

## USOS Y APLICACIONES AGROINDUSTRIALES DEL ANHÍDRIDO SULFUROSO

**CARLOS SILVA P.**  
Químico Farmacéutico  
Depto. Agroindustria y  
Tecnología de Alimentos

### 1. INTRODUCCION

El anhídrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ) y otros compuestos que lo liberan en las condiciones de uso son aditivos alimentarios que se conocen colectivamente como agentes sulfitantes. El anhídrido sulfuroso tiene una larga historia como aditivo de alimentos. Los griegos escribieron acerca de su uso en fumigación de casas. Los egipcios y romanos lo usaban para la sanitización de vasijas de vino y su uso como preservante de alimentos data al menos de 1664 cuando la sidra se agregaba a recipientes que todavía contenían  $\text{SO}_2$ .

El uso de otros agentes sulfitantes como aditivos de alimentos apareció mucho más tarde. Así es como en EE.UU. aparecieron el Bisulfito de Sodio en 1921, Sulfito de Sodio en 1930, Metabisulfito de Sodio y Metabisulfito de Potasio en 1939.

En los últimos años se ha observado una creciente utilización de estos aditivos en alimentos. En el Cuadro 1 pueden verse datos sobre la producción de los principales agentes sulfitantes que se usan en alimentos en EE.UU.

En el Cuadro 1 se observa que el Bisulfito de Sodio y el Anhídrido Sulfuroso representan los productos que se usan en mayores cantidades como agentes sulfitantes en alimentos. Por otra parte es necesario hacer presente que todos los productos distintos al  $\text{SO}_2$  que se presentan en dicho Cuadro también producen en ambiente húmedo, o en solución acuosa, el anhídrido sulfuroso.

CUADRO 1

**Agentes Sulfitantes para uso en alimentos  
(EE.UU., 1976)**

	Cantidad producida (kg)
Bisulfito de Sodio	2.222.640
Anhídrido Sulfuroso	997.920
Metabisulfito de Potasio	99.792
Metabisulfito de Sodio	41.731
Sulfito de Sodio	6.804

Fuente: Taylor S.L. et al (1986).

### APLICACIONES CORRIENTES DE LOS AGENTES SULFITANTES

Los agentes sulfitantes son usados para muchos e importantes propósitos. Los principales son los siguientes:

- Inhibición del pardeamiento no-enzimático.
- Inhibición de varias reacciones enzimáticas.
- Inhibición y control de microorganismos.
- Usos como agentes antioxidantes y reductores.
- Usos como agentes decolorantes.
- Usos secundarios.

### Inhibición del pardeamiento no-enzimático o reacción de Maillard

El pardeamiento enzimático se refiere a diversas reacciones que comúnmente envuelven la formación de pigmentos pardos con estructura de polímeros. Los ejemplos incluyen las reacciones entre aminoácidos y azúcares reductores y la caramelización de los azúcares. La química de las reacciones involucradas es compleja y no está completamente estudiada.

La industria alimentaria puede recurrir a ciertas medidas para prevenir el pardeamiento: (a) como la reacción se produce entre 0° y 90°C, una refrigeración retarda la reacción; (b) dado que el pH óptimo es entre 7 y 10, conviene bajar el pH; (c) como la humedad es óptima entre 2 y 10%, es apropiado disminuir dicha humedad; (d) también es conveniente reemplazar la glucosa por sacarosa (evitando a la vez su inversión); (e) evitar la presencia de Cu, Fe y fosfatos que catalizan la reacción; (f) usar SO<sub>2</sub> u otros agentes sulfitantes que inhiben casi totalmente el pardeamiento no-enzimático. El SO<sub>2</sub> o los sulfitos reaccionan con los grupos carbonilos de los azúcares dando compuestos llamados sulfonatos que son muy estables y de esa forma se retarda la aparición de los pigmentos.

Los agentes sulfitantes se usan para controlar la decoloración de vinos, de frutas secas, hortalizas deshidratadas, papas deshidratadas, coco, pectinas, algunas variedades de vinagre y jugo de uva blanca. También han sido usados para controlar los procesos de caramelización comercial y en la formación de color en la producción de azúcar de remolacha.

