

EXPERIMENTACIÓN ARQUEOLÓGICA DE RECETAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN DE LA PASTA DE CERA PARA SELLAR DOCUMENTOS. SIGLOS XIV-XVI.

ARCHAEOLOGICAL EXPERIMENTATION OF TECHNICAL RECIPES FOR THE
MANUFACTURE OF WAX PASTE TO SEAL DOCUMENTS. 14TH TO 16TH
CENTURIES¹.

RAFAEL JAVIER DÍAZ HIDALGO²
Universidad de Córdoba

Recibido: 23 de marzo de 2022.

Aceptado: 6 de junio de 2022.

RESUMEN

Durante las Edades Media y Moderna los sellos fueron documentos de un valor comparable a los escritos, a los que se presentaban unidos. A lo largo de las últimas décadas se han realizado en Europa experiencias de reproducción de recetas de pasta sigilar. Siguiendo esta línea investigadora, en este trabajo se presentan las reproducciones históricas de fórmulas medievales y modernas de origen ibérico e itálico; con él se pretende comprobar la reproductividad de estas, para así evidenciar si se tratan de la transmisión de saberes técnicos auténticos y si estos pueden ayudar a generar protocolos de conservación y restauración, aportando mejor conocimiento de unos elementos tan importantes para las sociedades de estas épocas.

PALABRAS CLAVE

Arqueología Experimental; Sigilografía; Ciencia y técnica Medieval; Recetas técnicas medievales; Cera; Resina de Pino; Bermellón.

ABSTRACT

During the Middle and Modern Ages, seals were documents of a value comparable to writings, to which they were presented together. Over the last few decades, experiments have been carried out in Europe to reproduce seal paste recipes. Following this research line, this paper presents historical reproductions of medieval and modern formulas of Iberian and Italic origin; with it, it is intended to verify the reproducibility of these, in order to show if they are the transmission of authentic technical knowledge and if these can help generate conservation and restoration protocols, providing better knowledge of such important elements for the societies of these times.

KEYWORDS

Experimental Archaeology; Sigillography; Medieval science and technology; Medieval technical recipes; Wax; Pine Resin; Vermilion.

¹ Abreviaturas: BNE = Biblioteca Nacional de España; BNCFL = Biblioteca Nacional Central de Florencia; Ms.= Manuscrito; Pal.= Palatino.

² Contratado posdoctoral del Plan Propio de la Universidad de Córdoba. ORCID: 0000-0003-0857-3383. Email: l72dihir@uco.es.

1. INTRODUCCIÓN

Los conocimientos técnicos medievales son saberes esenciales para comprender la Historia de las sociedades pasadas, ya que gracias a ellos podemos apreciar multitud de aspectos, además de conocer los artefactos conservados de esos periodos. En el ámbito de las letras, donde se enmarcan los testimonios escritos e impresos de diferente índole, se han realizado tradicionalmente multitud de trabajos dedicados a varios aspectos. Desde las áreas paleográficas, codicologías o el análisis de su composición (soportes, tintas, pigmentos...), se han hecho grandes avances el saber de estos bienes culturales. Es aquí donde se enmarcan los sellos, documentos independientes pero en simbiosis con otros de naturaleza material distinta, como el papel o el pergamino.³ Los primeros testimonios los identifican como marcas de poder creadas por las culturas del Creciente Fértil durante el séptimo milenio antes de Cristo, y constatados en los contextos arqueológicos, se mantuvo su uso a lo largo del tiempo y en sociedades históricas de varios continentes.⁴ Por tanto, nos enfrentamos a un signo con varias lecturas: representa la autoridad personal, a una institución o a una persona física. Y, además, es usado como instrumento de autenticidad y calidad del documento al que se adhiere.⁵ Por estas características ha despertado desde siempre un elevado interés entre los investigadores y los profanos, ya que estas arrojan multitud de datos desde el punto de vista de las investigaciones histórica y arqueológicas; por ello se desarrolló desde muy temprano una ciencia auxiliar denominada Sigilografía. Esta se centra en las descripciones y clasificaciones de estos elementos, atendiendo a diferentes factores como materiales, tipología, iconografía, matrices, etc.⁶ Dentro de las tipologías de los

³ Riesco Terrero, A., «Notas sobre el estado actual de la sigilografía en España con algunas sugerencias y orientaciones para la promoción de su estudio en el futuro» en *Actas del Primer Coloquio de Sigilografía: Madrid, 2 al 4 de abril de 1987*, Ministerio de Cultura, Dirección de los Archivos Estatales, Madrid, 1991, p. 24.

⁴ Menéndez Pidal de Navascués, F., «Los sellos en los reinos de León y Castilla durante los siglos X al XIII», *I Jornadas sobre Documentación jurídico-administrativa, económico-financiera y judicial*, Área de Conocimiento de Ciencias y Técnicas Historiográficas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2002, pp. 245-246.

⁵ Carrasco Lazareno, M. T., «El sello real en Castilla: tipos y usos del sellado en la legislación y en la práctica documental (siglos XII al XV)», en Galende Díaz, J. C. (coord.), Ávila Seoane, N., Santiago Medina, B. (eds.), *De sellos y blasones: miscelánea científica*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2012, pp. 64, 68, 78 y 83; Morujão Barbosa, M^a R., «A sigilografía portuguesa em tempos de Afonso Henriques» *Medievalista Online*, 11, 2012, pp. 3-5.

⁶ Existe actualmente una bibliografía considerable sobre esta temática, en sentido tradicional, tanto en España como en Europa. En el caso de la primera destacan las multitud de contribuciones de Faustino Menéndez Pidal de Navascués, se muestran aquí algunos de los ejemplos: Menéndez Pidal de Navascués, F., «Límites conceptuales; fuentes y bibliografía» en *Actas del Primer Coloquio de Sigilografía: Madrid, 2 al 4 de abril de 1987*, Ministerio de Cultura, Dirección de los Archivos Estatales, Madrid, 1991, pp. 1-15; *Idem*, «Cuestiones de terminología» en *Actas del Primer Coloquio de Sigilografía: Madrid, 2 al 4 de abril de 1987*, Ministerio de Cultura, Dirección de los Archivos Estatales, Madrid, 1991, pp. 247-252; *Idem*, *Apuntes de sigilografía española*, Aache Ediciones, Guadalajara, 1993; *Idem*, Ramos Aguirre, M., Ochoa de Olza Eguiraun, E., *Sellos Medievales de Navarra. Estudio y corpus descriptivo*, Pamplona, Gobierno de Navarra, 1995; *Idem*, «Los Sellos en la Historia», en Rey de las Peñas, R., (coord.), *Actualidad de la heráldica y la sigilografía: quintas jornadas archivísticas*, 2000, Diputación Provincial de Huelva, Servicio de Archivos, Huelva, pp. 113-132; *Idem*, «Sellar: una invención humana» *Hidalguía: la revista de genealogía, nobleza y armas*, 379, 2018, pp. 815-840; *Idem*, *Los sellos en nuestra historia*, Madrid, 2018. Otros autores que han trabajado sobre sigilografía hispánica son: Riesco Terrero, A., *Introducción a la sigilografía*. Madrid, 1978; Romero Tallafigo, M., «El sello en el documento diplomático», en Carmona de los Santos, M., et al. (coords.), *De sellos y blasones. Sigiloheraldica para archiveros*, Carmona Sevilla: S & C, 1996, pp. 53-74; *Idem*, «Un libro del 'Ius Sigilli' de la cancillería

sellos, se encuentran los pendientes, al colgar de un documento, normalmente en pergamino y confeccionados en metal o en cera. Un segundo tipo son los adheridos, donde se enmarca a los denominados gomados aquí reproducidos, que son aquellos que se encuentran pegados al documento, generalmente en papel, y que fueron parte de la vida cotidiana de las sociedades medievales y modernas de los continentes europeo y americano.

Los objetivos esenciales que se persiguen en este trabajo son: el estudio y reconstrucción de los procesos técnicos de composición de la pasta de cera para hacer sellos gomados, conservados en las penínsulas ibérica y en Itálica y que presentan una cronología que abarca los siglos XIV al XVI. Por ello lo que se pretende es conocer si los conocimientos compilados, para el caso de ambas penínsulas, poseen una utilidad práctica. En nuestra investigación se utilizará la metodología de la Arqueología Experimental para crear muestras donde realizar el acto de aposición del sello. Esta, que consiste grosso modo en el campo de la de la Historia de la ciencia y la técnica medieval y moderna, en la reproducción histórica de recetas antiguas de temática técnica. Realizaremos primeramente una presentación de las fórmulas existentes atendiendo a los aspectos de aquellas que se van a reconstruir. Se atienden aquí aspectos como la metrología, las técnicas y procesos usados, así como los materiales utilizados y sus características físico-químicas. Posteriormente, se lleva a cabo la reproducción de estas fórmulas y el subsiguiente análisis de los datos obtenidos.

2. LOS SELLOS GOMADOS DURANTE LA EDAD MEDIA Y MODERNA

Los sellos denominados por las clasificaciones tradicionales como de cera son elementos que se presentan de dos maneras: la primera de ellas es la denominada pendiente, por quedar sostenida de la plica del documento al que se unen de forma simbiótica. En segundo lugar, se identifican a los adheridos, donde se engloban los gomados, que son los tratados en este estudio, o los que andando el tiempo los sustituyen los de placa. Se diferencian de los anteriores porque se encuentran adjuntos al soporte que los cobija. Su generalización se produjo por varios factores, como el aumento del uso del papel que, desde mediados del siglo XIII está presente en todas las cancillerías, lo que creó que aumentara la documentación que los portaba. Esto hizo que los sellos pendientes (metal o cera) rompieran el soporte, lo que indujo a que se buscaran nuevas modalidades más consistentes que pudieran soportarlos, entrando en juego los denominados sellos gomados. La difusión de la figura del escribano en el ámbito de los centros urbanos provocó que quienes los usaban hizo que los utilizadores buscaran una forma emblemática de transmitir su imagen tanto institucional como personal,⁷ teniendo como resultado la generalización de su uso por todos los estamentos

itinerante del conde de las Montañas de Prades y Ribagorza (1342-1345)», *Historia. Instituciones. Documentos*, 19, 1992, pp. 413-432; Carmona de los Santos, M., *Manual de Sigilografía*. Subdirección General de los Archivos Estatales, Madrid, 1996. Para el caso de Europa y de forma general, la literatura científica posee interesantes trabajos entre los que se encuentran: Pastoureau, M., *Les sceaux*. Brepols, Turnhout-Belgium, 1981; Collon, D. (ed.), *7000 years of seals*, Trustees of the British Museum, London, 1997; Bautier, R. H., *Chartes, sceaux et chancelleries: études de diplomatique et de sigillographie médiévales*. Escuela de Chrâtes París, 1990; Morujão Barbosa, M. R., «A sigilografia portuguesa...»; VV. AA, *Il sigillo nella storia e nella cultura*, Stefania Ricci (ed.), Jouvence, Roma, 1985.

