Vitamina B ₁₂	0,01 mg	
	Niacina	56,0 mg	
	Vitamina B ₆	5,4 mg	
	Hierro	32,0 mg	
	Zinc	36,6 mg	
Azúcar	Vitamina A	15,0 mg	Ley 66 Reglamento de Fortificación de azúcar refinada y turbinada con Vitamina A
Sal	Yodo	10,0 – 15,0 mg	Reglamento Técnico Aditivo Sal. Especificaciones DGNTI-COPANIT 6-39-98
	Flúor	160,0 – 200,0 mg	

*Contenido final en el producto. **Dosis de micronutrientes incluyen el contenido intrínseco del alimento.

Nota: Datos tomados de Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 2003; Panamá Asamblea Nacional, 2009; Consejo Nacional de Legislación, 1976; Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 1998.

En este caso la legislación en Panamá establece que en la harina el hierro debe agregarse como fumarato ferroso ³⁴, que en el arroz el hierro debe añadirse como pirofosfato férrico y el zinc como óxido de zinc ³⁵. Mientras que en el caso de la sal el yodo debe agregarse como yoduro o yodato de potasio ³⁷.

Cuadro XII. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Belice.

Alimento	Micronutriente	Dosis de micronutriente (por kg)*	Legislación
Harina de trigo	Tiamina	6,2 mg	Belize National Standard Specification for Wheat Flour BZS 2:2007
	Riboflavina	4,2 mg	
	Niacina	55,0 mg	
	Ácido fólico	1,8 mg	
	Hierro	55,0 mg	
Sal	Yodo	20,0 - 60,0 mg	Belize National Standard Specification for Salt. BZS 17:2007
	Flúor	175,0 – 225,0 mg	

*Contenido final en el producto. Nota: datos tomados de Bureau's Technical Committee for Food and Food Related Products, 2007; Bureau's Technical Committee for Food and Food Related Products, 2007.

Cuadro XIII. Niveles de fortificación de alimentos con micronutrientes según la legislación vigente en Costa Rica.

Alimento	Micronutriente	Dosis de micronutriente (por kg)*	Legislación
Harina de trigo**	Tiamina	6,2 mg	Reglamento para el Enriquecimiento de la Harina de Trigo de Calidad Alimentaria N° 26371-S
	Riboflavina	47,2 mg	
	Niacina	55,0 mg	
	Ácido fólico	1,8 mg	
	Hierro	55,0 mg	
Arroz**	Ácido fólico	1,8 mg	Reglamento para el Enriquecimiento del Arroz N° 30031
	Tiamina	6,0 mg	
	Vitamina B ₁₂	10,0 µg	
	Niacina	50,0 mg	
	Vitamina E	5,0 UI	
	Selenio	105,0 µg	
	Zinc	19,0 mg	
Azúcar	Vitamina A	6,0 – 20,0 mg	Reglamento técnico para la fortificación con vitamina A del azúcar blanco de plantación para el consumo directo N° 27021-S

Sal	Yodo	30,0 – 60,0 mg	Norma Oficial para la Sal de Calidad Alimentaria N° 18959
	Flúor	175,0 – 225,0 mg	
Leche	Hierro	1,4 mg	Reglamento para el Enriquecimiento de la leche de ganado vacuno N° 29629-S
	Vitamina A	600 UI	
	Ácido fólico	40 µg	
Harina de maíz	Tiamina	4,0 mg	Reglamento para el Enriquecimiento de la Harina de Maíz N° 28086-S
	Riboflavina	2,5 mg	
	Niacina	45,0 mg	
	Ácido fólico	1,3 mg	
	Hierro	22,0 mg	

*Contenido final en el producto, excepto en leche que corresponden al contenido en una porción de 250 ml. **Dosis de micronutrientes incluyen el contenido intrínseco del alimento. Nota: datos tomados de Costa Rica Ministerio de Salud, 1997; de Costa Rica Ministerio de Salud, 2001; de Costa Rica Ministerio de Salud, 1998; de Costa Rica Ministerio de Salud, 2001; de Costa Rica Ministerio de Salud, 1996

Con respecto a la legislación que rige en Costa Rica esta especifica que el hierro en la harina de trigo debe ser agregado como fumarato ferroso ⁴⁰, la vitamina A en forma de premezcla que contenga palmitato de retinol hidrodispersable ⁴².

En el arroz los micronutrientes deben ser agregados en forma de arroz extruido o arroz recubierto, asegurando en ambos casos homogeneidad y resistencia al lavado del al menos 80% ⁴¹.

En el caso de la leche la legislación aplica para leche de vaca ya sea fluida o en polvo y en estas el hierro debe ser agregado como bisglicinato de hierro ⁴⁴.

En el caso de la harina de maíz se especifica que el hierro debe agregarse como bisglicinato de hierro y el flúor que se añade en la sal aplica solo para la destinada al consumo humano, para la de uso industrial no es obligatorio añadirlo ⁴⁵.



