

El calcio como supernutriente tecnológico. Bases para la selección de fuentes de calcio destinadas a la fortificación eficaz de alimentos y bebidas

José M. López, MD, PhD et al.

Departamento Técnico y Científico de ND Pharma - Intabiotech

Resumen

El calcio es uno de los minerales con mayor relevancia fisiológica, nutricional y tecnológica en la formulación de alimentos fortificados. No es solo un nutriente “óseo”, puesto que participa en la mineralización de huesos y dientes, en la contracción muscular, la neurotransmisión, la coagulación sanguínea, la función enzimática digestiva y procesos celulares esenciales. En la Unión Europea, varias declaraciones de propiedades saludables autorizadas para el calcio reconocen estas funciones siempre que el alimento cumpla, como mínimo, las condiciones para ser “fuente de calcio”.

La tesis central de este artículo es clara. En nuestra opinión **no existe una “mejor fuente de calcio” universal**. La fuente óptima depende de la matriz alimentaria, el pH, la transparencia deseada, el tratamiento térmico, la presencia de proteínas, fosfatos, fitatos, oxalatos, grasa, hidrocoloides, la dosis objetivo, la declaración nutricional pretendida, el coste y la estabilidad organoléptica. En bebidas ácidas y zumos, el citrato-malato cálcico y determinadas sales orgánicas solubles suelen comportarse mejor. En bebidas vegetales opacas, cereales, panificación y productos en polvo como el carbonato (cálcico) y los fosfatos cálcicos ofrecen mayor densidad mineral y menor coste, aunque exigen controlar sedimentación y sensación arenosa. En bebidas transparentes, el reto es mayor, por lo que se sacrifican concentración y coste para ganar solubilidad y limpieza visual.

Palabras clave: *calcio, fortificación, enriquecimiento, citrato-malato cálcico, carbonato cálcico, fosfato tricálcico, biodisponibilidad, bebidas vegetales, regulación alimentaria, declaraciones nutricionales.*

1. Introducción: calcio, el supernutriente mineral

El calcio puede calificarse, en lenguaje divulgativo y académico (no regulatorio), como un **supernutriente mineral** porque combina tres dimensiones poco frecuentes en un solo ingrediente, esto es; una función estructural crítica, una función metabólica transversal y una función tecnológica útil en múltiples matrices. Aproximadamente la mayor parte del calcio corporal se localiza en huesos y dientes, pero su relevancia fisiológica excede ampliamente la mineralización ósea: interviene en la excitabilidad neuromuscular, la contracción muscular, la coagulación sanguínea, la señalización celular y la actividad de enzimas digestivas. En la UE, las declaraciones autorizadas incluyen, entre otras, que ***2el calcio contribuye a la coagulación sanguínea normal, al metabolismo energético normal, al funcionamiento normal de los músculos, a la neurotransmisión normal, al funcionamiento normal de las enzimas digestivas, al proceso de división y especialización celular y al mantenimiento de huesos y dientes normales***”.

Ahora bien, “**supernutriente**” **no debe usarse alegremente como *claim* comercial**. En la UE, las referencias generales e inespecíficas a beneficios para la salud solo son admisibles si van acompañadas de una declaración específica autorizada conforme al Reglamento 1924/2006. Por tanto, expresiones como “supernutriente”, “*superfood*”, “mineral esencial para tu salud” o equivalentes deben manejarse con prudencia en etiquetado, publicidad y web comercial, especialmente si inducen una expectativa fisiológica concreta.

Desde el punto de vista de formulación, el calcio es, paradójicamente, uno de los minerales más atractivos, pero también de los más problemáticos. Es atractivo porque existe demanda de mercado, déficit relativo en determinados grupos poblacionales, fuerte asociación con salud ósea y amplio reconocimiento regulatorio. Es problemático porque muchas sales cálcicas son insolubles, sedimentan, generan sensación calcárea, interactúan con proteínas, alteran pH, pueden inducir gelificación o inestabilidad térmica y no siempre presentan la misma biodisponibilidad, aunque el etiquetado declare la misma cantidad de calcio elemental.

2. Necesidad nutricional y diferencia entre ingesta recomendada, valor de referencia y valor diario

Conviene separar tres conceptos que a menudo se confunden.

Primero, la **ingesta dietética recomendada** o valor de referencia fisiológico. EFSA estableció para adultos de 25 años o más una ingesta poblacional de referencia de 950 mg/día de calcio; para adultos jóvenes de 18-24 años, la cifra es ligeramente superior, 1.000 mg/día.

Segundo, el **valor de referencia para etiquetado en la UE**. En el Reglamento 1169/2011, el valor de referencia de nutrientes -NRV- para el calcio es 800 mg. Sobre este valor se calculan las declaraciones “fuente de calcio” y “alto contenido de calcio”.

Tercero, el **Daily Value estadounidense**. En EE. UU., la FDA utiliza 1.300 mg como *Daily Value* de calcio para adultos y niños de 4 años o más, y exige que en la *Nutrition Facts Label* figuren cantidad y %DV de calcio.