### Inhibición de varias reacciones enzimáticas

El SO<sub>2</sub> y los agentes sulfitantes pueden actuar como inhibidores de numerosas reacciones enzimáticas incluyendo las catalizadas por la polifenol-oxidasa, la ascorbato-oxidasa, la lipoxigenasa, la peroxidasa y las enzimas tiama-dependientes.

La inhibición de la polifenol oxidasa es útil en el control del pardeamiento enzimático. La polifenol oxidasa cataliza la oxidación de mono y orto - difenoles a quinonas. Las quinonas pueden ciclarse, sufrir una oxidación posterior y condensarse para formar pigmentos de color pardo semejantes a los señalados en el pardeamiento no-enzimático.

También en este tipo de inhibición los me-

canismos de acción no son muy conocidos, pero probablemente envuelven varios diferentes tipos de acción.

La inhibición del pardeamiento enzimático es la razón fundamental para usar SO<sub>2</sub> y/o agentes sulfitantes en verduras y frutas como ensaladas de frutas, lechuga y paltas.

También se ha usado SO<sub>2</sub> en papas prepeladas, papas en torrijas, manzanas cortadas en torrijas y otras frutas que se suministran a la industria pastelera. También en el caso de hongos frescos, uvas de mesa, zapallos, coliflores, tomates y pimentones rojos y verdes.

Los agentes sulfitantes pueden también prevenir malos sabores (debido a la inhibición de la enzima lipoxigenasa) en arvejas almacenadas y deshidratadas. Un uso interesante de estos agentes es el control en la formación de manchas negras en los camarones y otros productos marinos.

Finalmente la fermentación anaeróbica puede ser inhibida por el SO<sub>2</sub> en los jugos de uva, lo cual es esencial en la producción de vinos.

### Inhibición y control de microorganismos

El SO<sub>2</sub> y otros agentes sulfitantes juegan papeles cruciales en la inhibición de bacterias en varios procesos alimentarios. En el proceso de vinificación son empleados para prevenir fermentaciones bacterianas indeseables de la uva.

También es fundamental su aplicación en uvas de mesa para prevenir crecimientos bacterianos y de hongos, como es el caso de *Botrytis cinerea*, en prevención de deterioros de post-cosecha de frutas usadas para la producción de jugos.

Los agentes sulfitantes son agentes antimicrobianos selectivos con más efectos inhibitorios sobre las bacterias del grupo ácido acético, las del ácido láctico y sobre los hongos que sobre las levaduras.

Los productos de combinación del SO<sub>2</sub> no tienen acción antimicrobiana. Por lo tanto se requiere más SO<sub>2</sub> para preservar un jarabe de glucosa que uno de sacarosa (pues el SO<sub>2</sub> se combina con la glucosa pero no con la sacarosa).

También se debe agregar gran cantidad de SO<sub>2</sub> al vino a causa de la combinación del SO<sub>2</sub> con los productos de la fermentación como el acetaldehído.

### Usos como agentes antioxidantes y reductores

Los efectos antioxidantes de los agentes sulfitanes se deben al efecto preservante que tienen sobre el ácido ascórbico y, al efecto inhibitorio del pardeamiento enzimático y no-enzimático.

El  $\text{SO}_2$  previene la oxidación de aceites esenciales y carotenoides, los cuales generarían malos sabores y también inhibe cambios oxidativos en la cerveza, los cuales se consideran indeseables en el desarrollo de su sabor.

Los agentes sulfitanes son ampliamente usados como "acondicionadores de masa" en la industria pastelera para galletas, masas de pizza congeladas, pasteles y otros productos. En estos productos dichos agentes actúan rompiendo los enlaces disulfuros en la "fracción gluten" de la masa.

El  $\text{SO}_2$  también ha sido usado para mejorar la extracción de pectinas desde varias fuentes debido a su capacidad para depolimerizar las pectinas.

