

EL MINERAL DE LOS 14.000 USOS. LA UTILIZACIÓN DE LA SAL A LO LARGO DE LA HISTORIA

The mineral with 14.000 uses. The use of salt along history

Miguel Calvo Rebollar

Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Miguel Servet 177,
50013 Zaragoza. Calvoreb@unizar.es

RESUMEN

La sal es indispensable en preparación y conservación de los alimentos, pero también es la materia prima para múltiples industrias y para un sinnúmero de aplicaciones, que van desde el curtido de pieles a la eliminación del hielo en las carreteras. Aunque el uso más importante en la historia de la humanidad ha sido el salado de los alimentos para su consumo y conservación, actualmente la industria química, especialmente la del cloro-sosa y sus derivados, es el principal consumidor. También se utilizan cantidades importantes en otras industrias, en el deshielo de carreteras y en tratamiento de aguas. La producción de sal y las industrias que la utilizan se entrelazan de tal forma que su participación en unos u otros procesos ha dado lugar a la apertura y cierre de minas y salinas, en función de la demanda y de la localización relativa de productores y consumidores.

PALABRAS CLAVE: Alimentación, conservación de alimentos, ganadería, industria química, deshielo de carreteras.

ABSTRACT

Salt is essential in food preparation and preservation, but it is also the raw material for multiple industries and for a myriad of applications, ranging from skin tanning to de-icing of roads. Although historically the most important use has been the salting of food for consumption and preservation, the chemical industry, especially that of chloro-salt and its derivatives, is currently the main consumer. Large amounts are also used in other industries, in the de-icing of roads and in water treatment. Salt production and the industries that use it are intertwined in such a way that the salt participation in one or other processes has led to the opening and closing of mines and salt flats, depending on the demand and the relative location of producers and consumers.

KEY WORDS: Food, food preservation, livestock, chemical industry, road de-icing.

Recibido: 7 de junio, 2016 • Aceptado: 12 de julio, 2016

Los originales de los grabados, fotografías y objetos que aparecen en el artículo forman parte del archivo del autor.

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de la sal, cloruro de sodio, es un lugar común decir que tiene 14.000 usos distintos (Wes-

tphal et al., 2010). Nadie sabe cómo se ha hecho ese cálculo, pero el número de posibles usos en la industria química de síntesis es tan amplio que probablemente incluso esta estimación se quede corta (Fig. 1). Actualmente, aunque depende mucho de los países, en una estimación general puede decirse que sólo alrededor del 5 % de la sal se utiliza para alimentación humana, para uso doméstico pero muy especialmente en la industria alimentaria, mientras que la gran mayoría (alrededor del 70%) se uti-



Figura 1. Probablemente teniendo en cuenta el papel de la sal en la independencia de India, en 1954 se creó en Bhavnagar el Central Salt Research Institute, actualmente Central Salt and Marine Chemicals Research Institute. En la fotografía de su inauguración, el 10 de abril de 1954, aparece el primer ministro Nehru, en el centro, examinando la representación de la estructura cristalina del cloruro de sodio.

Figure 1. Taking into account the role of salt in India's independence, in 1954 in Bhavnagar the Central Salt Research Institute was set up, now called the Salt and Marine Chemicals Research Institute. In the photograph of the opening ceremony, on April 10, 1954, the Prime Minister Nehru can be seen in the center, examining the representation of the crystal structure of sodium chloride.

liza en la industria no alimentaria, el 15% en deshielo de carreteras, el 5% en tratamiento de agua y el 5% en ganadería. La producción mundial anual alcanza los 250 millones de toneladas, con China como principal productor.

La utilización en alimentación humana, en conservación de alimentos, como alimento para el ganado y en algunas industrias, como el curtido de pieles, se remonta a la Prehistoria. En muchos lugares del mundo, y también en España, se han encontrado restos de explotaciones para extraer sal datables en el Neolítico (Calvo, 2006). Su importancia, y el hecho de que sea insustituible, lo hace un material valioso, especialmente en países en los que es difícil de obtener, por su geología adversa y por encontrarse en lugares alejados del mar, como Suiza, centro de África y de Asia, o por dificultades asociadas al clima en países costeros, como en Escandinavia y Japón. La consecuencia ha sido el desarrollo de tecnologías muy específicas, y costosas, como el sistema de secado en arena de Japón, intensivo en mano de obra y en ocupación de terrenos costeros, mucho más que las salinas convencionales (Calvo, 2012), o la extracción de salmueras profundas con tuberías de bambú, en China, a profundidades extraordinarias para la tecnología de la época. El hecho de que la sal sea imprescindible también se ha utilizado en muchos lugares (desde España a China), a lo largo de la historia como una fuente de ingresos por parte de los gobiernos, en forma de impuestos extraordinarios, monopolios, estancos e incluso haciendo obligatoria la compra periódica de una cierta cantidad de sal (acopios). También ha hecho que la posesión de las salinas haya sido motivo de conflictos bélicos, y que éstas se convirtieran en objetivos militares. Una de las causas de la derrota de los Confederados en la Guerra de Secesión de Estados Unidos fue su escasez de sal, imprescindible en la época para conservar los suministros alimenticios y para fabricar el cuero. Aunque construyeron instalaciones de evaporación en la costa de Florida con

una gran inversión económica y dispensando del reclutamiento a los que trabajaban en ellas, las fuerzas de la Unión las atacaron sistemáticamente, y en muchos casos las destruyeron (Fig. 2).

El objetivo de este trabajo es poner de manifiesto la importancia de la sal en diferentes industrias, tanto alimentarias como no alimentarias, y su relación con el progreso material general de la humanidad.

LA SAL PARA USO DOMÉSTICO

El cloruro de sodio es un nutriente esencial, ya que ambos iones cumplen importantes funciones fisiológicas fundamentales. Por lo tanto, debe incorporarse en la dieta, bien dentro de otros alimentos o bien añadido como tal. En los alimentos de origen vegetal suele ser bastante escaso, por lo que en las dietas basadas en estos alimentos es todavía más necesario.

En la obtención de sal para uso alimentario el objetivo ha sido obtener un material lo más puro posible. El agua de mar contiene otras sales disueltas, de tal forma que si simplemente se elimina el agua y se recoge el residuo sólido la sal tiene un sabor menos agradable que cuando es pura y además se humedece con mayor facilidad. En los manantiales salados sucede generalmente lo mismo, mientras que en la sal obtenida en forma sólida en minas, suele contener materiales insolubles interpuestos, de modo que también hay que llevar a cabo un proceso de refinado. Actualmente, a la sal para uso doméstico, y a veces también a la utilizada en algunas industrias alimentarias se le añaden algunos micronutrientes críticos (yodo, flúor, hierro o ácido fólico), para asegurarse de que llegan a la práctica totalidad de la población, como una forma de evitar enfermedades carenciales, o sustancias que actúan como antiaglomerantes, para evitar que los granos de sal se unan entre ellos.

El caso de la suplementación con yodo (en forma de yoduro potásico o de yodato potásico, según los países) es especialmente interesante, tanto por su importancia como por su historia. Actualmente se calcula que 1.600 millones de personas viven en áreas deficientes en yodo. La utilización prioritaria de alimentos producidos localmente, también deficientes en este elemento, puede tener consecuencias graves para la salud, especialmente de los niños, en forma de bocio, y retraso mental en distintos grados, desde ligero a muy grave (cretinismo). Entre 1823 y 1832, el químico francés Jean-Baptiste Boussingault (Boussingault, 1831; 1833) realizó diversos estudios en el territorio de la Gran Colombia, especialmente sobre la minería. Tras su vuelta a Francia, publicó varios trabajos describiendo el efecto de la sal obtenida en varias salinas de Antioquía en la prevención del bocio, efecto que justificó acertadamente por su contenido de pequeñas cantidades de yodo. Este efecto, según señala, se conocía de forma empírica ya en el siglo XVIII. Además, en la discusión de un informe de un tal Dr. Grange, que señalaba como culpable del bocio a la presencia de sales de magnesio en el agua, se señalaba también que en 1835, el gobierno de Nueva Granada había hecho distribuir "sal iodífera" de la provincia de Antioquía en las