⁷ González Prieto, M., «Introducción a la Sigilografía. Conservación y restauración de sellos de cera y de plomo», *Informes y Trabajos*, 2, 2009, p. 68; Carrasco Lazareno, M. T., «El sello real en Castilla...», pp. 117, 125-135; Menéndez Pidal y de Navascués, F., «Límites conceptuales...», p. 1; Pascual Martínez, L.,

medievales, lo que conlleva una democratización de este, como concluye María Teresa Carrasco.⁸

El estudio de la composición y fabricación de los sellos de cera ha generado algunas contribuciones para la confección de la pasta sigilar, sea pendiente o gomado el sello, divididas en dos vertientes: en primer lugar, la publicación y estudio de recetas de esta sustancia es relativamente escasa; en Europa se pueden encontrar los estudios iniciales en Alemania, en torno a 1882, de la mano de Friedrich Von. Weech pero dedicados a los sellos de malta,⁹ que no corresponden a los tratados en este trabajo. Hay que retrasar hasta 1991, hasta que Gabriela Pomaro realizara la publicación, dentro de una obra más amplia, de la divulgación de dos saberes de pasta de cera para sellos.¹⁰ Posteriormente, tras la edición del «Liber illuministarum», del Monasterio de Tegernsee en 2005, se incorporaron varias fórmulas de composición de la cera para realizar sellos de diferentes colores (rojo, verde, negro y blanco), así como una para su blanqueamiento.¹¹ En España la primera contribución fue el artículo de Criado Vega, denominado «Recetas castellanas medievales sobre el trabajo de la cera», donde se estudian cuatro de estas para realizar la pasta de los sellos, dos castellanas y las dos que presentó Gabriela Pomaro. Lo interesante de este trabajo es que proporciona dos fórmulas, que fueron en su día las dos únicas que se conocían para la península ibérica.¹² Por último, hay que indicar que hace muy poco, fue publicada una receta de origen catalán de la Biblioteca Nacional de España, datada en el siglo XIV, siendo, hasta el momento, la más antigua de Europa.¹³

La segunda vertiente, la dedicada a la reproducción y estudio de muestras creadas a partir de fórmulas históricas ha tomado, por parte de los investigadores, cierto interés en las últimas décadas. Antes de las experimentaciones arqueológicas se realizaron análisis de muestras para conocer su composición, destacado es el estudio: «The composition of some medieval wax seals» publicado en el *Journal of the Chemical Society, Transactions*, por James Johnston Dobbie y John Jacob Fox en 1914.¹⁴ En él se utilizan muestras de varios sellos originales, datados entre el siglo XIV al XVI, para realizar análisis químicos, que les permiten conocer la composición de estas. Los resultados a los que llegan proporcionan la evidencia de que están conformadas por tres elementos, cera de abeja, trementina y un pigmento.¹⁵

«Estudios de diplomática castellana: El documento privado y público en la Baja Edad Media» *Miscelánea Medieval Murciana*, VII, 1981, p 107.

⁸ Carrasco Lazareno, M. T., «El sello real en Castilla...», pp. 117, 125-135.

⁹ Weech F. V., «Über Maltha-Siegel» *Archivalische Zeitschrift*, 7, 1882, pp. 280-283.

¹⁰ Se tratan de dos de las cinco recetas presentadas en este estudio. Pomaro, G., (ed.), *I ricettari del Fondo Palatino della Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze. Inventario e Cataloghi Toscani/35*. Giunta Regionale Toscana/ Editrice Bibliografica, Firenze, Italia, 1991, p. 157.

¹¹ En referencia a esta obra, cuyo interés es muy destacable para diversos ámbitos del mundo artesanal, la parte dedicada a la pasta sigilar se compone de siete saberes dedicados a: dos a la roja, dos a la verde, dos a la negra y una a la blanca, sumando una al blanqueamiento de la cera. Bartl, A., Krekel, C., Lautenschlager, M., Oltrogge, D., (eds.), «Der "Liber illuministarum" aus Kloster Tegernsee Edition, Übersetzung und Kommentar der kunsttechnologischen Rezepte», Des Instituts F'Ur Kunsttechnik Und Konser, Gebundene, 2005, pp. 154, 156 y 188.

¹² Criado Vega, T., «Recetas castellanas medievales sobre el trabajo de la cera» *Meridies: Revista de historia medieval*, 9, 2011, pp. 151-169.

¹³ Díaz Hidalgo, R.J., «La fabricación de los sellos de cera gomada en la Edad Media: estudio de una receta técnica del siglo XIV de la Biblioteca Nacional de España» *En la España Medieval*, 5, 2022, pp. 287-306.

¹⁴ Dobbie, J. J. y Fox, J. J., «The composition of some medieval wax seals» *Journal of the Chemical Society, Transactions*, Volume 105, 1914, pp. 795-800.

¹⁵ *Ibidem*, pp. 795-800.

Los siguientes estudios que se han realizado en los últimos años, se han centrado, en primer lugar, en el uso de técnicas analíticas no invasivas, como la espectrometría, que ayuden a conocer la composición de los sellos. En este caso hay que indicar que existen dos trabajos conjuntos del Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine, Université de Bordeaux y del Centre de Recherche Bretonne et Celtique (EA 4451) Université de Bretagne Occidentale dedicados al uso de la espectroscopía y los terahertz como métodos no invasivos para conocer la composición de los sellos históricos. El primero se fecha en 2011;¹⁶ el segundo es de 2017, y ambos continúan con la misma temática de los terahertz para crear imágenes 2D y 3D y junto a los rayos X buscan que se realicen los análisis de forma no invasiva para preservar el artefacto.¹⁷ Por último, y más cercano a la temática tratada en este estudio, es el artículo «Red Wax Seals: Reconstruction of Historical Technology», del 2020.¹⁸ En él se realiza una combinación de examen de sellos originales rusos contrastados con recetas históricas de confección de la pasta sigilar, en concreto se basan en las recetas del «Liber illuministarum», del Monasterio de Tegernsee.¹⁹ De los resultados obtenidos en el cotejo de los datos experimentales con los de los originales, se desprende la idea que dichas fórmulas se corresponden con estos bienes culturales.

3. LOS CONOCIMIENTOS TÉCNICOS SOBRE LA CONFECCIÓN DE LA CERA GOMADA

Los saberes técnicos medievales y modernos no han sido unas fuentes muy utilizadas en los estudios de Historia de la ciencia a lo largo del tiempo. Han contado con un cierto descrédito por parte de los investigadores, que los han considerado como recopilaciones de datos sin sentido, con connotaciones mágicas y sin utilidad práctica.²⁰ Hay que indicar que la existencia de estas fuentes es muy desigual para los diferentes territorios europeos. De este modo en Italia o Francia se encuentran conservados una colección considerable de estos tratados dedicados a amplias materias que abarcan desde temáticas artísticas (confección de colores y pigmentos, purificación de estos, técnicas de pintura, etc.) a recetas para el curtido de pieles, trabajo de madera, metales,

¹⁶ Mounaix, P., Younus, A., Delagnes, J.C., Abraham, E., Canioni, L., Fabre, M., «Spectroscopy and terahertz imaging for sigillography applications» *Journal of the European Optical Society-Rapid Publications*, 6, 2011, 11002.

¹⁷ Fabre, M., Durand, R., Bassel, L., Recur, B., Balacey, H., Bou Sleiman J., Perraud, J. B., Mounaix, P., «2D and 3D Terahertz Imaging and X-Rays CT for Sigillography Study», *Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves*, vol. 38, 2017, pp. 483-494.

¹⁸ Nosova, E. I., Weber, D. I., Proskuryakova M. E., *et alii.*, «Red Wax Seals: Reconstruction of Historical Technology». *Nanotechnologies in Russia*, Volume, 15, 2020, pp. 558–571.

¹⁹ Fuera de la temática de los sellos de cera, existe un artículo dedicado a la confección de otra tipología material, el lacre. El trabajo está en ruso, pero posee un resumen en inglés. Носова, Е.И., Вебер, Д.И., «Исследование черных сургучных печатей из собрания Н.П. Лихачева (1862-1936): предварительные наблюдения» *Культура и технологии электронный мультимедийный журнал*, Томо 5, 2, 2020, pp. 77-89. Nosova, E.I., Weber, D.I., «Study of applied black seals from the collection of Nicolay Likhachev (1862-1936): Preliminary observations», *International Culture & Technology Studies*, vol. 5, 2, pp. 77-89.

²⁰ Cyril Smith dudaba, en la introducción al estudio de los tratados técnicos medievales del siglo IX, que estas recetas poseyeran utilidad alguna y que si se llevaran a cabo se comprobaría que el conocimiento era transmitido de forma oral y no por escrito. Cifuentes i Comamala, L., Córdoba de la Llave, R., *Tintorería y medicina en la Valencia del siglo XV. El manual de Joanot Valero*, CSIC, Barcelona, 2011, pp. 34-35.

joyas...²¹ Para la península ibérica se debe indicar que la prolificidad es relativamente escasa: Ricardo Córdoba, en su estudio sobre el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier, concluye que son fondos archivísticos y bibliográficos difíciles de localizar debido a los criterios de clasificación normalmente utilizados en las Bibliotecas.²² Pero cada día se incorporan nuevas recetas y libros técnicos cuyos contenidos están permitiendo ahondar en el mundo de la ciencia y de la técnica medieval y moderna y, además, esta tipología de fuentes se presenta de forma muy variada; normalmente su aparición en los fondos históricos abarca diferentes modalidades.

Una primera es la de manuales de oficio, que en el caso ibérico son raros, pero no escasos. Los ejemplos más sobresalientes son el «Libro de los Oficios del Monasterio de N^a S^a de Guadalupe», el «Libro del Tintorero de Joanot Varelo» o el «Libro de Komo se Facem los Kores», este último conservado en Parma, Italia.²³ A continuación se hallan los denominados “Libros de Secretos”, que no deben llevar a engaño por su nombre, pues no son sino recopilaciones de fórmulas de temática amplia que concentran tanto saberes de medicina, economía doméstica, artística, higiene y belleza a artes de oficios como la ebanistería o la pintura.²⁴ Los recetarios misceláneos domésticos son otras fuentes que proporcionan aspectos que podrían encuadrarse dentro de varios tipos de campos, pues no sólo pueden recoger procedimientos culinarios y conservas, sino que también aparecen aspectos de índole industrial como es la confección de tintas, quitamanchas, colonias y esencias, ebanistería... entre otros.²⁵ Por último, se encuentran las denominadas como “recetas aisladas”, que normalmente se hallan en obras que para nada tiene que ver con la temática técnica o industrial; suelen aparecer en márgenes o hojas finales tanto de libros, manuscritos o documentos administrativos.

