

# Viabilidad de la Fortificación con Calcio de Bebidas Lácteas y de Soya

Dr. Gerhard Gerstner, Servicio Técnico  
Gerente de Jungbunzlauer Ladenburg GMBH  
Ladenburg, Alemania

Como los productos lácteos son la fuente más importante de calcio en nuestra dieta, han sido y siguen siendo el alimento ideal para fortificarse con calcio extra y proveer de mayores cantidades en una sola porción



Foto: Cranberry Marketing Committee USA 2

Se ha estimado que el mercado global para los alimentos que benefician la salud ósea ha alcanzado los \$2.8 billones en 2004, y se espera que crezca en un 5-10% por año. Como los productos lácteos son la fuente más importante de calcio en nuestra dieta, han sido y siguen siendo el alimento ideal para fortificarse con calcio extra y obtener las necesidades nutricionales y proveer de mayores cantidades en una sola porción.

Por otro lado, los productos de soya se consumen como una alternativa a sus contrapartes en productos lácteos y no contienen cantidades importantes de calcio. Por esto se fortifican con calcio, con el fin de complementar y obtener el valor nutricional de los productos lácteos y también proveer de calcio a estos grupos de la población (ej., personas intolerantes a la lactosa ó lacto-vegetarianos), que no pueden completar sus requerimientos diarios de este mineral tan importante debido a que llevan una dieta libre de lácteos.

Sin embargo, se debe considerar la viabilidad de adicionar calcio ya que la leche y productos de soya representan una matriz alimenticia compleja desde el punto de vista tecnológico. Este reto

lleva a los proveedores de sales minerales como Jungbunzlauer a ofrecer no sólo un producto sino una variedad de diferentes sales de calcio para aplicarse en la elaboración de alimentos como: citrato tricálcico, gluconato de calcio y el nuevo desarrollo lactato gluconato de calcio.

## Fuentes comunes de calcio para la fortificación de lácteos y productos de soya

Al consultar la lista de ingredientes de los productos lácteos y de soya, es evidente que no especifican la fuente del calcio pero sin embargo hay una variedad de diferentes posibilidades que se utilizan:

- sales inorgánicas como cloruro de calcio, carbonato de calcio y fosfato de calcio.
- Minerales de leche compuestas principalmente de fosfato de calcio.
- Sales orgánicas como citrato tricálcico, lactato de calcio, gluconato de calcio y lactato gluconato de calcio.

La selección de la fuente apropiada de calcio para una aplicación específica generalmente se basa en la consideración de las propiedades asociadas con el producto respectivo como la solubi-

lidad, el contenido de calcio, sabor y biodisponibilidad. Las consideraciones económicas es otro factor importante.

## Solubilidad vs contenido de calcio

Cuando se fortifica leche líquida o productos de soya, la solubilidad, características de disolución y la estabilidad de los ingredientes en solución son temas importantes. Existen sales de calcio con buena solubilidad como el gluconato de calcio, lactato de calcio y el lactato gluconato de calcio, pero su desventaja es su contenido de calcio comparablemente bajo (9-13% de calcio).

El cloruro de calcio inorgánico (36% de calcio) muestra buena solubilidad pero su uso está restringido debido a su sabor amargo y salado. Otras sales inorgánicas de calcio con un alto contenido de calcio como el carbonato de calcio y fosfato de calcio (38-40% de calcio), por otro lado, son poco solubles.

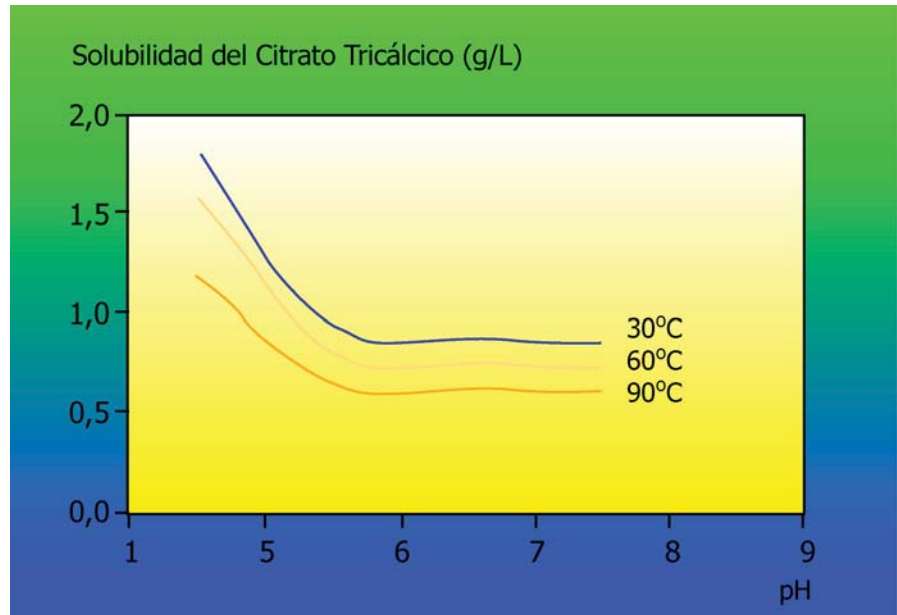
El citrato tricálcico ofrece una buena combinación: la forma común de tetrahidrato utilizada muestra un nivel alto de calcio (21%) y una solubilidad moderada (1g/l). El citrato tricálcico muestra una mejora en la solubilidad a un pH menor a 4.5, como se encuentra en las pre-