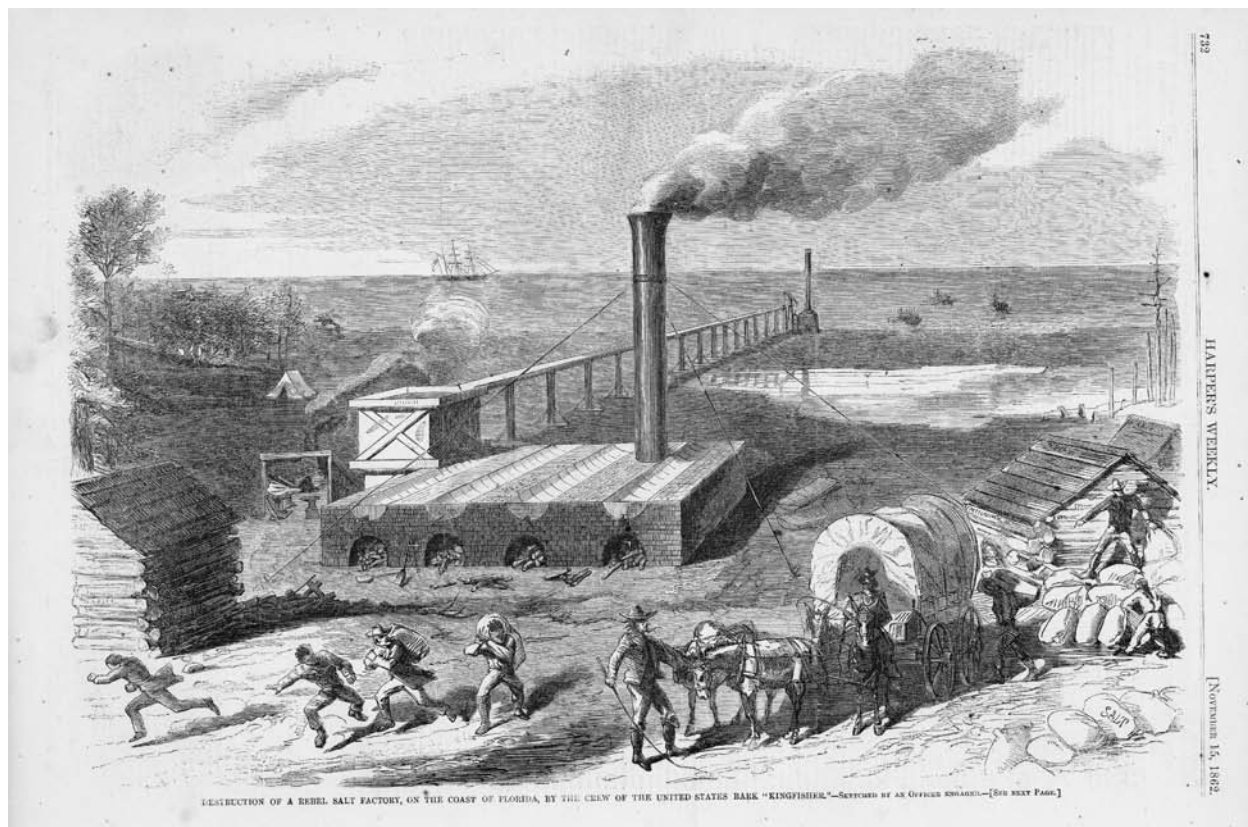


Figura 2. Grabado de la revista Harper's Weekly del 15 de noviembre de 1862 representando la destrucción de una factoría confederada de obtención de sal en St. Joseph Bay, Florida. La carencia de sal fue un factor importante en la derrota confederada en la Guerra de Secesión.

Figure 2. Engraving of the Harper's Weekly magazine of November 15, 1862, depicting the destruction of a confederate salt-making factory in St. Joseph Bay, Florida. The lack of salt was an important factor in the Confederate defeat in the Civil War.

poblaciones donde el bocio era predominante, obteniendo un "éxito rotundo" (Dumas et al., 1851). A pesar de todas estas evidencias, publicadas en algunas de las mejores revistas científicas de la época, el uso de sal yodada para la prevención del bocio cayó en el olvido, hasta el programa de adición de yodo a la sal en Suiza en la década de 1920. En febrero de 1922, el cantón de Appenzell-Ausserrhoden comenzó la distribución de sal yodada, con resultados tan espectaculares que en junio del mismo año, una comisión nacional creada al efecto recomendó a los otros 25 cantones que hicieran lo mismo. Dada la estructura federal, con monopolio de la sal y gestión de la salud propio en cada uno de los 26 cantones, la introducción de la sal yodada en los demás se produjo entre 1923 y 1952 (Burgi et al., 1993).

En Estados Unidos, los estados del NW y el entorno de los Grandes Lagos eran conocidos como "cinturón del bocio", por la prevalencia de esta enfermedad. Las propuestas de David Cowie, de la Universidad de Michigan hicieron que este estado autorizara la comercialización de sal yodada el 1 de mayo de 1924. Dado que este estado era el principal productor de sal para consumo humano en Estados Unidos, esta actuación tuvo impacto a lo largo de todo el país. Algunas empresas vendedoras de sal, especialmente Morton Salt Company, que había comenzado a fabricarla ya en 1924, realizaron amplias campañas por su cuenta para crear mercado para su nuevo producto (Fig. 3), pero sin un apoyo decidido de las autoridades. En 1948, una propuesta para hacer obligatoria la distribución de sal a nivel federal fue recha-

zada, pero en 1955 alrededor del 70 % de los hogares estadounidenses utilizaban sal yodada.

En España, la deficiencia de yodo de algunas zonas, y sus nefastos efectos sobre sus habitantes (bocio y retraso mental), se conocían ya desde finales del siglo XIX, pero sin que se hiciera gran cosa para remediarlo. Es más, en algunos casos se interpretaba la presencia de yodo en la sal como un riesgo, de tal forma que Rodés (1932) señala que analizó las sales de diversas marcas vendidas en la época, ante la acusación (completamente falsa) de que, sin advertirlo a los consumidores, contenían yodo, que según algunos médicos podía causar desnutrición por desequilibrio hormonal. En la década de 1950 se realizaron algunos esfuerzos puntuales, como la campaña de investigación realizada en 1954 distribuyendo sal yodada en las Alpujarras (Granada), pero que no tuvieron continuidad. En 1963 la OMS recomendó la utilización general de sal yodada, pero no fue hasta junio de 1983 cuando se promulgó en España una ley en la que se reglamentaba la fabricación de sal de mesa yodada, con 60mg de yodo por kg de sal, en forma de yoduro o yodato. Al pasar las competencias a los gobiernos autonómicos, en muchas de ellas no se desarrolló la campaña de promoción necesaria. Algunas comunidades la fueron llevando a cabo, con medidas como hacer obligatorio el uso de sal yodada para la elaboración de alimentos en comedores escolares. Actualmente la sal yodada representa alrededor del 50% del consumo doméstico de sal. Aunque el aporte de yodo en los niños, especialmente a través de los lácteos y el pescado, hacen que las defi-



Figura 3. Portada de un tríptico publicitario de sal yodada de Morton Salt Company, vinculando su fabricación con la National Recovery Act, ley promulgada en 1933 por iniciativa del presidente Roosevelt para sacar a Estados Unidos de la depresión económica.

Figure 3. Cover of an advertising brochure of the iodized salt of Morton Salt Company. This company linked the manufacture of iodized salt with the National Recovery Act, a law promulgated in 1933 under the initiative of President Roosevelt to get the United States out of the economic depression.

ciencias significativas de este elemento sean raras, todavía se está lejos de la situación considerada ideal, que se estima en un uso de sal yodada superior al 90% (Donnay y Vila, 2012).

La sal tiene tendencia a aglomerarse, ya que la humedad forma puentes de agua entre los granos, que terminan por soldarse entre ellos. Por eso los saleros antiguos son generalmente recipientes abiertos, de donde se toma la sal con los dedos, en pizcas, o con una cucharilla. Algunos de estos saleros son magníficas obras de orfebrería, como el del Tesoro del Delfín, en el Museo del Prado, la “saliera” de Benvenuto Cellini, creada para Francisco I de Francia y que se encuentra en el Kunsthistorisches Museum de Viena o la Copa Rospigliosi, también obra de Cellini, en el Metropolitan Museum of Art de Nueva York. Los saleros cerrados que ahora son habituales datan probablemente de mediados del siglo XIX. La

expresión “salt shaker”, que describe el salero moderno, del que se vierte la sal por agitación, frente al recipiente del que se recoge, “salt cellar”, no aparece en inglés hasta 1882, y probablemente hace referencia también a la necesidad de agitarlo enérgicamente para que la sal cayera.

El origen de la sal que no se aglomera y que fluye libremente, está en la preparación de un producto farmacéutico, la sal enriquecida con fosfato de calcio, a finales del siglo XIX. George Weddell, que en 1892 investigaba un tratamiento para la osteoporosis utilizando esta mezcla, se dio cuenta del potencial comercial, y en 1892 patentó en Francia la utilización del fosfato de calcio como antiaglomerante de la sal, y posteriormente también en otros países. En 1894 compró la antigua factoría de sal de Greatham Salt & Brine Co, en Seaton, fundando la empresa Cerebos Salt Ltd., que todavía existe. Este nombre está formado por la combinación de Ceres, diosa romana de la agricultura (o de cereal), y “os”, “hueso” en latín. La razón es que el fosfato de calcio se obtenía supuestamente de cereales, y que reforzaba el crecimiento de los huesos. Posteriormente se pasó a utilizar carbonato de magnesio como antiapelmazante, pero la imagen de los cereales apareció en los envases y en la publicidad de la marca hasta 1960 (Fig. 4). Otro de los iconos de la marca, utilizado desde 1919 y todavía en uso es el de un chico persiguiendo a un pájaro con un bote del que cae sal, caricatura del dicho inglés “puedes cazar un pájaro si le pones sal en la cola”. La marca Cerebos se extendió por todos los países desarrollados, como sal “exclusiva”, envasada en botes de hojalata con dibujos vistosos y colores elegantes, con una publicidad amplia y cuidada y consiguiendo ser los proveedores oficiales de Jorge V, rey de Gran Bretaña, y de Alfonso XIII, rey de España (Fig. 5).

