

# El desafío de la fortificación

LAS BEBIDAS ENRIQUECIDAS CON CALCIO REPRESENTAN UNA PARTE SIGNIFICATIVA DEL CRECIMIENTO DEL SEGMENTO DE LAS BEBIDAS FUNCIONALES SIN ALCOHOL. LA CRECIENTE DEMANDA LLEVA A LOS PROVEEDORES DE SALES MINERALES A OFRECER NO SÓLO UN PRODUCTO ÚNICO, SINO UN RANGO DE DIFERENTES SALES DE CALCIO Y GRANULADOS QUE SEAN CAPACES DE SATISFACER LAS NECESIDADES INDUSTRIALES DE APLICACIÓN. ESTE ARTÍCULO ABORDA IMPORTANTES ASPECTOS NUTRICIONALES, TECNOLÓGICOS Y ECONÓMICOS DEL CALCIO EN BEBIDAS, HACIENDO HINCAPIÉ EN EL CITRATO TRICÁLCICO, EL GLUCONATO DE CALCIO Y EL RECIENTEMENTE DESARROLLADO LACTATO-GLUCONATO DE CALCIO. / GERHARD GERSTNER (\*)



(\*) Dr. Gerhard Gerstner se desempeña como Gerente de Servicio Técnico de Jungbunzlauer Ladenburg GmbH (Alemania), desde el año 2000. La planta de Ladenburg elabora un amplio rango de derivados de los ácidos cítrico, acético y glucónico. El foco del Dr. Gerstner se centra en las sales nutricionales de calcio y potasio, que se producen para la industria alimentaria y farmacéutica. Además, desde 1996 al 2000, el Dr. Gerstner trabajó como asistente de investigación en la Universidad Tecnológica de Munich.

La lucha contra la osteoporosis y la promoción de la ingesta de calcio es tema candente en este momento. En la conferencia de la Fundación Internacional de Osteoporosis, en diciembre del 2001, el representante de la Comisión de Salud y Protección de Consumidores de la Unión Europea, David Byrne, enfatizó su intención de emprender acciones de alcance europeo (1): "La osteoporosis es una enfermedad que tristemente se pasa por alto, y se diagnostica y trata muy poco. Esta epidemia silenciosa afecta a millones de europeos, causando sufrimiento humano y genera grandes gastos a nivel económico". Una de cada tres mujeres y uno de cada ocho hombres mayores de 50 años están afectados por una incrementada fragilidad ósea y altos riesgos de fracturas.

## MEJORANDO EL CONSUMO DE CALCIO

El calcio es un mineral clave en el cuerpo humano, necesario para el normal crecimiento y desarrollo del esqueleto, así como también de los dientes, nervios, músculos y de las funciones enzimáticas. Como la capacidad del cuerpo para absorber calcio disminuye con la edad, es vital tener la cantidad necesaria de calcio para envejecer sanamente. Los requerimientos de calcio varían durante la vida del individuo y entre distintos grupos de población. Sin embargo, una significativa proporción de la población de los países occidentales falla a la hora de alcanzar los niveles recomendados de calcio. Los hábitos dietarios pobres son los responsables de esta situación, especialmente si el consumo de comidas rápidas predomina en el menú diario.