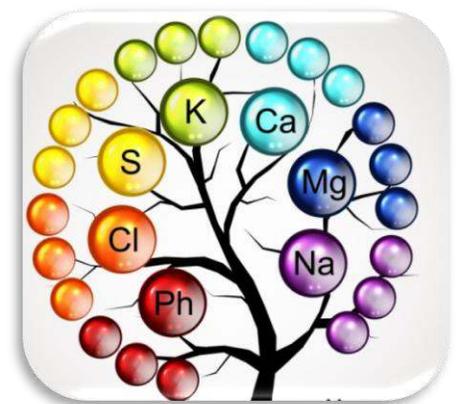
Capítulo IV. Resultados obtenidos a través de la fortificación

Los estudios llevados a cabo para analizar el efecto de la fortificación en el estado nutricional de la población de los países de Centroamérica y el Caribe con respecto a las deficiencias de micronutrientes han sido pocos. Esto debido a que normalmente el enfoque está en analizar la prevalencia de esas deficiencias (su aumento o disminución), y no necesariamente se ha medido si los cambios en los valores se deben a la intervención por medio de programas de fortificación u a otros factores.

En este sentido en esta sección se van a exponer las variaciones en la prevalencia de las deficiencias de micronutrientes en la región y los logros en la disminución de las mismas en cada uno de los países. Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones no se puede afirmar que todos los resultados obtenidos sean producto de los programas de fortificación implementados en los países.

Conforme han pasado los años desde que se han venido implementado estos programas se ha visto una reducción en la prevalencia de estas deficiencias en la población ⁴⁶.

Según el Panorama de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Centroamérica y República Dominicana, emitido por la FAO, se ha logrado reducir la deficiencia de la vitamina A en la mayoría de los países, excepto en Honduras donde puede considerarse aún como un problema de salud pública moderado debido a su porcentaje de prevalencia del 14% según los estudios más actuales.



Con respecto al ácido fólico en mujeres embarazadas sólo en Costa Rica se puede constatar que hubo una reducción, ya que es el único país que cuenta con la evidencia de dos mediciones ⁴⁶.

En cuanto a la incidencia de anemia por deficiencia de hierro entre los niños menores de 5 años se ha mantenido en valores elevados que hacen que aún se deba considerar como un problema de salud pública, aunque si ha habido mejoras según los estudios más recientes ⁴⁶.

En el caso de las mujeres en edad reproductiva se presentan importantes avances en la prevalencia de anemia en Costa Rica, El Salvador, Honduras y Panamá ⁴⁶.

La fortificación de la sal con yodo ha permitido prevenir el desarrollo de trastornos por deficiencia de este micronutriente, aunque en el caso de países como Guatemala y Nicaragua aun presentan valores elevados de esta deficiencia debido a la falta de universalidad e incumplimiento de los estándares de fortificación de sal con yodo ⁴⁶.



Mientras que, en el caso del zinc, los últimos estudios muestran que este es deficiente en un porcentaje elevado de la población de niños de 6 a 59 meses en Costa Rica (24%), Guatemala (35%) y Panamá (36%) ⁴⁶.

Avances logrados según cada país

Como ya se mencionó no existe mucha evidencia de resultados obtenidos directamente de la fortificación en la reducción o erradicación de deficiencias de micronutrientes, pero algunos países han medido los avances en cuanto a la prevalencia de estas deficiencias en la población por medio de las encuestas nacionales y otros estudios. A continuación, se resume la información más importante extraída de estos según cada país.

En el caso de Costa Rica es el país que cuenta con mayor información o más actualizada en cuanto a las diferentes deficiencias, según los resultados derivados de la Encuesta Nacional de Nutrición de 2008-2009 la prevalencia de anemia en población preescolar y mujeres en edad fértil mostró una importante reducción con respecto a la encontrada en la Encuesta Nacional de 1996, como se muestra en la figura 1, por lo que se considera un problema de salud pública leve ¹⁰.