En España se comercializó la sal con fosfato de calcio como antiaglomerante desde la primera década del siglo XX. En 1906, la empresa Xaubet lanzaba al mercado la sal fosfatada, envasada en “artísticos, cómodos y elegantes frascos de cristal de limpio y facilísimo uso” (Anónimo, 1906), es decir, en saleros, y también en botes



Figura 4. Envases de sal elaborados en hojalata, pertenecientes a las marcas Cerebos, Xaubet, Léniz y Fos. Los dos de la izquierda contenían probablemente una libra, aunque no está indicado. Los dos de la derecha contenían 500 gramos. Es notable la semejanza en tamaño y decoración entre los envases de Cerebos y Xaubet.

Figure 4. Salt cans belonging to the brands Cerebos, Xaubet, Léniz and Fos. The two on the left contained probably a pound of salt, although it is not indicated. The two on the right contained 500 grams. It is remarkable the similarity in size and decoration between the cans of Cerebos and Xaubet.

metálicos, indicando que la presencia de fosfato aumentaba su valor nutritivo. La misma técnica, y el mismo argumento publicitario, fueron utilizados posteriormente por otras marcas, entre ellas Sal Léniz, de Productos Léniz S. L., que explotaba las salinas de Léniz, en Guipuzcoa, la sal Frepa, de la empresa del mismo nombre, y la Sal Fos, de la empresa La Vasco-Lucentina de Productos Químicos S. A. Esta última utilizaba también carbonato de magnesio (Fig. 4). La mayor parte de la sal para uso doméstico, para mesa o para salazones caseros, se comercializaba en España a granel o en bolsas de papel, por pequeños distribuidores con salinas artesanales propias o que compraban a grandes productores. Las marcas citadas intentaron llegar a las clases más acomodadas con un producto “distinguido”, vendido al detalle en saleros o en botes de hojalata, pero, con pocas excepciones, como en el caso de Xaubet, con sus botes sospechosamente semejantes en tamaño, grafismo y colores al de la sal Cerebos, con diseños bastante ramplones. No se ve mucha elegancia, aunque se incluyan palabras inglesas, a un recipiente como el de la sal Fos, con su mención a los “productos químicos”.

Otra de las empresas que basaron su prosperidad en la sal que no se aglomeraba fue la norteamericana Morton Salt Co., una vieja empresa que había comenzado sus negocios con sal en 1848, con el nombre de Richmond & Company. En 1911 sus técnicos advirtieron el efecto antiaglomerante del carbonato de magnesio, comercializando a gran escala una sal para uso doméstico con alrededor del 2% de este aditivo. Entre los componentes de su éxito estaba una eficaz publicidad, basada desde el principio en el icono de la niña con el paraguas y el bote de sal de la que cae ésta libremente, con la frase “when it rains it pours”, un juego de palabras con un dicho inglés que, en su versión original sería el equivalente al castellano “cuando llueve, diluvia”, pero que en el anuncio podría interpretarse como “cuando llueve cae rápidamente”. Sin embargo, la empresa atribuía en su

publicidad la diferencia de comportamiento entre su sal que fluía libremente y la que se aglomeraba a que la suya estaba formada por microscópicos cristales perfectamente cúbicos (Fig. 6), no a al uso de aditivos. Otra marca que utilizó el carbonato de magnesio como antiaglomerante fue la sal Frepa, nombre derivado de los apellidos de los fundadores de la empresa, Fresno y Payán, que luego paso a Peregrín Yáñez y Cía., S. L., que instaló una fábrica en Roquetas de Mar. A principios del siglo XX comenzaron a fabricar sal refinada, con este aditivo, apoyándose en publicidad en prensa y mediante objetos promocionales como saleros, dedales y latas reutilizables para especias (Fig. 7).

INDUSTRIA ALIMENTARIA

La conservación de alimentos con sal se conoce desde la Prehistoria. Probablemente la colonización fenicia del S de España se debió en buena parte a su riqueza en pesca, especialmente de atunes, combinada con la fácil disponibilidad de sal para conservarlos. En torno al siglo VAC, las salazones de Gadir (Cádiz) eran famosas en Grecia, y se mencionan en textos literarios. También aparecen los atunes en el reverso de sus monedas. El atún fue un pescado muy apreciado en época romana para elaborar salazones. Además, con las vísceras, junto con otros peces pequeños, dejándolo fermentar en salmuera, se preparaba el “garum”, un condimento básico en la cocina elegante romana. Los restos de las instalaciones industriales de salazón a ambas orillas del estrecho de Gibraltar, como en Baelo Claudia, reflejan la importancia de esta industria. Además del atún se salaban también otros pescados, como las caballas (materia prima del “garum” de Cartagena), y también se utilizaba la sal como conservante de otros tipos de alimentos. Columela, autor del Cádiz romano del siglo I, describe con detalle en el Libro XII de su *De Re Rustica* el salado de la carne, y por analogía del pescado (Cap. LIII) y la preparación de diversos encurtidos, entre ellos las aceitunas (Cap. XLVIII), procesos que pueden realizarse a escala doméstica pero que en época romana eran ya industrias muy importantes.

La pesca del atún y especialmente las factorías de salado, decayeron notablemente en los siglos siguientes, ya que durante la época musulmana el pescado salado era poco apreciado como alimento (aunque la palabra que designa el arte de pesca, *almadraba*, sea de origen árabe). Tras siglos de práctico olvido, las *almadrabas* de Conil (y las salinas próximas) vuelven a aparecer en documentos de finales del siglo XIII. A mediados del siglo XV, Juan II concede todos los derechos de pesca del atún en el Reino de Granada, junto con el título, al duque de Medina Sidonia. Huerta (1603), en una anotación a su traducción de libro XI de la *Historia Natural* de Plinio, indica que en las “*almadruas*” del Estrecho de Gibraltar se cogen “casi infinitos” atunes, con no poco provecho del duque de Medina Sidonia, ya que los atunes lo atraviesan siempre a la vista de tierra, y que con él se fabrica la “*almojaua*”, para ensaladas y “*apetites de golosos*”. Esta técnica de pesca, y el consiguiente procesado, llamó también la atención de Joris Hoefnagel (Georgius Hoef-



Figura 5. Publicidad de la sal Cerebos, en la revista Blanco y Negro del 9 de Marzo de 1913, utilizando su condición de proveedor de la Casa Real.

Figure 5. Advertising of the Cerebos salt in the magazine Blanco y Negro of March 9, 1913, using its condition of supplier of the King of Spain.



It is "penny wise" not to use Morton's because
WHEN IT RAINS, IT POURS

SINCE salt is something you must use three times daily, why take chances with unknown makes that may choke up your saltcellars? It's a needless risk when you can depend on the uniform *cube-shaped* crystals of Morton's Salt to slide easily off one another in rainy weather instead of sticking together like the irregular grains of inferior brands!

Another superiority of Morton's is that it comes in an easy-to-handle *round* package with an improved wire-hinged pouring spout that won't tear out no matter how often you open and close it. As it costs an average family only 2¢ a week to enjoy this non-caking salt with a nationally-famous flavor, why not make up your mind to ask for it the next time you go to market?

IODIZED OR PLAIN—WITH A SPOUT THAT WON'T TEAR OUT

112 EVERY product guaranteed as advertised—see page 6



Figura 6. Hoja de la revista Good Housekeeping de abril de 1939, con publicidad de la sal Morton en forma de comic. A lo largo del siglo XX, esta empresa se distinguió por la calidad y variedad de sus campañas publicitarias, manteniendo siempre el lema "when it rains it pours".
 Figure 6. Page of the magazine Good Housekeeping of April 1939, with an advertisement of the Morton salt in the form of a comic. Throughout the twentieth century, this company was distinguished by the quality and variety of its advertising campaigns, always maintaining the motto "when it rains it pours".

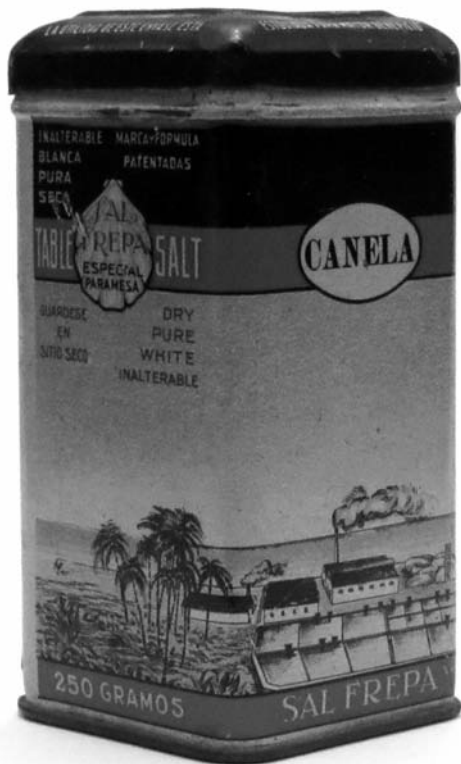


Figura 7. Bote de 250 gramos de sal Frepa, reutilizable para contener canela, con la imagen de Roquetas de Mar. Década de 1920.
 Figure 7. Tin can of 250 grams of Frepa salt, reusable to contain cinnamon, with the image of Roquetas de Mar. 1920s.

nagle), que viajó por España (especialmente por Andalucía) como dibujante entre 1563 y 1567. En su panorámica de la población de Conil, que aparecería como grabado

en el tomo 2 de Civitates Orbis Terrarum (Braun y Hogenberg, 1575) representa con detalle la preparación del atún salado (Fig. 8). Aunque todos los grabados incluyen figuras humanas (según los editores, además de como información, para que “los turcos” no pudieran miraras, ya que su religión prohíbe estas representaciones, y así no pudieran aprovechar la información sobre las defensas militares de las ciudades), la de Conil es excepcional por representar al detalle una tarea cotidiana. En el texto situado en el reverso, se indica además que las labores de pesca con “almodrana” se llevaban a cabo del 1 de mayo al 15 de junio, y que el duque obtenía casi 100.000 escudos por año. De esta obra se harían en las décadas siguientes otras muchas ediciones, con las mismas planchas para los grabados pero con los textos en latín (como en la primera), en francés o en alemán, de modo que la “publicidad” del atún salado de Conil llegó a toda Europa.

