

Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) sobre el empleo como sal comestible del cloruro sódico obtenido a partir de un proceso de producción de cloruro potásico por flotación

Sección de Seguridad Alimentaria y Nutrición

Elena Alonso Lebrero, José Manuel Barat Baviera, María Pilar Conchello Moreno, Ramón Estruch Riba, María Antonia Ferrús Pérez, Guillermina Font Pérez, Susana Guix Arnau, Arturo Hardisson de la Torre, Ángeles Jos Gallego, Ascensión Marcos Sánchez, Amelia Marti del Moral, Olga Martín Belloso, María Aránzazu Martínez Caballero, Alfredo Palop Gómez, Gaspar Pérez Martínez, José Luis Ríos Cañavate, Gaspar Ros Berrueto, Jesús Ángel Santos Buelga, Jesús Simal Gándara, Josep Antoni Tur Marí

Secretario técnico

Vicente Calderón Pascual

Número de referencia: AECOSAN-2015-002

Documento aprobado por la Sección de Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité Científico en su sesión plenaria de 4 de marzo de 2015

Grupo de trabajo

José Manuel Barat Baviera (Coordinador)

Guillermina Font Pérez

José Luis Ríos Cañavate

Jesús Simal Gándara

Antonio Pla Martínez (Colaborador externo)

Ricardo López Rodríguez (AECOSAN)

Resumen

Entre los procedimientos que se han utilizado en España para la obtención de sal se encuentra un caso en el que se ha empleado la purificación y cristalización de la sal obtenida a partir del proceso de producción de cloruro potásico por flotación. Este proceso conlleva una primera etapa consistente en la extracción del mineral bruto compuesto de cloruro sódico y cloruro potásico junto con otras impurezas. Tras eliminar parte de las impurezas el mineral era sometido a un proceso de flotación para la separación de cloruro potásico que puede conllevar la utilización de reactivos de distinta naturaleza, tales como agentes floculantes, espumantes y colectores. Inicialmente la sal obtenida por este procedimiento en los años 60 a 90 se depositó sin darle ningún aprovechamiento y, posteriormente, se inició la explotación comercial del depósito como sal comestible.

La falta de información sobre las sustancias concretas utilizadas en el proceso de producción de cloruro potásico crea una incertidumbre, por lo que se ha considerado necesario valorar un grupo más amplio de sustancias del que probablemente se hayan utilizado y proponer que se controle la ausencia de todos ellos por encima de unos valores de referencia para su determinación basados en consideraciones toxicológicas.

Así, desde el punto de vista de la potencial presencia de aminas alifáticas y alcohol aminas el valor de referencia para determinar su ausencia es de 0,3 mg N₂/kg de sal.

Para el caso concreto de la suma de aminas aromáticas potencialmente presentes se propone un valor de referencia para determinar su ausencia tan bajo como lo permita el límite de detección de la técnica analítica y, como máximo, de 30 µg de aminas aromáticas totales/kg de sal.

La ausencia de residuos de aceite esencial de pino basada en la determinación de alfa terpineol debe determinarse, al menos, a un nivel de 1 µg/kg de sal.

Palabras clave

Sal, cloruro sódico, cloruro potásico, flotación.

Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Consumer Affairs, Food Safety and Nutrition (AECOSAN) on the use of sodium chloride edible salt obtained from a potassium chloride production by flotation process

Abstract

The procedures used in Spain for the extraction of salt include a case which uses the purification and crystallization of the salt obtained from the process for the production of potassium chloride by flotation. This process involves an initial stage consisting in the extraction of the raw mineral made up of sodium chloride and potassium chloride and other impurities. After eliminating some of the impurities, the mineral undergoes a flotation process for the separation of potassium chloride involving the use of different reactants, including flocculants, foaming agents and collectors. Initially the salt obtained in this procedure between the sixties and the nineties was dumped as useless. Subsequently, the commercial development of the dumps for use as edible salt was started.

The lack of information regarding the specific substances used in the potassium chloride production process, the subject of this report, creates uncertainty. Therefore it has been considered necessary to assess a wider group of the substances which may have been used and recommend that the absence of all these substances at levels above the reference values is monitored for their determination based on toxicological considerations.

Therefore, from the point of view of the potential presence of aliphatic amines and amino alcohols the reference value to establish their absence is 0.3 mg N₂/kg of salt.