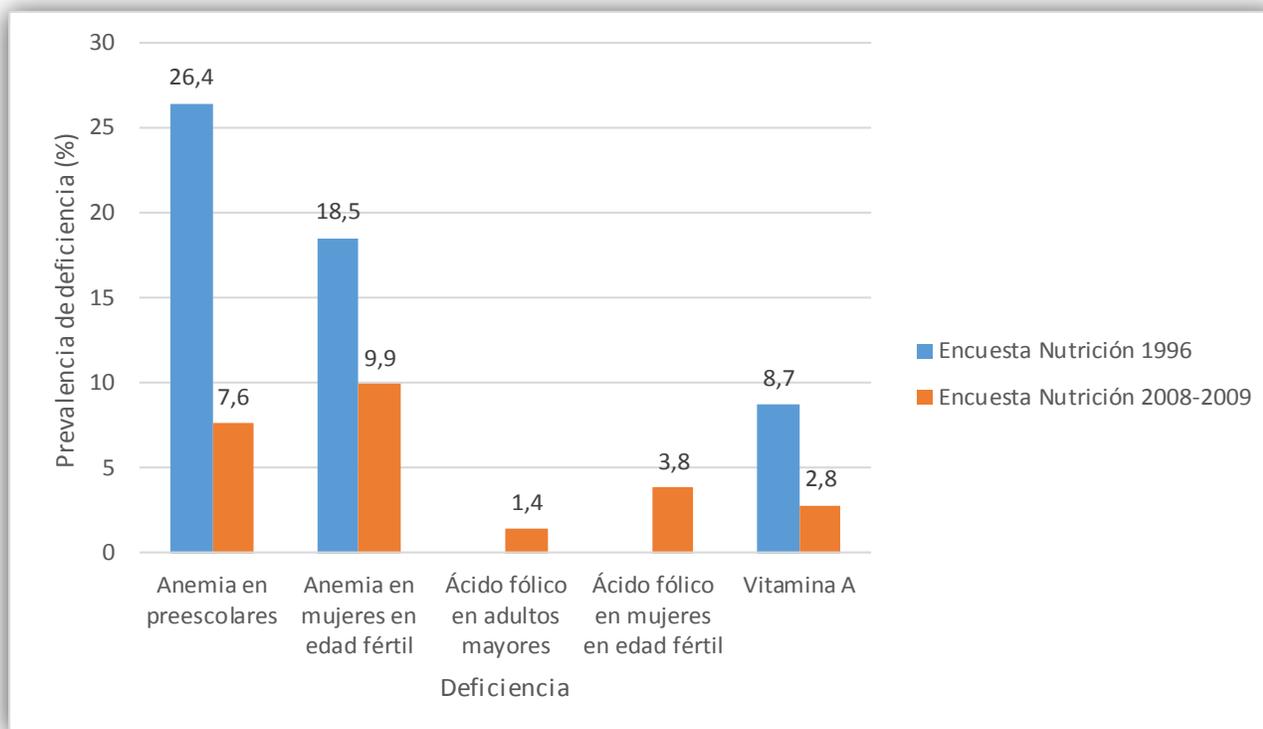
Según la misma encuesta, la deficiencia de ácido fólico no constituye un problema de salud pública ya que los valores no son elevados y en estas la reducción fue del 84,6% con respecto a la Encuesta Nacional de Nutrición de 1996 (ver Figura 1) ¹⁰.

En relación con la deficiencia de vitamina A se observó también una reducción de la prevalencia con respecto a los datos de 1996, ver Figura 1, sin embargo, en preescolares el porcentaje de prevalencia aún se mantiene elevado (29,4%) y en escolares un porcentaje parecido a este último ¹⁰.

Además, la encuesta del año 2008 midió por primera vez los niveles de zinc sérico, lo cual evidenció una deficiencia de zinc en el 23,9% de los preescolares, valor elevado y que hace considerarlo como un problema de salud pública. Por último, con respecto a las concentraciones de yodo y flúor en orina estas

mostraron valores normales por lo que no se consideran problemas de salud pública. En el yodo las concentraciones encontradas fueron mayores a las de 1996 y las de flúor menores en un 20% ¹⁰.

Figura 1. Prevalencia de deficiencia de anemia, ácido fólico y vitamina A en diferentes sectores de la población costarricense según las encuestas nacionales de nutrición de los años 2006 y 2008-2009.



Aparte de la información ya expuesta, Costa Rica es el único país que cuenta con un estudio que mide el efecto directo de la fortificación en una deficiencia de micronutrientes, se trata del estudio que analiza la prevalencia de los defectos de tubo neural de 1987 a 2012, haciendo una comparación de los valores de la misma antes y después de que se implementara la estrategia de fortificación con ácido fólico ⁴⁷.

Según los resultados del estudio se identificó un total de 1170 recién nacidos con defectos del tubo neural durante el período de 1987 a 2012, según datos del Centro de Registro de Enfermedades Congénitas (CREC), de los cuales 628 ocurrieron durante el período de prefortificación (1987-1991, 1996-1998), 191 durante el período de fortificación (1999-2002) y 351 durante el período de posfortificación (2003-2012) ⁴⁷.

Lo cual hace ver una disminución de la prevalencia de casos de defectos del tubo neural de 9,8 por 10 000 nacidos vivos a 4,8 por 10 000 nacidos vivos entre los periodos de pre y posfortificación, es decir en un 51% ⁴⁷.

En Nicaragua los datos más recientes son los de la Encuesta de Nutrición del año 2000, que ya fueron expuestos en el capítulo anterior. En comparación con los resultados de la Encuesta Nacional de 1993 se encontró una disminución de prevalencia de deficiencia de vitamina A en niño y tasas bajas de la misma deficiencia en mujeres en edad reproductiva; también una disminución en la tasa de anemia en las madres, mientras que en los niños la reducción ha sido aproximadamente a la mitad. En cuanto a los desórdenes por deficiencias de yodo estos parecen estar bajo control, aunque aún no alcanzan los niveles necesarios para ser erradicados ^{8, 14}.

Los datos más recientes, posteriores a 2007, muestran que El Salvador ha logrado reducir a una cuarta parte la prevalencia de anemia en mujeres en edad reproductiva, además de la reducción a la mitad la deficiencia de vitamina A en niños, mientras que Guatemala controló casi totalmente esta deficiencia e incluso en algunos grupos hay un riesgo de sobreconsumo ⁸.

Estudios a nivel poblacional

En cuanto a la información derivada de estudios poblacionales para conocer el estado nutricional de la población en relación con las deficiencias de micronutrientes tampoco se han realizado de forma exhaustiva ni con tanta frecuencia en los diferentes países. La información más reciente se deriva de los perfiles nutricionales por país emitidos por la FAO, las encuestas nacionales de nutrición y micronutrientes y del Panorama de Seguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica y República Dominicana de la FAO.