La sal necesaria se obtenía de las salinas de la zona. Durante el siglo XVI, fue muy importante la de Puerto de Santa María, tomando el relevo en el siglo XVIII las salinas de Puerto real e Isla de León. La casa ducal estuvo explotando el negocio de la pesca y salado en régimen de monopolio, hasta su abolición el 20 de febrero de 1817, por orden de Fernando VII, aunque los herederos del título continuaron con estas actividades como particulares a lo largo del siglo XIX. Desde mediados de ese siglo XIX, la elaboración de atún en salazón fue decayendo, y junto con ella las almadrabas. A principios de la década de 1880 se instalaron varias industrias conserveras, que pasaron a elaborar el atún en escabeche y en aceite, revitalizando la pesca, aunque ya no con una dependencia directa de la sal.

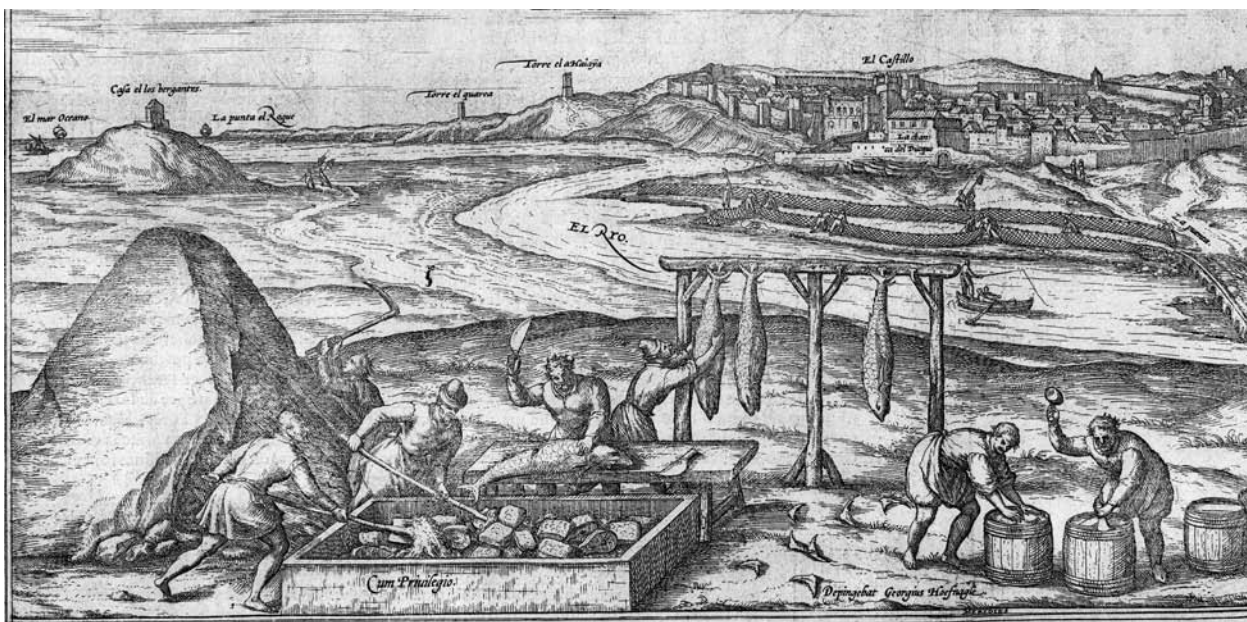


Figura 8. Salado del atún en Conil hacia 1565. Puede observarse a la izquierda el montón de sal, así como el resto de elementos necesarios para el proceso. La imagen es una parte (30 cm de longitud) del panorama de la ciudad de Conil, dibujado por Joris Hoefnagel hacia 1565 y grabado en calcografía por Frans Hogenberg.
 Figure 8. Salting of tuna in Conil around 1565. On the left, the pile of salt can be seen, as well as the other materials necessary for the process. The image is a partial view (30 cm long) of the panorama of the city of Conil. It was drawn by Joris Hoefnagel around 1565 and engraved in calcography by Frans Hogenberg.

El atún no fue el único pescado preparado con sal en España, aunque sí el más importante. Las salazones de sardinas y caballas de la costa de Huelva y del Mediterráneo, y también las de Galicia, han sido también importantes durante siglos, pero si algún pescado salado puede considerarse como paradigmático en época moderna ha sido el bacalao. La religión católica prohibía el consumo de carne viernes, sábados, Cuaresma, Téporas, Adviento, Vigilias, Rogaciones... en total, en muchos países más de la mitad de los días del año. La formación en Europa de unos estratos sociales algo más arriba de la pura subsistencia indujo una demanda de pescado que en las zonas alejadas de las costas solamente podía cubrirse con el pescado salado, y en cantidades que hacían rentable la explotación de nuevos caladeros, aunque estuvieran en zonas remotas. El descubrimiento en los primeros años del siglo XVI de los bancos de bacalao de Terranova dio lugar a una industria floreciente, de la que participaron los pescadores españoles, particularmente los vascos, durante todo ese siglo. Tras la Guerra de Su-

cesión, el Tratado de Utrech dejó las pesquerías de Terranova en manos inglesas, con una concesión de pesca para Francia, pero no para España. Las alianzas y guerras de los dos siglos siguientes tuvieron como consecuencia que quienes hicieron negocio vendiendo bacalao salado a España fueron franceses o ingleses (Fig. 9). Además, los pescadores del norte de Europa podían competir en condiciones muy favorables con los pescadores españoles, gracias precisamente a la sal española, que ellos compraban a precio de exportación, muy inferior al que tenían que pagar los españoles por ella, a pesar del descuento que, no siempre, se les concedía.

Aunque en momentos puntuales se había explotado la pesca de la costa africana frente a las Islas Canarias, incluso a finales del siglo XV, las circunstancias geográficas y políticas hicieron que se abandonaran estos caladeros hasta mediados del siglo XVIII. A principios del siglo XIX se observó la presencia de bancos importantes de algunos peces, que ya se estaban pescando y salando de forma artesanal, con cierto parecido en cuanto a tamaño



SALTING THE FISH ON BOARD.

NEWFOUNDLAND COD-FISHERY.—[SEE PAGE 798.]

Figura 9. Salado del bacalao a bordo del propio barco en el Gran Banco de Terranova. Grabado de B. Enger, publicado en octubre de 1891 en la revista Harper's Weekly.

Figure 9. Cod salting on board on the Great Bank of Newfoundland. Engraving by B. Enger, published in October 1891 in Harper's Weekly.

y a posibilidades tecnológicas y culinarias con el bacalao, que entonces se importaba en España en grandes cantidades. En su estudio sobre la pesca de la costa de África, Berthelot (1840) considera incluso que algunas de las presentes serían incluso mejores que el bacalao del Atlántico Norte. Las primeras actividades industriales, a cargo de la Sociedad de Pesquerías Canario-Africanas, entre su fundación en diciembre de 1880 y su quiebra en 1884 tuvieron escasa relevancia económica, pero permitieron que España reclamara en la Conferencia de París la soberanía sobre una amplia zona de la costa del Sahara. Posteriormente, la empresa de salazones de sardinas de la Compañía Pesquera Gran Canaria-Catalana, en Gando, (que utilizaba sal de Isla Cristina) solamente duró dos años.

El periodo de máxima actividad de pesca de altura y salazonera se produjo en la primera mitad del siglo XX, dando lugar a un gran incremento en la construcción de salinas y en la producción de sal. Las más importantes fueron las de la isla de Lanzarote, especialmente la salina del Río, la más antigua, y la salina de Janubio. En esta época, la flota canaria se dedicaba sobre todo a la pesca y salado de la corvina (*Argyrosomus regius*) en el

Banco Canario-Sahariano (Acosta, 1995). El pescado se evisceraba y salaba a bordo (un barco podía llegar a pescar y procesar 50.000 ejemplares en cada marea), como se hacía con el bacalao de Terranova, trasladándolo luego a factorías en tierra, donde se lavaba, volvía a salar y se secaba extendiendo los peces sobre el terreno al sol (Fig. 10). A mediados de la década de 1940 decayó la práctica del salado (el número de capturas había descendido notablemente, y además la calidad no era comparable a la del auténtico bacalao) con la consecuencia de que desaparecieron también casi todas las salinas de Canarias.