For the specific case of the sum of potentially present aromatic amines a reference value for determining their absence is recommended as low as the detection limit of the test technique permits and, at maximum, of 30 µg of total aromatic amines/kg of salt.

The absence of pine oil residues based on the determination of alpha terpineol must be established, at minimum, at a level of 1 µg/kg of salt.

Key words

Salt, sodium chloride, potassium chloride, flotation.

1. Introducción

En España, la obtención, circulación y venta de sal y salmueras comestibles se encuentra regulada por el Real Decreto 1424/1983 (BOE, 1983), que tiene por objeto definir, a efectos legales, qué se entiende por sal y salmueras comestibles y fijar, con carácter obligatorio, las normas de dichos productos, las condiciones técnicas y sanitarias que deben reunir las industrias que se dedican a la fabricación, preparación y/o mezcla de los mismos, así como las condiciones de higiene en la elaboración y envasado, en su caso, y establecer las condiciones a que se debe someter el almacenamiento y transporte de dichos productos.

Aunque la Norma del *Codex* para la sal de calidad alimentaria (*Codex Stan 150-1985*) excluye expresamente en su ámbito de aplicación a la sal obtenida de fuentes distintas de las que se mencionan en la Sección 2 de dicha norma, en particular toda sal que sea subproducto de las industrias químicas, actualmente, no existen restricciones legales a nivel nacional respecto a la obtención de sal comestible procedente de procesos químicos, recuperación de salazones, salmueras, pesca o de otros usos industriales.

Entre los procedimientos que se han utilizado en España para la obtención de sal se encuentra un caso en el que se ha empleado la purificación y cristalización de la sal obtenida a partir del proceso de producción de cloruro potásico por flotación. Este proceso conlleva una primera etapa consistente en la extracción del mineral bruto compuesto de cloruro sódico y cloruro potásico junto con otras impurezas. Tras eliminar parte de las impurezas el mineral era sometido a un proceso de flotación para la separación de cloruro potásico que puede conllevar la utilización de reactivos de distinta naturaleza, tales como agentes floculantes, espumantes y colectores. Inicialmente la sal obtenida por este procedimiento en los años 60 a 90 se depositó sin darle ningún aprovechamiento y, posteriormente, se inició la explotación comercial del depósito como sal comestible.

La sal obtenida mediante este tipo de proceso debe cumplir con las características establecidas en el artículo 13 del Real Decreto 1424/1983, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la obtención, circulación y venta de la sal y salmueras comestibles si se quiere emplear en alimentación humana. No obstante, dado que cada proceso conlleva la utilización de un mineral de partida que puede contener diversas impurezas pudiéndose utilizar distintos reactivos en el proceso de flotación y aunque la información disponible sobre los reactivos utilizados entonces en la producción de cloruro potásico es limitada, las autoridades de control han considerado necesario valorar si en la sal obtenida pueden estar presentes residuos derivados de este proceso de producción que puedan suponer algún tipo de riesgo para la salud de los consumidores y que no estén regulados por el Real Decreto 1424/1983.

Por este motivo, el Consejo de Dirección de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) ha solicitado a la Sección de Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité Científico que realice una valoración respecto a la seguridad para uso alimentario y para el tratamiento de las aguas de consumo de la sal obtenida a partir de un proceso de obtención de cloruro potásico por flotación.

2. Proceso de obtención de sal comestible

El proceso para la obtención de sal comestible cuya evaluación ha sido solicitada por la AECOSAN, consta de dos etapas principales:

- Extracción y separación del cloruro sódico.
- Disolución, purificación y cristalización.

2.1 Extracción y separación del cloruro sódico

El proceso para la obtención de cloruro sódico comienza con la extracción de un mineral bruto (denominado silvinita) compuesto fundamentalmente por cloruro de potasio, cloruro de sodio y cloruro de magnesio.

Una vez extraído, el mineral es sometido a un proceso que consta de dos fases:

- El objetivo de la primera fase es obtener un mineral cuyas características permitan una buena separación de los cloruros sódico y potásico. Para ello, el mineral bruto con tamaño superior a 5 mm es sometido a una molienda en seco, añadiéndose a continuación una solución saturada de cloruro sódico y potásico (aguas madres) que sirve, al estar saturada, como vehículo de transporte. La composición de las aguas madres es: cloruro de potasio (100 g/l), cloruro de sodio (204 g/l) y cloruro de magnesio (50 g/l).