En los ejemplos utilizados, la naturaleza y su encuadre hace de sus recetas ejemplos de las tipologías indicadas anteriormente. Así, para los documentos ibéricos se identifica una fórmula aislada dentro de un códice misceláneo de índole histórico-religioso, datada en el siglo XIV y origen catalán.²⁶ Las dos últimas se localizan en un recetario misceláneo doméstico compuesta por Juan Vázquez del Mármol que fue corrector de libros de Felipe II, y que está a caballo entre mediados del XVI e inicio del XVII.²⁷ Por último, las italianas, se hallan dentro de la misma tipología que las de la

²¹ Un ejemplo de estas recopilaciones es la obra de Merrifield, M. P., *Medieval and Renaissance Treatises on the Arts of Painting: Original Texts with english traslations*, Dover Publications, Mineola, New York, 2012.

²² Córdoba de la Llave, R., «Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier» *En la España medieval*, 28, 2005, pp. 8-9.

²³ Hidalgo Brinquis, C., Cabanes Catalá, M. L., (coords.), *Libro de los Oficios del Monasterio de Nuestra Señora de Guadalupe*, vol. I y II, Secretaría General Técnica del Ministerio de Cultura, Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, Junta de Extremadura, Consejería de Cultura y Turismo y Monasterio de Guadalupe, Badajoz, 2007. Cifuentes i Comamala, L., Córdoba de la Llave, R., *Tintorería y medicina...*, en Melo J. M., Castro, R. (eds.), *The “book on how to make colours” O livro de como se fazem as cores das tintas todas. Medieval colours for practitioners*, Lisboa, 2016.

²⁴ El ejemplo más famoso, pero no es el único de los libros de esta temática. El autor es Girolamo Ruscelli, que escribió bajo el seudónimo de Reverendo Alexio Piamontese, publicando el denominado como: *I secreti del reverendo donno Alessio Piemontese*, en Venecia en el año 1555.

²⁵ La tesis de Criado Vega es un ejemplo de estas fuentes. Criado Vega, T., *Tratados y recetarios de técnica industrial en al España medieval. La Corona de Castilla, siglos XV-XVI*. Universidad de Córdoba, Córdoba, 2012.

²⁶ Díaz Hidalgo, R.J., «La fabricación de los sellos...», p. 292

²⁷ Para más conocimiento del autor véase: Díaz Hidalgo, R. J., *Experimentación arqueológica de recetas científico-técnicas de la Península Ibérica (siglos XIV-XVI)*, Universidad de Córdoba, 2020, pp. 62-66.

obra del Padre del Mármol, puesto que el Ms. Pal. 796 recoge noticias para la confección de perfumes, medicina, magia, arte...²⁸

3.1. *Las fórmulas para la confección de la pasta sigilar seleccionadas*

En la península ibérica y en la italiana existían algunos trabajos dedicados al estudio de las recetas de cera para sellos, donde se contienen su publicación y análisis de estas,²⁹ pero no se había desarrollado ninguno encaminado a analizar y comprobar si estas poseen utilidad reproductiva, como si han demostrado en el artículo «Red Wax Seals: Reconstruction of Historical Technology», a partir de las contenidas en el «Liber illuministarum», del Monasterio de Tegernsee.³⁰ Por ello, se seleccionaron las tres fórmulas existentes en España y dos de Italia, de modo que se comprobaría si presentaban o no características similares y si era posible obtener una pasta útil para sellar; se irán presentando de forma cronológica para comprender mejor si hay o no discrepancias. La primera de ellas fue estudiada por Díaz Hidalgo, el color que se presenta es el rojo y está fechada en las últimas décadas del siglo XIV en función del tipo de letra que presenta.³¹ Su transcripción y traducción son las siguientes:

«Si vols fer cera gomada, prin .I.^a lliura de cera, .I.^a onza de trementina e .I.^a onza e mige de vermelló. E fe-la axí: bull la cera e, bullent, leva-la del foch e mit-hi la trementina, e puy mena-ho bé ab .I. culler e, menant-ho axí, mit-hi lo vermelló polvoritzat»

«Si quieres hacer cera gomada, toma una libra de cera, una onza de trementina y una onza y media de bermellón. Y hazla así: hierve la cera e, hirviendo, sácala del fuego y métele la trementina, y después remuévelo bien con un cucharón y, removiéndolo de esta manera, métele el bermellón polvorizado»

Las siguientes recetas son dos de origen italiano, fueron publicadas por Gabriella Pomaro en 1991 en su idioma original y Criado Vega tradujo y estudió. Cronológicamente se adscriben a una horquilla que va desde el siglo XV al siglo XVI y las tonalidades son una roja y otra de color verde:³²

«Pal. Ms. 796 c. 50bis r (sec. XVI) R. di fare cera rossa. Togli cera nectta – nuova saria meglio - e per ogni o. di cera toglia 2 o. di trementina e mescola e polla al fuoco inn u' pigniato nu[o]vo invetriato e quando e strutta levala dal fuoco e lassala un po' fredare. Poi abbi una o. di cinabro macinato con olio sotilissimo e se no tti pare be rossa, tone una o. e mezo e rimesta molto bene, tanto che lla cera sia freda, ed è facta. Nota. che 'l verno toglia o. 3 di trementina per una di cera»

« Pal. Ms. 796 c. 50bis r (sec. XVI) Receta para hacer cera roja. Coge cera limpia, nueva sería mejor, y por cada onza de cera toma 2 onzas de trementina, mézclala y ponla al fuego en un recipiente nuevo vidriado y cuando esté espesa quítala del fuego y déjala enfriar un poco. Después toma una onza de cinabrio molido con aceite suavísimo, y si no te parece bien roja, toma una onza y media y remueve muy bien, hasta que la cera esté fría, y está hecha. Nota que en invierno has de coger 3 onzas de trementina por una de cera».

²⁸ Pomaro, G., (ed.), *I ricettari del Fondo...*

²⁹ Criado Vega, T., «Recetas castellanas...»; Díaz Hidalgo, R.J., «La fabricación de los sellos...»

³⁰ Bartl, A., Krekel, C., Lautenschlager, M., Oltrogge, D., (eds.), «Der "Liber illuministarum..."; Nosova, E. I., Weber, D. I., Proskuryakova M. E., et alii., «Red Wax Seals...»

³¹ Díaz Hidalgo, R.J., «La fabricación de los sellos...», p. 293.

³² Pomaro, G., (ed.), *I ricettari del...*; Criado Vega, T., «Recetas castellanas...», pp. 151-169.

« Pal. Mss. 796 c. 50bis r (sec. XVI) R. di fare cera verde. Togli la state o. 3 di trementina per una libra di cera e 'l vern[o] toglì o. 4 di trementina e mescola colla cera e strugila inn u' pigniato nuovo e abi el verderame micinato [*sic*] con u' po' d'olio socttile e metilo nella cera e dimena bene che ssi mescoli insieme ed e factta»

« Pal. Mss. 796 c. 50bis r (sec. XVI) Receta para hacer cera verde. Coge en verano 3 onzas de trementina por una libra de cera y en invierno coge 4 onzas de trementina, y mézclala con la cera y derrítela en un recipiente nuevo, y toma el cobre verde mezclado con un poco de aceite suave y mételo en la cera, y mueve bien que se mezclen juntos, y está hecha».

Las dos últimas son españolas y pertenecen a un recetario inserto en el tratado misceláneo conservado en la Biblioteca Nacional de España, entre cuyas páginas se encuentran dos fórmulas para la composición de cera roja, fechadas en el siglo XVI. Criado Vega las recoge, realizando su transcripción y estudio:³³

«Cera colorada que me enseñó. Toma una libra de cera amarilla, un cuarterón de resina, media libra de trementina, onza y media de bermellón. Echa la cera y la resina a derretir en una olla o cacerola vidriada, a poca lumbre, meneándola bien; y cuando esté acabada de derretir, échale la trementina y el aceite para que se incorpore bien, cuando está tibia y se va helando, échale poco a poco el bermellón bien molido, en piedra de pintor, y menéalo mucho y déjalo helar. Puedes hacer rollos o panecillos sobre una tabla mojándola mucho, rodadas entre las manos».

«Otra no tan fina de que usan en sellar las provisiones reales. Echa en una calderilla o perol nueve libras de trementina y ponlo a la lumbre en un anafe a derretir. Mientras la trementina se derrite, pon en una caçuela media libra de cera amarilla y otra media de resina picada por que se derritan, más has esto sin requemarle, y revuélvalo bien todo. Cuando la trementina esté derretida, echa en ella esto otro y apártalo luego del fuego, porque no se salga (que por poco que esté lo hará) y con un palo tráelo un gran rato siempre a una mano, y luego vele echando muy poco a poco con un naípe o papel un cuarterón de bermellón molido, aunque sea en un almirez. Hasta que todo se gaste meciéndolo muy bien y por todos los lados. A este tiempo se ha de echar una panilla de aceite en el invierno, y no en el verano, porque te quede más suave y blanda, y guardarla donde no se derrame ni le caiga polvo».

3.2. *Los procesos técnicos compilados en las recetas*

Como se ha reseñado, en las recetas presentadas anteriormente, la pasta sigilar o cera gomada consiste en la mixtura de tres ingredientes que, unidos, adquieren nuevas funcionalidades. La cera es la materia prima que recibe la impronta, con una naturaleza plástica, pero que resulta quebradiza sin la aplicación de la resina de pino, que le proporciona cohesión y fuerza para perdurar, así como el pigmento que colorea dicha mezcla. Junto a estos aparecen otros como la resina identificada como colofonia, cuyo uso se desconoce, aunque podría ser un sustitutivo de la trementina para abaratar la composición. Finalmente, el aceite es añadido para conseguir una mayor maleabilidad en invierno.

Por lo tanto, en el desarrollo de la composición aparecen varias acciones: la primera consistiría en la fundición en anafes de la cera, trementina y la resina; esta última sólo aparece en la fórmula para sellar «provisiones reales». Para ello se recogen recipientes de vidrio como en la «R. di fare cera rossa», cerámica vidriada para la de «Cera colorada que me enseñó» y cobre más cerámico para la de «provisiones reales».

³³ Criado Vega, T., «Recetas castellanas...», pp. 151-169.

También se da el caso que no aparece el vaso utilizado tanto en la «R. di fare cera verde» o en la «Si vols fer cera gomada. Para estos ejemplos se optó por resolver a partir del contexto; para la italiana, en cambio, teniendo la italiana teniendo presente que en la anterior usaba un recipiente nuevo de vidrio y que en esta indica sólo que sea nuevo, por lo que se debe considerar que se trate de este material, posiblemente un error en la copia de esta hizo que no consignara la naturaleza de este. Bien distinto es el de la receta catalana; en ella no hay posibilidad de saberlo, pero se optaría por pensar que se utilizó un recipiente de cerámica o de cobre, conclusión a la que llega Díaz Hidalgo.³⁴ De todos ellos, solo el de cobre afectaría a la mezcla, ya que los demás vidrio y cerámica vidriada presentan una naturaleza estéril, pues el metal aportaría iones metálicos.