Varios estudios mostraron que una sig-

nificativa proporción de los grupos poblacionales en los países occidentales no alcanza los niveles recomendados de calcio (2). Esta observación se ve como uno de los mayores factores de osteoporosis (3). Como consecuencia, las autoridades nacionales de todo el mundo recientemente han reconsiderado las recomendaciones, a fin de tomar las medidas necesarias contra la deficiencia de calcio y, consecuentemente, reducir el riesgo de osteoporosis. En este sentido, el Instituto Nacional de Salud de EE.UU. (NIH) incrementó las cantidades óptimas de consumo diario de calcio y definió valores específicos para cada grupo poblacional (4). Por ejemplo, el consumo de calcio debe ser de 1000 mg/día para adultos (25-65 años) y de 1500 mg/día para ancianos (mayores de 65 años) o mujeres que amamantan. La armonización de las RDA (Recommended Daily Allowances, Consumo Diario Recomendado) de la Comunidad Europea está bajo discusión en este momento y, presumiblemente, dará como resultado niveles comparables a las actuales recomendaciones estadounidenses. Existen distintas opciones para evitar la deficiencia de calcio mediante el incremento del consumo diario de este mineral: una dieta balanceada que cuente con alimentos ricos en calcio, como la leche y sus derivados y ciertos vegetales (broccoli, repollo chino y legumbres), es la mejor solución. Sin embargo, esto requiere un profundo cambio en los hábitos dietarios de la sociedad occidental. Otra posibilidad consiste en tomar suplementos de calcio. Una manera más elegante es consumir alimentos comunes fortificados con calcio, como un valor agregado del producto.

#### FUENTES COMUNES DE CALCIO

La Tabla 1 muestra los rangos típicos de bebidas fortificadas con calcio que se encuentran actualmente en supermercados de Estados Unidos e Inglaterra. Prácticamente todo tipo de bebidas, como el agua mineral, leche de soja, bebidas energéticas, néctares o jugos, ya tienen una línea de productos fortificados. Mirando la lista de ingredientes, resulta evidente que no existe una única fuente de calcio, sino más

bien distintos productos que se utilizan comercialmente, como ser:

- Sales inorgánicas, como carbonato de calcio y fosfato de calcio.
- Sales orgánicas, como citrato tricálcico, lactato de calcio, lactato-gluconato de calcio y gluconato de calcio.

La selección de la sal apropiada para la aplicación específica usualmente se basa en la consideración de un número de propiedades asociadas respectivamente a cada producto, como solubilidad, contenido de calcio, gusto y biodisponibilidad. Las consideraciones económicas también son otro factor importante.

#### SOLUBILIDAD VS. CONTENIDO DE CALCIO

Cuando se fortifican bebidas, la solubilidad, características de disolución y estabilidad de los ingredientes son temas de extrema importancia. Hay sales de calcio con buena solubilidad, como el gluconato de calcio, el lactato de calcio y el lactato-gluconato de calcio, pero tienen como desventaja un bajo contenido de dicho mineral (Ver Tabla 2). Las sales de calcio con un alto contenido del mismo, como el carbonato de calcio y el fosfato de calcio, por otro lado, son menos solubles y, por esa razón, frecuentemente no se las utiliza en bebidas.

El citrato tricálcico ofrece una buena combinación: el comúnmente usado tetrahidrato muestra un alto nivel de calcio (21%) y moderada solubilidad (0.9 g/L). La solubilidad está fuertemente influida por el pH del sistema; ya que la solubilidad de las sales de calcio se incrementa cuando el pH decrece. El citrato tricálcico muestra una solubilidad mejorada a valores de pH por debajo de 4.5, como se encuentra en la mayoría de las bebidas. Al contrario de otras sales, el citrato tricálcico es más soluble a bajas temperaturas, lo cual puede ser una ventaja para el procesamiento de alimentos en frío. Para aumentar más aún la solubilidad y facilitar la dispersión, recientemente se ha desarrollado un citrato tricálcico particularmente fino (micronizado). Con esta granulación especial, de mínimamente 90% < 20 micrones, el ingrediente puede suspenderse en bebi-

das opacas, obteniéndose así una alta concentración de calcio (por ejemplo, 1.5 g Ca/L). Consecuentemente, el citrato tricálcico todavía se toma como la principal opción para fortificar jugos de naranja o uva.