Esta diferencia tiene consecuencias comerciales muy importantes. En la UE, un producto líquido que aporte 120 mg de calcio por 100 ml o por porción relevante puede alcanzar el umbral de “fuente de calcio” si cumple las reglas de cantidad significativa; 240 mg permitirían, en términos generales, “alto contenido de calcio”, porque esta declaración exige el doble del nivel de “fuente de”. En EE. UU., “*good source*” exige normalmente 10-19% del *Daily Value* por ración, y “*high*”, “*rich in*” o “*excellent source*” exige 20% o más del *Daily Value* por ración; por tanto, con un DV de 1.300 mg, el umbral de “*excellent source*” se sitúa alrededor de 260 mg por ración.

3. Fortificación, enriquecimiento y suplementación no son conceptos equivalentes

En lenguaje de mercado se usan indistintamente “fortificado”, “enriquecido”, “añadido con calcio” o “con calcio”. Pero si nos aproximamos desde el punto de vista de la puridad técnica conviene distinguir:

Fortificación: adición deliberada de un nutriente a un alimento para mejorar el perfil nutricional de la dieta o responder a una necesidad poblacional. Puede ser obligatoria o voluntaria.

Enriquecimiento/restauración: reposición de nutrientes perdidos durante procesado, refinado, almacenamiento o elaboración.

Equivalencia nutricional: adición de nutrientes a productos sustitutivos para aproximarlos al alimento de referencia. Ejemplo típico: bebidas vegetales enriquecidas con calcio para aproximarse al perfil mineral de la leche.

Suplementación: administración de nutrientes en formatos concentrados, normalmente cápsulas, comprimidos, sobres, *gummies* o líquidos dosificados, con un marco regulatorio diferente al de alimentos ordinarios.

El Codex (FAO) considera que sus principios generales para la adición de nutrientes esenciales se aplican tanto a la adición obligatoria como voluntaria, aunque excluyen los complementos alimenticios de vitaminas y minerales. En EE. UU., la política de fortificación de la FDA desaconseja la adición indiscriminada de nutrientes y no considera apropiado fortificar productos como frutas y verduras frescas, carne, aves, pescado, azúcares o snacks tipo caramelos y bebidas carbonatadas.

4. Fuentes de calcio disponibles: Una clasificación práctica

4.1. Sales inorgánicas de alta carga mineral

Carbonato cálcico.

Es la fuente más utilizada cuando se busca alta concentración de calcio, bajo coste y compatibilidad con matrices secas u opacas. Contiene aproximadamente un 40% de calcio elemental, lo que permite alcanzar *claims* con menor dosificación. Su limitación principal es la baja solubilidad, la posible sedimentación y la sensación calcárea o arenosa si la granulometría y la dispersión no están bien resueltas. Es idóneo en cereales, panificación, galletas, mezclas en polvo, bebidas vegetales opacas y productos donde la turbidez no sea un problema. En EE. UU. el carbonato cálcico está recogido en 21 CFR 184.1191 como sustancia GRAS para determinados usos alimentarios.

Fosfatos cálcicos: fosfato tricálcico, fosfato dicálcico, monocalcico y sales de ácido ortofosfórico.

Aportan alta densidad mineral, sabor relativamente neutro y buena utilidad en polvos, cereales, panificación, bebidas vegetales opacas, productos infantiles y sistemas donde los fosfatos también contribuyan al tamponamiento. El inconveniente es la baja solubilidad de muchos fosfatos, la sedimentación y la posible sensación arenosa. En matrices proteicas, los fosfatos pueden ser útiles, pero deben formularse con precisión porque modifican equilibrio mineral, pH, fuerza iónica y estabilidad térmica.

Sulfato cálcico.

Se usa especialmente como coagulante en tofu y como fuente mineral en algunas aplicaciones de panificación o matrices sólidas. Es menos versátil en bebidas por solubilidad limitada y textura.

Cloruro cálcico.

Muy soluble, tecnológicamente potente y barato. No obstante, su sabor salino-amargo y su elevada reactividad con proteínas lo convierten en una opción poco adecuada para fortificación nutricional de bebidas de consumo directo salvo a dosis bajas o con enmascaramiento. Es más un ingrediente tecnológico -coagulación, firmeza, gelificación, estabilización de vegetales procesados- que una fuente “premium” de calcio para *claims* nutricionales.

Óxido e hidróxido cálcico.

Son fuentes alcalinas, autorizables en determinados contextos, pero su empleo en fortificación directa de alimentos y bebidas de consumo ordinario es limitado por su impacto fuerte sobre pH, sabor, seguridad de manejo e interacción con la matriz.

4.2. Sales orgánicas: mejor solubilidad, menor densidad mineral

Citrato cálcico y sales cálcicas del ácido cítrico.

Tienen mejor perfil sensorial que muchas sales inorgánicas y una absorción menos dependiente de la acidez gástrica que el carbonato. El citrato cálcico contiene menos calcio elemental que el carbonato, por lo que requiere mayor dosificación para alcanzar el mismo claim. NIH señala que el carbonato cálcico contiene aproximadamente 40% de calcio en peso y el citrato cálcico alrededor de 21%.

Citrato-malato cálcico.

Es una de las fuentes más interesantes para bebidas ácidas, zumos y bebidas funcionales donde se busca una buena biodisponibilidad y excelente integración sensorial. En un estudio cruzado con zumo de naranja fortificado, el área bajo la curva de calcio sérico fue un 48% mayor con citrato-malato cálcico que con una combinación de fosfato tricálcico/lactato cálcico, pese a aportar la misma cantidad de calcio declarada. La conclusión es comercialmente crítica, pues ha quedado demostrado que **igual cantidad de calcio en etiqueta no equivale necesariamente a igual valor nutricional real.**

Lactato cálcico.