Estos resultados ya han sido expuestos tanto en el capítulo anterior en la sección de prevalencia de las deficiencias en la región como en este capítulo de resultados obtenidos a través de la fortificación.

Entre otros estudios realizados destacan los realizados por El Salvador en cuanto a la Situación de los alimentos fortificados en el año 2000 y el Estudio nacional de yoduria, evaluación del estado nutricional y de alimentos fortificados en escolares de primero y segundo año del año 2012. En el primero se analizan los alimentos fortificados por ley en el país y con ello el éxito de los programas de fortificación implementados ⁴⁸

De esta forma se encontró que la fortificación de sal con yodo ha dado importantes aportes al control de los desórdenes por deficiencia del micronutriente, además se evidenció que la fortificación de azúcar ha permitido reducir notablemente la deficiencia de vitamina A como un problema de salud pública ⁴⁸.

Por otro lado, en el Estudio nacional de yoduria se encontró que la mediana de concentración de yodo urinario en la población fue de 206 µg/L, con una tendencia al aumento en relación con otros estudios de años anteriores ⁴⁹.

Los valores encontrados en la población están por encima de los normales por lo que no hay indicios de deficiencia en este micronutriente. También se analizó la prevalencia de la anemia en la población y se determinó que, en niños escolares de 7 a 9 años de edad, primero y segundo grado, esta es de 16,0% ⁴⁹.

Capítulo V. Innovaciones y desafíos en fortificación de alimentos

Técnicas y tecnologías emergentes en fortificación de alimentos

Las innovaciones que han surgido en la fortificación de alimentos están relacionadas principalmente a la forma en que se agregan los fortificantes, la aplicación de técnicas de encapsulación y la utilización de ingredientes novedosos.

Con respecto a la forma en que se agregan los fortificantes el principal avance tecnológico es el de la utilización de arroz extruido para añadir los micronutrientes necesarios de acuerdo a la reglamentación de los diferentes países. Este arroz extruido es un grano de arroz elaborado a partir de una mezcla de harina de arroz y premezcla de vitaminas y minerales ⁴¹.



La aplicación de técnicas de encapsulación ha venido siendo utilizada en el procesamiento de alimentos en la producción de ingredientes funcionales con propiedades deseables. Estas propiedades incluyen aumento de la vida útil de los ingredientes mediante la protección contra la oxidación, el enmascaramiento de olores, colores sabores indeseables del ingrediente en su forma natural; características que lo pueden convertir en un ingrediente con uso comercial ⁵⁰.

Otra de las razones por las que se utiliza esta técnica es porque permite la liberación de los componentes en localizaciones específicas del cuerpo, la protección de componentes durante el procesamiento y evitar su degradación en condiciones de calor, humedad y luz, la mejora de la capacidad de dispersión y solubilidad de los componentes o ingredientes a utilizar ⁵⁰.

De esta forma se hace posible la aplicación de técnicas de microencapsulación en la fortificación de alimentos con micronutrientes ya que podría permitir mantener los micronutrientes en una forma estable y cubiertas de su interacción con otros componentes, impidiendo o minimizando la posibilidad de degradación de estos una vez agregados en el alimento ⁵¹.

Uno de los ejemplos de utilización esta técnica es el desarrollo de una premezcla de arroz fortificada con nutrientes, producida mediante extrusión y que emula la forma, el tamaño y la apariencia de granos de arroz normales, semejante al ejemplo mencionado anteriormente de utilización de arroz extruido ⁵¹.

Otro ejemplo de la aplicación de la técnica de microencapsulación es la microencapsulación de hierro con una mezcla de goma arábica, maltodextrina y almidón modificado utilizando el método de evaporación de disolvente, para la fortificación de leche ⁵¹.

En este estudio se expone como se optimizaron los parámetros de proceso para lograr la máxima eficiencia de encapsulación y la estabilidad de las microcápsulas, en este sentido las microcápsulas preparadas con goma arábiga, maltodextrina y almidón modificado en una relación de 4:1:1 y su mezcla con etanol en una relación de 1:10, mostraron la máxima eficiencia de encapsulación (91,58%) y estabilidad ⁵¹.

Las microcápsulas de hierro fueron añadidas a la leche y evaluadas en cuanto a sus características sensoriales y estabilidad oxidativa. En la evaluación sensorial la leche con microcápsulas de hierro obtuvo calificaciones significativamente mayores que la leche fortificada con sal de hierro, además de que la biodisponibilidad del hierro en la leche fortificada con microcápsulas fue significativamente mayor al compararla con leche fortificada con una sal de hierro ⁵².

En cuanto a la utilización de ingredientes novedosos destaca la adición de productos fermentados para fortificar otros alimentos. En este caso destaca un producto japonés derivado de la soya, producto de la fermentación de la semilla, conocido como natto, este producto debido a su proceso específico de fermentación natural produce una forma particular biodisponible de vitamina K conocida como MK-7. En años recientes esta vitamina ha sido aislada del natto y aprobada por la Unión Europea para su uso como fortificante en alimentos ⁵³.

Retos o desafíos actuales y a futuro en la fortificación de alimentos

De acuerdo con la información expuesta a lo largo de este trabajo es posible identificar ciertos desafíos en el tema de fortificación de alimentos a los cuales debe prestarse especial atención con el fin de hacer que esta estrategia tenga mayores potenciales y se le pueda sacar mayor provecho a los beneficios que de por sí ya genera.