paraciones de frutas o jugos de frutas utilizados para los productos de fruta. En contraste a otras sales, el citrato tricálcico es más soluble a temperaturas bajas (llamada 'solubilidad inversa', figura 1), lo cual puede ser una ventaja para el procesamiento de alimentos en frío o en caliente. Para mejorar la solubilidad y fácil dispersión, Jungbunzlauer desarrolló un grado fino de citrato tricálcico M2090. Este polvo micronizado con un min. 90% < 20 µm, se puede disolver en bebidas lácteas o de soya y se pueden alcanzar altas concentraciones de calcio (hasta 180 mg Ca/100ml) sin efectos negativos en el sabor.

### Sabor y sensación bucal

Generalmente, altos niveles de calcio, particularmente de formas insolubles como carbonatos y fosfatos, tienden a producir una sensación bucal calcárea y puede promover el sabor astringente o amargo en el producto terminado. El lactato de calcio puede impartir algunas

Figura 1. Solubilidad en agua del citrato tricálcico Jungbunzlauer



notas amargas en altas concentraciones, comparable con las características encontradas en el cloruro de calcio. El carbonato de calcio puede estar entre el rango de jabonoso o acidulado. El fos-

fato de calcio tiene un sabor suave pero imparte una sensación bucal arenosa.

Los efectos negativos del calcio en el sabor se pueden enmascarar con

# ESTIMACION DE VIDA ÚTIL

¿Consumo preferente?    ¿Fecha de caducidad?    ¿Consumase antes de?

Deterioro, descomposición y funcionalidad, determinan La Vida de Anaquel de sus productos, para lo que realizamos estudios de acuerdo a las características de cada uno de éstos, considerando parámetros:

<b>MICROBIOLÓGICOS</b> Cuenta de Mesófilos Aeróbios Mohos y levaduras Coliformes totales Psicofílicos	<b>SENSORIALES</b> (Panel Entrenado) Color Olor Sabor Aspecto
<b>FÍSICOS</b> Viscosidad Consistencia (Bostwick) Color (Espectrofotómetro SP60 escala I.a.b.) °Brix pH	<b>QUÍMICOS</b> Índice de Peróxidos Acidez Humedad Degradación de Vitaminas



Procedimiento Certificado por NORMEX

www.silliker.com    www.silliker.com.mx



Proporcionamos soluciones integrales para la calidad e inocuidad de sus productos.

Guadalajara, Jal.  
Tel. (33) 3825 4006  
ventasgd@silliker.com.mx

Querétaro, Qro.  
Tel. (442) 216 1633  
Fax. (442) 215 4218  
ventasqro@silliker.com.mx

México, D.F.  
Tel. (55) 5273 5077 con 6 líneas  
Fax. (55) 2614 1142  
ituz@silliker.com.mx



### Lucha contra la osteoporosis y obesidad con calcio.

Luchar contra la osteoporosis y promover el consumo de calcio es un tema importante actualmente en Europa: Una de tres mujeres y uno de ocho hombres arriba de 50 años tienen fragilidad ósea y por tanto mayor riesgo de fractura. Además, actualmente se debate si el aumento del consumo de calcio es un medio efectivo para luchar contra otra enfermedad importante: la obesidad.

agentes quelantes (ej. Citrato de tripotasio), y con el uso de estabilizantes (ej., carragenina) así como con la adición de saborizantes. El citrato tricálcico es considerado una sal de sabor neutral ya que no son necesarios agentes enmascarantes.

