

¿CON QUÉ HACER MÁS PAPEL? LA PASTA DE PAJA COMO ALTERNATIVA

LUZ DÍAZ GALÁN

RESTAURADORA DE DOCUMENTO GRÁFICO Y LICENCIADA EN CIENCIAS FÍSICAS

LABORATORIO DE RESTAURACIÓN DE LA BIBLIOTECA NACIONAL DE ESPAÑA

luz.diaz@bne.es

RESUMEN

Dentro de las investigaciones que a lo largo del s. XIX se realizaron en occidente en torno al uso directo de diferentes vegetales para elaborar pasta de papel, la transformación de la paja -proveniente de gramíneas como los cereales, el maíz o el arroz- se convirtió en una buena alternativa a estudiar. En este sentido, las descripciones técnicas incluidas en las diferentes patentes relativas a la producción de pasta de paja obtenidas a lo largo de este siglo son una interesante fuente de información para seguir la evolución de estos procesos. En este trabajo se va a hacer un seguimiento de dicha evolución a través de los privilegios de invención otorgados en España al respecto, relacionándolos con las patentes extranjeras más significativas de la época.

PALABRAS CLAVE

Pasta de papel, paja, s. XIX, patentes, privilegios de invención

Pasta de papel, pahlá, s. XIX, patentes, privilégios de invenção

Hasta que la madera se impuso como materia prima para la elaboración de pasta de papel a nivel industrial, muchos fueron los ensayos que se realizaron con los más diversos materiales a lo largo del s. XIX en los países occidentales. En el capítulo dedicado al papel del *Journal of the Board of Arts and Manufactures for Upper Canada*, publicado en Toronto en 1863, se recoge una selección de más de una treintena de patentes conseguidas entre 1800 y 1830, tanto en Europa como en América, para elaborar pasta de papel con materiales tan diversos como algas marinas, pajas de cereales, musgo, cardo, hojas de maíz, turba o ramas y cortezas de árboles como el sauce, el álamo o la palmera enana. A partir de los años 30 del s. XIX, el número de patentes relacionadas con la producción de pasta de papel utilizando materiales distintos del algodón, el lino o el cáñamo creció significativamente, reflejo del proceso de cambio de la fabricación de papel en esta época¹. Además, esto implicó una importante diversificación de la producción papelera desde el punto de vista de la composición del papel.

¹ Henry Youle Hind, *Journal of the Board of Arts and Manufactures for Upper Canada*, Vol III. Toronto: W. C. Chewett & Co, 1863, pp. 118-120.

Estas investigaciones tienen sus antecedentes en los trabajos llevados a cabo por diversos científicos en el siglo anterior. Inspirados en la tradición oriental de fabricar papel directamente a partir de diferentes variedades de plantas, naturalistas como *Jean Etienne Guettard* en Francia y *Christian Schäffer* en Alemania, realizaron numerosos experimentos para transformar distintas especies vegetales en una pasta capaz de formar hojas de papel. Ambos publicaron sus resultados en tratados que incluían muestras del papel obtenido en sus experimentos².

Son de interés las conclusiones de estos trabajos, que *La Lande* recoge en su "*Arte de hacer el papel, según se practica en Francia y en Holanda, en la China y en el Japón*". En primer lugar, estos trabajos y el estudio de los métodos orientales demuestran que es posible fabricar papel a partir de pasta obtenida directamente de las plantas sin haber pasado por el "estado lienzo"; además estas plantas se escogen por proximidad y abundancia. En segundo lugar, no todas las plantas son idóneas para la fabricación de papel; hay que seleccionar aquellas cuyas fibras tengan unas características adecuadas para posibilitar su procesado en pasta, garantizando así su entrelazado durante el proceso de formación de la hoja³.

Junto a estas premisas técnicas, la necesidad económica de sustituir los trapos por materias primas más abundantes y baratas, tanto de obtener como de procesar, motivó el desarrollo científico-técnico en torno a los procesos de producción de pasta de papel. Así, el s. XIX comenzó con la materialización, en forma de patentes, de los trabajos de numerosos papeleros del mundo occidental en busca de la optimización del uso directo de vegetales en la fabricación de pasta de papel.

La rentabilidad de los procesos fue el principal filtro a la hora de descartar muchas de las nuevas materias primas ensayadas. Sólo el uso de algunas de ellas tuvo un desarrollo significativo, como por ejemplo, las mezclas de lino, yute y cáñamo, la paja, el esparto o, por supuesto, la madera.

Desde los primeros ensayos, la paja proveniente de diversas clases de gramíneas como los cereales, el maíz o el arroz, estuvo entre las materias primas susceptibles de convertirse en pasta de papel. Desde el punto de vista económico, su uso se veía favorecido por su disponibilidad como desecho agrícola. Era una materia prima abundante, barata y fácil de obtener en áreas geográficas dedicadas tradicionalmente al cultivo de estas especies. El principal inconveniente a este respecto es que sólo está disponible en las épocas de cosecha, por lo que es necesario almacenarla para producir pasta de papel todo el año.

2 Jean Etienne Guettard, *Observations sur les plantes*, par M. Guettard, Docteur en Médecine de la Faculté de Paris, de l'Académie Royale des Sciences, et Médecin Botaniste de S.A.S. Monseigneur le Duc d'Orléans, Paris: Durand, 1757; Jacob Crithian Schäffer, *Proefneminghen en monster-bladen, om papier te maaken zonder l*

3 Jérôme de La Lande, *De las diferentes materias que podrían servir para hacer de ellas papel en Arte de hacer el papel, según se practica en Francia y en Holanda, en la China y en el Japón*. De la Real Academia de la Ciencias de París. Traducida del francés por D. Miguel Gerónimo Suárez y Núñez, Madrid: Pedro Marín, 1778.

Desde un punto de vista técnico, la transformación de la paja en pasta era ventajosa ya que era posible llevarla a cabo sin ningún tratamiento preliminar excesivamente costoso ni que consumiera gran cantidad de energía. Esto hacía posible su producción a pequeña escala, sin necesidad de grandes inversiones de capital, al menos en el caso de pasta para papeles de calidad baja o media.

Y lo más importante, las características de sus fibras la convertían en buena candidata para su transformación en pasta de papel. La paja es un material vegetal no leñoso muy heterogéneo.

Siguiendo la descripción dada por García Hortal⁴, los tallos de las gramíneas, generalmente llamados cañas, son la parte de la planta rica en fibra, y por tanto, la parte interesante para la industria papelera. Los tallos, cilíndricos y articulados, se configuran en una sucesión de partes ensanchadas o nudos y de partes cilíndricas de menor diámetro, entrenudos. En sección transversal, el entrenudo presenta diversas capas. La más externa, la epidermis, está formada por células no fibrosas y con un alto contenido en sílice, especialmente en los cereales. Los elementos fibrosos se encuentran principalmente en la corteza o cáscara, capa situada bajo la epidermis. Los haces de fibras se orientan paralelamente al eje del tallo (en los nudos, las fibras son más cortas y se disponen transversalmente para dar rigidez al tallo). La parte central puede estar hueca (paja de trigo, por ejemplo) o estar repleta de médula, que consta principalmente de tejido parenquimatoso sin carácter fibroso.

Las fibras obtenidas tras el proceso de pasteado son fibras cortas, con una longitud media de 1,5 mm (mucho menor en el caso de las pajas de arroz) y un diámetro medio de 15 µm, es decir, parámetros similares a las fibras de la madera de frondosas. En cuanto a su composición química, contienen alrededor de un 35% de alfacelulosa, un 20% de lignina, un 30% de carbohidratos no celulósicos como pentosanos y almidón, una elevada proporción de sustancias solubles en agua caliente y un alto contenido en cenizas, especialmente sílice.

Estos factores favorables hicieron que el uso de la paja para la obtención de pasta de papel fuera bastante importante en países como Estados Unidos, Francia u Holanda, en los que tuvo aplicaciones diversas como la elaboración de papeles de embalaje, papel prensa o cartones para la encuadernación. En estos países, la fabricación de pasta de paja tuvo cierta continuidad hasta las primeras décadas del en que en cayó en desuso⁵. Pero hay que señalar que en la actualidad existe una significativa industria de pasta papelera obtenida a partir de paja en países como China o India. Asimismo, se están

4 Jose Antonio García Hortal, *Fibras papeleras*, Barcelona: Edicions UPC, 2007, pp. 144-156.

5 Sobre este tema ver: A. J. Valente, *Changes in print paper during the 19th Century* en *Proceedings of the Charleston Library Conference*, Charleston: Perdue University, 2010; A. J. Valente, *Rag Paper Manufacture in the United States, 1801-1900*, North Carolina: MacFarlang & Company Inc., 2010; M. Fourquet, *L'industrie de la papeterie dans la région de Limoges en Norois*, n°3, Juillet-Septembre 1954. pp. 267-286; Luther Ringwalt, *American Encyclopaedia of Printing*, Philadelphia: Menamin & Ringwalt, 1871, pp. 450-451; Diana Twede et alt., *Cartons, crates and corrugated boards*, Pennsylvania: DEStech Publications Inc., 2015, pp. 21-24.

estudiando mejoras en los métodos del procesado de la paja y otras materias primas no madereras que constituyan una alternativa al uso de la madera⁶.