Más soluble que carbonato y fosfatos, útil en bebidas, lácteos fermentados y matrices donde se tolere una dosis moderada. Su desventaja es menor contenido de calcio elemental, coste más alto y posible nota amarga o astringente a dosis elevadas.

Gluconato cálcico.

Muy soluble y sensorialmente relativamente amable, pero con bajo contenido de calcio elemental. Es útil en bebidas transparentes o aplicaciones donde la solubilidad sea

prioritaria sobre coste y concentración. Su principal limitación es económica y de dosificación: para alcanzar 200–300 mg de calcio elemental se requiere una cantidad considerable de sal.

Lactato-gluconato cálcico.

Es una solución comercial frecuente para bebidas transparentes o de baja turbidez. Combina buena solubilidad con perfil sensorial relativamente neutro, pero mantiene la limitación de baja densidad mineral y coste superior. Es interesante en aguas funcionales, bebidas isotónicas, *shots* nutricionales y bebidas acidificadas donde el consumidor penaliza turbidez y precipitados.

Glicerofosfato cálcico.

Puede ser útil cuando se busca una fuente soluble o parcialmente soluble con aportación mineral y fosfato orgánico. Su uso exige evaluar pH, sabor y encaje regulatorio por mercado.

Malato cálcico.

Buena opción conceptual en matrices ácidas, aunque menos extendida que citrato-malato o lactato-gluconato. Puede aportar acidez compatible con bebidas de fruta, pero debe validarse sensorialmente.

4.3. Fuentes complejas o “naturales”

Minerales lácteos / *milk calcium* / fosfato cálcico de leche.

Proceden de fracciones minerales lácteas y suelen presentar buena compatibilidad con lácteos, productos infantiles, barritas, chocolates, polvos nutricionales y bebidas opacas. Ventaja: posicionamiento natural y buena afinidad con matrices lácteas. Inconvenientes: alérgenos lácteos, coste, posible limitación en productos veganos y necesidad de controlar dispersión.

Calcio de algas marinas, por ejemplo, *Lithothamnium*.

Tiene atractivo de marketing por origen marino y naturalidad, pero requiere especial cuidado regulatorio, sobre todo en UE, productos ecológicos y alegaciones de naturalidad. Existen antecedentes jurídicos y regulatorios complejos sobre el uso de *Lithothamnium* en productos orgánicos y su consideración como fuente mineral, por lo que no debe recomendarse sin verificar el país, la categoría y el estatus actualizado del ingrediente.

Hidroxiapatita / calcio óseo / microcristalino.

Más frecuente en complementos alimenticios que en alimentos ordinarios. Puede tener sentido en suplementos o productos nutricionales especializados, pero en alimentos generales de la UE hay que verificar si la fuente concreta encaja en las formas autorizadas y si existe autorización específica, historial de consumo o necesidad de evaluación como *novel food*.

5. Biodisponibilidad: el punto que el marketing suele simplificar mal

La biodisponibilidad del calcio depende de varios factores, desde su forma química, dosis por toma, matriz alimentaria, pH, presencia de vitamina D, fitatos, oxalatos, fibra, grasa, proteínas, fosfatos, edad y estado fisiológico hasta el nivel de ingesta habitual.

La Oficina de suplementos Dietéticos de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) resume que la absorción del calcio de lácteos y alimentos fortificados suele situarse alrededor del 30%, mientras que algunas fuentes vegetales ricas en oxalatos, como espinaca, presentan absorción muy inferior. También indica que el calcio de brócoli, kale y algunas coles puede tener biodisponibilidad comparable a la leche, aunque con menos calcio total por ración.

La dosis importa, especialmente si se tiene en cuenta que la fracción absorbida disminuye cuando aumenta la cantidad de calcio elemental ingerida en una sola toma. NIH señala que la absorción de suplementos es mayor con dosis de 500 mg o menos de calcio elemental; por ejemplo, se absorbe una proporción mayor de una dosis de 300 mg que de una dosis de 1.000 mg.

Esto tiene una consecuencia directa en formulación: no siempre conviene diseñar una bebida con 500 - 600 mg de calcio por ración. Puede parecer más potente en etiqueta, pero puede ser peor sensorialmente, más cara, más inestable y menos eficiente desde el punto de vista de absorción relativa. Para bebidas de consumo diario, un rango de 120 - 300 mg por ración suele ser más razonable, dependiendo del *claim* objetivo y del mercado.

La biodisponibilidad también depende de la sal. En zumos y bebidas ácidas, el citrato-malato cálcico ha mostrado buen comportamiento. En el estudio citado con zumo de naranja, la misma cantidad declarada de calcio produjo una respuesta sérica significativamente diferente según el sistema de fortificación utilizado.

6. Solubilidad versus concentración: el dilema central

La regla tecnológica es sencilla:

Cuanto más calcio elemental aporta una sal, normalmente peor se comporta en solubilidad y textura. Cuanto más soluble y limpia es una sal, normalmente menos calcio elemental aporta y más cara resulta la fortificación.