A continuación, el mineral es sometido a un proceso de cribado y molienda (molinos de barras) para reducir su tamaño a partículas menores de 1 mm.

Seguidamente se procede a eliminar la mayor parte de las impurezas insolubles. Para ello, el mineral es sometido a fuertes agitaciones en unas celdas de desquizado de tal forma que se consigue separar las partículas insolubles adheridas a las de cloruro sódico y cloruro potásico. La pulpa resultante está compuesta por arcillas y cloruro sódico y potásico que son separados en unos tanques bioseparadores donde sedimentan las partículas más gruesas (mineral compuesto fundamentalmente de cloruro sódico y potásico) y se separan de las más finas (arcillas insolubles).

El mineral separado rico en cloruro sódico y potásico se somete de nuevo a un proceso de lavado empleando clasificadores e hidroespesadores de tal forma que se termina de eliminar las arcillas que puedan quedar, obteniéndose así un mineral con una granulometría inferior a 1 mm y compuesto mayoritariamente por cloruro sódico y cloruro potásico.

- La segunda fase consiste en la separación del cloruro sódico y el cloruro potásico mediante un proceso de flotación. Este proceso requiere la utilización de un agente floculante o depresor (fécula de patata o de maíz), cuya función es aglutinar las micropartículas de arcilla que aún pudieran estar presentes en el mineral y hacerlas sedimentar, un agente espumante (aceite esencial de pino) para dar consistencia a las burbujas de aire en el seno de las pulpas de flotación y un agente colector (compuestos amónicos) cuya función es recubrir las partículas de cloruro potásico haciéndolas aerófilas e hidrófobas. Esto provoca, a su vez, que estas partículas de cloruro potásico se adhieran a las burbujas de aire formadas y se desplacen hacia la superficie de la celda de flotación donde son recuperadas mecánicamente en forma de pulpa junto con el espumante y el colector.

Asimismo, las partículas de cloruro sódico quedan sedimentadas en forma de pulpa en el fondo de la celda de flotación. Esta pulpa es sometida a un proceso de lavado y filtrado eliminando así la parte líquida que es recirculada al circuito de aguas madres. El mineral sólido así obtenido (fundamentalmente cloruro sódico) se deposita al aire libre hasta su posterior disolución, purificación y cristalización.

2.2 Disolución, purificación y cristalización

El cloruro sódico se obtiene por cristalización de la sal disuelta, mediante el empleo de un evaporador.

- Etapa 1. El cloruro sódico depositado es mezclado y disuelto con un condensado para formar una salmuera saturada. El material insoluble queda en el fondo del tanque y se elimina del mismo. La salmuera saturada se filtra mediante un filtro de arena de lecho profundo con el objetivo de reducir los insolubles de la misma a un valor inferior a 50 ppm. Esta salmuera se conduce a unos tanques de almacenamiento antes de pasar a la etapa 2.
- Etapa 2. La salmuera saturada se evapora en un sistema de intercambiadores de calor, provocando la precipitación de los cristales de sal (principalmente cloruro sódico y algo de sulfato cálcico). Los cristales de sulfato cálcico se separan gracias a su menor tamaño, y se elimina la mayor parte de la fase líquida de los cristales de sal mediante centrifugas, alcanzando una humedad cercana al 2,5 %.

Etapas auxiliares

- Corriente de agua del proceso. Hay un circuito cerrado del agua empleada en el proceso. El vapor de agua generado en los evaporadores por dónde circula la salmuera saturada, cuya sal acaba precipitando, son tratados, comprimidos y sobrecalentados para reutilizarlos como fluido calefactor en el intercambiador de calor. Estos vapores condensados son enfriados y empleados para disolver la sal de la materia prima procedente del proceso de flotación del cloruro potásico. De esta forma el agua vuelve a entrar en el concentrador y empieza el ciclo de nuevo.
- La purga del concentrador que contiene los cristales más pequeños de sulfato cálcico se decanta para separar por un lado los citados cristales y por otro las posibles especies minerales no disueltas.