Los procesos de fusión presentados difieren según el conocimiento transmitido. Así en la primera se hierve la cera y se retira del fuego para adicionar la trementina. En las italianas se combinan las dos sustancias y se llevan a fundir. Pero con ciertas diferencias en el procedimiento: en la primera de ella se fusiona todos, cera y resina, vertiendo la trementina una vez se ha licuado los dos componentes anteriores; en la segunda se derriten de forma separada la trementina de la resina y la cera, al igual que la anterior. Con seguridad, y aunque para conseguir la mixtura deseada es necesaria fusionar todo, las diferentes formas son un claro ejemplo de la experiencia de los utilizadores que compilaron estas fórmulas.

Para el caso de los pigmentos usados, bermellón y cardenillo, los procedimientos descritos están basados en la molturación; así se desprenden por indicaciones como «polvoritzat», «di cinabro macinato con olio sotilissimo», «el verderame micinato [*sic*] con u' po' d'olio soctile», piedra de pintor o almirez. Se suma esto que en varias se indica que se use aceite, casi al 100% debido a que estos eran pulverizados con aceites secantes para que así fuese más fácil reducirlos a polvo, además de que esta materia durante el invierno hace que fuese más manejable a la hora de preparar la mixtura para la aposición del sello.

Junto a estos aparecen referenciados otra serie de instrumentos como el almirez y la piedra de pintor para la moler los pigmentos, el cucharón o un palo para incorporar los componentes, y tablas de madera para obrarla. Lo que presentan estas recetas son una infraestructura muy básica y simple para la composición de estas pastas.

3.3. *La metrología presentada en las recetas*

Al tratarse de varias fórmulas de diferentes épocas y regiones, hace que la parte dedicada a la metrología utilizada sea analizada de forma separada para una mejor comprensión, ya que las cantidades son esenciales para poder realizar unos experimentos correctos. Por ello se volcó en la Tabla 1 las diferentes medidas extraídas, comprobando que en todas se usan el sistema de libras, onzas y cuarterones para áridos de origen romano. Una de las consideraciones que hay que tener en cuenta es que, aunque la nomenclatura sea la misma, las proporciones indicadas no son igual según el reino, región o incluso ciudad de origen. Para las Coronas de Aragón y Castilla antes de la adopción del sistema métrico decimal, que homogenizó el Estado, la libra aragonesa y, por ende, la catalana se componía de 12 onzas, a diferencia de la castellana que equivalía a 16. Al realizar la conversión (Tabla 2) se observó que las correspondencias

³⁴ Díaz Hidalgo, R.J., «La fabricación de los sellos...», p. 299.

distan bastante unas de otras.³⁵ Para las italianas, Gabriella Pomaro calcula las actuales con respecto a las existentes en la época, aportando variantes, según las fuentes. La primera es del libro «Art in the Making», y los «Dizionari storico» de Crusca, Fanfani, Tomamaseo-Bellini, que coinciden en determinar que una libra está compuesta por 12 onzas, igual que la aragonesa. La segunda es la que proporciona el Libro de Rossetti, cuyas cantidades son diversas, pero utiliza las relaciones que considera más acertadas.³⁶ En referencia a la unidad usada para el aceite, esta es la panilla, corresponde a ¼ de una libra de aceite.³⁷

<i>Receta</i>	<i>Cera</i>	<i>Trementina</i>	<i>Resina</i>	<i>Bermellón</i>	<i>Cardenillo</i>	<i>Aceite</i>
<i>Catalana</i>	1 libra	1 onza		--	½ onza	--
<i>Florentina Roja</i>	1 onza	2 onzas en verano	3 onzas en invierno	--	½ onza	--
<i>Florentina Verde</i>	1 libra	3 onzas en verano	4 onzas en invierno	--	--	¿?
<i>Colorada</i>	1 libra	Media libra		1 cuarterón	½ onza	--
<i>Provisiones reales</i>	½ libra	9 libra		Media onza	½ onza	--
						1 panilla

Tabla 1. Medidas arrojadas por las fórmulas de pasta sigilar presentadas. (Elaboración propia).

³⁵ Para una mejor comprensión véase: Dirección General del Instituto geográfico y estadístico., *Equivalencias entre las pesas y medidas usadas antiguamente en las diversas provincias de España y las legales del sistema métrico-decimal*. Publicadas de Real Orden. Madrid, 1886. <https://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.do?id=448244>; REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, (23.ª ed.), [versión 23.4 en línea]. <https://dle.rae.es/libra?m=form> Entrada Número 5.

³⁶ Pomaro, G., (ed.), *I ricettari del...*, pp. 74-75.

³⁷ Real Academia Española, *Diccionario de la lengua española*, (23.ª ed.), [versión 23.4 en línea]. <https://dle.rae.es/panilla?m=form>.

<i>Origen</i>	Libra		Onza		Cuarterón	Panilla
<i>Cataluña</i>	1		12		--	--
	400 gr.		33,33 gr.		--	--
<i>Castilla</i>	1		16		1/4	1/4
	460 gr.		28,75 gr.		115,02 gr.	0,13 ml.
<i>Florenia</i>	1		12		--	--
	339,542 gr.	301 gr.	28,30 gr.	25 gr.	--	--

Tabla 2. Conversión a gramos de las unidades antiguas de cada una de las regiones a las que pertenecen las recetas (Elaboración propia).

3.4. *Ingredientes de la pasta sigilar gomada*

Como ya se indicó, estas mixturas están compuestas por varios ingredientes que entre sí conforman una masa cohesionada donde recibir la impronta. El primero de ellos es la cera, sustancia producida por la abeja, «*Apis mellifica*», que se genera en su abdomen y que este insecto utiliza para crear las celdillas de la colmena donde depositar la miel y las larvas. Los apicultores extraen del interior de las colmenas estos panales, separando ambos productos, cera y miel, en grandes calderas y vertiendo la cera en moldes para comercializarla, denominada en las fuentes como «toral». Aunque es una materia muy compleja, presenta ésteres saturados (75%), ácidos grasos saturados (11%), alcoholes monovalentes saturados, hidrocarburos de cadena larga (13%) y un elevado número de átomos de carbono (14 a 33), así como cantidades menores de colorantes, resinas, polen y aromas (1%). Desde el punto de la cromatografía, el espectro es amplio, abarcando desde el amarillo dorado al más claro. Posee un punto de fusión con una horquilla entre 60-70°C. Sus propiedades físicas hacen de ella un material frágil, con altas capacidades adhesivas y cohesivas, de forma que al mezclarla con las resinas no le afecta la oxidación y polimerización de los aceites, además presenta unas buenas propiedades hidrofóbicas. De ahí su uso, a lo largo de Historia, en la elaboración de barnices para madera, hierro y piedra, tanto en interior como en exterior, junto a las consabidas velas y cirios para iluminación.³⁸

El segundo de los ingredientes, presente en todas las fórmulas, es la trementina. Atendiendo a la nomenclatura medieval, el profesor Gual Camarena indica que se corresponde con la exsudada del pino.³⁹ Hay que indicar que, en las dos recetas del padre del Mármol, se observa el uso de la trementina junto a otra sustancia denominada «resina». Ésta se ha identificado con la colofonia, creada a partir de la introducción de las resinas de pino en grandes hornos, separando esta por un lado y la esencia o aguarrás por otro.⁴⁰ Por tanto, esta puede presentarse en forma semifluida, cuando es extraída del

³⁸ Matteini, M., Moles, A., *La química en la restauración: los materiales del arte pictórico*, Trad. Bruno, E., Lain, G., Nerea, Donostia-San Sebastián, 2008. pp. 244-247; Córdoba de la Llave, R., «La candelería, un oficio medieval apicultura y trabajo de la cera en la Córdoba del siglo XV», en *Congreso de jóvenes historiadores y geógrafos*, vol. 1, 1990, pp. 782-786; Díaz Hidalgo, R.J., «La fabricación de los sellos...», p. 296; Serrano Larráyo, F., *La oscuridad de la luz, la dulzura de lo amargo: Cerería y confitería en Navarra (siglos XVI-XX)*, Univ Pública Navarra/Nafarroako Unib Publik, 2006.

³⁹ Gual Camarena, M., *Vocabulario del comercio medieval colección de aranceles, aduaneros de la Corona de Aragón (siglos XIII y XIV)*, Albir, Barcelona, 1976. También se ha denominado *miera*, así lo indica Delgado Macía, J. L., *Del bosque a la fábrica: Técnica y ciencia de la resina de pino en la España contemporánea*, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 2015. p. 93.

⁴⁰ En todas las experiencias se utilizó la resina de pino y se agregó la colofonia sólo en el caso de las dos recetas que describe Juan Vázquez del Mármol. Castellote Herrero, E., «La resina y otros jugos arbóreos»

árbol, o sólida, una vez entra en contacto con el ambiente. Con un característico olor a pino; es inflamable y tiene una cierta toxicidad. El punto de fusión está entre los 60°C y los 100°C,⁴¹ por lo que es comprensible que se introduzca la trementina fuera del fuego, en algunas de las recetas, y que en otras se coloque por separado a derretir, quizás esto sea debido a su punto de derretimiento. En el terreno de la composición química, al tratarse de una resina y de su subproducto, se puede afirmar que comparten equivalencias. Aunque no son sustancias muy conocidas desde el punto de vista molecular, pero se encuentran presentes en ellas hidrocarburos y los denominados aceites esenciales, ácidos aromáticos y resinosos.⁴² Entre sus propiedades físico-químicas presentan solubilidad en agua, como las cetonas, alcoholes, ésteres y algunos hidrocarburos, y al aumentar la temperatura no llegan al punto de fundición, sino que se ablandan. Por ello han sido muy codiciadas a lo largo de la historia como ingredientes de barnices, adhesivos, disolventes, estucos, cerámica, farmacopea y cosmética.⁴³

El tercero de los ingredientes son los colorantes. En las fórmulas presentadas en este trabajo predomina el bermellón, que aporta un fuerte color rojo. Pero también está presente el aceto de cobre, más conocido como cardenillo, para conseguir la tonalidad verde. Stefanos Kroustallis afirma que, en muchas ocasiones, el bermellón se ha identificado con el cinabrio, pero que, en realidad, es el mineral de donde se extrae. Por lo tanto, se trata de un elemento obtenido de manera artificial, cuyo procedimiento de obtención dataría de época helenística y sería compilado en un tratado por primera vez, por los romanos.⁴⁴ Así, para fabricarlo se necesita un sulfuro de mercurio denominado cinabrio o cinabrita, compuesto por un 15 % de azufre y un 85% de mercurio. Se documenta su uso durante la Prehistoria, cuando se utilizaba para colorear los huesos de los difuntos, y en la Antigüedad, cuando fue uno de los materiales más usados para la pintura.⁴⁵

Wad-al-Hayara: Revista de estudios de Guadalajara, 10, 1983, pp. 213-226. Este trabajo es de carácter antropológico, basado en testimonios de personas que trabajaron en esta industria en el siglo XX. Pero obviamente esta forma de extracción tuvo que ser la más parecida en época medieval. Véase también la tesis de Delgado Macia, J. L., *Del bosque a la fábrica...*, donde se expresan: la extracción de la *miera* del árbol, pp. 175-214, procesos de destilado, pp. 242-257; Díaz Hidalgo, R.J., «La fabricación de los sellos de cera...», pp. 296-297.