El salado de la carne se ha practicado desde la Prehistoria, pero su época de esplendor se produjo a mediados del siglo XIX en Uruguay. Desde 1780 estaban en actividad saladeros a pequeña escala para abastecimiento de la Armada, pero a finales de la década de 1850, aprovechando la experiencia centenaria en la salazón del bacalao, varios industriales vascos comenzaron a producir carne salada, "tasajo", para la exportación a otros países. Estas industrias se concentraron en la península de Fray Bentós, entre el río Negro y el Uruguay. La empresa más importante fue Liebig's Extract of Meat Company, que fabricaba extracto de carne y carne cu-



Figura 10. Montón de "corvinas" saladas, descargadas por uno de los barcos en la factoría de "Pesquerías y Salazones de Tenerife S. A." en Jagua, Tenerife, para su procesado. Década de 1930. Fotografía de Pedro Espejo.

Figure 10. Heap of salted "corvinas", unloaded one by one off the boats in the factory of Pesquerías y Salazones de Tenerife S. A. in Jagua, Tenerife, for its processing in 1930s. Photograph by Pedro Espejo.

rada y enlatada, utilizando en el procesado varios miles de toneladas de sal cada año. Aunque obtenía una pequeña parte de salinas locales, la gran mayoría procedía de las salinas de Cádiz. Cuando la tecnología del salado dejó paso a la congelación, las salinas perdieron a uno de sus principales clientes, lo que causó la paralización de muchas de ellas.

ALIMENTACIÓN DE GANADO

Lo mismo que en el caso humano, los animales necesitan una cierta cantidad de cloruro de sodio en la dieta, pero en el caso del ganado con el problema añadido de que la mayoría son estrictamente vegetarianos, por lo que, para que su crecimiento y productividad se adecuada necesitan suplementos de sal. El efecto beneficioso de la sal fue observado ya por Plinio en su Historia Natural, aunque la interpretación que hace es incorrecta, al atribuirlo simplemente a que al tomar sal los animales tienen sed, beben más agua y ésta les engorda. Durante siglos se mantuvo una interpretación semejante, pero Azara (1801) ya deja claro que la sal es necesaria para la simple supervivencia del ganado en muchas zonas en las que el pasto no aporta suficientes minerales. Los sistemas de monopolio de la sal tuvieron en cuenta también esta necesidad, para aprovecharse de ella. En el cálculo de los “acopios” realizados en 1631, al decretarse el mo-

nopolio real de la sal, para cada familia se tenían en cuenta las necesidades domésticas y también se atribuía una cuota, más o menos arbitraria, por cada animal, dependiendo de la especie. Los efectos perjudiciales para la industria ganadera de este sistema hicieron que con el tiempo se modificara, concediéndoles sal a los ganaderos a un precio menor al de la sal destinada al consumo humano, pero desnaturalizándola para evitar el cambio de uso, mezclándola con materiales como la melaza, los residuos de extracción de oleaginosas o el óxido de hierro rojo (hematites finamente molida), el mismo material utilizado en pintura. Francia fue uno de los últimos países en eliminar el estanco de la sal, en 1945 (Suiza lo hizo en 2014), y el precio con la sobrecarga fiscal incluida hacía poco tentador el uso de la sal común en ganadería. En la década de 1930, en Francia, la sal desnaturalizada tenía un precio de alrededor de un tercio del de la sal común. Además de esta ventaja, la empresa Salines de Franche Comté, con su marca Au Lion desarrolló amplias campañas publicitarias entre los ganaderos, utilizando especialmente las tarjetas postales de tipo simpático o humorístico (Fig. 11).

Actualmente, la sal para el ganado se añade directamente al pienso, o, en el caso de la ganadería extensiva, se coloca la sal en las “saleras”, piedras planas situadas en puntos fijos, los mismos a lo largo de los años, que incluso forman parte de la toponimia. Se utilizan bloques de sal prensada, de formato estándar, con o sin la adición



Figura 11. Tarjeta postal publicitaria de sal Au Lion, de Salines de Franche Comté, para promocionar el uso de sal para la alimentación del ganado.
Figure 11. Advertising postcard of Au Lion salt, from Salines de Franche Comté, to promote the use of salt for cattle feed.

de otros nutrientes, o bloques de sal gema, tal como salen de la mina o más o menos formateados.

USOS INDUSTRIALES

Además de su utilización en la alimentación y conservación de alimentos, la sal se ha utilizado desde muy antiguo en algunas industrias, como el curtido de pieles, y en algunos procesos metalúrgicos, como en la obtención de la plata por amalgamación. Sin embargo, el uso de la sal en la industria no alimentaria se desarrolló, y de forma explosiva, a finales del siglo XVIII, con la aparición del método Leblanc de fabricación de la sosa a partir de ella.

Hasta finales del siglo XVIII, la sosa utilizada en Europa, materia prima indispensable para las industrias de jabón y del vidrio, entre otras, procedía de la combustión controlada de algunas plantas, llamadas “plantas barrilleras”, siendo España el principal productor. Las guerras con Francia produjeron el desabastecimiento de este país, y la búsqueda de una alternativa, que apareció de la mano de Nicolas Leblanc, que en 1789 consiguió obtener carbonato de sodio a partir de la sal, mediante un proceso en dos etapas. En la primera se obtenía sulfato de sodio, por el procedimiento de Glauber, haciendo reaccionar la sal con “aceite de vitriolo” (ácido sulfúrico), y en la segunda el sulfato de sodio se transformaba en carbonato por calentamiento a elevada temperatura del sulfato sódico anhidro con creta y carbón. Leblanc obtuvo una patente de invención para su método el 27 de septiembre de 1791, que le concedía la exclusiva de su utilización para 15 años. Con el apoyo financiero del Duque de Orleans, puso en marcha ese mismo año una fábrica de sosa en Maison de Seine (actualmente Saint-Denis, cerca de París). En ella, además se utilizaba el ácido clorhídrico producido en la primera etapa para fabricar “sal amoniac”, (cloruro amónico) y un cloruro básico de plomo utilizado en pintura.

A finales de 1793, tras la muerte en la guillotina del duque de Orleans, la fábrica fue incautada por el Comité de Salud Pública, expulsando de ella a Leblanc. Además al año siguiente el Comité ordenó que todos los procedimientos industriales de fabricación de sosa fueran puestos a su disposición, haciéndolos públicos en un impreso, con planos detallados de las instalaciones y máquinas de esta fábrica (Lelievre et al., 1794). Las consecuencias a corto plazo fueron la paralización de la fábrica y, a medio plazo, el surgimiento de nuevas industrias en Francia (especialmente en Marsella, por la demanda para fabricar jabón), en Inglaterra (donde se eliminó el impuesto sobre la sal en 1825) y en otros países. En 1810, la producción mundial de sosa por el método Leblanc fue de unas 10.000 toneladas, mientras que en 1863 llegó a las 300.000.

Una variante del método, solamente la segunda parte, utilizando como materia prima el sulfato de sodio, podía ser una oportunidad para los emprendedores españoles. De hecho, Rafael de Roda había descubierto la presencia de sulfato sódico en la salina de Espartinas, con el que podía obtener carbonato de sodio más barato y de mejor calidad que el obtenido en las fábricas fran-

cesas. En 1892 intentó conseguir la ayuda de William Macclure, famoso geólogo estadounidense entonces de viaje por España, para distribuir su producto en los Estados Unidos (Calvo, 2010), pero no parece que consiguiera resultados.

Además del método de Leblanc, el único utilizado a escala industrial, existían otros que, al menos en el laboratorio, permitían obtener sosa a partir de la sal. En 1811, Augustin Fresnel (famoso por sus descubrimientos posteriores en el campo de la óptica), había descrito un proceso para obtener bicarbonato de sodio haciendo reaccionar anhídrido carbónico con una solución amoniacal de sal; el bicarbonato de sodio, poco soluble, precipitaba, y podía transformarse fácilmente en carbonato por calcinación. Posteriormente, Harrison Grey Dyar y John Hemmings obtuvieron en 1838, 1839 y 1840 varias patentes de un método basado en el mismo principio, instalando una planta en Newton, cerca de Liverpool, con la ayuda de James Mustpratt. El método, sencillo en teoría, era muy complicado de llevar a la práctica de forma rentable, ya que el amoniac, comparativamente caro, debía recuperarse del cloruro de amonio formado y reciclarse sin pérdidas apreciables. Nadie lo logró hasta que Ernest Solvay, en 1863, consiguió resolver los problemas de ingeniería, diseñando un procedimiento continuo que permitía obtener sosa más barata que el de Leblanc. Ese año se constituyó la empresa “Solvay & Cie”, con la primera fábrica en Couillet (Bélgica) (Fig. 12).

Posteriormente se desarrolló el método electrolítico



Figura 12. Medalla conmemorativa del 50 aniversario de la fundación de la Sociedad Solvay, 1863-1913, con los bustos de los hermanos Solvay. Obra de Victor Rousseau. Uno de los 100 ejemplares acuñados en plata, 65 x 81 mm.