1. PATENTES Y PRIVILEGIOS SOBRE PASTA DE PAJA

A lo largo del s. XIX, los métodos de transformación de la paja en pasta de papel, al igual que otros procesos industriales, fueron evolucionando y perfeccionándose. Proceso que queda reflejado en las descripciones técnicas de las patentes obtenidas por distintos fabricantes de papel en diversos países de Europa y América. Dos van a ser las líneas de investigación que se definen en dichas patentes. Por un lado, la determinación de los reactivos químicos más adecuados para la separación de las fibras. Por otro lado, el desarrollo de nueva maquinaria que permita optimizar los procesos en rendimiento y calidad. Todo ello buscando dar respuesta comercial a las necesidades crecientes de un mercado en expansión, impulsado por la floreciente actividad editorial de esta centuria⁷.

Hay que señalar que la mayoría de las patentes no se ciñen únicamente al uso de la paja como materia prima de la pasta de papel. La mayoría incluye en ellas, de forma vaga y genérica, otras materias vegetales susceptibles de ser procesadas mediante el mismo método. Estrategia comercial que ampliaba la posibilidad de negocio.

A este respecto, los privilegios de invención y de introducción relativos a la producción de pasta de papel con materiales distintos a los trapos, y en concreto con pajas de cereales y arroz, otorgados en España a lo largo de esta centuria son una interesante fuente de información. Las descripciones técnicas incluidas en los expedientes (aunque en ocasiones esta documentación no se conserva) permiten hacer un seguimiento de la evolución técnica de estos procesos en nuestro país⁸. A la hora de valorar estas aportaciones hay que tener en cuenta las limitaciones

6 Sobre este tema ver: Jose Antonio García Hortal, *Fibras papeleras*, op. cit.; L. Jiménez Alcaide, *Pastas celulósicas de materias primas alternativas a las convencionales*, Écija: Editorial Gráficas Sol, 2005.

7 Sobre la actividad editorial en el s. XIX ver: J. F. Botrel, *Libros, prensa y lectura en la España del s. XIX*, Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez, 1993; H. Escolar Sobrino, *Historia ilustrada del libro español. La edición moderna. Siglos XIX y XX*, Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez, 1996; J. A. Martínez Martín, *Historia de la edición en España 1836-1936*, Madrid: Marcial Pons Ediciones de Historia, 2001.

8 En el Archivo Histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas se custodia la documentación referente a los inventos protegidos por privilegio real en España entre marzo de 1826 y Julio de 1878. Durante este periodo estuvo vigente el Real Decreto de 27 de Marzo de 1826, promulgado por Fernando VII, que regula la concesión de dichos privilegios. El Real decreto funcionaba como una ley de patentes moderna cuyos títulos se concedían, como un derecho, a todo el que lo solicitara. En la concesión de un privilegio de invención, el único requisito era que el objeto fuera invención propia del solicitante y que no se hubiera puesto en práctica ni en España ni en el extranjero. Por su parte, el privilegio de introducción se concedía para poner en práctica un invento extranjero en España, aunque no para importarlo de fuera.

Sobre este tema ver: J. Patricio Sáiz González, *Propiedad Industrial y Revolución Liberal*, Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1995; J. Patricio Sáiz González y M^a Carmen Hidalgo Brinquis, *El Archivo de Privilegios de Invención de la Oficina Española de Patentes y Marcas y la industria papelera en Investigación y Técnica del papel* nº 127, Madrid: Graf. Espejo, 1996, pp. 124-144.

del proceso de industrialización en España durante el siglo XIX y en concreto del sector papelero. En general, hasta finales del siglo hubo una larga pervivencia del uso del trapo como materia prima principal, así como de la fabricación manual del papel. No se contó con una dotación de recursos adecuada, dependiendo en gran medida de las importaciones⁹. Pero no pueden dejar de tenerse en consideración las iniciativas llevadas a cabo para introducir innovaciones y mejoras en la industria papelera nacional.

2. PRIMEROS AVANCES. CÓMO ADAPTAR LA TECNOLOGÍA DISPONIBLE.

Como ya se ha comentado, las primeras décadas del siglo XIX fueron muy prolíficas en cuanto a la investigación en torno a la producción de nuevas pastas de papel. Las especificaciones técnicas de las patentes registradas en estos años dejan clara la línea de investigación en torno al procesado directo de materias vegetales para la producción de pasta de papel y, en concreto, a partir de la paja. Los papeleros se centraron en la adaptación de los métodos utilizados para los trapos al procesado de los nuevos materiales, continuando así con los trabajos iniciados en el siglo anterior.

Entre los primeros papeleros relacionados en España con la producción de pasta de papel a partir de la transformación directa de diversos vegetales se encuentran Santiago Grimaud y Simón Joaquín de Arriaga¹⁰. Santiago Grimaud fue un importante papelero que desarrolló su trabajo en la provincia de Guadalajara, primero en un molino arrendado de Gárgoles de Abajo y posteriormente también en otro en propiedad en Gárgoles de Arriba, donde sus hijos continuaron el trabajo¹¹. Con una excelente reputación a causa de la buena calidad de los papeles elaborados en sus molinos, Santiago Grimaud se caracterizó por introducir mejoras en la industria papelera, mostrando especial interés en la investigación en torno al uso directo de diferentes vegetales para la fabricación de pasta de papel. Ya en 1825 había realizado muestras de papeles elaborados con los más diversos materiales. En un laudatorio artículo publicado por el *Mercurio de España* en Diciembre de ese año, se enumeran más de 25 especies vegetales utilizadas por Grimaud en sus ensayos: aparecen, entre otros, las cortezas de diferentes árboles como el moral papelero, el olmo o el fresno, varias especies de juncos, el esparto, el maíz y las pajas de cereales como el trigo, la cebada, el centeno o la avena¹².

9 Sobre este tema ver: José Carlos Rueda Laffond, *La fabricación del libro. Industrialización de las técnicas. Máquinas, papel y encuadernación* en Martínez Martín, *Historia de la edición en España 1836-1936*, op. cit, pp. 73-110.

10 Desde finales del siglo XVIII se comenzaron a presentar expedientes para la consecución de privilegios de invención en torno a la fabricación directa de pasta de papel con diversas especies vegetales. En relación con el uso de la paja, en 1802, *Aristides Franklin de Anyubault Mornay* presentó la solicitud para obtener el privilegio exclusivo de la fabricación de papel con pita, esparto, palmito y paja. Pero dicha solicitud no prosperó. Sobre este tema ver: Juan Castelló Mora, *Buñol y la búsqueda de nuevas materia primas* en *Actas del VI congreso Nacional del Papel en España*, Buñol (Valencia): 2005, pp. 45-52.

11 Gonzalo Gayoso Carreira, *Historia del papel en España, Tomo I*, Lugo: Servicio publicaciones Diputación Provincial de Lugo, 1994, pp. 80-82.

12 *Mercurio de España*, Madrid: Imprenta Real, nº de diciembre de 1825, pp. 418-424.

Sus investigaciones se centraron en las pajas de cereales, llegando a obtener el 29 de Septiembre de 1825 una patente por un método de elaboración y fabricación de papel y cartón de pura paja con aplicaciones diversas¹³. Santiago Grimaud, tal y como deja claro en la memoria técnica incluida en el expediente, basó su método en la experimentación llevada a cabo por él mismo. Experimentación que le hizo concluir que para transformar la paja en pasta de papel era necesario someterla a la acción de reactivos químicos. En concreto, Grimaud estima que el método óptimo consiste en la cocción de la paja en una lejía cáustica elaborada con una mezcla de cenizas, cal apagada y agua entre 8 y 10 horas. Y como su objetivo era elaborar papeles de buena calidad, el proceso se completa con el blanqueo de la paja con agua saturada de cloro. El resto de pasos para la obtención de una buena pasta papelera son similares a los realizados para la pasta de trapos. Es relevante señalar que Santiago Grimaud hace especial hincapié en la idea de obtener una pasta de papel a partir de la paja que sea capaz de sustituir completamente a la pasta de trapos. Incluso llega a afirmar que lo ha conseguido con el proceso propuesto. Pero dos años después, tras un pleito, perdió la patente en favor de Simón Joaquín de Arriaga, papelerero que desde 1824 dirigía un Molino en el barrio de La Peña de Bilbao. Así, Arriaga consiguió en 1827 el privilegio de introducción de los “*medios y método para la elaboración del papel y cartones de paja y su blanqueo*”¹⁴. Es de especial interés la descripción técnica incluida en el expediente, ya que en ella describe un amplio número de métodos para el procesado de la paja. Al tratarse de un privilegio de introducción, se entiende que los métodos propuestos no son invenciones propias de Arriaga, sino métodos ya desarrollados por otros y que él quiere utilizar en exclusiva en España.