El primer desafío se relaciona con el fortalecimiento de la relación del sector público-privado que es esencial para garantizar el éxito de los programas de fortificación, esto se debe a que el sector público es el encargado de emitir las regulaciones de fortificación a nivel nacional mientras que el sector privado, en este caso las industrias son las encargadas de aplicar y cumplir esa reglamentación en forma adecuada al fortificar los alimentos.

De esta forma si la relación es adecuada y existe la voluntad de cooperación entre ambas partes pueden lograrse los objetivos establecidos en los planes o programas de fortificación. Además, ambos sectores requieren uno de otro para realizar investigaciones en cuanto a las nuevas necesidades nutricionales que pueden surgir en una población, la identificación de los patrones de consumo de la población y de esta forma enriquecer el proceso de fortificación y lograr mayores alcances por medio de esta estrategia.

Otro de los desafíos se encuentra en la atención que se les presta a los adultos mayores, grupo poblacional actualmente en crecimiento debido al aumento en la esperanza de vida en los últimos años por los recientes avances en medicina, el descubrimiento de nuevas formas de combatir las enfermedades que permiten alargar esas esperanzas de vida, la tendencia a estilos de vida más saludables y otros factores que han hecho que se incremente el tamaño de este grupo poblacional.

En general es conocido que los adultos mayores poseen necesidades nutricionales especiales al ser un grupo vulnerable, sin embargo, esto se ha subestimado y no han sido adecuadamente estudiadas ni establecidas esas necesidades ni se les ha incluido como parte de las estrategias vigentes en fortificación de alimentos.



Con excepción de un estudio realizado en Costa Rica no se encontró evidencia de intenciones de incorporar un plan de fortificación de alimentos destinados especialmente a la población de adultos mayores, por lo cual se convierte en un reto de los programas de fortificación actuales no solo en la región de Centroamérica y el Caribe si no a nivel mundial. Los adultos mayores presentan cambios metabólicos y fisiológicos por el envejecimiento que los convierte en vulnerables a los estados de malnutrición como las deficiencias de micronutrientes como vitamina B₁₂ y folatos ⁵⁴.

Estos cambios alteran la capacidad física del individuo, hay un deterioro funcional de los órganos y sistemas, disminución de la sensibilidad de los sentidos del gusto y el olfato, que afecta el interés por los alimentos, el apetito, los hábitos y conductas alimenticias ⁵⁴. Según información publicada por el INCIENSA, derivada de la Encuesta Nacional de Nutrición de 2008-2009, en adultos mayores la prevalencia de la anemia fue de 15,8 %, la de ácido fólico de 1,4% y la de vitamina B₁₂ de 5,3% ^{54, 55}.

En el caso de estos últimos no representan un problema de salud pública a nivel nacional. Por otro lado, también se midió la concentración de homocisteína que mostró valores elevados en el 33,6% de la población adulto mayor, que representa mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares ^{54, 55}.

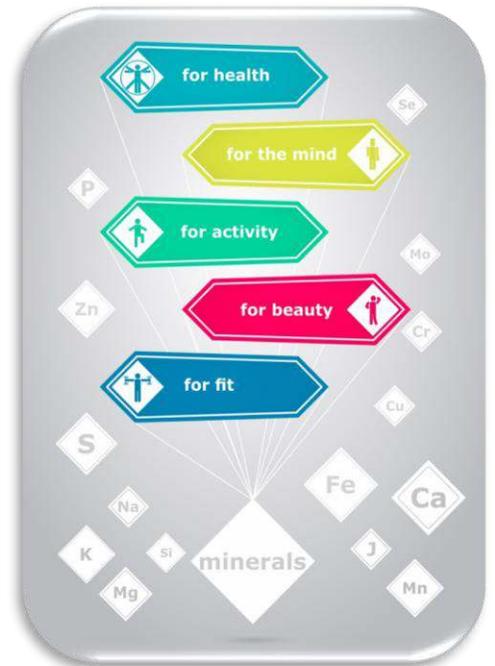
En cuanto a la educación y divulgación de la información concerniente a la fortificación de alimentos es importante que se realicen más esfuerzos para hacer que la población conozca los resultados de los análisis del estado nutricional de los grupos que la componen, la importancia de los programas de fortificación, el consumo de alimentos fortificados y en general de los micronutrientes en las cantidades requeridas para un adecuado mantenimiento de su estado de salud, el desempeño de sus funciones fisiológicas, el crecimiento y desempeño físico en sus actividades diarias.

Además de esta forma se pueden potenciar los resultados que se obtienen de los programas de fortificación y se podría lograr un mayor impacto de estos programas en la erradicación de las deficiencias de micronutrientes. Por último, resulta de suma importancia y urgencia realizar más estudios a nivel poblacional, en todos los países de la región de Centroamérica y el Caribe, con el fin de conocer y monitorear tanto los beneficios como los riesgos asociados con la fortificación de alimentos.