Esto explica por qué el carbonato cálcico y el fosfato tricálcico son atractivos en coste y dosificación, pero difíciles en bebidas transparentes. Y explica igualmente por qué lactato, gluconato o lactato-gluconato funcionan mejor en aguas y bebidas limpias, pero exigen mayor cantidad de ingrediente para alcanzar el mismo aporte de calcio.

En bebidas vegetales, un informe técnico sobre fortificación mineral señala bien el problema: las sales solubles como el lactato o el cloruro cálcicos pueden interactuar con proteínas debido a la concentración de calcio libre, afectando pH y estabilidad durante tratamiento térmico; las sales insolubles como carbonato o fosfato reducen ese problema, pero pueden precipitar o generar sensación arenosa.

En lácteos, la fortificación cálcica también resulta delicada porque el calcio altera el equilibrio caseína-fosfato coloidal, la estabilidad térmica y la reología. La literatura técnica en productos lácteos describe notas sensoriales indeseables: carbonatos y fosfatos pueden producir boca calcárea o arenosa, el carbonato puede percibirse jabonoso o limonado, y el fosfato cálcico puede ser sensorialmente plano pero arenoso.

7. Sabor y textura: el gran cuello de botella comercial

El fracaso de muchos productos fortificados con calcio no se debe a la regulación ni al coste, sino al consumidor. El consumidor no tolera sedimento visible, arenosidad, turbidez inesperada, astringencia, sabor metálico, nota amarga ni sensación de tiza.

Problemas habituales

1. **Arenosidad:** típica de carbonato o fosfatos mal micronizados o insuficientemente estabilizados.
2. **Sedimentación:** frecuente en bebidas vegetales, batidos, zumos pulposos y UHT si la densidad de partícula no se compensa.
3. **Astringencia:** puede aumentar con citrato-malato cálcico o sales orgánicas a dosis altas.
4. **Amargor/salinidad:** más probable con cloruro cálcico, lactato a dosis altas y algunas sales solubles.
5. **Inestabilidad proteica:** bebidas de soja, guisante, avena con proteína añadida, leche UHT y bebidas lácteas acidificadas son especialmente sensibles.
6. **Alteración de pH:** carbonatos, óxidos e hidróxidos elevan pH; ácidos orgánicos y sus sales pueden modificar el equilibrio ácido-base.
7. **Interacción con fosfatos y citratos:** puede ser positiva o negativa según la matriz; afecta tamponamiento, estabilidad coloidal y biodisponibilidad.

8. Elección de la fuente según el alimento o bebida

8.1. Zumos y bebidas ácidas

Mejores opciones: citrato-malato cálcico, lactato cálcico, gluconato cálcico, lactato-gluconato cálcico, malato cálcico.

Evitar como primera opción: carbonato cálcico convencional, fosfato tricálcico grueso, cloruro cálcico a dosis nutricional.

Los zumos permiten aprovechar el pH ácido para mejorar solubilidad de ciertas fuentes. El citrato-malato cálcico es especialmente interesante por biodisponibilidad y compatibilidad con perfiles cítricos. En bebidas de naranja, la fortificación con citrato-malato cálcico ha mostrado buen rendimiento nutricional frente a otros sistemas.

Recomendación práctica: para un zumo “fuente de calcio” en UE, diseñar 120–160 mg Ca/ración; para “alto contenido”, 240–300 mg Ca/ración. Validar astringencia, turbidez, estabilidad acelerada, precipitación a frío/calor y compatibilidad con vitamina D si se formula como producto óseo.

8.2. Bebidas vegetales: avena, soja, almendra, arroz, guisante

Mejores opciones: fosfato tricálcico micronizado, carbonato cálcico micronizado, citrato tricálcico, sistemas *premix* con hidrocoloides y estabilizantes.

Opciones para bebida más limpia: lactato-gluconato cálcico o citrato-malato, asumiendo mayor coste.

Riesgo principal: sedimentación e interacción con proteínas.

Las bebidas vegetales son una de las matrices más relevantes para la fortificación con calcio porque buscan equivalencia nutricional con la leche. Pero son matrices difíciles, dado que contienen proteínas vegetales, fibra soluble, almidones, aceites, emulsionantes y sistemas UHT o ESL que pueden desestabilizarse con calcio libre. En estos casos, las sales insolubles bien micronizadas suelen ser más manejables que las muy solubles, siempre que se controle suspensión y sedimentación.

Recomendación práctica: usar sales insolubles de partícula fina, dispersión de alto cizallamiento, estabilización con gellan, carragenanos, celulosas o sistemas específicos, y control de redispersabilidad tras almacenamiento. En bebidas vegetales, el test crítico no es solo “calcio total”, sino calcio en suspensión homogénea después de 3–6 meses.

8.3. Leche, batidos lácteos y UHT

Mejores opciones: minerales lácteos, citrato cálcico, fosfatos cálcicos, sistemas tamponados.

Cuidado con: cloruro cálcico, lactato/gluconato a dosis altas, porque aumentan calcio iónico y pueden comprometer estabilidad térmica.

En leche UHT o batidos proteicos, el calcio añadido puede desestabilizar la micela de caseína y favorecer gelificación, arenosidad o precipitación. La fortificación debe formularse junto con fosfatos/citratos, pH y tratamiento térmico, no como simple adición de una sal cálcica. Estudios sobre fortificación láctea describen cambios físicoquímicos y reológicos relevantes según la sal y la dosis.