En primer lugar hace una descripción de “*varios medios de fabricar papel de paja en su color natural o color amarillo*”¹⁵, aplicables a la paja de cebada, trigo, centeno y maíz. Los pasos fundamentales de los procesos son los siguientes:

1. Inicialmente es necesario preparar la paja, es decir, machacarla y mullirla por medios mecánicos para obtener trozos pequeños que se puedan tratar posteriormente. Aunque esta operación se puede realizar mediante mazos o cilindros, Arriaga propone el uso de una máquina trituradora de paja, denominada por él en francés *hache-paille*, para acelerar el proceso y que sea más rentable económicamente.
2. A continuación hay que someter a la paja a la acción del agua de cal – agua saturada de óxido cálcico [CaO(aq)] – para que se separen las fibras. Dos son los *medios* incluidos por Arriaga en su descripción técnica. El primero consiste en la fermentación de la paja en agua de cal durante un

13 ARCHIVO GENERAL DE SIMANCAS (A.G.S.), CONSEJO SUPREMO DE HACIENDA (C.S.H.), Legajo 318, núm 19.

14 Simón Joaquín de Arriaga, *Método y medios perfeccionados de elaboración de papel y cartón de pura paja, y su blanqueo*. Privilegio de Introducción, 7 de Agosto de 1827. Oficina Española de Patentes y Marcas (O.E.P.M.). Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-14.

15 Simón Joaquín de Arriaga, *Método y medios perfeccionados de elaboración de papel y cartón de pura paja, y su blanqueo*, op. cit.

tiempo prolongado, unas dos o tres semanas. En el segundo procedimiento, el agua de cal también va a ser el reactivo químico utilizado, pero en este caso, la paja se somete a un proceso de cocción en una caldera durante un tiempo mucho más corto, entre 2 y 3 horas. A lo largo de la explicación queda patente la importancia de controlar bien este proceso, con el fin de optimizar los resultados y obtener una buena separación de las fibras. Por un lado, son importantes las proporciones de los distintos materiales y los tiempos de tratamiento. Por otra parte, hay que controlar que el agua de cal reaccione de forma homogénea con la paja, lo que requiere el movimiento periódico de la mezcla. Con estos dos procedimientos se obtiene una pasta de color amarillo, en la que no se han eliminado ninguna de las materias colorantes de la paja. También incluye el papelerero en su privilegio de introducción el uso de sosa – carbonato de sodio [Na₂CO₃] – o potasa cáustica – hidróxido de potasio [KOH] – en lugar del agua de cal, para conseguir una pasta menos amarilla al “destruir algún tanto la materia colorante de la paja”¹⁶.

3. El siguiente paso consiste en el lavado de la paja, fundamental para eliminar el exceso de cal que pudiera quedar adherida a ella.

4. Finalmente, la paja suficientemente lavada se macera y refina, usando los procedimientos usuales en el caso de los trapos. Arriaga recomienda combinar el uso de las pilas de mazos con el uso del cilindro, de modo que se obtenga una pasta de calidad óptima “dispuesta para fabricar papel o cartones de todos los gruesos y tamaños”¹⁷.

5. Un punto adicional que aparece en esta descripción técnica es la reutilización del agua de cal. Hay que señalar que los métodos hasta aquí propuestos por Simón Joaquín de Arriaga coinciden en los puntos fundamentales con lo descrito por el empresario y papelerero inglés *Matthias Koops*¹⁸ en su patente de 1801 para la elaboración de papel a partir de pasta de paja, entre otras materias vegetales. Pionero en este campo, *Koops* desarrolla en su patente un proceso de fermentación de la paja en agua de cal y propone el uso de una solución de sosa o potasa cáustica para mejorar el color del papel obtenido¹⁹. Es de suponer que Arriaga conocía el procedimiento seguido por *Koops*,

16 Simón Joaquín de Arriaga, *Método y medios perfeccionados de elaboración de papel y cartón de pura paja, y su blanqueo*, op. cit.

17 Simón Joaquín de Arriaga, *Método y medios perfeccionados de elaboración de papel y cartón de pura paja, y su blanqueo*, op. cit.

18 *Matthias Koops*, en los primeros años del s. XIX, construyó el primer molino papelerero dedicado exclusivamente a la producción a gran escala de papel fabricado a partir de pasta que no procedía de trapos. *Koops* patentó diferentes métodos para producir pasta de papel directamente a partir de diversas materias vegetales como la paja, heno o diferentes cortezas de árboles. Incluso patentó un método de destintado del papel ya impreso para su posterior reutilización como pasta de papel. Como muestra de los resultados de su trabajo, utilizó los nuevos tipos de papel por él fabricados para la edición de su libro *Historical Account of the Substances Which have been Used to Describe Events, and to Convey Ideas, from the Earliest Date, to the Invention of Paper*. Desafortunadamente, su fábrica de papel quebró tan sólo cuatro años después.

19 Sobre esta patente ver: *Patents for inventions. Abridgments of specifications relating to the manufacture of paper, pasteboard and papier maché*, Londres: Great Seal Patent Office, 1858, pp. 11-12; Thomas P. Jones, *Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania*, vol XV, Philadelphia: The Franklin Institute, 1835, p.292.

de modo que le serviría de base para adecuarlo y optimizarlo a las características concretas de las pajas y de los reactivos químicos por él utilizados, algo que sólo era posible conseguir por medio de la experimentación. Partiendo, claro está, de la experiencia previa en la fabricación de pasta papelera a partir de trapos.

En la segunda parte de la memoria descriptiva, Simón Joaquín de Arriaga describe “*varios medios de blanquear la paja*”²⁰, con el fin de obtener un papel de características similares al conseguido a partir de la pasta de trapos blanqueados. La paja, tras ser preparada y sometida a la acción de una solución alcalina de las propuestas con anterioridad, se trata con compuestos clorados para su blanqueo. Los reactivos químicos que se pueden utilizar son: el ácido muriático oxigenado – cloro, que se utiliza en disolución acuosa –, una solución de cloruro de cal – compuesta por cloruro de calcio [CaCl₂], hipoclorito de calcio [Ca(ClO)₂] e hidróxido de calcio [Ca(OH)₂] – y el cloro en forma gaseosa [Cl₂(g)].

Arriaga hace hincapié en dos cuestiones: i) la importancia de la neutralización de los compuestos clorados con un baño de ácido sulfúrico para que no queden entre las fibras de la paja y ii) la posibilidad de reutilizar los reactivos químicos, factor económico no desdeñable teniendo en cuenta su alto precio. En la línea de incluir en su privilegio el mayor número de procesos posibles, describe otro método de blanqueo de la pasta de paja que incluye un tratamiento previo con una solución de azufre y cal para producir un compuesto hidrosulfurado en medio alcalino.

La paja se cuece en esta disolución y, a continuación, se blanquea mediante su exposición “*a la acción de la atmósfera, es decir al ayre, agua y sol*”²¹; y si esto no es suficiente, se puede recurrir al blanqueo con compuestos clorados.

Esta última propuesta es una adaptación de la que *Louis Lambert*, papelero francés que también trabajó en Inglaterra, recoge en su patente de 1824 para la manufactura de papel hecho de paja²². Resulta particularmente interesante la explicación que el francés – y que Arriaga no incluye en su descripción técnica – hace del objetivo de este tratamiento intermedio: la eliminación de los compuestos mucilaginosos y de sílice presentes en la paja y que son tan perjudiciales en la fabricación del papel. Con la cocción en agua de cal se prepara el material para ser desfibrado y se elimina parte de la materia colorante de la paja, pero es necesario un tratamiento previo al blanqueo que elimine esas impurezas de modo que el resultado final sea mejor.