⁴¹ En la literatura científica el punto de fusión de la resina de pino no es registrado, pero si el de la colofonia y el del aguarrás o esencia de trementina. Por ello se decidió consultar el de la colofonia o pez, y se observó que existen divergencias en las temperaturas, pero que debe estar por debajo de 100°C. En un informe del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de México, se indica que se encuentra entre 71-77°C, en Olvera Bautista, I, *et al.*, *Caracterización de la colofonia como material fotosensible*, Reporte Técnico, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de México, 2005, p. 11. En la ficha técnica de la colofonia de Alfonso Criado, su punto está entre 66.5-93.4°C <https://tinyurl.com/yd2fa42x>. Por último, Matteini, M., Moles, A., *La química...*, p. 209, indican que es 100°C.

⁴² Matteini, M., Moles, A., *La química...*, pp. 201-203.

⁴³ *Ibidem.* pp. 201-203; Gual Camarena, M., *Vocabulario del comercio medieval...*

⁴⁴ Kroustallis, S., *Diccionario de materias y técnicas. (I. Materias)*, Ministerio de Cultura, Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, Madrid, 2008, pp. 24, 79 y 115; Real Academia Española, *Diccionario de la lengua española*, (23.ª ed.), [versión 23.4 en línea], <https://dle.rae.es/cinabrio>; Hernández Sobrino, Á. M., «El mercurio: sus yacimientos y factores económicos», en García Guinea, J., Martínez Frías, J., CSIC (coords.), *Recursos minerales de España*, Madrid, 1992, pp.731-758; Díaz Hidalgo, R.J., «La fabricación de los sellos de cera...», pp. 297-298.

⁴⁵ Beder, R., *Nociones de mineralogía para la enseñanza primaria y secundaria*, Talleres Casa Jacobo Peuser, Buenos Aires, 1930, pp. 135-136; Higuera Higuera, P. L. *et al.*, «El cinabrio, fuente del único metal pesado líquido», *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 6, 3, 2018, pp. 382-383.

Aunque la tonalidad roja es el dominante en las recetas presentadas en este estudio, pero también existe una que usa la gama del verde para colorear la cera. En la receta de la Biblioteca Nacional Central de Florencia, la terminología utilizada para proporcionar el color es la de cobre. Como tal y con toda seguridad se refería a una de las muchas denominaciones del acetato de cobre, más conocido como verdigrís o cardenillo.⁴⁶ En el artículo «Alquimia: Pigmentos y colorantes históricos» se documenta que este presentó diversas denominaciones, rastreando el uso de esta nomenclatura, cobre, en el autor Cennino Cennini.⁴⁷ Por lo tanto, este se trata de un pigmento sintético de origen mineral muy conocido desde la Antigüedad, pero que no será hasta el Medievo cuando adquiera relevancia. La composición química del verdete, verdigrís o cardenillo, es un acetato básico de cobre, es decir, una sal que se forma al exponer el cobre a las emanaciones del ácido acético que se encuentra en el vinagre.⁴⁸

Por último, hay que indicar que, tanto en las recetas de origen italiano reproducidas en este estudio, como en la fórmula que se usaba para las provisiones reales, se agrega aceite. Se podría pensar que es un aditivo que hace de la mezcla más maleable a la hora de estampar la matriz. Conclusión a la que se llega gracias a lo indicado por el padre del Mármol, porque: «se ha de echar una panilla de aceite en el invierno, y no en el verano, porque te quede más suave y blanda».⁴⁹ Pero el aceite estuvo muy presente en el mundo artístico como aglutinante y como base de los barnices junto a la sandárica. El lípido usado es vinculado con la linaza, obtenida de la semilla del «*Linum usiatissimum*», y se encuadra dentro de los aceites secantes, cuya composición es una mezcla de triglicéridos de los ácidos grasos insaturados.⁵⁰

4. PROCESOS EXPERIMENTALES Y COMENTARIO DE RESULTADOS

Tras el análisis de las recetas y el estudio de todas acciones técnicas, es preciso realizar una serie de procedimientos o experiencias antes de llevar a cabo los experimentos. A continuación, se enumeran y se explican los procesos previos.

4.1. Acciones previas a los experimentos

En primer lugar, se procedió a blanquear la cera de abeja. Entre las fórmulas conservadas, sólo la procedente de la BNCF observa el uso de cera blanca, en concreto dice «clara»; de igual forma, en la receta de la BNE se decidió usar cera blanqueada, ya que, en las otras dos, pertenecientes al recetario del Padre del Mármol, se indica

⁴⁶ Sobre este pigmento sintético, sobre sus procesos de elaboración antiguos y su reproducción véase la tesis doctoral de Sancho, N., *Verdigrís, pigmento histórico de cobre: estudio de su composición y color a partir de reproducciones de antiguas recetas*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2016.

⁴⁷ San Andrés Moya, M. *et al.*, «Alquimia: pigmentos y colorantes históricos», *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 1, 2010, p. 61; Cennino Cennini fue un pintor italiano a caballo entre los siglos XIV y XV que compuso un tratado de pintura titulado *El libro del arte*. Cennini, Cennino., *Il libro dell'arte*, en Frezzato, F. (ed.), Neri Pozza, Vicenza, 2011, 11-27.

⁴⁸ Real Academia Española, *Diccionario de la lengua española*, (23.^a ed.), [versión 23.4 en línea]. <https://dle.rae.es/acetato?m=form>; Kroustallis, S., *Diccionario de materias y técnicas...*, p. 416.

⁴⁹ Criado Vega, T., «Recetas castellanas...», p. 166.

⁵⁰ Kroustallis, Stefanos., *Diccionario de materias...*, p. 35; Bailey, A. E., *Aceites y grasas industriales: obra indispensable a químicos e ingenieros interesados en la producción y fabricación de aceites y grasas*, Reverté, Barcelona, 1979, pp. 137-139; Mattrini, M., Moles, A., *La química en la...* pp. 128-133 y 201-202; Font Quer, P., *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*, Península, Barcelona, 1961, 2013, pp. 77, 82-84.

claramente el uso de la amarilla, es decir sin blanquear. Para ello se siguió el esquema que proporcionan los trabajos «La candelería, un oficio medieval. Apicultura y trabajo de la cera en la Córdoba del siglo XV» y «La oscuridad de la luz, la dulzura de lo amargo: Cerería y confitería en Navarra (siglos XVI-XX)»⁵¹, que se puede ver en el esquema (Fig. 1).



Fig. 1 Representación del proceso de blanqueado de la cera *toral*. (Elaboración propia).

Se procedió a extender un kilo de cera *toral* en un paño de algodón, colocándola al sol. Al venir en pequeñas láminas en forma de lentejas de unos dos milímetros, no fue necesario aplastarlas, como indica en su trabajo el profesor Córdoba. Se mantuvieron extendidas por espacio de una semana, durante el mes de febrero de 2021, a temperaturas en torno a unos 20°C. Para una mejor aplicación de la luz del sol, eran removidas cada cierto tiempo, obteniéndose al cabo de siete días el color blanco deseado.⁵²

A continuación, se calcularon las proporciones de cada ingrediente que se iba a utilizar. En un apartado anterior se abordó el análisis de las medidas que presentan estas fórmulas, representadas en dos tablas (Tabla 1 y 2) que sintetizan y clarifican los datos arrojados y sus equivalencias actuales. Como las medidas originales eran desmesuradas, y lo que se pretende en este trabajo es conocer si los procesos técnicos presentados tienen o no una utilidad práctica, se estimó conveniente realizar experiencias con valores más pequeños. Para ello, y siendo la cera el elemento que en sigilografía se usa para clasificar esta tipología de sellos, se consideró para el caso de las ibéricas el patrón de 25 gr. de cera y, para las italianas 28,30 gr.⁵³ Las cantidades usadas para los experimentos se recogen en la tabla clasificatoria (Tabla 3). En aquellas donde no se referencia la proporción a aportar, o se indica «poquísimo» o «un poco» o simplemente no aparecen, como el aceite y el cardenillo/verdigrís, por lo que se optó para el primero, utilizar la información aportada por la receta de «Provisiones reales», donde se usa la

⁵¹ Córdoba de la Llave, R., «La candelería, un oficio...», pp. 785-786; Serrano Larráyo, F., *La oscuridad de la luz, la dulzura de lo amargo: Cerería y confitería en Navarra (siglos XVI-XX)*, Univ Públíc Navarra/Nafarroako Unib Publik, 1, 2006, pp. 117-120.

⁵² Córdoba de la Llave, R., «La candelería, un oficio...», pp. 785-786.

⁵³ Para el cálculo de las proporciones se llevó a cabo un ejercicio matemático consistente en utilizar los valores originales y el patrón de 25 para las ibéricas y 28,30 para las italianas, reduciendo a partir de una regla de tres directa. Se optó por estas, ya que al tratarse de experiencias que procuran conocer la operatividad de estas, no se necesitan una gran cantidad.

medida de la «panilla», equivalente a 1,3 ml.; para estos ensayos se utilizó 1,5 ml. Se decidió así por la mayor dificultad para medir en una probeta. Para el acetato de cobre la decisión fue un poco más complicada, ya que no se puede tomar como paralelo lo que aparece en el manuscrito de donde procede. Esto es debido a que las proporciones indicadas serían muy desorbitadas para estos experimentos. Por ello se consideró dividir la cantidad de trementina por dos, obteniendo la proporción indicada en la (Tabla 3) Para el caso del pigmento de pasta verde.

<i>Receta</i>	Cera	Trementina	Resina	Bermellón	Cardenillo	Aceite
<i>Catalana</i>	25 gr.	2,06 gr.	--	3,11 gr.	--	--
<i>Florentina Roja</i>	28,30 gr.	84,9 gr.	--	42,45 gr.	--	1,5 ml.
<i>Florentina Verde</i>	28,30 gr.	9,43 gr.	--	--	4,71 gr.	1,5 ml.
<i>Colorada</i>	25 gr.	12,5 gr.	6,25 gr.	2,34	--	1,5 ml.
<i>Provisiones reales</i>	25 gr.	15,44 gr.	0,53 gr.	6,25 gr.	--	1.5 ml.

Tabla 3. Medidas utilizadas en las experiencias.