Recomendación práctica: no seleccionar la fuente solo por contenido de calcio; realizar pruebas de estabilidad térmica, centrifugación, viscosidad, sedimentación, envejecimiento acelerado y sensorial.

8.4. Yogures, kéfir y fermentados

Mejores opciones: citrato cálcico, lactato cálcico, minerales lácteos, fosfatos cálcicos finos.

Riesgo principal: modificación de acidificación, textura de gel, sinéresis y sabor.

El calcio puede mejorar percepción nutricional del yogur, pero también alterar fermentación y firmeza. En fermentados, el momento de adición es crítico: antes de fermentación puede alterar cinética acidificante; después de fermentación puede generar textura arenosa o mala dispersión.

Recomendación práctica: validar la sal en el proceso real, no en agua. En yogur no basta con medir solubilidad; hay que medir pH final, viscosidad, sinéresis, textura, post-acidificación y supervivencia de cultivos si se declara fermento vivo.

8.5. Panificación, galletas, cereales y snacks horneados

Mejores opciones: carbonato cálcico, fosfato dicálcico, fosfato tricálcico, sulfato cálcico.

Ventajas: coste bajo, alta carga mineral, buena tolerancia a matrices secas.

Riesgos: impacto en pH, volumen, color, textura y percepción calcárea.

En cereales de desayuno, galletas, pan, barritas y polvos, la baja solubilidad no es necesariamente un defecto. La clave es granulometría, distribución homogénea y compatibilidad con el proceso térmico. El carbonato cálcico suele ser la opción de coste más favorable.

Recomendación práctica: en matrices secas, priorizar contenido elemental, coste, granulometría y ausencia de arenosidad. Las sales solubles rara vez compensan su coste salvo que exista una razón sensorial o de posicionamiento.

8.6. Chocolates, cremas, siropes y productos indulgentes

Mejores opciones: carbonato cálcico ultrafino, fosfato cálcico ultrafino, minerales lácteos si el producto no es vegano.

Riesgo principal: textura arenosa, alteración de reología, claims cuestionables en productos altos en azúcar o grasa.

Aunque tecnológicamente puede fortificarse un chocolate o crema dulce, hay que valorar si el *claim* es regulatoriamente prudente y reputacionalmente defendible. En EE. UU., la política de fortificación de FDA desaconseja fortificar snacks, caramelos y productos similares, precisamente para evitar “*health washing*” nutricional.

Recomendación práctica: si se fortifica, hacerlo por una razón clara: producto infantil regulado, nutrición deportiva, barrita funcional, alimento médico o sustituto nutricional. Evitar *claims* agresivos en indulgencia pura.

8.7. Agua funcional y bebidas transparentes

Mejores opciones: lactato-gluconato cálcico, gluconato cálcico, lactato cálcico, glicerofosfato cálcico, algunos sistemas de calcio soluble.

Riesgo principal: coste, sabor mineral, inestabilidad con pH y carbonatación.

En bebidas transparentes la prioridad es que no haya turbidez, precipitado ni anillo mineral. Aquí las sales de alta carga mineral pierden atractivo. La formulación debe trabajar con calcio soluble, quelación parcial, pH, fuerza iónica y saborizantes.

Recomendación práctica: aceptar objetivos de calcio más modestos. En agua funcional, muchas veces es más inteligente formular “fuente de calcio” que “alto contenido”, porque el salto a 240–260 mg por ración puede comprometer sabor y estabilidad.

9. Regulación en la Unión Europea

El Reglamento 1925/2006 armoniza la adición de vitaminas, minerales y determinadas sustancias a alimentos en la UE. El calcio figura entre los minerales que pueden añadirse, y las formas autorizadas incluyen carbonato cálcico, cloruro cálcico, citrato-malato cálcico, sales cálcicas del ácido cítrico, gluconato cálcico, glicerofosfato cálcico, lactato cálcico, sales cálcicas del ácido ortofosfórico, hidróxido cálcico, malato cálcico, óxido cálcico, sulfato cálcico y oligosacáridos fosforilados de calcio.

La UE no tiene establecidos, con carácter general, niveles máximos armonizados para vitaminas y minerales añadidos a alimentos ordinarios; el Registro comunitario indica que no se han fijado niveles máximos y que la adición debe resultar al menos en una “cantidad significativa” cuando esta esté definida.

Existen restricciones: no pueden añadirse vitaminas y minerales a alimentos no transformados -como frutas, verduras, carne, aves y pescado- ni a bebidas con más de 1,2% de alcohol, salvo excepciones específicas y sin declaraciones nutricionales o saludables.

En etiquetado, el Reglamento 1169/2011 fija para calcio un NRV de 800 mg. La declaración “fuente de calcio” se vincula a una cantidad significativa, y “alto contenido de calcio” exige al menos el doble de la cantidad necesaria para “fuente de”.

Para declaraciones de propiedades saludables, el Reglamento 432/2012 y el Registro de la UE permiten *claims* específicos de calcio, pero solo si el alimento es, como mínimo, fuente de calcio. Ejemplos utilizables, correctamente traducidos y adaptados, son: “el calcio contribuye al mantenimiento de los huesos en condiciones normales”, “el calcio contribuye al funcionamiento normal de los músculos” o “el calcio contribuye al mantenimiento de los dientes en condiciones normales”.