20 Simón Joaquín de Arriaga, *Método y medios perfeccionados de elaboración de papel y cartón de pura paja, y su blanqueo*, op. cit

21 Simón Joaquín de Arriaga, *Método y medios perfeccionados de elaboración de papel y cartón de pura paja, y su blanqueo*, op. cit.

22 Sobre esta patente ver: Bon De Férussac, *Bulletin des Sciences Technologiques, Cinquième Section du Bulletin Universel des Sciences et de L'Industrie, Tome quatrième*, París: 1825, pp. 295-296; Thomas P. Jones, *The Franklin Journal and American Mechanics' Magazine devoted to the Mechanic Arts, Internal improvements, and General Science*, Philadelphia: Judah Dobson, 1826, pp. 92-93.

Así pues, Simón Joaquín de Arriaga decide incluir en su privilegio de introducción todas las variantes de blanqueo propuestas en esa época. Hay que señalar que el desarrollo de los procesos de blanqueo de las pastas papeleras comenzó a finales del siglo anterior, por lo que todavía estaban, en los años 30 del s. XIX, en plena evolución. Teniendo en cuenta el grado de desarrollo de la industria papelera en España, el introducir la posibilidad de utilizar compuestos clorados era bastante novedoso y avanzado. Es posible que aunque Arriaga plantee todas las alternativas, las condiciones técnicas reales de su molino, así como las variables económicas, le hicieran decantarse por alguno de los métodos descritos, quizás por el uso del agua de cloro, tal y como proponía Santiago Grimaud.

En Estados Unidos, donde el procesado de la paja para pasta de papel tuvo un importante desarrollo, *William Magaw* en 1828 y *Louis Borneisleir* en 1829 obtuvieron patentes para métodos similares a los descritos²³.

Varias son las características comunes que se pueden encontrar en los sistemas de procesado propuestos en las patentes de las primeras décadas del s. XIX.

Desde las primeras patentes queda clara la necesidad de tratar químicamente la paja, con o sin blanqueo dependiendo de la calidad a conseguir. Además, todos coinciden en la necesidad de usar sustancias alcalinas para el procesado directo de las fibras vegetales. La capacidad de los álcalis para separar las fibras y eliminar compuestos no deseados en la composición de las pastas, era bien conocida por los papeleros. Aunque no tenían muy buena fama, se utilizaba la cal para acelerar el proceso de fermentación de los trapos en el pudridero y las lejías de cenizas, ricas en hidróxido de potasio, para blanquearlos. Además, los métodos de fabricación de papel en países orientales como China o Japón, cada vez más conocidos en Europa y América, incluían procesos de cocción de las sustancias vegetales en agua de cal, en soluciones de sosa cáustica o con cenizas²⁴. El reto consistía en determinar mediante la experimentación qué reactivos químicos eran más adecuados para la materia prima concreta con la que cada uno trabajaba, así como la forma de aplicarlos más eficientemente. El tipo de sustancia alcalina, la proporción de los distintos materiales y el tiempo de cada proceso dependen en gran medida de las características iniciales de las pajas empleadas y de la pureza de los reactivos químicos. De ahí que los datos concretos no coincidan en las diferentes patentes, ya que cada papelero los adaptó a sus necesidades concretas de trabajo.

23 Sobre estas patentes ver: Thomas P. Jones, *Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania: devoted to the Mechanics Arts, Manufactures, General Science and the recording of American and other patented inventions, Vol I*, Philadelphia: The Franklin Institute, 1828, pp. 416-417; Thomas P. Jones, *Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania: devoted to the Mechanics Arts, Manufactures, General Science and the recording of American and other patented inventions, Vol IV*, Philadelphia: The Franklin Institute 1829, pp. 414-416.

24 Por ejemplo, a finales del s. XVIII, *La Lande* ya describe estos procesos en su libro *De las diferentes materias que podrían servir para hacer de ellas papel en Arte de hacer el papel, según se practica en Francia y en Holanda, en la China y en el Japón*.

La calidad de la pasta es otra preocupación que aparece en las descripciones técnicas de los procesos. A este respecto, la preparación inicial de la paja es importante. Rápidamente, los papeleros se dieron cuenta de que los nudos de las pajas influían negativamente en la calidad de la pasta obtenida. Para no disminuir el rendimiento, en las pastas no blanqueadas los nudos se deben triturar y machacar convenientemente. Pero en el caso de querer obtener papeles finos a partir de pastas blanqueadas, los nudos se han de eliminar, aunque haya una pérdida de rendimiento en el proceso. Asimismo, hacen especial hincapié en los procesos de lavado realizados tras el lejiado y el blanqueo. Lavar la pasta convenientemente es fundamental para eliminar las sustancias que se eliminan de la paja durante los tratamientos y para eliminar los reactivos químicos aplicados. En ambos casos, su incorrecta eliminación implica una pasta de menor calidad que dará problemas tanto a la hora de formar la hoja de papel, como en su conservación a largo plazo. Aunque hay que señalar que los métodos propuestos implican una importante aplicación de reactivos químicos de alta alcalinidad, lo que conlleva una inevitable degradación de las fibras.

La escasa mecanización del proceso es otra de las características comunes. La tecnología existente en los molinos papeleros de la época se puede adaptar al procesado de las nuevas fibras, especialmente en el caso de pastas no blanqueadas. Pocas son las innovaciones en maquinaria. Arriaga, por ejemplo, introduce algunas novedades: la preparación mecánica de la paja con la máquina cortadora y el uso de calderas adecuadas para la aplicación de las lejías y agentes de blanqueo. El hecho de poder utilizar la tecnología existente era un punto a favor del desarrollo de la producción de éste tipo de pasta de papel como alternativa a la pasta de trapos, especialmente en la producción de papeles de baja calidad. Si ya se disponía de un molino papelerero, con una inversión moderada se podía diversificar la producción.

Esta fue la línea de trabajo seguida a lo largo de la primera mitad del s. XIX, periodo en el que se dieron nuevas patentes relacionadas con la transformación de la paja en pasta de papel. Investigaciones que se realizaron en paralelo al estudio de un rango más amplio de materias vegetales. Este es el caso, por ejemplo, del trabajo de Luis de Villalba, quien obtuvo varios privilegios de invención relacionados con el uso directo de diversas especies vegetales para la obtención de pasta de papel. En 1850 se le concedió un privilegio para la obtención de pasta de papel a partir de la hoja del palmito²⁵ y en 1853 consiguió la Real Cédula que le confería el privilegio de invención sobre varios procedimientos “*para reducir a pasta y hacer papel, cartón, cartulina y demás del arte de la papelería, con el filamento de las pajas de arroz, trigo, cevada, centeno y toda clase de plantas cualesquiera que sea su especie y género que tenga filamento*”²⁶. En el encabezamiento del informe técnico, Villalba señala dos aspectos importantes: su objetivo es fabricar todo tipo de productos papeleros y para ello va a utilizar todas aquellas especies

25 O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-519. Privilegio de Invención a favor de Luis de Villalba *para Un método para fabricar papel, cartón, y cordelería a partir de la hoja del palmito*, 22 de Octubre de 1850.

26 Luis de Villalba, *Método de hacer pasta, papel, cartón, cartulina, etc. con el producto de los filamentos de las pajas de arroz, trigo etc.*, Privilegio de Invención, 4 de Diciembre de 1853. O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp PR-1106.

vegetales que se puedan reducir a fibras. Aunque en realidad se va a centrar en la transformación de los diferentes tipos de paja, de la corteza de la morera blanca y de las virutas y serrín de carpintero. Su propuesta se decanta por la elaboración de pasta de paja fermentada con cal y sin blanquear. El expediente incluye varias muestras del papel realizadas siguiendo su método, en su molino de la localidad valenciana de Anna²⁷.

En concreto, los papeles conseguidos a partir de las pastas de paja son de calidad intermedia, de marcado color amarillento – se trata de pastas sin blanquear –, con una superficie homogénea, con un gramaje medio y con pequeñas impurezas de la pasta. Salvo por la degradación causada por hongos y microorganismos en su parte inferior, su estado de conservación es bueno. En el expediente del privilegio de invención queda constancia de que Luis de Villalba llevo a cabo la ejecución del mismo, llegando a comercializar sus nuevos productos. También se recoge en dicho expediente la valoración que de ellos él mismo hizo: son papeles con mayor fortaleza que los obtenidos a partir de pasta de trapos y con precios inmensamente más bajos; además no cree aventurado asegurar que su consumo para diversos usos será ventajoso²⁸.