El lactato de calcio se provee como un pentahidrato, conteniendo un 13% de calcio. Al mostrar buenas propiedades de solubilidad, es el más utilizado en bebidas claras a fin de conseguir los niveles necesarios para las reivindicaciones nutricionales sobre calcio. Se sabe que utilizar el lactato de calcio en altas concentraciones puede generar efectos adversos en ciertas aplicaciones (2,5). Al emplearse sales altamente solubles se generan más iones de calcio libres en solución, los cuales son más disponibles para reaccionar que los menos solubles; por lo cual se pueden formar sedimentos de calcio con el tiempo. Este es el caso cuando los componentes (por ejemplo, proteínas libres, tartrato o fosfato) que generan sales insolubles con el calcio están presentes en el producto. De esta manera, aunque es posible agregar, por ejemplo, más lactato de calcio que citrato tricálcico a las bebidas, mayores cantidades de calcio en el producto pueden ser difíciles de alcanzar sin controlar el pH y la adición de agentes quelantes como el citrato de potasio (2,5). En algunas aplicaciones, la combinación de lactato de calcio con otras sales de calcio pueden tener también un efecto estabilizador.

A pesar que el gluconato de calcio muestra buena solubilidad, frecuentemente no se lo utiliza en bebidas listas para tomar, especialmente debido a su bajo contenido de calcio (9%). Sin embargo, sus propiedades neutrales de sabor, alta velocidad de disolución y bajo contenido de agua lo vuelve, especialmente a la forma anhidro, una válida fuente de calcio para preparaciones instantáneas como los polvos para bebidas fortificadas, permitiendo altas cantidades de calcio por porción.

Comparado con la anterior, el lactato-gluconato de calcio es la sal más soluble que muestra propiedades muy interesantes: su solubilidad no se basa en los componentes individuales del lactato de calcio y del gluconato de calcio, como uno podría suponer, sino de su

TABLA 1. RANGOS TÍPICOS DE BEBIDAS FORTIFICADAS CON CALCIO ENCONTRADAS EN SUPERMERCADOS DE ESTADOS UNIDOS E INGLATERRA.

Producto	Fuente de calcio agregada	Porción (ml)	Contenido de calcio escrito en la etiqueta (mg/l)	Reivindicación nutricional utilizada en el etiquetado
Agua mineral	Carbonato de calcio/ cloruro/ sulfato	-	300	Fuente de calcio
Néctar tropical	Citrato tricálcico	200	500	-
Néctar de durazno	Lactato de calcio	162	417	Con calcio
Bebida "saludable"	Lactato de calcio	-	?	Con calcio
Leche de soja	Carbonato de calcio	250	1200	Calcio agregado
Jugo de manzana	Lactato de calcio	125	800	Enriquecido con calcio
Jugo de fruta	Lactato-gluconato de calcio	240	417	Fortificado con calcio
Jugo de arándano	Lactato-gluconato de calcio	240	417	Fortificado con calcio
Jugo de pomelo	Citrato tricálcico	240	1458	Más calcio
Jugo de naranja / mandarina	Fosfato tricálcico, lactato de calcio	240	1458	Con tanto calcio como la leche
Jugo de naranja I	Citrato-malato de calcio	240	1458	Con tanto calcio como la leche
Jugo de naranja II	Citrato tricálcico	414	276	Con calcio agregado
Bebida en polvo	Gluconato de calcio	113	ca. 3550	Calcio de rápida absorción

TABLA 2. IMPORTANTES CARACTERÍSTICAS DE LAS FUENTES DE CALCIO COMÚNMENTE UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA.

Producto	Solubilidad del calcio a 25°C (g/L)	Sabor	Contenido de calcio
Carbonato de calcio	Insoluble	Untuoso, alimonado	40%
Fosfato de calcio	Insoluble	Arenoso, suavemente dulce	17 - 38%
Citrato tricálcico (4 H <sub>2</sub> O)	0.2	Neutral	21%
Lactato de calcio (5 H <sub>2</sub> O)	9.3	Suavemente dulce	13%
Lactato-gluconato de calcio	45 - 50	Neutral	10 - 13%
Gluconato de calcio	3.5	Suave, neutral	9%