En referencia al instrumental, al realizar todo esto en un laboratorio actual, muchos elementos descritos fueron sustituidos por vasos de precipitado de vidrio de borosilicato y cuencos de cerámica de cocina, que reemplaza actualmente las cerámicas vidriadas y el vidrio corriente. Para la mezcla de los ingredientes se utilizaros las espátulas/cucharas de acero inoxidable y no los materiales orgánicos indicados. Para la molturación se utilizó un almirez de bronce que sustituyó a losa de pintor pues, aunque la forma es distinta, la función es la misma.⁵⁴ Sólo en el caso de los recipientes de cobre, se procuró uno confeccionado de este material con la forma de un calderín. Antes de usarlo, se utilizó para limpiarlo la fórmula que recomienda Joanot Valero para las calderas de tintorerías; se tomó vinagre de vino y sal, frotando con un paño de lana para limpiar y eliminar el óxido que normalmente poseen.⁵⁵ Teniendo presente esto último, se decidió realizar dos experiencias: la primera consistiría en fundir cera y trementina en un vaso de vidrio y la segunda fundir cera en la calderita de cobre, para comprobar el cromatismo. Se pudo evidenciar que, efectivamente, las mezclas adquieren coloración. Así la primera tiene una tonalidad amarillenta y la segunda adquiere un color verdoso, como se aprecia en la (Fig.2).

⁵⁴ Se identifica la losa de pintor con la actual moleta para moler pigmentos.

⁵⁵ Así se pueden ver estas indicaciones en las fórmulas: «Para hacer un escarlátin y Para hacer verdes claros muy bellos sobre palmilla que sea muy bella cosa, que tiren a color de limón maduro». Cifuentes i Comamala, L., Córdoba de la Llave, R., *Tintorería y medicina...*, pp. 181 y 183.

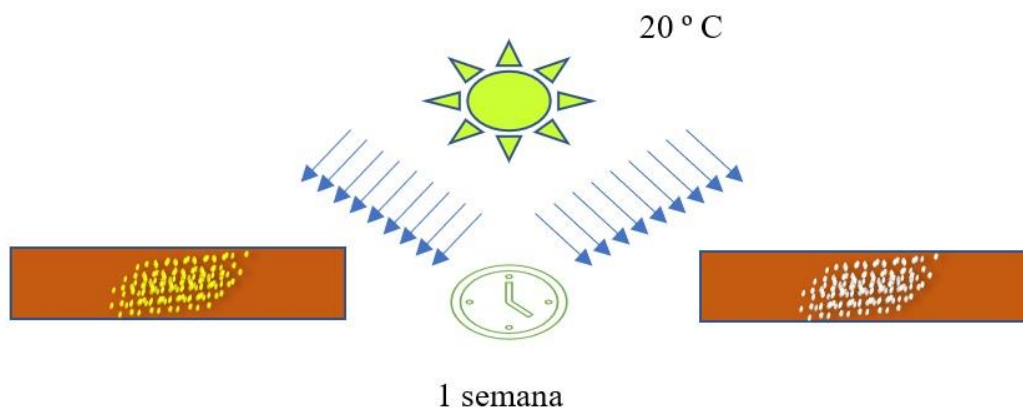


Fig. 2. Muestras del fundido de la cera y trementina en el calderín de cobre y en el vaso de vidrio. (Foto del autor).

4.2. *Receta: Si quieres hacer cera gomada*, BNE, Ms. 18060, fol. 15r. S. XIV.

Lo interesante de esta fórmula es que ha servido para comprender las demás. El procedimiento descrito se puede observar en el esquema (Fig. 3), que se inserta a continuación.



Fig. 3. Interpretación de los pasos de la fórmula de la BNE, ms. 18060.

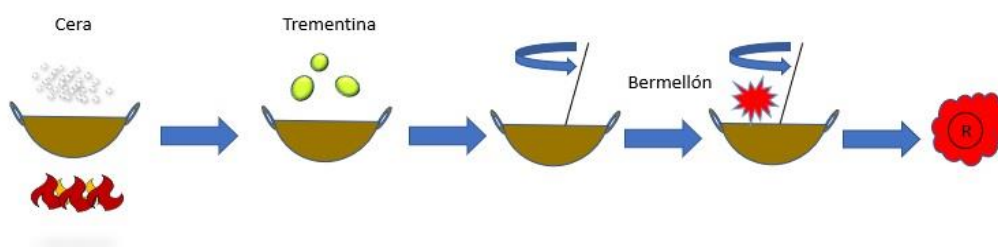
Por lo que respecta al recipiente para hacer la mezcla, se decidió optar, al igual que aparece en las recetas del siglo XVI de Juan Vázquez del Mármol, por un «perolillo» de

cobre para fundir los ingredientes (Fig. 4).⁵⁶ Se pudo comprobar cómo a temperatura de 40°C se comenzaba a derretir la cera (Fig. 5), y al llegar a 70°C se retiró del fuego y se incorporó la trementina, que se licuó rápidamente. Posteriormente se adicionó el bermellón y se batió para incorporar a la mezcla, una vez presentó una apariencia sólida, fue retirada del recipiente con la misma cuchara y vertida en una tabla mojada. En el proceso se queda una gran cantidad adherida al perol, siendo bastante difícil moldearla al inicio sobre la tabla. Se dejó secar (Fig.6) para comprobar que era moldeable para estampar un sello. Como indica Romero Tallafigo, esta pasta se calentaba entre las manos y se iba amasando con los dedos, para poder así adquirir la consistencia maleable necesaria para dejar la impronta. Siguiendo este método, se observó que posee una textura suave una vez estuvo la temperatura idónea, no coloreando las manos en exceso. Al aplicar la matriz se comprobó que se consigue un sello limpio, sin que se adhieran restos a las marcas al troquel. Una vez enfriado el sello, este está compacto, observando, que la fórmula transmitida tiene una utilidad práctica.



Fig. 4. Perolillo de cobre.

Fig. 5. Comienzo de la fundición de la cera.



⁵⁶ La escala representada en las fotos corresponde un cuadrado a 1 cm.



Fig. 6. Muestra obtenida antes de la aposición.

4.3. Receta: *Cera colorada fina que me enseñó*, BNE, Ms. 9226, fol. 184v., s. XVI

Esta segunda receta de pasta roja, presenta la adición de aceite y de resina a la mezcla, al igual que la que se mostrará en el siguiente subapartado. La manera descrita en ella se puede observar en el esquema (Fig.7), que se inserta a continuación.



Fig. 7. Interpretación de la fórmula de la BNE, Mss. 2996.

Este proceso, aun siendo es uno de los más completos, se utilizó todo tal como es descrito, pues si se compara con la catalana se puede observar que el receptáculo para realizar la mezcla no era indicado, frente a esta que si lo referencia. En este caso se utilizó un cuenco de barro vidriado, usado en cocina, que sustituía a la cacerola u olla vidriada. De esta manera, cera y resina fueron colocadas juntas y se observó que, como en la fórmula catalana, a 40° C se comenzaba a fundir la cera, pero no así la resina, que necesitó que se aumentara la temperatura hasta alcanzar los 70° C. Una vez estuvo la mezcla en estado líquido, se incorporó la trementina que se deshizo de inmediato, añadiendo después el aceite de linaza. Se procedió a sacarla de la placa y colocarla en la banca de trabajo, hasta que comenzó a formarse una especie de capa sólida en su superficie. En este momento se echó el bermellón, que había sido molido en un almirez de bronce, consiguiendo la sustancia deseada. Se comprobó que constaba extraerla, y que se desperdicia buena parte de ella, siendo esta la tónica en los demás experimentos. Se colocó en una tabla mojada y se evidenció que la pasta obtenida era más aceitosa y difícil de manejar a la hora de convertirla en pequeños rollo o bolas, quedando bastantes residuos en las manos. Se dejó enfriar a temperatura ambiente por espacio de dos horas y posteriormente se comenzó a ablandar, con el mismo sistema de la receta anterior. Se referenció que la pasta obtenida estaba compacta, que era difícil de trabajar; pero cuando se consiguió que fuera maleable, volvió a presentar las mismas características. El sello que se extrae de esta pasta no es muy limpio, deja restos en las acanaladuras y se queda adherido al retirarlo. Por ello, aunque la receta funciona no es tan afinada como la del siglo XIV; posiblemente las cantidades que se han empleado o la adición de demasiado aceite, lleven a que la mezcla presente estas cualidades. (Fig. 8).

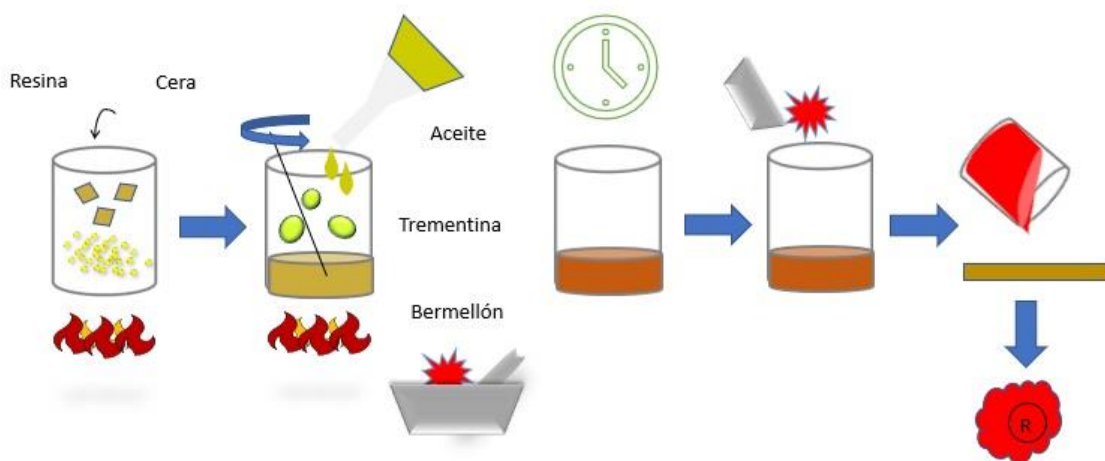


Fig. 8. Pasta obtenida por esta receta.

4.4. *Receta: Otra no tan fina de que usan en sellar las provisiones*, BNE, Ms. 9226, fol. 184v., s. XVI

En esta fórmula los procedimientos descritos (Fig. 9) presentan las mismas indicaciones que en la receta «Cera colorada fina que me enseñó», con la única salvedad de que los ingredientes se funden por separado, cera y resina juntos y trementina sola, incorporándose posteriormente. Lo que puede diferenciarla del resto es que tiene una

forma de comportarse similar al lacre cuando ya está seco.⁵⁷ Cuando se vierte en la tabla mojada, su manera es igual a las restantes, deja muchos residuos utilizables y es difícil su manipulación. Así la pasta resultante es mucho más sólida, brillante y quebradiza que ninguna otra de las fórmulas experimentadas, y a la hora de moldearla tiene una naturaleza similar a las anteriores; no obstante demora más en alcanzar la temperatura necesaria para poder estampar el sello. Pero su calidad es bastante superior a la de la precedente y es casi igual a la del siglo XIV en cuanto a la calidad del signo obtenido, aunque es mucho más brillante (Fig. 10).



Fig. 9. Interpretación de la fórmula de la BNE, Mss. 2996.