10. Regulación en Estados Unidos

En EE. UU., el calcio es uno de los nutrientes cuya cantidad y %DV deben figurar en la *Nutrition Facts Label*. La FDA fija el *Daily Value* de calcio en 1.300 mg. Las declaraciones nutricionales funcionan de forma distinta a la UE. “*Good source*” requiere 10–19% del Daily Value por ración; “*high*”, “*rich in*” o “*excellent source*” requiere 20% o más.

La política de fortificación de FDA, recogida en 21 CFR 104.20, no prohíbe toda fortificación voluntaria, pero sí desaconseja la adición indiscriminada y considera inapropiado fortificar categorías como azúcares, caramelos, snacks y bebidas carbonatadas, salvo contextos específicos.

EE. UU. también reconoce una declaración autorizada sobre calcio, vitamina D y reducción del riesgo de osteoporosis bajo 21 CFR 101.72, siempre que el alimento cumpla condiciones específicas, entre ellas alcanzar un nivel “high” de calcio y que el calcio sea asimilable.

11. Otros marcos internacionales

Codex Alimentarius aporta principios generales útiles para mercados internacionales: la fortificación debe tener justificación nutricional, evitar excesos y considerar seguridad, biodisponibilidad y exposición total. Sus principios aplican tanto a adición obligatoria como voluntaria de nutrientes esenciales.

Canadá mantiene un enfoque prudente y estructurado sobre fortificación, con categorías permitidas y criterios de política nutricional. *Health Canada* ha revisado recientemente fortificación con vitamina D en lácteos como leche, yogur y kéfir, destacando la relevancia del calcio en estos alimentos para salud ósea.

Australia y Nueva Zelanda regulan las declaraciones nutricionales y saludables mediante el *Food Standards Code*. FSANZ indica que *claims como “good source of calcium”* deben cumplir criterios específicos del estándar aplicable.

Para cualquier operador que venda internacionalmente, la conclusión regulatoria es evidente: **no se debe diseñar una única etiqueta global para calcio**. Debe formularse una base técnica común, pero adaptar *claims*, cantidades por ración, nombre legal de la fuente y advertencias según mercado.

12. Seguridad: el exceso también importa

El calcio es seguro dentro de rangos razonables, pero la fortificación no debe diseñarse como carrera hacia la dosis máxima. EFSA revisó el nivel máximo tolerable y concluyó que no había nuevos datos que justificaran modificar el UL de adultos de 2.500 mg/día.

NIH señala que los límites superiores tolerables para adultos oscilan entre 2.000 y 2.500 mg/día según edad, y que ingestas elevadas de calcio suplementario pueden asociarse a riesgos como cálculos renales en determinados contextos.

Por tanto, en alimentos de consumo frecuente, especialmente bebidas, cereales, productos infantiles y sustitutivos lácteos, debe calcularse la exposición acumulada: dieta habitual + producto fortificado + suplementos + posibles multivitamínicos.

13. Matriz de decisión técnica (Tabla)

Matriz	Fuente preferente	Fuente secundaria	Evitar o controlar	Comentario técnico
Zumo cítrico	Citrato-malato cálcico	Lactato/gluconato	Carbonato convencional	Buena biodisponibilidad y perfil ácido compatible.
Bebida vegetal opaca	Fosfato tricálcico o carbonato micronizado	Citrato cálcico	Sales muy solubles sin estabilización	Controlar sedimentación y UHT.
Agua transparente	Lactato-gluconato, gluconato	Glicerofosfato	Fosfatos/carbonato	Priorizar claridad sobre concentración.
Leche UHT	Minerales lácteos, citrato/fosfato	Citrato cálcico	Cloruro cálcico alto	Riesgo de inestabilidad proteica.
Yogur/kéfir	Citrato, lactato, minerales lácteos	Fosfato fino	Carbonato grueso	Validar fermentación y sinéresis.
Cereal/panificación	Carbonato, fosfato, sulfato	Citrato	Sales solubles caras	El coste y la granulometría mandan.
Barritas nutricionales	Carbonato ultrafino, fosfato, milk calcium	Citrato	Partícula gruesa	Controlar arenosidad y claims.
Chocolate/cremas	Carbonato ultrafino, milk calcium	Fosfato fino	Claims agresivos	Riesgo de health washing.
Producto infantil/FSMP	Según normativa específica	Premix validado	Improvisación	Requiere regulación específica.

14. Recomendación técnica final

Para una empresa de ingredientes o desarrollo alimentario, la estrategia correcta no es vender “calcio” de forma genérica, sino **vender sistemas de fortificación cálcica por matriz**.

La recomendación sería estructurar una gama así:

1. **Calcium Clear System:** lactato-gluconato / gluconato / citrato-malato para aguas, bebidas transparentes y bebidas acidificadas.
2. **Calcium Juice System:** citrato-malato cálcico optimizado para zumos, bebidas de fruta y *shots* funcionales.
3. **Calcium Plant Milk System:** fosfato tricálcico o carbonato micronizado con estabilización para bebidas vegetales UHT.
4. **Calcium Dairy System:** minerales lácteos, citratos/fosfatos y tampones para leche, yogur, batidos y nutrición clínica.
5. **Calcium Bakery & Powder System:** carbonato/fosfatos de alta carga mineral y granulometría controlada para cereales, panificación, barritas y mezclas en polvo.
6. **Premium Natural Calcium System:** *milk minerals* o fuentes marinas/algales solo cuando el encaje regulatorio, alérgenos, estatus *novel food* y posicionamiento lo permitan.