sinergia mejorada hasta 400 g/l de agua, aproximadamente. Esto da como resultado un contenido de calcio de 45 a 50 g/L, dependiendo de la proporción de la mezcla. Con este alto valor de calcio en mente, no resulta sorprendente que esta sal se emplee cuando una alta velocidad de disolución se requiere. También es especialmente recomendada para la fortificación de bebidas claras. La razón para este fenómeno de extremadamente alta solubilidad es interpretado como la habilidad de las mezclas de los iones de lactato y gluconato para formar complejos metaestables con iones de calcio en solución, lo que permite proporcionar beneficios adicionales en las bebidas. Debido a la mejor estabilidad de las bebidas fortificadas con lactato-gluconato de calcio, las bebidas claras pueden fortificarse sin adicionarles agentes quelantes (6). Además, se pueden al-

canzar mayores concentraciones de calcio, incluso en aplicaciones críticas como los jugos de uva y de arándano, bebidas a base de té y premezclas concentradas.

Una mezcla patentada de ácido cítrico, ácido málico e hidróxido de calcio (FruitCal), inventada por Procter & Gamble, también llamada citrato-malato de calcio, es altamente soluble y se utiliza actualmente bajo licencia en bebidas. Por ejemplo, los jugos fortificados con calcio de la línea Tropicana's Pure Premium de PepsiCo, que alcanzan valores de calcio comparables a la leche.

#### SABOR Y PALATABILIDAD

Generalmente, altos niveles de calcio, particularmente las formas insolubles como los carbonatos y fosfatos, tienden a producir sensaciones arenosas en el

paladar y pueden promover la astringencia o un regusto amargo en el producto final. El lactato de calcio puede impartir amargor o notas lácteas en altas concentraciones. El carbonato de calcio puede atravesar notas entre untuosas y alimonadas. El fosfato de calcio posee un flavor suavemente dulce, pero imparte una sensación arenosa. Efectos negativos del calcio en el sabor pueden enmascararse con agentes quelantes (por ejemplo, citrato tripotásico) y el empleo de estabilizantes (por ejemplo, carrageninas), así como con la adición de saborizantes.

El citrato tricálcico, el lactato-gluconato de calcio y el gluconato de calcio se consideran las sales más neutras, ya que los agentes quelantes no son realmente necesarios.

Como el tamaño de la partícula y la solubilidad están relacionados con las propiedades de palatabilidad, se han desarrollado grados micronizados de citrato tricálcico combinando excelentes características de dispersión con un perfil de sabor neutral en las aplicaciones finales.

#### BIODISPONIBILIDAD

La efectividad de cualquier nutriente depende de su biodisponibilidad, que significa cuán bien el cuerpo humano lo absorbe y utiliza. En general, sólo un 10 a 30% del calcio se absorbe de una

dieta variada en un adulto sano (7). Distintos factores pueden influenciar este nivel, entre los cuales se ubica el tipo de sal que provee el calcio.

#### SALES ORGÁNICAS VS. SALES INORGÁNICAS

Distintos estudios científicos han mostrado que las sales orgánicas de calcio funcionan mejor que las fuentes inorgánicas de calcio, como el carbonato de calcio y el fosfato de calcio, considerando su relativa biodisponibilidad. De acuerdo a esto, el Instituto Nacional de Salud de EE.UU. (NIH) recomienda al citrato de calcio para suplementación, especialmente para individuos mayores, donde la capacidad de absorción puede ser un factor limitante, debido a una producción de ácidos gástricos reducida (4). Recientemente, investigadores de la Universidad de Texas condujeron un meta-análisis de la biodisponibilidad del calcio, el cual evaluó estudios sobre la biodisponibilidad de dos de las formas más comunes de los suplementos de calcio: citrato tricálcico y carbonato de calcio (8). Más del 90% de los estudios reexaminados mostraron mayor absorción de calcio a partir del citrato tricálcico que del carbonato de calcio, por un promedio de 22 a 27%.