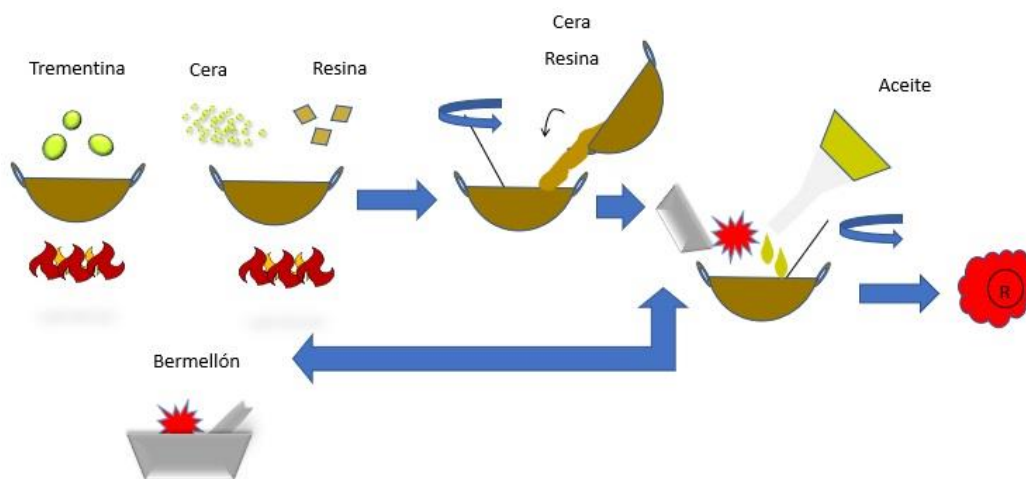


Fig. 10. Pasta y sello obtenidos por esta receta.

⁵⁷ Sobre esta materia véase Collantes, D.M., *Manual del fabricante de velas de sebo, bujías de cera y estearicas, lacre y fósforos*, Maxtor, Valladolid, 2008, pp. 361-374.

4.5. *Receta: Para hacer cera roja*, Biblioteca Nacional Central de Florencia, Fondo Palatino, Ms. 796, fol. 184v., s. XVI

Dentro de las recetas de origen italiano, la primera recuerda mucho a la fórmula de origen catalán, siendo similar en su forma de composición, aunque no en las cantidades que son desmesuradas. Tanto en esta como en la de color verde se decidió experimentar sólo con las proporciones para el invierno, ya que las pruebas se llevaron a cabo entre octubre y noviembre de 2022. Lo que la hace diferente dentro de las de color rojo es que resulta un poco más compacta y rígida que las restantes estudiadas. Al igual que la receta de provisiones reales, es una mezcla que posee brillo, posiblemente debido al aceite y mayor cantidad de productos resinosos. En el esquema se puede ver su desarrollo (Fig. 11). El sello resultante es bastante limpio, no deja casi trazas de cera en el troquel, como si lo hace la receta «Cera colorada fina que me enseñó» (Fig. 12).

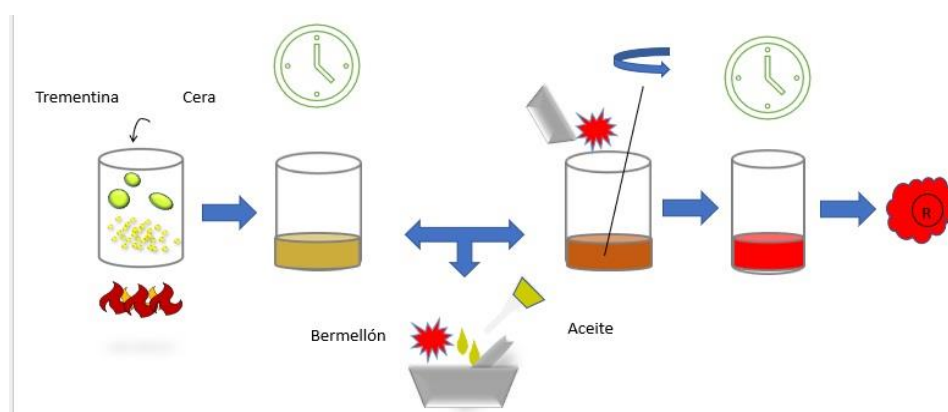


Fig. 11. Interpretación de la fórmula de la BNCF, Pal. Mss. 796 c. 50bis r.

4.6. *Receta: Para hacer cera verde*, Biblioteca Nacional Central de Florencia, Fondo Palatino, Ms. 796, S. XVI



Fig. 12. Pasta y sello obtenidos por esta receta.

La última fórmula realizada podría estar fuera de lugar al tener una tonalidad verde, pero al tratarse de un estudio de pasta sigilar para sellos gomados, su inclusión parece oportuna, porque por las reacciones que genera es la única en la que se deben dejar transcurrir varios días desde su elaboración antes de poder ser utilizada. La manera de fabricación se encuentra expuesta en este esquema (Fig. 13). El proceso es similar a los precedentes, pero con la adición del verdigrís a la mezcla de cera y de trementina se genera una fuerte reacción química (Fig. 14) donde se genera una fuerte efervescencia y vapores, dando lugar a que la mezcla se separe. Esta acción química lo produce es la creación de un resinato de cobre, que se obtiene al mezclar acetato de cobre y una resina. Este nuevo pigmento sintético tiene una apariencia translúcida.⁵⁸ Al extraer la mistura del vaso donde se realizó el experimento, se observó que la sustancia se retiraba bien, aunque dejando igualmente numerosos residuos. Se evidenció que no era muy estable, presentando una apariencia viscosa semisólida, y transcurridas dos horas, al proceder a estampar el sello, se vio que esta masa se adhería a él, no como la «Cera colorada fina que me enseñó», sino en su totalidad sin dar posibilidad de retirarla. Al cabo de dos días se volvió a probar que la pasta ya estaba un poco más estable, aunque se comprobó que sin necesidad de calentarla seguía blanda, aunque se consiguió realizar el sello (Fig. 15). La tonalidad es de un verde muy oscuro siendo totalmente mate, sin ningún reflejo como la de su mismo recetario y la de provisiones.

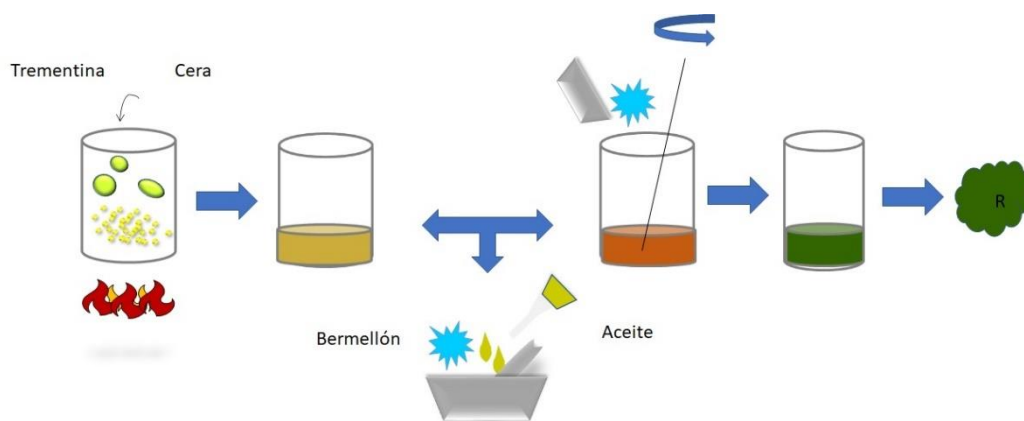


Fig. 13. Interpretación de la fórmula de la BNCF, Pal. Mss. 796 c. 50bis r.



Fig. 14. Reacción química generada al verter el verdigrís.

⁵⁸ Véase San Andrés Moya, M. *et al.*, «Alquimia: pigmentos...», p. 62; Colomina, A, Guerola Blay, V., «Resinatos de cobre: estado de la cuestión y su debate entre la conservación y la eliminación», *Arché*, 6-7, 2011-2012, pp. 69-74.



Fig. 15. Pasta y sello obtenidos por esta receta.

5. CONCLUSIONES

Como se ha comprobado a lo largo de estas páginas, los sellos de la tipología gomados estuvieron muy presentes en los manuscritos desde la Baja Edad Media hasta el siglo XVI. El interés que se han generado, en estas últimas décadas han aportado investigaciones sobre fórmulas técnicas y recetarios dedicados a la confección de sellos que están permitiendo conocer más en profundidad estos documentos históricos. Esta contribución presenta la existencia de saberes de fabricación ibéricos e italianos con una horquilla comprendida entre los siglos XIV y XVI, con un procedimiento de confección muy similar en todas las fórmulas analizadas, aunque con particularismos. Los sellos poseen una base de tres elementos, uno de naturaleza plástica, la cera, donde recibir la impronta; un endurecedor y cohesionador, la trementina; y el pigmento para colorear la pasta resultante.⁵⁹ Junto a ellos se encuentra el aceite de linaza, presente para la molturación de pigmentos, y el uso de colofonia, que quizás podría tratarse de un sustitutivo frente al alto precio de la resina de pino.

Se ha constatado que el conocimiento transmitido a través de las recetas funciona, no es una mera compilación de datos carentes de sentido, sino de instrucciones que fueron compiladas por personas que tenían noticia de estos saberes o los utilizaban en su día a día. En todos los casos se observan particularidades, pero la acción de sellar se consigue. Queda abierto poder realizar análisis de sellos originales conservados en depósitos documentales ibéricos y españoles, como se ha realizado en Rusia en artículo «Red Wax Seals: Reconstruction of Historical Technology». Esto ayudarían a afirmar los ejemplos aquí presentados tienen o no relación con los artefactos históricos. Esto permitirá acercar las mejores metodologías para así mejorar los protocolos de conservación, restauración de estos y, en definitiva, comprender mejor este documento tan trascendental para los siglos medievales y modernos.

⁵⁹ Romero Tallafigo, M., «El sello en el documento...», p. 70.