3. Riesgos potenciales

El empleo del subproducto de la flotación de cloruro potásico para la obtención de sal de uso alimentario, reviste como riesgos específicos y diferenciados respecto a los riesgos genéricos que puedan existir en el proceso de obtención de sal de uso alimentario, la potencial presencia de restos de las aminas empleadas a modo de colector y de aceite esencial de pino empleado como estabilizante de la espuma. Hay que añadir que cabría esperar que la mayor parte de las aminas y aceite esencial de pino empleados sean retirados juntos con las espumas en las que se concentra el cloruro potásico.

Los citados restos quedarían en la fase líquida saturada en cuyo seno precipitan los cristales de sal. Dichos cristales son separados de la salmuera saturada hasta alcanzar niveles de humedad en torno al 2,5 %. Posteriormente la sal se seca antes del envasado, por lo que parte de los residuos presentes en la salmuera podrían encontrarse presentes en la sal seca.

El hecho de que se emplee un circuito cerrado del agua, en la que quedarían los potenciales residuos de aminas y aceite esencial de pino, implica que existiría un proceso de concentración de los potenciales residuos y, por lo tanto, un incremento del riesgo de su presencia en la sal finalmente obtenida.

En cualquier caso, se considera que en principio la probabilidad de encontrar residuos de las aminas y de aceite esencial de pino empleados en el proceso de flotación es escasa por las siguientes razones:

- Cabe esperar que la mayoría de aminas y aceite esencial empleado se eliminen junto con el cloruro potásico en el proceso de flotación y que su presencia en el residuo empleado en el proceso de obtención de sal para uso alimentario sea muy pequeño.
- La cantidad de líquido que queda en contacto con los cristales puros de cloruro sódico en el que podrían detectarse restos de aminas y aceite esencial de pino, es muy pequeña.

En este sentido, se considera que para garantizar la seguridad de la sal comestible obtenida a partir de un proceso de producción de cloruro potásico por flotación se debería controlar en el producto final:

1. La ausencia de residuos de aminas empleadas como colector en el proceso de flotación, que deberían estar por debajo de un nivel de detección considerado como toxicológicamente seguro.
2. La ausencia de restos de aceite esencial de pino por debajo de un nivel de detección considerado como toxicológicamente seguro.

4. Propuesta de valores de referencia

La ausencia de residuos de aminas y de aceite esencial de pino debe determinarse mediante técnicas con un límite de detección adecuado que asegure que, al menos, se detectan los niveles de interés toxicológico que, en el marco de este informe, se denominarán valores de referencia.

4.1 Residuos de aminas

En el proceso de flotación generalmente se emplean aminas primarias de cadena larga que contienen entre 12 y 24 átomos de carbono en la cadena alifática (Searls, 1990) como por ejemplo octadecilamina hidrocloreto (ODA) y dodecilamina hidrocloreto (DDA) (Miller y Yalamanchi, 1994) (Cao et al., 2010).

No obstante, y dado que en este caso se desconoce el tipo de amina utilizada como colector, se considera necesario evaluar dos grupos de aminas en base a su toxicidad: aminas alifáticas y alcohol aminas por un lado, y aminas aromáticas por otro.

En el caso de las aminas alifáticas, la octadecilamina (ODA) es representativa de este grupo en cuanto a su toxicidad. En este sentido, Decichmann et al. (1958) establecieron para la octadecila-

mina un NOAEL (*Non Observable Effect Level*) de 500 ppm (25 mg/kg peso corporal/día) a raíz de un estudio de toxicidad llevado a cabo durante 2 años en ratas *Sprague-Dawley* y un NOAEL de 3 mg/kg peso corporal/día en el caso de un estudio llevado a cabo en perros durante 1 año. En el caso del estudio en ratas, la *European Chemicals Agency* rebajó posteriormente el NOAEL a 200 ppm (10 mg/kg peso corporal/día) (ECHA, 2011) al considerar la existencia de efectos adversos a la dosis de 500 ppm establecida por Diechmann et al. (1958).

Tomando como base el NOAEL mas bajo establecido (3 mg/kg peso corporal/día) se puede estimar una Ingesta Diaria Tolerable (IDT) para la octadecilamina de 3 µg/kg peso corporal/día aplicando un factor de seguridad de 1 000, dada la limitación de datos existentes.

En base a la IDT estimada, se podría establecer un valor de referencia, para los residuos de octadecilamina considerando el consumo estimado de sal que podría contener residuos de octadecilamina. En este sentido, aunque la Organización Mundial de la Salud recomienda que el consumo diario de sal en adultos no debe ser superior a los 5 g, la Comisión Europea ha indicado que el consumo real en Europa es sustancialmente superior (de 8 a 12 g/persona/día) (CE, 2012).