La fuente más robusta desde el punto de vista económico es el **carbonato cálcico**, pero no es la mejor en bebidas transparentes ni en matrices sensorialmente delicadas. La fuente más interesante para bebidas ácidas premium es el **citrato-malato cálcico**, especialmente cuando se quiere argumentar biodisponibilidad. La mejor aproximación para bebidas vegetales suele ser un **sistema insoluble micronizado y estabilizado**, no una sal soluble aislada. Para productos transparentes, el camino pasa por sales orgánicas solubles, aceptando mayor coste y menor carga mineral.

La decisión profesional debe basarse en cinco preguntas inexcusables:

- ¿Qué *claim* quiero? Fuente, alto contenido, osteoporosis, huesos, músculos, dientes.
- ¿En qué mercado vendo? UE, EE. UU., UK, Canadá, LATAM, ANZ.
- ¿Qué matriz tengo? Ácida, neutra, proteica, grasa, transparente, opaca, seca.

¿Qué sacrificio? Coste, solubilidad, sabor, biodisponibilidad o concentración.

¿Qué estabilidad real demuestro? Sedimentación, redispersabilidad, pH, tratamiento térmico, vida útil, sensorial y calcio biodisponible.

La conclusión académica y comercial es inequívoca, pues **la fortificación cálcica eficaz no consiste en añadir calcio, sino que pasa por diseñar una arquitectura mineral compatible con el alimento, defendible en etiqueta y aceptable para el consumidor.**

© José M. López · Todos los derechos reservados

Bibliografía

1. Referencias regulatorias y oficiales

1. European Food Safety Authority. (2015). *Scientific Opinion on Dietary Reference Values for calcium*. *EFSA Journal*, **13**(5), 4101. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4101.
2. European Parliament and Council. (2006). *Regulation (EC) No 1925/2006 on the addition of vitamins and minerals and of certain other substances to foods*. *Official Journal of the European Union*, L 404, 26–38.
3. European Parliament and Council. (2011). *Regulation (EU) No 1169/2011 on the provision of food information to consumers*. *Official Journal of the European Union*, L 304, 18–63.
4. European Commission. (2012). *Commission Regulation (EU) No 432/2012 establishing a list of permitted health claims made on foods, other than those referring to the reduction of disease risk and to children's development and health*. *Official Journal of the European Union*, L 136, 1–40.
5. European Commission. (2021). *Community Register on the addition of vitamins and minerals and of certain other substances to foods*. Directorate-General for Health and Food Safety.
6. European Parliament and Council. (2006). *Regulation (EC) No 1924/2006 on nutrition and health claims made on foods*. *Official Journal of the European Union*, L 404, 9–25.
7. National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. (2025). *Calcium: Fact Sheet for Health Professionals*. NIH Office of Dietary Supplements.
8. U.S. Food and Drug Administration. (2024). *Daily Value on the Nutrition and Supplement Facts Labels*. FDA.
9. U.S. Food and Drug Administration. (2015). *Guidance for Industry: Questions and Answers on FDA's Fortification Policy*. FDA.
10. U.S. Code of Federal Regulations. 21 CFR § 104.20 — *Statement of purpose; fortification policy*. Food and Drug Administration.
11. U.S. Code of Federal Regulations. 21 CFR § 101.54 — *Nutrient content claims for "good source," "high," and "more"*. Food and Drug Administration.
12. U.S. Code of Federal Regulations. 21 CFR § 101.72 — *Health claims: calcium, vitamin D, and osteoporosis*. Food and Drug Administration.
13. Codex Alimentarius Commission. (1987, revised 2015). *General Principles for the Addition of Essential Nutrients to Foods*. CAC/GL 9-1987. FAO/WHO.
14. World Health Organization & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2006). *Guidelines on Food Fortification with Micronutrients*. WHO/FAO.
15. Health Canada. (2025). *Fortified foods: Canada's approach to fortification*. Government of Canada.
16. Food Standards Australia New Zealand. (2025). *Nutrition content claims and health claims*. FSANZ.

2. Biodisponibilidad, absorción y fisiología del calcio

17. Heaney, R. P., Rafferty, K., & Dowell, M. S. (2005). Calcium fortification systems differ in bioavailability. *Journal of the American Dietetic Association*, **105**(5), 807–809. DOI: 10.1016/j.jada.2005.02.012.
18. Shkemi, B., & Huppertz, T. (2021). Calcium absorption from food products: Food matrix effects. *Nutrients*, **14**(1), 180. DOI: 10.3390/nu14010180.
19. Martin, B. R., Weaver, C. M., Heaney, R. P., Packard, P. T., & Smith, D. L. (2002). Calcium absorption from three salts and CaSO₄-fortified bread in premenopausal women. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**(13), 3874–3876. DOI: 10.1021/jf020065g.
20. Rafferty, K., & Heaney, R. P. (2008). Nutrient effects on the calcium economy: Emphasizing the potassium controversy. *Journal of Nutrition*, **138**(1), 166S–171S.
21. Weaver, C. M. (1999). Calcium in food fortification strategies. *International Dairy Journal*, **8**(5–6), 443–449.
22. Weaver, C. M., & Heaney, R. P. (2006). Food sources, supplements, and bioavailability. En C. M. Weaver & R. P. Heaney (Eds.), *Calcium in Human Health*. Humana Press.
23. Pereira, G. A. P., Genaro, P. S., Pinheiro, M. M., Szejnfeld, V. L., & Martini, L. A. (2009). Dietary calcium: Strategies to optimize intake. *Revista Brasileira de Reumatologia*, **49**(2), 164–180.
24. Miller, G. D., Jarvis, J. K., & McBean, L. D. (2001). The importance of meeting calcium needs with foods. *Journal of the American College of Nutrition*, **20**(2 Suppl), 168S–185S.
25. Palacios, C., Cormick, G., Hofmeyr, G. J., Garcia-Casal, M. N., Peña-Rosas, J. P., Betrán, A. P., & Cormick, M. S. (2021). Calcium-fortified foods in public health programs: Considerations for implementation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1485**(1), 3–21.