Figure 12. Medal commemorating the 50th anniversary of the foundation of the Solvay Society, 1863-1913, with the busts of the Solvay brothers. Work of Victor Rousseau. One of the 100 specimens minted in silver, 65 x 81 mm.

para obtener cloro y sosa. Humphrey Davy ya había observado en 1807 la descomposición del cloruro de sodio por la corriente eléctrica, y en 1851 Charles Watt obtuvo una patente para obtener sosa cáustica (hidróxido sódico), cloro e hipoclorito sódico por este sistema. Sin embargo, los problemas prácticos, incluyendo la falta de una fuente fiable y barata de corriente continua, retrasaron su desarrollo práctico hasta 1890, año en el que la empresa Chemische Fabrik Greisheim consiguió llevar a cabo la electrolisis de la sal a escala comercial, utilizando celdas separadas por una membrana de cemento poroso. El mismo año, construyó una nueva planta, en Bitterfeld, para llevar a cabo el proceso, utilizando como fuente de energía un carbón más barato que el de Greisheim. Una mejora substancial fue la aportada por Hamilton Castner, que en 1892 patentó un nuevo sistema, con un cátodo de mercurio. Los métodos electrolíticos fueron imponiéndose a partir de principios del siglo XX (Fig. 13).

Otro producto importante, obtenido a partir de la sal

fue, y es, el cloro y sus derivados. El ácido clorhídrico se conocía desde el siglo VIII, obtenido por el alquimista persa Jabir Ibn Hayyan (Geber), y Scheele descubrió que en su reacción con la manganesa (bióxido de manganeso, pirolusita) formaba un gas asfixiante, que decoloraba muchos pigmentos. Claude Louis Berthollet dedujo la posibilidad de utilizar esta sustancia para un fin práctico, el blanqueo de hilos y telas, 1 a partir de 1875 realizó una serie de estudios para llevarlo a la práctica. En su sistema, el gas cloro se disolvía en agua haciéndolo burbujear en ella, y esta disolución se utilizaba como blanqueante. En la década de 1780, se establecieron talleres de blanqueo con este sistema en varias ciudades, aunque con resultados desiguales en cuanto a eficacia del tratamiento y a estabilidad del blanco obtenido. Una mejora sustancial, desarrollada por Leonard Alban y Mathieu Vallet, dueños de la fábrica de productos químicos de Javel, en las afueras de París, fue el hacer pasar el cloro por una disolución de carbonato potásico, obteniendo un pro-



Figura 13. Celdas para electrolisis de cloruro de sodio en la factoría de la empresa The Pennsylvania Salt Co, en Tacoma, Washington (USA), para obtener cloro e hidróxido sódico destinado a la industria papelera. Año 1954. Fotografía de Roy Scully.

Figure 13. Cells for sodium chloride electrolysis at the Pennsylvania Salt Co, in Tacoma, Washington, USA, to obtain chlorine and sodium hydroxide for the paper industry, in 1954. Photograph by Roy Scully.

ducto que comercializaron con el nombre de “lejía de Javel”. En su revisión del proceso y de la historia de su implantación, Berthollet (1789) señala el hecho de que el impuesto francés sobre la sal, la “gabela”, diferenciado por regiones, hacía imposible la creación de instalaciones de blanqueo en los lugares en los que era más elevado. Por su parte, Charles Tennant descubrió que el producto de la reacción entre el cloro en forma de gas y la cal (hidróxido de calcio) sólida daba todavía mejores resultados como blanqueante, además de ser más fácil de manejar. El 13 de abril de 1799 obtuvo una patente de su método de fabricación (Tennant, 1800), y con algunos socios construyó en 1800 una fábrica en St. Rollox, cerca de Glasgow. En la década de 1830 sería la mayor fábrica de productos químicos en el mundo.

En la década de 1820, el farmacéutico francés Antoine Germain Labarraque descubrió que, además de su efecto decolorante, los hipocloritos de sodio y de calcio tenían efectos como agentes antiputrefacción y desinfectantes, desarrollando aplicaciones que iban desde la preparación de tripas para cuerdas de instrumentos musicales a la desinfección del agua de bebida (Labarraque, 1822; 1828). Sin embargo, hasta la generalización de los conocimientos sobre el origen microbiano de las enfermedades, no se utilizó esta propiedad a gran escala. La fabricación de lejía era fácil, la disolución en agua de “cloruro de cal” y “sosa Solvay”, ambos sólidos fáciles de transportar y almacenar, daba lugar a hipoclorito de sodio, el componente activo de la lejía, y a carbonato de calcio, insoluble, que se eliminaba por decantación. Desde principios del siglo XX, el efecto blanqueante y desinfectante dio lugar a una gran demanda de lejía para uso doméstico, especialmente el lavado de ropa, que, en países como España y Francia, fue cubierta por un gran número, centenares, de pequeñas fábricas artesanales, que producían cada una unos cuantos miles de litros al mes. La publicidad y etiquetado de muchas de ellas es muy notable desde el punto de vista sociológico (Figs. 14 y 15). Con la generalización del método electrolítico, algunas fábricas se reciclaron, ampliando su tamaño, pero la mayoría desaparecieron. Lo mismo sucedió con la fábricas de tamaño medio que utilizaban la electrolisis. Una de ellas fue Productos Léniz S. L., que añadió a su producción de sal (Fig. 4) la de lejía (Fig. 16), pero aunque contaba con producción de electricidad propia cerró en 1972.

A partir de la sal se obtenían pues derivados del sodio y del cloro, tanto con el método de Leblanc como con el electrolítico. Lógicamente, el mercado de ambos no era el mismo, produciéndose generalmente excedentes en la parte “cloro”. Esto cambió a partir del desarrollo del PVC en 1913, mediante el método patentado por Friedrich Heinrich August Klatte. Las mejoras introducidas por Waldo Semon en la empresa Begooodrich en la década de 1920 popularizaron este plástico en la década de 1930 hasta el punto de desequilibrar la balanza y aumentar el consumo de cloro hasta hacer excedentaria la sosa.

El sistema de estanco de la sal resultó en España más nocivo aún si cabe para el desarrollo de la industria química de lo que lo fue para la alimentaria. El precio oficial de la sal en 1855 era de 50 reales por fanega (cada una

JAVEL S. D. C.

Avec JAVEL S. D. C. pour blanchir un nègre on ne perd pas son savon.

JAVEL S. D. C. est au départ de nos usines conforme aux prescriptions du service de la répression des fraudes.

BLANCHISSAGE DU LINGE

Le linge lessivé et rincé doit être mis tremper 2 ou 3 heures dans JAVEL S. D. C. étendue 12 fois son volume d'eau. Rincer ensuite.

DÉSINFECTION ET ANTISEPTIE :
Laver tous les objets avec JAVEL S. D. C. étendue d'eau. Rincer ensuite.

**TENIR DEBOUT ET A L'OBSCURITÉ
MAGASINS GÉNÉRAUX : BÉRARD, St-ÉTIENNE**

TÉLÉPH. 48-10-48-15

Figura 14. El efecto blanqueante de la lejía era tentador para una publicidad que ahora sería considerada racista, pero que resultaba aceptable en el primer tercio del siglo XX. En este caso, la etiqueta de la lejía de la Société des Drogueries du Centre parafrasea dos versos de una canción popular francesa del siglo XVIII, “A vouloir blanchir un negre le barbier perd son savon”, por querer blanquear a un negro, el barbero pierde su jabón.

Figure 14. The whitening effect of bleach was tempting for a type of advertising that now would be considered racist, but was acceptable in the first third of the twentieth century. In this case, the bleach label of the Société des Drogueries du Centre paraphrases two verses from an eighteenth-century French folk song, “A vouloir blanchir a negre le barbier perd son savon”, for wanting to whiten a black man, the barber loses his soap.

equivalente a 112 libras, 52,5 kg), a los ganaderos (desnaturalizada) a 20 reales mientras que en Portugal, sin estanco, se vendía a un precio entre 1 y 2 reales. En 1850, la industria química española consumía unas 420 toneladas de sal al año, a precio del estanco, mientras que la industria inglesa consumía 113. 000 toneladas en un sistema de precio libre. En 1855 se concedió a los fabricantes de productos químicos la posibilidad de adquirir sal a su precio de coste (dos reales por fanega), pero desnaturalizada con hollín y alquitrán en polvo, materiales que ellos mismos debían llevar a la salina para que lo hicieran a su costa, y sometidos a diversas medidas de control adicionales. La ley de desestanco de la sal de 16 de junio de 1869 declaró, a partir del 1 de enero de 1870, libre la fabricación y venta de sal, aunque con una serie de impuestos especiales que se eliminaron en 1881, man-



Figura 15. Etiqueta elegante y colorista de Lejía Fortuna, de la década de 1930. Esta marca de lejía siguió distribuyéndose en décadas posteriores, pero cambiando algunos detalles del atuendo de la diosa.

Figure 15. Elegant and colorful label from Lejía Fortuna, from the 1930s. This brand of bleach continued to be distributed in later decades, but changing some details of the goddess's attire.

teniendo solamente uno para el consumo doméstico, semejante al IVA actual.