Por tanto, teniendo en cuenta una IDT estimada de 3 µg/kg peso corporal/día, un consumo máximo de sal en Europa de 12 g/persona/día y un peso corporal de 60 kg en adultos, se puede establecer un valor de referencia para los residuos de octadecilamina de 15 mg/kg de sal:

$$\text{Valor de referencia} = \frac{3 \mu\text{g}}{\text{kg} \times \text{día}} \times 60 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ día}}{12 \text{ g sal}} = 15 \mu\text{g/g} = 15 \text{ mg ODA/kg de sal}$$

Por otro lado, el Real Decreto 1424/1983 establece en su artículo 13 que el contenido de nitritos, nitratos y sales amónicas no excederá, expresado en nitrógeno, de 20 mg por kilogramo de sal, excepto en el caso de la sal nitritada (BOE, 1983). En este sentido, existen métodos analíticos para la determinación de nitrógeno en sal con un límite de cuantificación de 0,3 mg N₂/kg de sal.

Teniendo en cuenta el peso molecular de la octadecilamina (C₁₈H₃₉N, P.M.= 269 g/mol) y el del nitrógeno molecular (N₂, P.M.= 28 g/mol) se puede expresar el valor de referencia estimado para la octadecilamina en función del contenido de nitrógeno molecular:

$$\text{Valor de referencia} = \frac{0,015 \text{ g ODA}}{\text{kg sal}} \times \frac{28 \text{ g N}_2/\text{mol}}{269 \text{ g ODA/mol}} = 1,6 \text{ mg N}_2/\text{kg de sal}$$

Por tanto, en lo que respecta a los posibles residuos de octadecilamina y teniendo en cuenta la disponibilidad de métodos de análisis, el valor de referencia para la detección de octadecilamina se puede establecer en 0,3 mg N₂/kg, que supondría una ingesta diaria estimada de octadecilamina <20 % de la IDT. Por ello, el límite de 20 mg de N₂/kg de sal establecido por el Real Decreto 1424/1983 no se considera suficiente como valor de referencia para la detección de los posibles residuos de octadecilamina en la sal.

El otro grupo de aminas a evaluar, considerando el peor de los escenarios posibles, es el de las aminas aromáticas.

Dentro de este tipo de aminas, la 2-naftilamina (2-NA) ha sido considerada por la IARC (*International Agency for Research on Cancer*) como carcinógena (grupo 1) (IARC, 2010). Asimismo, la OEHA (*Office of Environmental Health Hazard Assessment*) ha establecido para la 2-naftilamina un NSRL (*No Significant Risk Level for Carcinogens*) de 0,4 µg/día (OEHA, 2002).

Teniendo en cuenta el NSRL para la 2-naftilamina de 0,4 µg 2-NA/día y un consumo diario de sal de 12 g/día (CE, 2012) se podría establecer un valor de referencia para la detección de los residuos de 2-naftilamina de 0,033 mg/kg de sal.

Desde el punto de vista de la posible presencia de aminas aromáticas, la suma total de las aminas aromáticas presentes en la misma debería ser inferior a 30 µg/kg de sal.

4.2 Residuos de aceite esencial de pino

Tal y como se ha indicado, otro de los aspectos a considerar para garantizar la seguridad de la sal comestible obtenida a partir de un proceso de producción de cloruro potásico por flotación es la ausencia de restos de aceite esencial de pino por debajo de un nivel de detección considerado toxicológicamente seguro.

Teniendo en cuenta un NOAEL de 50 mg/kg peso corporal/día para el aceite de pino (EPA, 2006) se podría establecer, al igual que se hizo en el caso de la octadecilamina, un valor de referencia, para la detección de los residuos de aceite esencial de pino de 250 mg/kg de sal, lo que supone un valor 700 veces superior al umbral olfativo de unos de los componentes mayoritarios, el alfa terpineol (330-350 µg/kg) (Leffingwell, 2015) por lo que una simple detección olfativa estaría muy por debajo de los niveles potencialmente tóxicos. Se destaca además que, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento (CE) N° 1334/2008, el uso del alfa terpineol se encuentra autorizado como sustancia aromatizante en alimentos con arreglo a las buenas prácticas de fabricación (UE, 2008). Además, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) establece que no hay preocupación de seguridad respecto al alfa terpineol como agente aromatizante (JECFA, 1998).