Como se evidenció en el presente trabajo, son pocos los estudios realizados acerca de los resultados obtenidos a través de la fortificación de alimentos y su efecto en la erradicación de los padecimientos derivados de las deficiencias de micronutrientes, por lo que podría resultar de utilidad obtener más información al respecto para comprobar si los programas de fortificación actuales son adecuados y están logrando los objetivos para los que fueron creados, para identificar así posibles oportunidades de mejora.

Además no se encontró evidencia de la realización de estudios en la región sobre los riesgos potenciales derivados de la ingesta de micronutrientes en cantidades excesivas por las poblaciones “sanas” es decir que no pertenecen a los grupos vulnerables o de alto riesgo; ya que los programas de fortificación están diseñados para estos grupos pero no contemplan que podría suceder si se expone a personas que no tienen requerimientos especiales de nutrientes a dosis elevadas de los mismos en los alimentos que consumen normalmente como parte de sus dietas.

En relación con las consecuencias que se generan por un excesivo consumo de micronutrientes resultan de especial interés las asociadas a una sobreexposición a vitamina A, zinc y ácido fólico que pueden conllevar a problemas de salud importantes⁵⁶. La hipervitaminosis de vitamina A ocurre cuando se consumen de forma repetida de vitamina A por encima de las recomendaciones diarias, a veces sumado a la ingesta de



suplementos con elevadas dosis por periodos prolongados. Esto unido al hecho de que la vitamina A tiene una vida biológica larga y se puede acumular en el cuerpo, favoreciendo la hipervitaminosis o toxicidad ⁵⁶.

La hipervitaminosis de vitamina A puede presentarse en forma aguda o crónica. En la primera los efectos incluyen mareos, dolor de cabeza, cansancio, irritabilidad, dolor abdominal, náuseas, alteraciones visuales, excoiación de la piel, entre otros. Los casos crónicos incluyen síntomas como fiebre leve, alopecia, labios secos, dolor de huesos y articulaciones, pérdida de peso, entre otros ⁵⁷.

Es importante mencionar que existe una preocupación debido al peligro creciente de que la hipervitaminosis de vitamina A se esté convirtiendo en un problema clínico de frecuencia creciente y de alto riesgo en algunos países debido a la automedicación y a la sobreprescripción, ya que esta vitamina se puede obtener de forma comercial sin requerir una prescripción médica y porque este micronutriente se añade a varios productos de consumo habitual ⁵⁶.

Además, el hecho de que los productos a los cuales se añade se promocionen como beneficios para el tratamiento de padecimientos oculares, renales, la mejora de la respuesta inmunológica, la posible prevención del cáncer (colon, recto y pulmón); pueden llevar a un consumo excesivo de esta vitamina por parte de consumidores poco informados de las consecuencias de un posible exceso ⁵⁶.

Por otro lado, en el caso del zinc este es considerado relativamente no tóxico sin embargo ingestas muy elevadas del mismo principalmente en forma de suplementos farmacológicos tiene consecuencias tóxicas como náuseas, vómitos, dolor gástrico, letargo y fatiga. También se ha visto que puede interferir en la utilización de otros nutrientes, especialmente el cobre; alterar la función inmune y afectar adversamente los perfiles de lipoproteínas en el organismo ⁵⁸.

Por último, en el caso del ácido fólico este no produce toxicidad cuando se ingiere en la dieta como parte de alimentos ya que su carácter hidrosoluble hace que los excesos se eliminen en la orina y no acumulen en los tejidos. Sin embargo, cuando se ingiere en forma de suplemento farmacológico las dosis pueden ser muy elevadas, que pueden tener consecuencias negativas en la salud ⁵⁹.

Dentro de estas consecuencias destacan el efecto convulsionante, ya sea porque interfieren en la acción de fármacos anticonvulsivos, lo cual puede ser contraproducente para pacientes epilépticos o que consumen estos medicamentos o por el efecto que tiene por si solo cuando es consumido en dosis de hasta 15 mg/día por individuos sanos. Otra consecuencia es su interacción con el zinc al inhibir la absorción del mismo, además de que puede enmascarar la deficiencia de vitamina B₁₂ en forma de anemia perniciosa ⁵⁹.

Referencias bibliográficas

- 1) MANNAR, V. & WESLEY, A.S. 2008. Food Fortification. In Heggenhougen, K. & Quah, S., eds. International Encyclopedia of Public Health. Elsevier, Holanda p. 622-630.
- 2) DSM Nutritional Products. 2014. Industria y Fortificación de Alimentos: Una historia de suceso. Food Ingredients Brasil no. 30: 28-30.
- 3) CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE NUTRICIÓN 2° ROMA. 2014. Documento final de la Conferencia: Declaración de Roma sobre la Nutrición. FAO, Roma.
- 4) ALLEN, L., DE BENOIST, B., DARY, O. & HURRELL, R., eds. 2006. Guidelines on Food Fortification with Micronutrients. Suiza, World Health Organization.
- 5) FLORES-AYALA, R.C. 2013. Food Fortification: Programs. In Caballero, B. Encyclopedia of Human Nutrition. Elsevier, Holanda, p. 296-305.
- 6) LATHAM, M.C. 2002. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- 7) DARY, O. & MORA, J.O. 2013. Food Fortification: Technological Aspects. In Caballero, B. Encyclopedia of Human Nutrition. Elsevier, Holanda, p. 306-314.
- 8) NIEVES, I., RAMÍREZ, N. & MONROY, A. 2012. Bienes públicos regionales para la fortificación de alimentos con micronutrientes en Centroamérica. Estados Unidos, Banco Interamericano de Desarrollo.
- 9) FAO. 1999. Perfiles Nutricionales por Países - Costa Rica. Roma. 30 p.
- 10) COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. 2012. Encuesta Nacional de Fortificación 2008-2009 Fascículo 2: Micronutrientes. San José. 152 p.
- 11) RÉPUBLICA DOMINICANA. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. 2014. Encuesta Nacional de Micronutrientes. Línea Basal para el Proyecto de Fortalecimiento e Implementación del Programa Nacional de Fortificación de Alimentos en República Dominicana 2009. Santo Domingo. 166 p.
- 12) REPÚBLICA DOMINICANA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN. 2013. Encuesta Nacional de Micronutrientes en la Población Escolar de la República Dominicana ENM-2012. Santo Domingo. 93 p.