### Usos como agentes decolorantes

La principal aplicación de las propiedades decolorantes del  $\text{SO}_2$  es la decoloración de cerezas para la producción de "cerezas marraschino" y frutas confitadas. Los agentes sulfitanes también decoloran las pectinas y almidones de alimentos.

La uniformidad y translucidez de color en los frutos cítricos se mejoran al almacenarse en soluciones de agentes sulfitanes.

### Usos secundarios

Hay muchos de ellos. Entre los más conocidos está el mejoramiento en la extracción de almidón de maíz, el control de un exceso de alcalinidad y el mejoramiento en las propie-

dades de ebullición del jugo de azúcar de remolacha.

También se ha mencionado la prevención en la decoloración rosada notada en ciertas variedades de peras enlatadas.

## RESUMEN SOBRE APLICACIONES Y CONSUMOS DE AGENTES SULFITANTES EN DIVERSOS ALIMENTOS

En los puntos anteriores se ha visto como el  $\text{SO}_2$  o los agentes sulfitanes se utilizan para una gran variedad de productos y por muchas razones.

La Federación de Sociedades Americanas para la Biología Experimental (FASEB) hizo un resumen sobre aplicaciones y niveles de consumo de los agentes sulfitanes que se muestra en el Cuadro 2.

Es posible que algo de la información proporcionada en dicho Cuadro deba ser verificada para una mayor exactitud. También los usos y niveles residuales pueden no ser representativos de toda la industria. Otra de las deficiencias en la información actual es la falta de análisis de alimentos sulfitados en el punto de consumo. El almacenaje, el procesamiento y la preparación de los alimentos pueden afectar los niveles residuales de  $\text{SO}_2$  o agentes sulfitanes. Por lo tanto serán necesarias mayores investigaciones para determinar con mayor exactitud la exposición real de los consumidores al  $\text{SO}_2$  y otros agentes sulfitanes porque en el último tiempo la seguridad en su uso ha sido cuestionada en EE.UU. y otros países, debido a su posible incidencia en reacciones asmáticas de personas alérgicas.

Sin embargo, el uso de anhídrido sulfuroso y otros agentes sulfitanes es fundamental y no se ha encontrado, todavía, otro aditivo que pueda reemplazarlo con éxito en la industria alimentaria.

CUADRO 2  
Consumo estimado de sulfitos en varios alimentos(a)

Categoría	Subcategoría	Nivel estimado en producto como es consumido (b)	Consumo del alimento (g/persona día)	Consumo de Sulfitos (c) (mg/persona día)
Productos de pastelería	Galletas	5	6,2	0,031
	"Crackers"	5	2,9	0,014
	Masa de prepizza	5	1,3	0,007
Bebidas no alcohólicas	Cola	4	—	—
	Ginger ale	1	—	—
	Jugos carbonatados	4	—	—
Bebidas alcohólicas	Cerveza	10	38	0,38
	Vino	150	5,4-24,5	0,81-3,68
Té	Té instantáneo	5-6	24	0,14
	Hojas de té	—	95	—
Condimentos	Aceitunas	2	0,7	0,002
	Pickles	30	0,25	0,008
	"Dressing" para ensaladas	10	0,08	0,001
	Vinagre de vino	75	0,24	0,018
Pescados y mariscos	Bacalao seco	10	12	0,12
	Camarón	4-36	0,6	—
Fruta fresca	Uvas	1-5	3,9	—
Fruta seca o deshidratada (d)	Total	1.200	0,49	0,59
Jugos de fruta	Concentrado de manzana	5	42,6	0,243
	Cerezas	10	0,2	0,002
	Uva, roja	3	3	0,009
	Uva blanca o rosada	85	0,3	0,025
	Limón, no-congelado	800	0,12	0,096
	Lima, no-congelada	160	0,04	0,016
Fruta en tarro	Cerezas "marraschino"	50	0,3	0,015
Gelatina	Total	5	6,6	0,033
	Mezcla con sabor	4	—	—
	Mezcla sin sabor	5	—	—
Productos derivados de granos	Almidón de maíz y almidón modificado	20	3,7	0,074
Salsas	Carne, tomates, leche, mantequilla	75	3	0,225
Mermeladas y jaleas	Domésticas	5	5,7	0,029
	Importadas	13,6	0,06	0,001
	Con pectina	10-50	—	—
Aislados de proteína de soya		2-5	0,25	0,017
Sopas	Mezclas desecadas	0,5	9,3	0,005