3. SEGUNDA MITAD DEL S. XIX. CONSOLIDACIÓN DE LOS PROCESOS.

Las experiencias realizadas a lo largo de la primera mitad del s. XIX por la industria papelera occidental en torno a la elaboración de pasta de papel directamente con materia vegetales, había dejado clara la viabilidad de estos procesos. De entre la gran cantidad de vegetales con que se experimentó inicialmente, los resultados obtenidos hicieron que la industria se fuera decantando por aquellos que resultaban más rentables. Aunque la madera empezaba a postularse como la mejor opción, la paja de cereales y arroz siguió siendo objeto de investigaciones y mejoras, ya que en ciertas zonas resultaba una opción con interesantes ventajas económicas.

El procesado al que se somete la materia vegetal para transformarla en pasta condiciona en gran medida, junto con la naturaleza de las fibras, la calidad del papel. Los avances en el campo de la biología y de la *química aplicada a las artes* permitieron entender mejor las características, por una parte, de los vegetales leñosos y por otra, de los reactivos químicos tradicionalmente utilizados en la fabricación de papel. Estos nuevos conocimientos permitieron a la industria papelera afinar en el uso de los reactivos químicos más adecuados para separar las fibras y eliminar compuestos nocivos de las pastas papeleras, al tiempo que se reducía la degradación de las fibras.

La mecanización de los procesos fue otro de los puntos fundamentales a tener en cuenta. El desarrollo de dispositivos autónomos que permitieran realizar los procesos químicos lo más rápida y eficientemente

27 O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-1106, op. cit.

28 Luis de Villalba, *Método de hacer pasta, papel, cartón, cartulina, etc. con el producto de los filamentos de las pajas de arroz, trigo etc.*, op. cit.

posible, fueron uno de los principales puntos de trabajo a lo largo de estos años. Además, las nuevas máquinas debían lograr un menor consumo de energía y de reactivos químicos, permitiendo también la reutilización de estos últimos. Todo ello buscando un equilibrio entre la reducción de costes y una calidad mínima de las pastas obtenidas.

Hay que señalar que la investigación en torno al procesado de la paja tuvo un desarrollo paralelo a la búsqueda de nuevos procesos para transformar la madera en pasta. Aunque gracias a la máquina patentada por *Friedrich Gottlob Keller* en 1840, la madera se podía desfibrar para fabricar pasta apta para la formación de papel, la calidad obtenida no era completamente satisfactoria. La mayoría de las investigaciones se centraron en la mejora del procesado de la madera, pero no se descartó el uso de otras materias vegetales y hubo un cierto impulso en la mejora de los procesos ya utilizados.

En este sentido y en relación con la pasta de paja, son especialmente interesantes las patentes del francés *M. A. C. Mellier*. En 1852, junto a *T. Coupier*, obtuvo una patente en Inglaterra sobre ciertas mejoras en la manufactura del papel²⁹, relacionadas con el uso de los reactivos químicos y con la maquinaria a utilizar en la transformación en pasta de papel, fundamentalmente de la paja, pero también de otras materias vegetales y de la corteza de ciertos árboles. Las aportaciones de *Mellier* se centran en dos aspectos.

En primer lugar, considera fundamental la determinación clara de las características químicas más adecuadas de los reactivos químicos a utilizar. Decantándose por el uso de hidratos puros de sosa o potasa para el lejiado de las fibras y de los hipocloritos, particularmente del hipoclorito de aluminio, para el blanqueo, hace especial hincapié en la importancia de controlar su pureza y la concentración a la que se utilizan. *Mellier* determina que la concentración adecuada de las soluciones alcalinas es de 8-10 grados Baumé (°Bé), es decir, entre 58 y 76 gr/l a 15 °C. Es destacable la introducción de un lenguaje más técnico y del uso de una escala de medida normalizada para la concentración de los reactivos: la escala Baumé³⁰. Esto es un avance importante en la búsqueda de la universalidad de la aplicación de los procesos, dejando de lado las unidades de medida locales utilizadas con anterioridad. Por ejemplo, Arriaga habla de pipas de agua, fanegas de cal viva o arrobas de paja³¹.

En segundo lugar, se centra en el diseño de un dispositivo de lejiado que optimice la acción de las soluciones alcalinas. La propuesta de *Mellier* consiste en establecer un circuito de circulación de los reactivos químicos a través de la paja, de modo que el procesado sea homogéneo en todo el volumen de material. Esta era una de las mayores preocupaciones a la hora de conseguir una pasta de calidad. Hasta ahora, la mezcla de los álcalis con la paja se hacía de un modo manual y la mecanización de

29 *The repertory of Patent Inventions, and other discoveries and improvements in arts, manufactures and agriculture, Vol XXI*, London: Alexander Macintosh, 1853, pp. 109-114.

30 La escala Baumé fue creada por el químico y farmacéutico francés *Antoine Baumé* en 1768 y se utiliza para la medida de la concentración de ciertas soluciones.

31 O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp PR-14, op. cit.

este proceso fue una de las prioridades de las nuevas investigaciones. En el dispositivo de *Mellier*, la paja se dispone en un recipiente con un doble fondo, con pequeñas perforaciones en el fondo que está en contacto con la paja. En otro recipiente de hierro se introduce la solución alcalina; gracias a la acción de vapor a alta presión, la lejía entra en ebullición y es impulsada a través de una tubería hasta el recipiente de la paja. Una vez allí, se distribuye entre la materia vegetal y el líquido sobrante que no ha reaccionado aún con la paja pasa al doble fondo del recipiente a través de los orificios. En este fondo hay otra tubería por donde sale este líquido y que llega al recipiente de hierro. Desde aquí, la solución alcalina es impulsada de nuevo al recipiente de la paja. El circuito se mantiene durante el tiempo necesario para que el lejiado sea efectivo. Finalmente, la solución alcalina sobrante sale por otra tubería que lleva a otro recipiente donde es recuperada para un nuevo uso.

El mismo dispositivo se utiliza para el posterior lavado de la paja, de modo que se hace circular agua hasta que los restos de álcali no son significativos. La eliminación de los residuos alcalinos entre las fibras y de las impurezas de la paja es fundamental para minimizar los procesos de degradación del papel obtenido con estas pulpas.

Mellier también contempla la posibilidad de utilizar los residuos resinosos que quedan en el agua de lavado como combustible para obtener vapor. Otro punto fundamental en la búsqueda de hacer rentables estos procesos.

Investigaciones posteriores llevaron a *Mellier* a mejorar su propuesta, consiguiendo una nueva patente en 1857³². En este caso, el lejiado de la paja se lleva a cabo dentro de un recipiente que rota sobre uno de sus ejes. Su interior cuenta con una serie de tubos por los que se distribuye el vapor a alta presión, entre 70 y 80 lb/cm² (alrededor de 5 atm). Con este diseño, *Mellier* evita que el vapor de agua entre en contacto con la solución alcalina, modificando su concentración.

Los trabajos realizados durante estos tres años llevaron a *Mellier* a cambiar los reactivos químicos utilizados. Según sus investigaciones, en condiciones de alta presión y temperatura, es más eficaz el uso de una solución de sosa cáustica pura (NaOH) de baja concentración – entre 2 y 3 °Bé, aproximadamente 13-20 gr/l a 15 °C – para el reblandecimiento de las fibras y la eliminación de impurezas de las pajas. También cambia el agente de blanqueo, decantándose finalmente por una solución de cloruro de cal a baja concentración, neutralizada con una solución de ácido sulfúrico. El movimiento de rotación del dispositivo de lejiado potencia la eficiencia del proceso al facilitar la distribución homogénea de los reactivos a través del volumen de paja. Hay, pues, una clara optimización del método.

32 UNITED STATES PATENT OFFICE. *Charles Mellier, of Paris, France. Making paper-pulp.* Letters Patent No. 17.387, dated May 26, 1857.