Se conoce que el uso de sales de calcio solubles en altas concentraciones puede producir efectos adversos en productos lácteos y de soya. Añadir sales minerales y especialmente de calcio tienen un impacto fuerte en la funcionalidad de estos productos. Debido al hecho de que con altas concentraciones de sales solubles, existen más iones de calcio libres en la solución disponibles para reaccionar que con sales menos solubles, se pueden producir complicaciones al formarse sedimentos de calcio durante el tratamiento térmico y posteriormente en los anaqueles de venta. Esto sucede si los fosfatos y proteínas de la leche natural o soya reaccionan con el calcio disponible. Por tanto, a pesar de que sería más fácil añadir sales de calcio altamente soluble en lugar de citrato tricálcico a los productos lácteos,

sería difícil de lograr alcanzar concentraciones de calcio sin controlar el pH y la adición de agentes quelantes como el citrato de potasio. Debido a su solubilidad inversa, el citrato tricálcico es menos reactivo durante el proceso de calentamiento, lo que minimiza la precipitación, contaminación e intervalos de limpieza.

Ya que el tamaño de partícula y solubilidad se relacionan con las propiedades de sensación bucal, Jungbunzlauer ha desarrollado grados de micronizados de citrato tricálcico que combinan unas características excelentes de dispersión con un perfil de sabor neutral. Aunque haya sedimentación al final de la vida de anaquel, se puede re-disolver agitando el

envase, mientras que el fosfato tricálcico tiende a formar partículas más grandes o grumos que se pegan en el fondo.

### Biodisponibilidad

Cualquier efectividad de los nutrientes depende de su biodisponibilidad, lo que significa qué tanto lo absorbe el cuerpo humano y lo utiliza. En promedio, sólo del 10 al 30% de calcio se absorbe de una dieta mixta en adultos saludables. Varios factores diferentes influyen en este nivel, además de qué tipo de sal proporciona el calcio. Varios estudios científicos han demostrado que las sales orgánicas de calcio superan las fuentes de calcio inorgánicas como el carbonato de calcio y el fosfato de calcio considerando su biodisponibilidad

**Tabla 1. Lácteos (a) y bebidas de soya (b) fortificados con calcio encontrados en los supermercados europeos y estadounidenses, para niveles de concentración total de calcio.**

Producto fortificado	Sal de Ca	Estabilizantes	Contenido de Ca en 100 ml	Declaración de Ca	
a) Bebida de leche fermentada Leche baja en grasa	TCC	P	130 mg	El calcio es inevitable para huesos saludables	
	MC	-	150 mg		
	Leche descremada	TCP	-	150 mg	Calcio
	Leche baja en grasa	MC	C	150 mg	Extra calcio
	Bebida láctea baja en grasa	TCC	C	160 mg	Calcio Plus
	Bebida láctea mix	TCC	C	160 mg	Con Calcio
	Leche entera	TCP	-	160 mg	+ 33% Calcio
	Leche baja en grasa	CG	-	166 mg	Calcio añadido Plus
	Leche sin grasa	CLG	-	180 mg	+ Calcio
	Leche baja en grasa	MC	-	180 mg	Calcio
	Leche cuajada	TCC	-	180 mg	Minerales
Leche sin grasa	TCP	C, GG	208 mg	Fortificación con Calcio, 50% del valor diario	
b) Chocolate de leche de soya Leche de soya Leche de soya Leche de soya Leche de soya Leche de soya light  Leche de soya  Leche de soya vainialla Leche de soya	CC	XG, GG, C, DPP	75 mg	Con calcio añadido	
	TCC	-	120 mg	Con calcio añadido	
	TCC, CC	L	120 mg	Con calcio	
	TCP	C, LBG	120 mg	Calcio añadido	
	TCP	TPC	120 mg	Con calcio añadido	
	TCP	TPC, DPP, C, XG	120 mg	Tanto calcio como la leche de vaca	
	TCP	TPC, TPP	123 mg	20% más calcio que la leche, para huesos fuertes	
	CC	C	125 mg	Enriquecido con calcio	
	TCP	-	140 mg	+ Calcio	

Abreviaciones: C = carragenina, Ca = calcio, CC = carbonato de calcio, CG = gluconato de calcio, CLG = lactato gluconato de calcio, DPP = fosfato dipotásico, GG = goma guar, L = lecitina, LBG = goma de algarrobo, MC = calcio en leche, P = pectina, TCC = citrato tricálcico, TCP = fosfato tricálcico, TPC = citrato tripotásico, TPP = fosfato tripotásico, XG = goma xantana,

relativa. El citrato tricálcico, gluconato de calcio y gluconato lactato de calcio pertenecen a fuentes orgánicas altamente biodisponibles, comprobado por estudios en humanos y animales, además son al menos tan bien absorbidos como el calcio de la leche sola.