En España, durante la segunda mitad del siglo XIX solamente se fabricaba sosa ocasionalmente y a pequeña escala en Madrid y en Burgos, utilizando como materia prima el sulfato de sodio, de modo que prácticamente toda la sosa y el cloruro de cal consumido eran importados. A finales de ese siglo, las importaciones eran de unas 20.000 toneladas de sosa y unas 4.500 de cloruro al año. La primera industria productora fue Electro-Química de Flix, S. A., constituida por la asociación de Chemische Fabrik Elektron A. G., Elektrizitäts, A. G. y algunos in-

dustriales españoles, entre ellos José Mansana y Álvaro de Figueroa (conde de Romanones), que se instaló junto al río Ebro en Flix (Tarragona), para aprovechar el río para producir energía hidroeléctrica (Fig. 17). Las negociaciones se iniciaron en 1894, los terrenos necesarios se adquirieron entre 1896 y 1897, la sociedad se constituyó el 2 de junio de 1897 y la fábrica comenzó la producción de sosa y "cloruro de cal" (hipoclorito de calcio más o menos puro) en forma experimental en 1899, y a escala comercial al año siguiente (Hierro, 1997). Este sería su principal producto, del que prácticamente abastecería durante bastantes años todas las necesidades del mer-



Figura 16. Membrete de correspondencia de Productos Leniz S. L. Además de sal, durante un cierto tiempo produjo y comercializó lejía (con la marca Leniz), aprovechando la electricidad producida en una pequeña central de su propiedad.

Figure 16. Letterhead of Productos Leniz S. L. In addition to salt, for a certain time this company produced and marketed bleach (with the Leniz brand), using the electricity produced in a small plant owned by it.



Figura 17. Factoría de la sociedad Electroquímica de Flix. Esta fábrica fue la primera que obtuvo cloro y sosa por electrolisis en España. Hacia 1920. Fotógrafo desconocido.

Figure 17. Factory of the Electrochemical Society of Flix. This plant was the first to obtain chlorine and soda by electrolysis in Spain. Around 1920. Unknown photographer.

cado español. Para obtener sosa y cloro utilizaba la electrolisis en celdas de diafragma de cemento, empleando inicialmente como materia prima sal de las Salinas de la Trinidad, de Sant Carles de la Ràpita. En 1912 adquirió las salinas de San Rafael (Almería), y en 1913 la mina Andresita, en Mequinenza (Zaragoza). La fábrica quedó prácticamente destruida durante la Guerra Civil, siendo reconstruida en la década de 1940, con el sistema de electrolisis de cátodos de mercurio. En 1952, con una nueva distribución accionarial, la empresa pasó a llamarse Electroquímica de Flix S. A. (Torres, 1997).

La empresa Solvay y Compañía, de origen belga, había considerado establecerse en España para producir carbonato de sodio ya en 1895. Su procedimiento estaba basado en el método Solvay, que utiliza como materias primas fundamentales la sal y la caliza, ambas abundantes en la zona donde se iba a construir la fábrica, Barrreda, cerca de Torrelavega. En 1904 comenzó la construcción de la fábrica que fue inaugurada en 1908. Simultáneamente la empresa se dedicó a adquirir las concesiones mineras para sal que existían sobre el diapiro de Polanco. La extracción de la sal se efectuaba en forma de salmuera, por el método de disolución en profundidad, en las concesiones Polanco y Soña. Inicialmente obtenía una salmuera no saturada, a la que añadía sal sólida, primero traída de las salinas de San Fernando (Cádiz) y luego extraída por minería de interior del propio yacimiento de Cabezón de la Sal. A partir de mediados de la década de 1920 modificó el sistema, introduciendo las salmueras cada vez más concentradas en distintas perforaciones, hasta conseguir la saturación (Cabañas, 1930). Además diversificó su actividad extractiva, explotando minas de carbón en Asturias y de potasa en Barcelona. El carbonato de sodio producido no solamente se vendía para usos industriales, sino también como agente de limpieza para uso doméstico (Fig. 18). En 1935 la empresa Solvay puso también en actividad celdas de electrolisis con cátodo de mercurio, con la finalidad de obtener fundamentalmente cloro y sus derivados (Toca, 1997). Actualmente la empresa, con el nombre Electrolisis de Torrelavega A. E. I., filial de Solvay, sigue en actividad, lo mismo que la explotación del yacimiento de sal, del que se obtienen alrededor de 1,7 millones de

toneladas al año. Esto hace que sea el mayor productor de España.

Además de la industria de cloro-sosa, que es de lejos el consumidor de sal más importante, más que todas las otras industrias juntas, se utiliza sal en una cantidad significativa en la industria del petróleo y sus derivados, colorantes textiles, curtidos, extracción de metales, industria del caucho y otras más. Lo mismo que en el caso de la sal de utilización en ganadería, durante la época de altos impuestos para la sal de consumo, la sal para uso industrial se vendía desnaturalizada con óxido de hierro, naftalina, azul de ultramar, sulfato sódico o carbonato sódico. También están relacionados con la obtención de sal los materiales que pueden obtenerse de las aguas madres de las salinas marítimas, especialmente derivados de magnesio y bromo.

EXÍJASE LA SOSA
EMPAQUETADA CON LA
MARCA DE FÁBRICA

SOSA
SOLVAY

UNA CUCHARADITA
DE SOSA
SOLVAY EN EL AGUA DE FREGAR
LA VAJILLA, QUITA LA GRASA.
NO ESTROPEA LAS MANOS
NI DEJA OLOR EN LOS PLATOS.
DE VENTA EN DROGUERÍAS
Y TIENDAS DE ULTRAMARINOS.

Figura 18. Publicidad para la utilización doméstica de la Sosa Solvay (carbonato sódico), publicada en la revista La Hormiga de Oro en 1929.
Figure 18. Advertising for the domestic use of Sosa Solvay (sodium carbonate), published in the magazine La Hormiga de Oro in 1929.



TO MAKE THE GRADE...THEY *"PASS the SALT"*

THERE'S WHITE MAGIC—and *black*—in winter's snowstorms. For their clean-spangled beauty can mean discomfort, danger . . . even *death*.

Blizzards can—and *do*—slow vital highway traffic . . . bringing it to a full stop. And they can—and *do*—glaze roads with ice . . . ice as treacherous as land mines to unwary motorists.

But today progressive highway engineers have a stalwart ally . . . in their relentless war to keep pavements *bare* of snow and ice. Even as a storm strikes, alert maintenance squads are busy . . . spreading road networks with Sterling "Auger-Action" Rock Salt!

Applied when snow is falling, Sterling

Rock Salt prevents it from bonding . . . keeps it loose and easily churned into melting slush that "sluices" off to the side. Yet even when storms get their licks in first, Sterling's powerful "Auger-Action" bores through . . . crumbling the mass for quick and efficient *removal*.

This is just one more of Sterling Salt's many important functions . . . services that have helped to make *International* known as "Salt Headquarters" to America's industry at large. Industry knows *International*, too, for the caliber of its engineering counsel...and for its unique salt processes. Processes which consistently better industrial production . . . and save industry man-hours and money.

*International
Salt Company, Inc.*

"SALT HEADQUARTERS"
Scranton, Pa., and New York, N. Y.



Figura 19. Publicidad de International Salt Company, Inc. en la revista Fortune Magazine (diciembre de 1945) para fomentar el uso de sal en el deshielo de carreteras, dirigida al público pero para convencer a un cliente institucional. El peligro del hielo para los autobuses escolares parece un buen argumento.

Figure 19. Advertising by International Salt Company, Inc. In Fortune Magazine (December 1945) to promote the use of salt in the de-icing of roads. The advertisement is addressed to the public, but to convince an institutional client. The danger of ice for school buses seems like a good argument.

DESHIELO DE CARRETERAS

El efecto de la sal sobre el hielo se conoce desde antiguo, pero su utilización de forma general en la eliminación de hielo y en la prevención de su formación en calles y carreteras es relativamente reciente. La primera

ciudad que lo utilizó de forma sistemática fue Detroit, en 1940, aprovechando la circunstancia de contar con una mina de sal en explotación justamente bajo la propia ciudad. En el invierno de 1941-42, el empleo de la sal se extendió por todo el estado de New Hampshire, con un consumo de unas 5.000 toneladas, y posteriormente se

generalizó al resto de los estados con inviernos fríos. Además de las obvias ventajas percibidas por el público y por los políticos, las empresas productoras de sal, conscientes de la aparición de un nuevo mercado potencialmente importante, se cuidaron bien de preparar campañas publicitarias advirtiendo de los riesgos que presentaban las carreteras heladas si no se utilizaba sal (Fig. 19). Actualmente, el consumo de sal para el deshielo de vías de comunicación representa unos 17 millones de toneladas anuales en Estados Unidos (con un coste de unos 50\$ tonelada), y unos 4 millones de toneladas en Canadá. España utiliza anualmente unas 400.000 toneladas (a 60 euros la tonelada), aunque obviamente, las cifras cambian bastante, dependiendo de la climatología de cada año concreto. En el deshielo de carreteras puede utilizarse directamente sal extraída de minas, ya que el material insoluble que contiene no representa un problema, al contrario que en otras industrias. Para acelerar su efecto sobre el hielo ya formado, la sal se humedece con una disolución de cloruro de calcio.

El límite teórico para la temperatura más baja en la que el uso de sal para el deshielo sería efectivo es $-21,1^{\circ}\text{C}$, el punto eutéctico de la mezcla de agua y sal, pero la eficacia de la sal es limitada por debajo de -10°C . Otras sales, como el cloruro de calcio o el de magnesio, tienen puntos eutécticos más bajos, y consecuentemente pueden utilizarse a temperaturas inferiores a la que es útil la sal común, pero son mucho más caras. El uso de sal para luchar contra el hielo tiene consecuencias negativas, como la corrosión en los automóviles, en mobiliario urbano e incluso infraestructuras y edificios, también la contaminación ambiental, pero estos efectos se compensan largamente con la disminución de accidentes.