3. Tecnología alimentaria, matrices y estabilidad

26. Augustin, M. A., & Williams, R. P. W. (2002). Technological aspects of calcium fortification of milk and dairy products. *Food Australia*, **54**, 131–133.
27. Williams, R. P. W., D'Ath, L., & Augustin, M. A. (2005). Production of calcium-fortified milk powders using soluble calcium salts. *Le Lait*, **85**(4–5), 369–381.
28. Karlsson, M. A., Lundh, Å., Innings, F., Höjer, A., Wikström, M., & Langton, M. (2019). The effect of calcium, citrate, and urea on the stability of ultra-high temperature treated milk: A full factorial designed study. *Foods*, **8**(9), 418. DOI: 10.3390/foods8090418.
29. Münchbach, M. (2009). Calcium fortification in dairy products. *Dairy Industries International*.
30. Jungbunzlauer. (2025). Mineral fortification in dairy alternatives. *Technical Bulletin*.
31. Daryani, D., et al. (2024). Review of plant-based milk analogues: Preparation, nutrition, fortification and stability. *Foods / related open-access review literature*.
32. Craig, W. J., Fresán, U., & Marsh, K. (2021). International analysis of the nutritional content and a review of health benefits of non-dairy plant-based beverages. *Nutrients*, **13**(3), 842.
33. Suryamiharja, A., et al. (2024). Towards more sustainable, nutritious, and affordable plant-based milk alternatives. *Sustainable Food Proteins*.
34. Van der Hee, R. M., et al. (2009). Calcium absorption from fortified ice cream formulations compared with calcium absorption from milk. *Journal of the American Dietetic Association / related dairy nutrition literature*.
35. De Paula, L. N., et al. (2014). Calcium fortification of roasted and ground coffee with different calcium salts: Calcium content and sensory attributes. *Ciência e Tecnologia de Alimentos / related food science literature*.

4. Fortificación poblacional, salud pública y criterios de aplicación

36. Bourassa, M. W., Osendarp, S. J. M., Adu-Afarwuah, S., Ahmed, S., Ajello, C., Bergeron, G., Black, R., Christian, P., Cousens, S., de Pee, S., et al. (2022). Interventions to improve calcium intake through foods in populations with low intake. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1511**(1), 40–58.
37. Orriss, G. D. (1998). Food fortification: Safety and legislation. *Food and Nutrition Bulletin*, **19**(2), 109–117.
38. Institute of Medicine. (2003). *Guiding Principles for the Discretionary Addition of Nutrients to Foods*. National Academies Press.
39. FAO. (2013). *Milk and dairy products in human nutrition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
40. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2011). *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. National Academies Press.

5. Referencias complementarias útiles para desarrollo de producto

41. Kressel, G. (2006). Bioavailability and solubility of different calcium salts as a basis for calcium enrichment of beverages. *Food Science and Nutrition technical literature*.
42. Cashman, K. D. (2002). Calcium intake, calcium bioavailability and bone health. *British Journal of Nutrition*, **87**(S2), S169–S177.
43. Bonjour, J. P., et al. (2009). Calcium-enriched foods and bone mass growth in prepubertal girls: A randomized trial. *Journal of Clinical Investigation / bone health literature*.
44. Weaver, C. M. (2008). The role of nutrition on optimizing peak bone mass. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, **17**(S1), 135–137.
45. Massey, L. K. (2007). Food oxalate: Factors affecting measurement, biological variation, and bioavailability. *Journal of the American Dietetic Association*, **107**(7), 1191–1194.
46. Heaney, R. P., Weaver, C. M., & Fitzsimmons, M. L. (1990). Influence of calcium load on absorption fraction. *Journal of Bone and Mineral Research*, **5**(11), 1135–1138.
47. Flynn, A. (2003). The role of dietary calcium in bone health. *Proceedings of the Nutrition Society*, **62**(4), 851–858.
48. Gueguen, L., & Pointillart, A. (2000). The bioavailability of dietary calcium. *Journal of the American College of Nutrition*, **19**(2 Suppl), 119S–136S.
49. Straub, D. A. (2007). Calcium supplementation in clinical practice: A review of forms, doses, and indications. *Nutrition in Clinical Practice*, **22**(3), 286–296.
50. Weaver, C. M., & Plawecki, K. L. (1994). Dietary calcium: Adequacy of a vegetarian diet. *American Journal of Clinical Nutrition*, **59**(5 Suppl), 1238S–1241S.