Similarmente, el fosfato de calcio también se ha descrito en estudios científicos por demostrar menor biodisponibilidad que el citrato tricálcico (9). La absorción de calcio de la leche de soja fortificada con fosfato tricálcico alcanza sólo el 75% de la eficiencia del calcio de la leche de vaca (10). Aún más, no es considerado como un ingrediente apropiado para la fortificación, debido a las indeseadas características del anión de fosfato. El consumo de fosfato es reportado por exceder las RDA de adultos en prácticamente el 100% de la población (11). Por consiguiente, mayor adición de fosfato en los alimentos debe evitarse, a fin de ganar una mayor proporción calcio-a-fósforo, que es considerada favorable para una sufi-

ciente absorción de calcio.

#### INFLUENCIA DE LA SOLUBILIDAD EN LA BIODISPONIBILIDAD

Revisando los distintos estudios de biodisponibilidad que se realizaron con las sales orgánicas más comunes (listadas en la Tabla 1), se puede concluir que ellas muestran similar absorción de calcio (2). Esto es cierto, pese a que existen significativas diferencias de solubilidad entre las sales de calcio orgánicas en agua. Los investigadores acuerdan que estas diferencias no tienen un efecto significativo en la absorción en medioambientes ácidos, como el ácido gástrico del estómago humano, así como en las condiciones neutrales del intestino (2, 9, 12). Aunque, por ejemplo el citrato tricálcico demuestra sólo una solubilidad moderada en agua, se lo evaluó como teniendo la misma solubilidad en jugos gástricos artificiales que el lactato de calcio (13). Además, estudios en hombres sanos revelaron que, comparado al lactogluconato/carbonato de calcio y fosfato de calcio, la administración oral del citrato tricálcico induce el más alto suero de calcio y mayor reducción de la hormona paratiroidea, condiciones más favorables para construir la masa ósea o minimizar la reabsorción (14).

#### CONSIDERACIONES ECONÓMICAS VS. CONTENIDO DE CALCIO

Pese a que las sales inorgánicas de calcio son más económicas que las orgánicas, debido a su menor precio y alto contenido de calcio, no suelen utilizarse tanto en bebidas. Por otro lado, las fuentes orgánicas más utilizadas están dentro del mismo rango de precio, excepto por la fuente mineral premium lactato-gluconato de calcio. Por esta razón, su amplio rango de contenido de calcio (9 a 21%) posee un considerable impacto en el costo de las materias primas, cuando el precio de calcio agregado se calcula para el producto

que será fortificado. Entre las sales orgánicas con alta biodisponibilidad y perfiles de sabor más neutrales, el citrato tricálcico (21% de calcio) claramente se destaca como la opción más económica para adicionar calcio y es la principal opción para bebidas opacas. El lactato de calcio tiene aproximadamente el mismo precio, pero menor contenido de calcio (13%). Debido a su buena solubilidad, es una excelente alternativa para bebidas claras, siempre que la cantidad de calcio deseada no afecte la estabilidad y el sabor de la bebida. Para aquellas aplicaciones críticas, el lactato-gluconato de calcio (disponible hasta un 13% de calcio) justifica el precio premium para alcanzar los niveles de fortificación; por ejemplo, en gaseosas claras o premezclas concentradas. Otra posibilidad, con un precio intermedio entre las sales mencionadas, es utilizar el altamente soluble y de gusto neutral gluconato de calcio (9% de calcio); por ejemplo, para polvos para bebidas instantáneas.

#### CONCLUSIÓN

El progresivo éxito de las bebidas fortificadas con calcio habla por sí mismo. Los consumidores prefieren cada vez más alimentos con valor agregado nutricional, más que consumir suplementos nutricionales para poder alcanzar los requerimientos diarios de calcio. Las bebidas son vistas como uno de los mejores medios para ayudar a combatir la deficiencia de calcio. Sin embargo, el desafío para los elaboradores de alimentos y bebidas consiste en proveer un producto que tenga un alto contenido de calcio con buen sabor y propiedades atractivas. •

#### REFERENCIAS:

Por razones de espacio no se incluyen aquí las referencias bibliográficas, pero se encuentran a disposición de cualquier persona interesada. Solicítelas por e-mail a: [alimentacion@enfasis.com](mailto:alimentacion@enfasis.com)