- 13) GUATEMALA. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL/ INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. 2012. II Encuesta Nacional de Micronutrientes 2009-2010 (ENMICRON 2009-2010). Guatemala. 77 p.
- 14) NICARAGUA. MINISTERIO DE SALUD. 2000. Segunda Encuesta Nacional de Micronutrientes (II ENM 2000). Managua. 159 p.
- 15) COMISIÓN NACIONAL DE MICRONUTRIENTES. 2008. Plan Nacional “Prevención y Control de las Deficiencias de Micronutrientes” 2008-2015. Panamá. 52 p.
- 16) FAO. 2003. Nutrition Country Profiles – Belize. Roma. 25 p.
- 17) REPÚBLICA DE HONDURAS. SECRETARÍA DE SALUD. 2007. Plan Nacional “Hacia la Erradicación de la Desnutrición Crónica Infantil 2007-2015”. Honduras. 15 p.
- 18) REPÚBLICA DOMINICANA. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. 2013. Plan Estratégico Nacional de Nutrición 2013-2016. República Dominicana. 30 p.
- 19) COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. 2013. Plan de acción de reducción y control de las deficiencias de micronutrientes 2011-2015. San José. 28 p.
- 20) COMEICO. 2007. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07. Harina de Trigo Fortificada. Especificaciones. 10 p.
- 21) GUATEMALA. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. 2000. Reglamento para la Fortificación del Azúcar con Vitamina A. Acuerdo Gubernativo Número 021-2000. Guatemala. 4 p.
- 22) GUATEMALA. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. 2004. Reglamento para la Fortificación de la Sal con Yodo y Sal con Yodo y Flúor. Acuerdo Gubernativo Número 29-2004. Guatemala. 7 p.
- 23) GUATEMALA. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. 2015. Reglamento para la Fortificación con Micronutrientes de la Harina de Maíz Nixtamalizado. Acuerdo Gubernativo Número 298-2015. 3 p.
- 24) REPÚBLICA DE HONDURAS. SECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA. 1976. Ley de Enriquecimiento del Azúcar con Vitamina A. Decreto Número 385. 5 p.
- 25) REPÚBLICA DE HONDURAS. SECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA. 1961. Ley de Enriquecimiento de Sal. Decreto Número 304. 6 p.

- 26) NICARAGUA. MINISTERIO DE SALUD. 2010. Reglamento Técnico Centroamericano Anexo de la Resolución 201-2007 (COMIECO-XLV). Harinas. Harina De Trigo Fortificada. Especificaciones. NTON 03 037-07/RTCA 67.01.15:07. 10 p.
- 27) NICARAGUA. MINISTERIO DE SALUD. 2011. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Fortificación del Arroz. NTON 03 091 11. 7 p.
- 28) NICARAGUA. MINISTERIO DE SALUD. 2000. Norma Técnica de Azúcar Fortificada con Vitamina A. NTON 03 029-99. 14 p.
- 29) NICARAGUA. MINISTERIO DE SALUD. 2009. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para la Sal Fortificada con Yodo y Flúor. NTON 03 031-09. 6 p.
- 30) ORGANISMO SALVADOREÑO DE REGLAMENTACIÓN TÉCNICA. 2013. Reglamento Técnico Salvadoreño. Fortificación de Alimentos. Especificaciones (Azúcar, sal, harina de maíz nixtamalizado y pastas alimenticias) RTS 67.06.01:13. El Salvador. 22 p.
- 31) DEPARTAMENTO DE NORMALIZACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y SISTEMAS DE CALIDAD. 2007. Reglamento Técnico República Dominicana RTDR 616-2009. Harina. Harina de Trigo Fortificada. Especificaciones. República Dominicana. 15 p.
- 32) DEPARTAMENTO DE NORMALIZACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y SISTEMAS DE CALIDAD. 2004. Norma Dominicana Azúcar. Azúcar fortificada con Vitamina A. Especificaciones, clasificación y designación. NORDOM 602. República Dominicana. 6 p.
- 33) DEPARTAMENTO DE NORMALIZACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y SISTEMAS DE CALIDAD. 2006. Norma Dominicana Sal de Calidad Alimentaria. Especificaciones. NORDOM 14. República Dominicana. 16 p.
- 34) DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL. 2003. Resolución N° 502 Modificación del Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 25-389-99 Harinas y Cereales. Harina de Trigo. Especificaciones. Panamá. 2 p.
- 35) PANAMÁ. ASAMBLEA NACIONAL. 2009. Ley 33 Que Crea el Programa de Fortificación de Arroz. 4 p.
- 36) CONSEJO NACIONAL DE LEGISLACIÓN. 1976. Ley 66 Reglamento de Fortificación de azúcar refinada y turbinada con Vitamina A. 3 p.