Por ello, el valor de referencia a considerar para la determinación de la presencia de alfa terpineol teniendo en cuenta la disponibilidad de métodos analíticos sería de 1 µg/kg de sal.

Conclusiones del Comité Científico

La falta de información sobre las sustancias concretas utilizadas en el proceso de producción de cloruro potásico objeto de este informe crea una incertidumbre, por lo que parece necesario valorar un grupo más amplio de sustancias del que probablemente se hayan utilizado y proponer que se controle la ausencia de todas ellas en la sal por encima de unos valores de referencia para su determinación basados en consideraciones toxicológicas.

Así, desde el punto de vista de la potencial presencia de aminas alifáticas y alcohol aminas el valor de referencia para determinar su ausencia es de 0,3 mg N₂/kg de sal.

Para el caso concreto de la suma de aminas aromáticas potencialmente presentes se propone un valor de referencia para determinar su ausencia tan bajo como lo permita el límite de detección de la técnica analítica y, como máximo, de 30 µg de aminas aromáticas totales/kg de sal.

La ausencia de residuos de aceite esencial de pino basada en la determinación de alfa terpineol debe determinarse, al menos, a un nivel de 1 µg/kg de sal.

Referencias

- BOE (1983). Real Decreto 1424/1983, de 27 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para la obtención, circulación y venta de la sal y salmueras comestibles. BOE 130 de 1 de junio de 1983, pp: 15261-15264.
- Cao, Q., Du, H., Miller, J.D., Wang, X. y Cheng, F. (2010). Surface chemistry features in the flotation of KCl. *Minerals Engineering*, 23 (5), pp: 365-373.
- CE (2012). Comisión Europea. Survey on Members States' Implementation of the EU Salt Reduction Framework. Directorate-General Health and Consumers. Disponible en: http://ec.europa.eu/health/nutrition_physical_activity/docs/salt_report1_en.pdf [acceso: 12-03-15].
- Deichmann, W.B., Radomski, J.L., MacDonald, W.E., Kascht, R.L. y Erdmann, R.L. (1958). The Chronic Toxicity of Octadecylamine. *Archives of Industrial Health*, 18 (6), pp: 483-487.
- ECHA (2011). European Chemicals Agency. Annex 1-Background document to the Opinion proposing harmonized classification and labeling at Community level of octadecylamine.
- EPA (2006). Environmental Protection Agency. Reregistration Eligibility Decision for Pine Oil (Case 3113). Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. United States Environmental Protection Agency, Washington DC, USA.
- IARC (2010). International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Aromatic Amines, Organic Dyes, and Related Exposures (Volume 99). Disponible en: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol99/mono99.pdf> [acceso: 11-02-15].
- JECFA (1998). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Alpha-Terpineol. Summary of Evaluation. Disponible en: http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_2230.htm [acceso: 12-03-15].
- Leffingwell (2015). Leffingwell & Associates. Odor & Flavor Detection Thresholds in Water. Disponible en: <http://www.leffingwell.com/odorthre.htm> [acceso: 12-03-15].
- Miller, J.D. y Yalamanchili, M.R. (1994) Fundamental aspects of soluble salt flotation. *Minerals Engineering*, 7 (2-3), pp: 305-317.
- OEHHA (2002). Office of Environmental Health Hazard Assessment. California Environmental Protection Agency. No Significant Risk Levels for Carcinogens and Maximum Allowable Dose Levels for Chemicals Causing Reproductive Toxicity. Proposition 65 Status Report. Disponible en: <http://www.oehha.org/prop65/pdf/Mar2002StatusReport.pdf> [acceso: 11-02-15].
- Searls, J.P. (1990). *Potash. Minerals Year Book*, pp: 801-815.
- UE (2008). Reglamento (CE) N° 1334/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre los aromas y determinados ingredientes alimentarios con propiedades aromatizantes utilizados en los alimentos y por el que se modifican el Reglamento (CEE) N° 1601/91 del Consejo, los Reglamentos (CE) N° 2232/96 y (CE) N° 110/2008 y la Directiva 2000/13/CE. DO L 354 de 31 de diciembre de 2008, pp: 1-196.