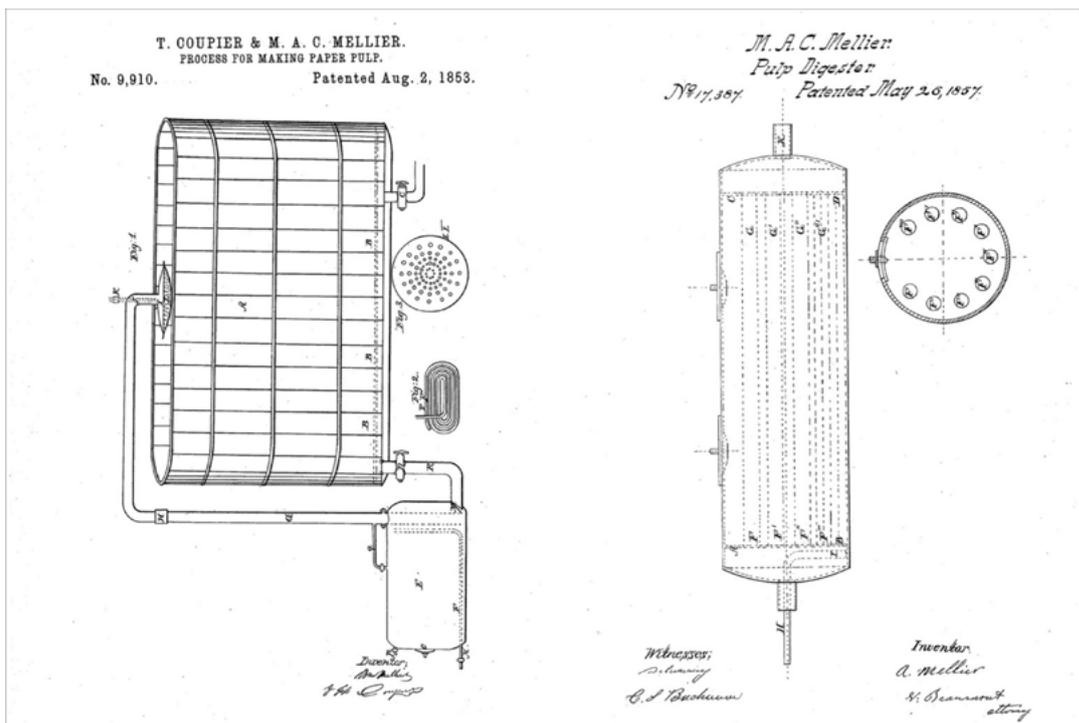


Fig. 1 Modelos de lejiadores patentados por Mellier.

El proceso de lejiado con sosa a presión fue fundamental para la industria papelera, ya que permitió el desarrollo a gran escala de la obtención de pasta de papel por medios químicos. Mientras que *Mellier* aplicó este método para el procesado de la paja, *Charles Watt* y *Hugh Burgess* lo utilizaron para el procesado de la madera en la patente que obtuvieron en Inglaterra en 1854.

En España, la innovación tecnológica en torno a los procesos de elaboración de pasta de papel se encontraba muy distante de todos estos adelantos, pero no faltaron iniciativas que reflejan los avances que se estaban realizando en Europa. Entre 1860 y 1872 se concedieron cinco privilegios de invención y uno de introducción relacionados con la transformación de la paja en pasta de papel (aparte de otros relacionados con otros aspectos de la industria papelera)³³. De algunos no se conservan las especificaciones técnicas y otros no aportan ninguna novedad significativa, pero son destacables los obtenidos por José de Garaizabal y Juan de la Puerta en 1863 y por *Edmundo Hunt* en 1872. José de Garaizabal instaló en 1842 una fábrica de papel de nueva planta en el Prado de la Magdalena de Valladolid, con la maquinaria necesaria para elaborar papel continuo³⁴. Fue un acreditado papellero de la época y sus productos consiguieron cierta consideración internacional. Por ejemplo, obtuvo una

³³ Los privilegios de invención a los que se hace referencia son: O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR- 2153; O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-4338; O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-4348; O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-4793.

La relación de privilegios de invención e introducción otorgados en España con relación a la fabricación de papel entre 1826 y 1878 se puede encontrar en J. Patricio Sáiz González y M^a Carmen Hidalgo Brinquis, *El Archivo de Privilegios de Invención de la Oficina Española de Patentes y Marcas y la industria papelera*, op. cit.

³⁴ *Revisión del plan general de ordenación urbana de Valladolid. VIII.B Informe arqueológico. Anexo XIX*, Valladolid: Ayuntamiento de Valladolid, 2012, n^o de ficha 138.

medalla de segunda clase en la Exposición Universal de París de 1855 por la calidad de los papeles para escribir que allí presentó³⁵. Muy interesado en los avances que se estaban produciendo en torno a la fabricación de papel en Europa, colaboró con Juan de la Puerta en el desarrollo de un método para reducir a pasta papelera la paja de cereales³⁶.

El privilegio obtenido el 30 de Octubre de 1863 por estos papeleros vallisoletanos recoge los “*procedimientos empleados para reducir a pasta la paja de cereales, y el heno, con aplicación a la elaboración de papel blanco y de colores, cartones y cartulinas*”³⁷. En cuanto a los reactivos químicos a utilizar, no introducen novedades. Los ensayos en su molino paplero les llevan a determinar el procedimiento más eficaz, cuyos pasos quedan ya claramente definidos. En su descripción son especialmente interesantes los apuntes referidos a los objetivos de algunos de los pasos propuestos:

1. Preparación de la paja, que primeramente se parte y de la que se separan los nudos para obtener papel de calidad. Además se introduce en agua durante un tiempo aproximado de 12 h para que se reblandezca.
2. Pretratamiento con lechada de cal recién formada en ebullición durante unas 2 horas.
3. Lejiado con una mezcla de sal de sosa y cal con una concentración de 8°Bé.
4. Lavado con agua limpia para, por un lado, eliminar los restos de álcali que hayan podido quedar en la paja y, por otro, extraer la mayor parte de la materia saponificada que queda entre las fibras.
5. Trituración y nuevo lavado para eliminar todos los restos de las lejías. Tras este paso se consigue una pasta de fibras de pequeña longitud de la que se ha eliminado la parte leñosa de la paja. De este modo la pasta ya está preparada para recibir el blanqueo.
6. Blanqueo con cloruro de cal neutralizado con ácido sulfúrico, con su consiguiente aclarado. Así se obtiene una pasta como si fuera de trapo, con la que obtener hojas de papel en la máquina continua.
7. La descripción técnica del privilegio incluye una adaptación del lejiador propuesto por *Mellier* en su primera patente. Introducen el recipiente de doble fondo y el uso de vapor a presión para

35 *Catalogue Officiel Exposition des produits de l'industrie de toutes les nations*, París: E. Panis par ordre de la Commission Impériale, 1855, p. 311.

36 No hay mucha información sobre Juan de la Puerta, salvo la que aparece en la documentación del privilegio de invención. Vecino y propietario de Valladolid, consigue el privilegio junto a Garaizabal, aunque ya no aparece su nombre en el documento que demuestra que el privilegio se puso en marcha un año después. A la sombra de la figura de Garaizabal, de la Puerta tuvo que reivindicar su participación, como queda reflejado en el artículo escrito sobre el papel de paja de Garaizabal por Dionisio Hidalgo en su *Boletín Bibliográfico Español*. Dionisio Hidalgo, *Boletín Bibliográfico Español*, Tomo V, Madrid: Imprenta de las Escuelas Pías, 1864, p. 166.

37 José de Garaizabal y Juan de la Puerta, *Fabricación de papel blanco, de colores, cartones y cartulina con paja de cereales y el heno*, Privilegio de Invención, 30 de octubre de 1863. O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-2772.

llevar a ebullición las soluciones alcalinas, pero su dispositivo es bastante más sencillo. La paja, colocada en el cubo de doble fondo, se impregna de los reactivos químicos; éstos se llevan a ebullición gracias al vapor que pasa por los orificios del doble fondo. Cuando el proceso concluye, el líquido sobrante sale gracias a una llave colocada en el fondo del cubo. No incluye, por tanto, el sistema de circulación de los reactivos químicos a través de la paja, lo que implica que no hay una mejora en cuanto a la homogeneidad del proceso. Este dispositivo se usa para diversos procesos: el pretratamiento con agua de cal, el lejiado y el lavado.

Así mismo, la documentación de este privilegio de invención contiene la comprobación de su puesta en ejecución y unas interesantes muestras de papel elaborado con la pasta de paja procesada según su propuesta. Las muestras incluyen pliegos de papel fino “blanco” y de color verde. Los papeles son de buena calidad, con un color ligeramente amarillento a pesar de haber sido blanqueados, poco encolados, con buen carteo y con un tacto ligeramente áspero. A simple vista, la distribución de las fibras es homogénea y se pueden ver pequeñas impurezas distribuidas en la superficie de la hoja. En el papel teñido, el color es homogéneo e intenso. Las muestras presentadas, cuya conservación es bastante buena, dejan clara la intención de hacer pasta de calidad para papeles de calidad.