Categoría	Subcategoría	Nivel estimado en producto como es consumido (b)	Consumo del alimento (g/persona/día)	Consumo de Sulfitos (c) (mg/persona/día)
Azúcares y Jarabes	Promedio	7	99	0,70
	HFCS	3	50	0,150
	Jarabe de arce	20	3	0,060
	Melazas	125	0,27	0,033
Vegetales frescos	Total	16	39,1	0,063
	Champiñones	13	0,2	—
	Lechuga de restaurant ("Salad bar")	950	—	—
	Ensalada de repollo	10-250	—	—
Vegetales en tarro	Total	5	65	0,325
	Papas	10	0,27	—
	Cebollas pickles	30	—	—
	Pimentones pickles	30	—	—
	Chucrut (en vidrio)	30	0,12	—
	Chucrut (en tarro)	12	1,1	—
Vegetales secos	Papas	75	3,2	0,24
	Vegetales congelados	Papas	20	1,7
Jugos de vegetales	Total	5	10	0,05
	Jugo del chucrut	100	—	—

(a) Extractado del Informe "The reexamination of the Gras Status of Sulfiting Agents" preparado por la Oficina de Investigación de las Ciencias de la Vida (Federación de Sociedades Americanas para Biología Experimental) Enero, 1985.

(b) Expresado como ppm de SO<sub>2</sub> equivalentes a datos de SO<sub>2</sub> total en la mayoría de los casos.

(c) Expresado como ppm de SO<sub>2</sub>.

(d) Incluye: manzanas deshidratadas, damascos, duraznos, pasas rubias, cerezas, higos, peras, piñas, mangos y papayas.

## BIBLIOGRAFIA

- BALOGH, A.K., BUCKLE, K.A., and EDWARDS, R.A. 1977. Stability of B-carotene in model systems containing sulphite. *J. Food Technol.* 12, 309-316.
- CHANDLER, B.V. and CLEGG, K.M. 1970. Pink discoloration in canned pears. III Inhibition by chemical additives. *J. Sci. Food Agric.* 21, 323-328.
- CRUESS, W.V., and GLICKSON, D. 1932. Observations on brining and candying of citron. *Fruit Prod. J.* 12,17-18,25.
- EVELYN, J. 1664. "Aphorisms concerning cider", p. 24. Martin and Allestry, London.
- JOSLYN, M.A., and BRAVERMAN, J.B.S. 1954. The Chemistry and technology of the pretreatment and preservation of fruit and vegetable products with sulfur dioxide and sulfites. *Adv. Food Res.* 5, 97-160.
- MCGINNIS, R.A. 1982. "Beet-Sugar Technology", p. 265. Beet Sugar Development Foundation, Fort Collins, Colorado.
- MORRIS, J.R., CAWTHON, D.L., and FLEMING, J.W. 1979. Effects of temperature and SO<sub>2</sub> addition on quality and postharvest behavior of mechanically-harvested juice grapes in Arkansas. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 104,166-169.

NELSON, K.E. 1983. Effects of in-package sulfur dioxide generators, package liners, and temperature on decay and desiccation of table grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 34,10-16.

ROBERTS, A.C., and McWEENY, D.J. 1972. The uses of sulphur dioxide in the food industry-a review. *J. Food Technol.* 7, 221-238.

SCHMIDT-HEBBEL et al., 1973. "Ciencia y Tecnología de los Alimentos". Edit. Universitaria, Santiago, Chile.

SCHROETER, L.C. 1966. "Sulfur Dioxide Applications in Foods, Beverages and Pharmaceuticals". Pergamon, Oxford.

TAYLOR, S.L., HIGLEY, N.A. and BUSH L.K., 1986. "Advances in food research" Vol. 30. Academic Press Inc.



DAVID DEL CURTO S.A.



AGRICOLA