- 37) DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL. 1998. Reglamento Técnico Aditivo Sal. Especificaciones DGNTI-COPANIT 6-39-98. Panamá. 8 p.
- 38) BUREAU'S TECHNICAL COMMITTEE FOR FOOD AND FOOD RELATED PRODUCTS. 2007. Belize National Standard Specification for Wheat Flour BZS 2:2007. Belice. 23 p.
- 39) BUREAU'S TECHNICAL COMMITTEE FOR FOOD AND FOOD RELATED PRODUCTS. 2007. Belize National Standard Specification for Salt BZS 17:2007. Belice. 24 p.
- 40) COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. 1997. Reglamento para el Enriquecimiento de la Harina de Trigo de Calidad Alimentaria. N° 26371-S. 7 p.
- 41) COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. 2001. Reglamento para el Enriquecimiento del Arroz. N° 30031. 10 p.
- 42) COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. 1998. Reglamento técnico para la fortificación con vitamina A del azúcar blanco de plantación para el consumo directo. N° 27021-S. 12 p.
- 43) COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. 2001. Norma Oficial para la Sal de Calidad Alimentaria. N° 18959. 14 p.
- 44) COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. 2001. Reglamento para el Enriquecimiento de la leche de ganado vacuno. N° 29629-S. 5 p.
- 45) COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. 1996. Reglamento para el Enriquecimiento de la Harina de Maíz. N° 28086-S. 7 p.
- 46) FAO. 2014. Panorama de Seguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica y República Dominicana 2014. Panamá. 80 p.
- 47) BARBOZA, M., UMAÑA, L, AZOFEIFA, A., VALENCIA, D. FLORES, A., RODRÍGUEZ, S., ALFARO, T. & MULINARE, J. 2015. Neural Tube Defects in Costa Rica, 1987–2012: Origins and Development of Birth Defect Surveillance and Folic Acid Fortification. *Maternal and Child Health Journal*. 19(3):583–590.
- 48) EL SALVADOR. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. 2001. Situación de los Alimentos Fortificados en El Salvador en el año 2000. 14 p.

- 49) EL SALVADOR. MINISTERIO DE SALUD. 2014. Estado nacional de yoduria, evaluación del estado nutricional y de alimentos fortificados en escolares de primero y segundo grado Agosto-Octubre 2012. 68 p.
- 50) QUEK, S.Y., CHEN, Q. & SHI, J. 2015. Microencapsulation of Food Ingredients for Functional Foods. In Shi, J. ed. Functional Food Ingredients and Nutraceuticals Processing Technologies. 2 ed. CRC Press, Estados Unidos.
- 51) LI, Y.O. 2015. Nano-Microencapsulation Technology and Applications in Fortified and Functional Foods. In Shi, J. ed. Functional Food Ingredients and Nutraceuticals Processing Technologies. 2 ed. CRC Press, Estados Unidos.
- 52) GUPTA, C., CHAWLA, P., ARORA, S., TOMAR, S.K. & SINGH, A.K. 2015. Iron microencapsulation with blend of gum arabic, maltodextrin and modified starch using modified solvent evaporation method - Milk fortification. Food Hydrocolloids 43: 622- 628.
- 53) BERRY, P. & JENNINGS, S. 2012. Fortification Involving Products Derived from Fermentation Processes. In Mehta, B.M., Kamal-Eldin, A. & Iwanski, R.Z. Fermentation Effects on Food Properties. CRC Press, Estados Unidos.
- 54) RODRÍGUEZ, S. & CUNNINGHAM, L. 2012. Deficiencias de micronutrientes en los adultos mayores en Costa Rica. Encuesta nacional de nutrición, 2008-2009 INCIENSA. Tres Ríos, Costa Rica. BOLETIN INCIENSA 24 (3).
- 55) CUNNINGHAM, L. & RODRÍGUEZ, S. 2011 Anemia, folatos, vitamina B12 y homocisteína en el adulto mayor. Encuesta Nacional de Nutrición 2008-2009, Costa Rica. INCIENSA. Tres Ríos, Costa Rica. BOLETIN INCIENSA 23 (3).
- 56) ALARCÓN-CORREDOR, O.A. 2007. La hipervitaminosis: una enfermedad multisistémica. Revista de la Facultad de Farmacia 48(2): 13-20.
- 57) ELANGO, G., VENKATARAMAN, D.D., VENKATA RAO, S. & RAVI KIRAN, V.S. 2015. Hypervitaminosis. International Journal of Biomedical Research 6(03): 151-154.
- 58) VARELA-MOREIRAS, G. & ALONSO, E. 1999. Ácido fólico y salud. Fundación Española de la Nutrición. España. Serie Informes N°10.
- 59) FOSMIRE, G.J. 1990. Zinc toxicity. The American Journal of Clinical Nutrition 51: 225-227.