Tras la adaptación tecnológica de Garaizabal y de la Puerta, no será hasta 1872 que se conceda en España otro privilegio de invención con aportaciones interesantes en el campo del procesado de la paja para pasta de papel. *Edmundo Hunt*, papelerero inglés representado en España por Telesforo Algarra, desarrolló “*un sistema de mejoras introducidas en la manufactura de la pasta de paja y demás materias filamentosas*”³⁸. Con el objetivo de conseguir una pasta perfeccionada, *Hunt* propone un modelo de planta de procesado con un elevado grado de mecanización, que dispone de una serie de máquinas adaptadas por él para la mejora del proceso. Su propuesta aparece explicada de forma detallada en la memoria técnica incluida en la documentación del privilegio; memoria que incluye los planos de la planta de procesado y de la maquinaria.

La fábrica de pasta descrita por *Hunt* cuenta con una zona en el piso superior dedicada a la preparación de la paja, para lo que se utilizan los métodos usuales (manualmente y con máquina cortapaja). Por otra parte, la solución de álcali cáustico que se va a utilizar se prepara a una concentración de 5 °Bé en una cuba dispuesta al respecto. El lejiado se va a llevar a cabo en dos pasos. En primer lugar, la paja se mezcla en frío con la solución alcalina dentro de un vaso esférico diseñado especialmente para este proceso. En segundo lugar, la paja bien impregnada de la lejía se introduce en una caldera rotatoria, donde se somete a una presión de 4 atm. Se trata, por tanto, del procesado propuesto por *Mellier*, con algunas variaciones como el primer paso del lejiado.

38 Edmundo Hunt, *Mejoras en la manufactura de la pasta de paja y demás materias filamentosas similares, Privilegio de Invención, 14 de Mayo de 1872*, O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp.PR-4948.

Las aportaciones de *Edmundo Hunt* se refieren a los diseños concretos de la maquinaria, que en teoría aportan novedades y mejoras con respecto a los modelos propuestos por otros. Así, el vaso utilizado en el primer paso del lejiado de la paja está dotado con un movimiento de rotación en torno a su eje horizontal y cuenta con unas paletas en el interior que facilitan que la paja se remueva y se mezcle correctamente con la solución alcalina. El movimiento del vaso debe ser intermitente y la duración del proceso de unas 4 horas. De este modo, todo el volumen de paja queda saturado de reactivo químico. Transcurrido ese tiempo, se vacía el álcali que no ha sido absorbido por la paja gracias a una bomba de succión conectada a una tubería de salida.

Otra de sus propuestas es el diseño de la caldera rotatoria donde se van a realizar la cocción, las fases de lavado y el blanqueo. *Hunt* diseña su interior de modo que todos esos procesos sean efectivos cuando se llevan a cabo en el mismo recipiente. Por un lado, los reactivos químicos y el agua se introducen en la caldera por medio de tuberías. Por otra parte, el vapor a presión se distribuye por el interior de la caldera gracias a “*un sistema de tubos perforados cuya disposición tiene por objeto asegurar una acción uniforme y penetrante sobre toda la masa de paja*”³⁹. Distribución ramificada con una tubería central que también sirve para distribuir el agua de lavado.

Una vez blanqueada, la pasta se introduce en una pila donde se agita para evitar que las fibras precipiten. Finalmente, la pasta se trabaja en un par de muelas con el fin de “*reducir por rozamiento todos los nudos o partes duras que se encuentran en la paja*”⁴⁰. Así, sólo queda terminar el proceso de refinado del mismo modo que para la pasta de trapos.

Señalar que la pasta va pasando de unos dispositivos a otros a través de tuberías, con lo cual, se aumenta la mecanización del proceso.

Así pues, a finales del s. XIX el procesado químico de la paja con sosa aplicada a alta presión en un lejiador rotatorio, en combinación con un blanqueo con cloruro de cal, está bien definido y es aplicable con una tecnología que lo hace eficaz y rentable. Aunque no pudo competir con la madera, que se convirtió en la mejor alternativa gracias a los nuevos procesos químicos que permitían obtener una pasta rentable económicamente con la que fabricar papel de mejor calidad.

39 Edmundo Hunt, *Mejoras en la manufactura de la pasta de paja y demas materias filamentosas similares*, op. cit

40 Edmundo Hunt, *Mejoras en la manufactura de la pasta de paja y demas materias filamentosas similares*, op. cit.

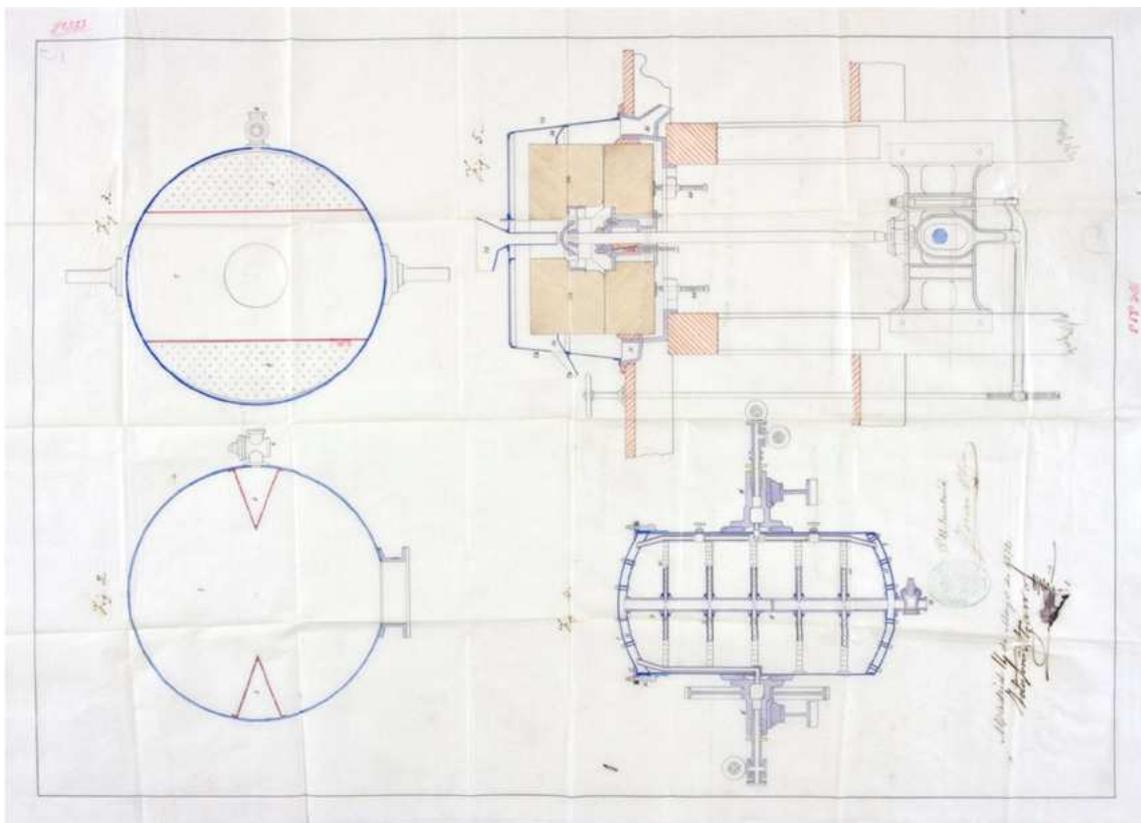
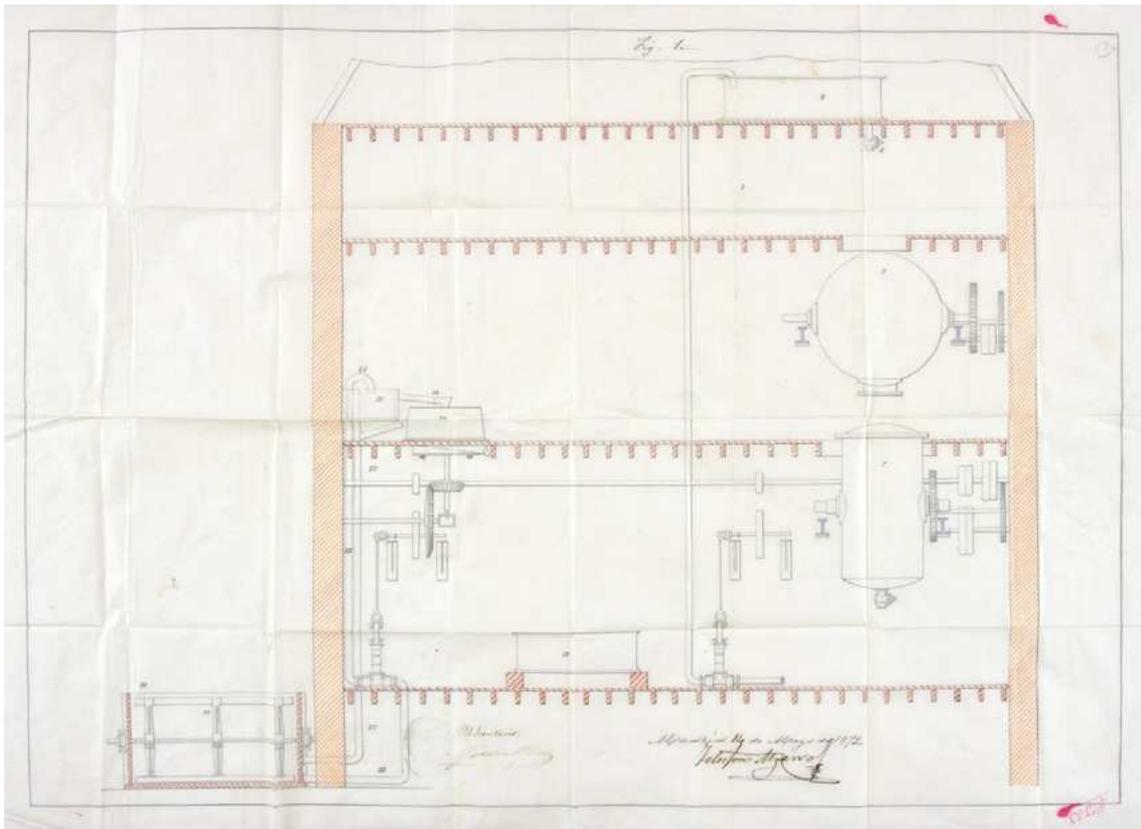