### Consideraciones económicas vs contenido de calcio

Las sales de calcio inorgánicas son más económicas que las sales orgánicas debido a su bajo precio y alto contenido de calcio. Se eligen si los fabricantes de bebidas lácteas y de soya le dan prioridad al precio sobre el valor nutricional (biodisponibilidad), cuando el desarrollo del producto y producción han sido aceptados o han resuelto las barreras tecnológicas (ej. sedimentación, sensación bucal).

Comparando por otro lado el principal uso de las fuentes orgánicas, todas están bajo el mismo rango de precio por kg, excepto para el caso de los minerales de leche más caros. Por esta razón, la amplia proporción de contenido de calcio del gluconato de calcio (9%), lactato de calcio o lactato gluconato de calcio (13%) y citrato tricálcico (21%), tiene un impacto importante en el costo de la materia prima cuando el precio del calcio que se añade se calcula para el producto que se va a fortificar. Entre las sales orgánicas con alta biodisponibilidad y más perfiles de sabor neutros, el citrato tricálcico (21% calcio) es claramente la opción más económica para la adición de calcio y es la opción principal para fortificar los productos de leche y soya.

### Procesamiento y aplicaciones

Para obtener en segundos una suspensión estable en leche líquida y productos de soya, se puede utilizar un mezclador jet (ej. Ytron-Y, Ytron Alemania) a 50°C. Esta temperatura se recomienda para mezclar a una viscosidad baja y evitar el daño en la matriz de la grasa de la leche. Con un agitador convencional, la dispersión homogénea del citrato tricálcico tardará más pero se puede hacer a temperaturas bajas (6-8°C), preferentemente usando una suspensión acuosa concentrada con sales de calcio. A estas temperaturas, el citrato tricálcico también se puede añadir junto con otros ingredientes secos, ej., vía un mezclador Ventury a la corriente del producto. No existe una secuencia determinada a seguir, sin embargo los ingredientes que aumenten la viscosidad como los agentes espesantes, se añaden preferentemente al final directamente antes del tratamiento térmico.

Las características descritas del citrato tricálcico micronizado lo convierte en una sal ideal para toda clase de aplicaciones en la fortificación de bebidas lácteas y de soya. En la tabla 1 encontrará algunas muestras de mercados europeos y estadounidenses. Al añadir calcio extra, estos productos se pueden fortificar a mayores niveles o simplemente reajustar

a los niveles de calcio de la leche (120 mg/ 100ml) cuando el uso de materia prima e ingredientes bajos en calcio produzca una disminución de los niveles de minerales.

### Conclusiones

El reto de los fabricantes de productos lácteos y de soya es proveer de un producto con alto contenido de calcio de buen sabor y apariencia. Desde que el citrato tricálcico está disponible, éste ha reemplazado el uso de sales orgánicas e inorgánicas. Una explicación importante desde el punto de vista tecnológico es que especialmente en la matriz de la leche y de la soya, las sales de calcio altamente dispersables tienen ventajas sobre las alternativas altamente solubles. Entre las sales orgánicas con alta biodisponibilidad y mayor perfil de sabor neutro, el citrato tricálcico (21% calcio) encabeza una de las opciones más económicas para la adición de calcio y ha demostrado ser la opción principal para los productos lácteos y de soya.

#### Fuente:

Wellness Foods Europe  
Noviembre 2004.

Traducción: I.A. Violeta Morales Vértiz.

**EMPAQUE AL VACÍO**

**SMARTVAC**  
CARNOTEX

**EL EMPAQUE INTELIGENTE**

- Empacadoras al vacío
- Tánques y túneles de encogimiento
- Bolsas laminadas y termoencogibles
- Bolsas para pasteurizado y cocción
- Película cubre hueso

Super 42      Extra 52      Supra 260

**CARNOTEX, S.A. de C.V.**  
Dr. Federico Sotelo s/n  
Microparque Industrial; Hermosillo, Sonora  
Tel. (662) 261 79 99, Fax (662) 261 84 78  
[www.empaquealvacio.com](http://www.empaquealvacio.com)

**CARNOTEX**  
TECNOLOGÍA CÁRNICA

# Efecto de la Suplementación con Vitamina E y Tiempo de Alimentación en la Calidad de la Carne de Cerdo. Parte 2 de 2

Q. Guo,\* B.T. Richert,\* J.R. Burgess,† D.M. Webel, ‡ D.E. Orr,‡ M. Blair, § A. L. Grant,\* y D.E. Gerrard\*<sup>2</sup>

Algunos estudios han mostrado que el aumento de los niveles de  $\alpha$ -tocoferol en dietas de cerdos terminados puede aumentar la estabilidad de la grasa del cerdo, específicamente en la fracción fosfolípida insaturada que consiste principalmente de membranas subcelulares.