TRATAMIENTO DE AGUA

La presencia de concentraciones elevadas de iones de calcio y magnesio en el agua es un problema, ya que da lugar a incrustaciones en máquinas, calderas y tuberías,



Figura 20. "Mina de sal" de la empresa Cargill, para su uso en ablandadores de agua domésticos, instalada en el aparcamiento de un supermercado en las afueras de Chicago en 1969. Fotografía de Leonard Bass.

Figure 20. "Salt Mine" for use in domestic water softeners, installed by Cargill in the parking lot of a store on the Chicago suburbs in 1969. Photograph by Leonard Bass.

reduce el efecto de detergentes y jabones, tiene efectos perjudiciales en las industrias de la cerveza, bebidas refrescantes y afecta al cocinado de algunos alimentos. La solución a este problema son los intercambiadores iónicos, cuyo origen está en las observaciones de Way (1850) sobre la presencia en el suelo de ciertos minerales capaces de retener diversos iones en disolución, cediendo otros a cambio. Posteriormente, Eichhorn (1858) demostró que la chabasita, una zeolita podía llevar a cabo este proceso de forma reversible. Sin embargo, los esfuerzos para utilizarlas en la práctica, por ejemplo para desmineralizar melazas, no dieron resultado, por lo elevado del coste y por la diferencia en el comportamiento (por razones desconocidas entonces) de los distintos minerales y materiales sintéticos utilizados. Los sistemas de ablandamiento del agua para uso doméstico y sobre todo para uso industrial basados en intercambiadores iónicos se hicieron viables a partir de los trabajos de Robert Gans con zeolitas sódicas. A partir de sus estudios sobre el comportamiento de las zeolitas individuales pudo seleccionar las que intercambiaban iones fácilmente, a las que llamó “permutitas”, de las que no lo hacían, examinando las diferencias estructurales y abriendo el camino a la síntesis de zeolitas artificiales útiles (Gans, 1908). Posteriormente, patentó un sistema para utilizarlas en la práctica. En su proceso (Gans, 1910) el calcio y el magnesio presentes en el agua son substituidos por el sodio que contiene la zeolita. Para regenerarla, se utilizaba una solución concentrada de sal. En 1913, la empresa Pfadler Permutit, Inc. comercializó una zeolita sintética, más eficaz que las naturales. En la década de 1930 se desarrollaron otros intercambiadores iónicos en polímeros de fenol-formaldehído (Adams y Holmes, 1938), y posteriormente (D’Aelio, 1944) las resinas de intercambio iónico basadas en la sulfonación de polímeros de divinilbenzeno. Estos intercambiadores podían regenerarse con facilidad con pequeños volúmenes de disoluciones concentradas de sal, abriendo la puerta a los sistemas de uso doméstico y dando lugar a un nuevo nicho de mercado para la sal y a una nueva imagen a los aparcamientos de las grandes superficies comerciales (Fig. 20). Por definición, el intercambio iónico implica la substitución de unos iones (Ca^{++} y Mg^{++}) por otros, y el sodio, en forma de cloruro, es el más barato de todos los posibles, y de ahí la enorme cantidad de sal utilizada actualmente en este proceso en el mundo. Y no solamente en la industria; hay que hacer notar que, para mejorar la eficacia de los detergentes, las lavadoras modernas cuentan con un sistema de descalcificación del agua, que se regenera con sal.

CONCLUSIONES

La sal es un material fundamental para la alimentación humana y del ganado, así como para la industria alimentaria y química, resultando además insustituible en muchas de sus aplicaciones. La producción creciente cada año, y el desarrollo de nuevas salinas en diversos lugares del mundo es una prueba de ello.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta, J. E. 1995. La pesca artesanal de altura en Lanzarote y la industria derivada. *VI Jornadas de Estudios sobre Lanzarote y Fuerteventura. Historia, Geografía, Arte, Lengua y Literatura, Antropología y Patrimonio*. 229-253.
- Adams, B. A. y Holmes, E. L. 1938. *Manufacture and use of synthetic resins*. Patente estadounidense 2. 104. 501. 4 de enero de 1938. 3 págs.
- Anónimo 1906. Noticias varias. *El Defensor del Contribuyente*, 5, (190), 7 de octubre de 1906, pag. 6.
- Azara, F. 1801. *Essais sur l’Histoire Naturelle des Quadrupedes de la Province du Paraguay*. Charles Pougens, París, Vol 2., 357.
- Berthelot, S. 1840. *De la peche dans la côte occidentale d’Afrique et des Établissements les plus utiles aux progrès de cette industrie*. Bethune Éditeur, París. 110-115.
- Berthollet, C. L. 1789. Description du blanchiment des toiles & des fils par l’acide muriatique oxigéné, & de quelques autres propriétés de cette liqueur relatives aux arts. *Annales de Chimie*, 2, 151-190.
- Boussingault, J. B. 1831. Recherches sur la cause qui produit le goitre dans las cordillères de la Nouvelle-Grenade. *Annales de Chimie et de Physique*, 48, 42-69.
- Boussingault, J. B. 1833. Mémoire sus les salines iodiferes des Andes. *Annales de Chimie et de Physique*, 54, 163-177.
- Braun, G. y Hogenberg, F. 1575. *Civitates orbis terrarum*. T. Graminaeus, Colonia. Vol. 2, lamina 6a.
- Burgi, H., Supersaxo, Z. y Dürig, P. 1993. Status of iodine nutrition in Switzerlad. En: *Iodine deficiency in Europe. A continuing Concern* (Delange, F., Dunn, J. T. y Glinoe, D., eds.). Plenum Press, New York. 367-371.
- Calvo, M. 2006. *Minerales y Minas de España. Vol III. Halogenuros*. Museo de Ciencias Naturales de Álava. Vitoria. 267 pp.
- Calvo, M. 2010. William Maclure, la glauberita y la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. *Revista de Minerales*, 4 (5), 6-7.
- Calvo, M. 2012. Sal en la arena. La producción tradicional de sal en Japón. *Actas del XIII Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero*. Manresa, 473-484.
- D’Aelio, G. F. 1944. *Production of synthetic polymeric compositions comprising sulphonated polymerizates of poly-vinyl aryl compounds and treatment of liquid media therewith*. Patente estadounidense 2. 366. 007. 26 de diciembre de 1944. 3 págs.
- Donnay, S. y Vila, L. 2013. Erradicación de la deficiencia de yodo en España. Cerca, pero no en la meta. *Endocrinología y Nutrición*, 59, 471-473.
- Dumas, J. B., Boussingault, J. B. y Élie de Beaumont. 1851. Rapport sur les recherches de M. le Dr. Grange, relatives aux causes du cretinisme et du goitre, et aux moyens d’en préserver les populations. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l’Academie des Sciences*, 32, 611-618.
- Eichhorn, H. 1858. Ueber die Einwirkung verdünnter Salzlösungen auf Silicate. *Annalen der Physik und Chemie*, 105, 126-133.
- Gans, R. 1908. Zeolithe und ähnliche Verbindungen ihre Konstitution und Bedeutung für Technik und Landwirtschaft. *Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie*, 26, 179-211
- Gans, R. 1910. *Process for softening water*. Patente estadounidense 960. 887. 7 de junio de 1910. 2 págs.
- Hierro, M. 1997. Los orígenes. En: *Centenario de “La Fábrica”. De la Sociedad Electro-Química de Flix a Erkimia*. (Muñoz, P., coord.). Ercros S. A., Barcelona. 11-23.
- Huerta, G. 1603. Anotación en *Libro nono de C. Plinio Segundo*,

- de la Historia de los pescados del mar, de los lagos, estanques y rios. Pedro Madriral, Madrid, 30-31.
- Labarraque, A. G. 1822. *L'Art du boyaudier*. Imprimerie de Madame Huzard, París. 138 págs.
- Labarraque, A.G. 1828. *Memoria sobre el uso de los cloruros de óxido de sosa y de cal*. Miguel de Burgos, Madrid. 72 págs.
- Lelievre, C. H., Pelletier, B., Darcet, J. y Giroud, A. 1794. *Rapport sur les divers moyens d'extraire avec avantage la sel de soude du sel marin*. se. sl, 80 págs y XI láminas
- Rodés, O. 1932. El iode en la sal d'alimentació. *Annals de l'Academia de Medicina de Barcelona*, 14, 308-310.
- Tennant, C. 1800. Specification of Mr Tennant patent for preparing the oxygenated muriates of calcareous earts &c. in a dry form. *The Repertory of Arts and Manufactures*, 13, 1-5.
- Torres, J. 1997. La producción química. En: *Centenario de "La Fábrica"*. De la Sociedad Electro-Química de Flix a Erkimia. (Muñoz, P., coord.). Ercros S. A., Barcelona. 120-147.
- Way, J. T. 1850. On the power of soils to absorb manure. *Journal of the Royal Agricultural Society of England*, 11, 313-379.
- Westphal, G., Kristen, G., Wegener, W., Ambatiello, P., Geyer, H., Epron, B., Bonal, C., Steinhäuser, G. and Götzfried, F. 2010. Sodium Chloride. En: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. 7ª ed. Wiley. Vol. 33, 319-365.