Fig. 2 y 3 Planos de *Edmundo Hunt*.

Oficina Española de Patentes y Marcas. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-4948

4. CONCLUSIONES

En la búsqueda de nuevas materias primas para la fabricación de papel, la paja fue considerada una alternativa idónea tanto por las ventajas económicas que ofrecía como por las características de sus fibras.

Las investigaciones en torno a su procesado en pasta papelera no se realizaron de forma aislada, sino que se desarrollaron paralelamente al estudio con otras muchas sustancias vegetales, entre ellas la madera.

Desde sus inicios, las patentes dejan claro un objetivo: desarrollar procesos que permitan el uso exclusivo de la paja para conseguir pasta de papel con la que elaborar todo tipo de materiales papeleros (papeles blancos para escribir e imprimir, papeles coloreados, papeles sin blanquear de menor calidad, cartones, etc.).

Dos fueron las líneas de trabajo: i) la determinación de los reactivos más adecuados y ii) el desarrollo de nueva maquinaria. Las propuestas que se van desarrollando a lo largo del siglo dejan clara la necesidad de optimizar los procesos tanto desde el punto de vista económico como de la calidad de las pastas obtenidas. Por una parte, hay una paulatina reducción en el número de procesados químicos a los que se someten las pastas, así como una disminución de las concentraciones de los reactivos aplicados. Asimismo, se perfeccionan los métodos de reciclado de las lejías. Por otra parte, la mecanización de los procesos cada vez es mayor y el diseño de las máquinas más eficiente.

La calidad de las pastas de paja se va mejorando con los nuevos métodos de procesado, haciendo especial hincapié en: i) la importancia de la eliminación inicial de las impurezas; ii) la necesidad de controlar la acción de los reactivos químicos sobre las fibras para que el tratamiento sea lo menos agresivo posible y iii) la importancia de lavar bien las pastas para eliminar restos de reactivos y de productos de degradación que se forman durante el procesado. A pesar de estas precauciones, el hidróxido sódico deteriora la celulosa durante el procesado, por lo que la calidad de la pasta se ve afectada.

Por su parte, los privilegios de invención e introducción otorgados en España durante el s. XIX muestran que hubo cierto interés en introducir innovaciones en la industria papelera en nuestro país, y en concreto en relación con el uso de nuevas materias primas como la paja. De los más de 5000 expedientes recogidos entre 1826 y 1878, alrededor de 100 están dedicados a la fabricación de papel; de éstos, 55 se refieren al uso de diversas materias vegetales para elaborar pasta de papel y 9 en concreto al uso de la paja. En general, de las memorias descriptivas se puede concluir que las propuestas están basadas en las investigaciones que se estaban haciendo en otros países, adaptadas a las necesidades y medios de quien recibe el privilegio.

Finalmente, señalar que del estudio de las patentes y privilegios de invención no es posible sacar conclusiones en relación con el impacto real que tuvieron estas propuestas en la industria papelera. Para ello sería necesario hacer un estudio en relación con el tipo de producción real que se realizó, así como con su grado de uso y comercialización en forma de papeles. Pero se puede apuntar que la pasta de paja sin blanquear se utilizó fundamentalmente para la elaboración de papeles de estraza, mientras que las pastas de paja blanqueadas se mezclaron con pasta de trapos para papeles de impresión y escritura.

5. BIBLIOGRAFÍA

Archivo General de Simancas, Consejo Supremo de Hacienda, Legajo 318, núm 19.

Oficina Española de Patentes y Marcas (O.E.P.M.). Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-14.

O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-519.

O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-1106.

O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-2153.

O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-2772.

O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-4338.

O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-4348.

O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-4793.

O.E.P.M. Archivo. Fondo Histórico. Exp. PR-4948.

(1853): *The repertory of Patent Inventions, and other discoveries and improvements in arts, manufactures and agriculture, Vol XXI*, London: Alexander Macintosh.

(1855): *Catalogue Officiel Exposition des produits de l'industrie de toutes les nations*, París: E. Panis par order de la Commission Impériale,

(1858): *Patents for inventions. Abridgments of specifications relating to the manufacture of paper, pasteboard and papier maché*, Londres: Great Seal Patent Office.

BON DE FÉRUSSAC (1825): *Bulletin des Sciences Technologiques, Cinquième Section du Bulletin Universel des Sciences et de L'Industrie, Tome quatrième*, París.

BOTREL, J. F. (1993): *Libros, prensa y lectura en la España del s. XIX*, Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.

CASTELLÓ MORA, JUAN (2005): *Buñol y la búsqueda de nuevas materia primas en Actas del VI Congreso Nacional del Papel en España*, Buñol (Valencia).

ESCOLAR SOBRINO, H. (1996): *Historia ilustrada del libro español. La edición moderna. Siglos XIX y XX*, Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.

GARCÍA HORTAL, JOSE ANTONIO (2007): *Fibras papeleras*, Barcelona: Edicions UPC.

GONZÁLEZ BURGOS, F. (2001): *Papel a mano, papel continuo: su elaboración a lo largo de la historia*,

en Investigación y Técnica del Papel nº 147, Madrid: Graf. Espejo.

HIDALGO, DIONISIO (1864): *Boletín Bibliográfico Español, Tomo V*, Madrid: Imprenta de las Escuelas Pías.

HIND, HENRY YOULE (1863): *Journal of the Board of Arts and Manufactures for Upper Canada, Vol III*. Toronto: W. C. Chewett & Co.

JONES, THOMAS P. (1826): *The Franklin Journal and American Mechanics' Magazine devoted to the Mechanic Arts, Internal improvements, and General Science*, Philadelphia: Judah Dobson.

JONES, THOMAS P. (1828): *Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania: devoted to the Mechanics Arts, Manufactures, General Science and the recording of American and other patented inventions, Vol I*, Philadelphia: The Franklin Institute.

JONES, THOMAS P. (1829): *Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania: devoted to the Mechanics Arts, Manufactures, General Science and the recording of American and other patented inventions, Vol IV*, Philadelphia: The Franklin Institute.

JONES, THOMAS P. (1835): *Journal of the Franklin Institute of the State of Pennsylvania, vol XV*, Philadelphia: The Franklin Institute.

LA LANDE, JOSEPH-JERÔME DE (1778): *De las diferentes materias que podrían servir para hacer de ellas papel en Arte de hacer el papel, según se practica en Francia y en Holanda, en la China y en el Japón. De la Real Academia de la Ciencias de París. Traducida del francés por D. Miguel Gerónimo Suárez y Núñez*, Madrid: Pedro Marín.

MARTÍNEZ MARTÍN, J. A. (2001): *Historia de la edición en España 1836-1936*, Madrid: Marcial Pons Ediciones de Historia.

SÁIZ GONZÁLEZ, J. PATRICIO (1995): *Propiedad Industrial y Revolución Liberal*, Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas.

SÁIZ GONZÁLEZ, J. PATRICIO e HIDALGO BRINQUIS, M^a CARMEN (1996): *El Archivo de Privilegios de Invención de la Oficina Española de Patentes y Marcas y la industria papelera en Investigación y Técnica del papel nº 127*, Madrid: Graf. Espejo.