Fuente: Big Dutch Man 2

## Introducción

La oxidación de lípidos produce el deterioro de la calidad del cerdo por producir sabores discordantes (Spanier et al., 1988) y decrece su apariencia, textura y valor nutricional (Buckley et al., 1995). Generalmente se acepta que la oxidación de lípidos en productos cárnicos se inicia en la fracción fosfolípida insaturada, la cual consiste principalmente de membranas subcelulares (Gray y Pearson, 1987). La suplementación con vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol acetato; **VE**) retrasa este proceso (Monahan et al., 1992; Jensen et al., 1997). Algunos estudios han mostrado que el aumento de los niveles de  $\alpha$ -tocoferol en dietas de cerdos terminados puede aumentar la estabilidad de la grasa del cerdo (Cannon et al., 1995b).

Asghar et al. (1991<sup>a</sup>) y Monahan et al. (1994a) reportaron que alimentar con 200IU/kg de VE produjo una reducción de oxidación de lípidos que fue medido como sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (**TBARS**). Además de la reducción de oxidación lipídica, se mejoraron las características de estabilidad de color y pérdidas por exudación en chuletas de cerdo frescas. Otros han demostrado que niveles altos de suplementación con VE (300 mg/kg) en los últimos 60 días de terminación aumento los niveles de  $\alpha$ -tocoferol en tejido y redujo la producción de TBARS (Corino et al., 1999). Además, alimentar con VE hasta 700 mg/kg mejoró la estabilidad oxidativa de lípidos en cerdos al disminuir TBARS en 52% en carne fresca y cocida durante el almacenamiento bajo refrigeración, se ha observado pocos efectos positivos en el color o en las pérdidas por exudación

(Jensen et al., 1997). Sin embargo, añadir  $\alpha$ -tocoferol (0 a 1,000 IU/kg) durante el procesamiento tiene poco efecto en la oxidación lipídica durante el almacenamiento en congelación (-18°C) por 37 semanas (Channon y trout, 2002), sugirieron que el  $\alpha$ -tocoferol se debe integrar biológicamente en el tejido antes de que se produzcan los efectos benéficos.

De esta manera se diseñó un estudio para determinar si aumentar los niveles de  $\alpha$ -tocoferol en la alimentación podría afectar los rasgos de la canal y el estado oxidativo de la carne de cerdo cruda y cocida durante su almacenaje a corto y largo plazo.

## Parte 2. Continuación de lo publicado en la edición ene/feb 2009 de Mundo Lácteo y Cárnico

Los sensores se limpiaron después de cada medida enjuagando secuencialmente en cloro al 10% y soluciones de pepsina al 10% (0.1 g/ml; Fisher Scientific, Pittsburg, PA) cada una durante 10 min. Para asegurar que las medidas se tomaran cerca del centro del músculo, los sensores de pH se insertaron aproximadamente a 4.5cm de la línea del centro de la canal a una profundidad de aproximadamente 5 cm a un ángulo perpendicular al eje de la LM.

Se cortaron ambos jamones de cada cerdo de la canal y se separó la grasa y carne magra. La carne magra (>90% magra) se molió (plato de 6.4mm), se añadió sal (2% wt/wt) y se preparó la mezcla, se volvió a moler (con un plato de 3.2mm) y se formaron las hamburguesas. Se colocaron las hamburguesas frescas (n= 2/cerdo) en charolas de poliestireno y se envolvieron con PVC permeable al oxígeno (velocidad de transmisión de  $O_2 \cdot [m^2]^{-1} \cdot 24 h^{-1}$  a 1 atmósfera, 23°C y 75% de humedad relativa). Las hamburguesas se almacenaron a

\*Department of Animal Sciences, †Department of Foods and Nutrition, Purdue University, West Lafayette, IN 47907; ‡JBS United, Sheridan, IN 46069; and §Adisseo USA Inc., Alpharetta, GA 30005.