BIBLIOGRAFÍA

- BAILEY, A. E. (1979), *Aceites y grasas industriales: obra indispensable a químicos e ingenieros interesados en la producción y fabricación de aceites y grasas*, Reverté, Barcelona.
- BARTL, A, KREKEL, C., LAUTENSCHLAGER, M., OLTROGGE, D., (eds.) (2005), *Der "Liber illuministarum" aus Kloster Tegernsee Edition, Übersetzung und Kommentar der kunsttechnologischen Rezepte*, Des Instituts F'Ur Kunsttechnik Und Konser, Gebundene.
- BAUTIER, R. H. (1990), *Chartes, sceaux et chancelleries: études de diplomatique et de sigillographie médiévales*, Escuela de Chartres, París.
- BEDER, R. (1930), *Nociones de mineralogía para la enseñanza primaria y secundaria*, Talleres Casa Jacobo Peuser, Buenos Aires [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/y75bnp8v>
- CARMONA DE LOS SANTOS, M. (1996), *Manual de Sigilografía*, Subdirección General de los Archivos Estatales, Madrid.
- CARRASCO LAZARENO, M. T. (2012), «El sello real en Castilla: tipos y usos del sellado en la legislación y en la práctica documental (siglos XII al XV)», en GALENDE DÍAZ, J. C. (coord.), ÁVILA SEOANE, N., SANTIAGO MEDINA, B. (eds.), *De sellos y blasones: miscelánea científica*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, pp. 63-170 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/yc6czweg>
- CASTELLOTE HERRERO, E. (1983), «La resina y otros jugos arbóreos», *Wad-al-Hayara: Revista de estudios de Guadalajara*, 10, pp. 213-226.
- CIFUENTES I COMAMALA, LL., CÓRDOBA DE LA LLAVE, R. (2011), *Tintorería y medicina en la Valencia del siglo XV. El manual de Joanot Valero*, CSIC, Barcelona.
- COLLANTES, D. M. (2008), *Manual del fabricante de velas de sebo, bujías de cera y estearicas, lacre y fósforos*, Maxtor, Valladolid.
- COLLON, D. (1997), *7000 years of seals*, Trustees of the British Museum, London.
- COLOMINA, A., GUEROLA BLAY, V. (2011-2012), «Resinatos de cobre: estado de la cuestión y su debate entre la conservación y la eliminación», *Arché*, 6-7, pp. 69-74 [Consulta: 26/02/2022] <http://hdl.handle.net/10251/33049>
- CÓRDOBA DE LA LLAVE, R. (1990), «La candelaría, un oficio medieval apicultura y trabajo de la cera en la Córdoba del siglo XV», en *Actas del Congreso de jóvenes historiadores y geógrafos*, vol. 1, pp. 785-786.
- CÓRDOBA DE LA LLAVE, R. (2005), «Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier», *En la España medieval*, 28, pp. 7-48 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/yada5uaw>
- CRIADO VEGA, T. (2011), «Recetas castellanas medievales sobre el trabajo de la cera», *Meridies: Revista de historia medieval*, 9, pp. 151-169 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/yav4jwpl>
- CRIADO VEGA, T. (2012), *Tratados y recetarios de técnica industrial en al España medieval. La Corona de Castilla, siglos XV-XVI*, Universidad de Córdoba, Córdoba [Consulta: 26/02/2022] <http://hdl.handle.net/10396/8628>
- DELGADO MACIA, J. L. (2015), *Del bosque a la fábrica: Técnica y ciencia de la resina de pino en la España contemporánea*, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/yabw6a27>

- DÍAZ HIDALGO, R. J. (2020a), *Experimentación arqueológica de recetas científico-técnicas de la Península Ibérica (siglos XIV-XVI)*, Universidad de Córdoba, Córdoba [Consulta: 26/02/2022] <http://hdl.handle.net/10396/20413>
- DÍAZ HIDALGO, R. J. (2022b), «La fabricación de los sellos de cera gomada en la Edad Media: estudio de una receta técnica del siglo XIV de la Biblioteca Nacional de España», *En la España Medieval*, 5, pp. 287-306 [Consulta: 16/06/2022] <https://dx.doi.org/10.5209/elem.81447>
- DOBBIE, J. J., FOX, J. J., (1914), «The composition of some medieval wax seals». *Journal of the Chemical Society, Transactions*, 105, pp. 795-800 [Consulta: 15/06/2022] <https://doi.org/10.1039/CT9140500795>
- Equivalencias entre las pesas y medidas usadas antiguamente en las diversas provincias de España y las legales del sistema métrico-decimal* (1886), Publicadas en Real Orden. Madrid [Consulta: 26/02/2021] <https://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.do?id=448244>.
- FABRE, M., DURAND, R., BASSEL, L., RECUR, B., BALACEY, H., BOU SLEIMAN, J., PERRAUD, J. B., MOUNAIX, P. (2017), «2D and 3D Terahertz Imaging and X-Rays CT for Sigillography Study» *Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves*, 38, pp. 483-494 [Consulta: 15/06/2022] 10.1007/s10762-017-0356-3
- FONT QUER, P. (2013), *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*, Península, Barcelona.
- FREZZATO, F. (ed.) (2011), «Cennino, Il libro dell'arte», Neri Pozza, Vicenza.
- GONZÁLEZ PRIETO, M. (2009), «Introducción a la Sigilografía. Conservación y restauración de sellos de cera y de plomo», *Informes y Trabajos*, 2, pp. 67-78 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/y9jqon72>
- GUAL CAMARENA, M. (1976), *Vocabulario del comercio medieval colección de aranceles, aduaneros de la Corona de Aragón (siglos XIII y XIV)*, Albir, Barcelona [Consulta: 26/02/2022] <https://www.um.es/lexico-comercio-medieval/>.
- HERNÁNDEZ SOBRINO, Á. M. (1992), «El mercurio: sus yacimientos y factores económicos», en GARCÍA GUINEA, J., MARTÍNEZ FRÍAS, J. (coords.), *Recursos minerales de España*, CSIC, Madrid, pp.731-758.
- HIDALGO BRINQUIS, C., CABANES CATALÁ, M. L. (coords.) (2007), *Libro de los Oficios del Monasterio de Nuestra Señora de Guadalupe*, Volúmenes I y II, Secretaría General Técnica del Ministerio de Cultura, Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, Junta de Extremadura, Consejería de Cultura y Turismo y Monasterio de Guadalupe, Badajoz.
- HIGUERAS HIGUERAS, P. L., ESBRI VÍCTOR, J. M., NOGUERO, E. M. (2018), «El cinabrio, fuente del único metal pesado líquido», *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 26, 3, pp. 382-383 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/y8srag4h>
- KROUSTALLIS, S. (2008), *Diccionario de materias y técnicas. (I. Materias)*, Ministerio de Cultura, Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, Madrid [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/yaqbnuc>
- MATTEINI, M., MOLES, A. (2013), *La química en la restauración: los materiales del arte pictórico*, Nerea, Guipúzcoa.
- MELO, M. J., CASTRO, R. (eds.) (2016), *The "book on how to make colours" O livro de como se fazem as cores das tintas todas. Medieval colours for practitioners*, Lisboa [Consulta: 15/06/2022] <https://tinyurl.com/25lb2qsy>

- MENÉNDEZ PIDAL DE NAVASCUÉS, F. (1991), «Cuestiones de terminología» en *Actas del Primer Coloquio de Sigilografía: Madrid, 2 al 4 de abril de 1987*, Ministerio de Cultura, Dirección de los Archivos Estatales, Madrid, pp. 247-252 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/y7qtsw5f>
- MENÉNDEZ PIDAL DE NAVASCUÉS, F. (1991), «Límites conceptuales; fuentes y bibliografía» en *Actas del Primer Coloquio de Sigilografía: Madrid, 2 al 4 de abril de 1987*, Ministerio de Cultura, Dirección de los Archivos Estatales, Madrid pp. 1-15 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/y7qtsw5f>
- MENÉNDEZ PIDAL DE NAVASCUÉS, F. (1993), *Apuntes de sigilografía española*, Aache Ediciones, Guadalajara.
- MENÉNDEZ PIDAL DE NAVASCUÉS, F. (2000), «Los Sellos en la Historia» en REY DE LAS PEÑAS, R. (coord.), *Actualidad de la heráldica y la sigilografía: quintas jornadas archivísticas*, Diputación Provincial de Huelva, Servicio de Archivos, Huelva, pp. 113-132.
- MENÉNDEZ PIDAL DE NAVASCUÉS, F. (2002), «Los sellos en los reinos de León y Castilla durante los siglos X al XIII», *I Jornadas sobre Documentación jurídico-administrativa, económico-financiera y judicial*, Área de Conocimiento de Ciencias y Técnicas Historiográficas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, pp. 245-282.
- MENÉNDEZ PIDAL DE NAVASCUÉS, F. (2018), «Sellar: una invención humana», *Hidalguía: la revista de genealogía, nobleza y armas*, 379, pp. 815-840.
- MENÉNDEZ PIDAL DE NAVASCUÉS, F. (2018), *Los sellos en nuestra historia*, Real Academia de la Historia y Boletín Oficial del Estado, Madrid [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/yc2kpb8x>
- MENÉNDEZ PIDAL DE NAVASCUÉS, F., RAMOS AGUIRRE, M., OCHOA DE OLZA EGUIRAUN, E. (1995), *Sellos Medievales de Navarra. Estudio y corpus descriptivo*, Gobierno de Navarra, Pamplona.
- MERRIFIELD, M. P. (2012), *Medieval and Renaissance Treatises on the Arts of Painting: Original Texts with english traslations*, Dover Publications, Mineola, New York.
- MORUJÃO BARBOSA, M. R. (2012), «A sigilografia portuguesa em tempos de Afonso Henriques» *Medievalista Online*, 11, pp. 1- 28 [Consulta: 26/02/2022] <https://doi.org/10.4000/medievalista.744>
- MOUNAIX, P., YOUNUS, A., DELAGNES, J. C., ABRAHAM, E., CANIONI, L., FABRE, M., (2011), «Spectroscopy and terahertz imaging for sigillography applications», *Journal of the European Optical Society-Rapid Publications*, 6 [Consulta: 15/06/2022] 10.2971/jeos.2011.11002.
- NOSOVA, E. I., WEBER, D. I. (2020), «Study of applied black seals from the collection of Nicolay Likhachev (1862-1936): Preliminary observations», *International Culture & Technology Studies*, vol. 5, 2, pp. 77-89 [Consulta: 26/02/2022] <http://cat.ifmo.ru/ru/2020/v5-i2/242>
- NOSOVA, E. I., WEBER, D. I., PROSKURYAKOVA M. E., MALAKHOV, S. N., POZHIDAEV, V.M., KAMAEV, A. V., BABICHENKO, N. P., SVETOROGOV, R. D., TRUNKIN, I. N., VASCHENKOVA, E. S., RETIVOV, V. M., TERESCHENKO, E. Y., YATSISHINA, E. B., (2020), «Red Wax Seals: Reconstruction of Historical Technology», *Nanotechnologies in Russia*, 15, pp. 558-571 [Consulta: 15/06/2022] <https://doi.org/10.1134/S1995078020050109>
- OLVERA BAUTISTA, I., OLIVARES PÉREZ, A., FUENTES TAPIA, I., GÓMEZ COLÍN, R. (2005), *Caracterización de la colofonia como material fotosensible*.

- Reporte Técnico*, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de México [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/y85spzz8>
- PASCUAL MARTÍNEZ, L. (1981), «Estudios de diplomática castellana: El documento privado y público en la Baja Edad Media» *Miscelánea Medieval Murciana*, 7, pp. 103-146 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/yddxw44c>
- PASTOUREAU, M. (1981), *Les sceaux*, Brepols, Turnhout-Belgium.
- POMARO, G. (ed.) (1991), *I ricettari del Fondo Palatino della Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze, Inventario*, Firenze.
- RIESCO TERRERO, Á. (1978), *Introducción a la sigilografía*, CSIC, Instituto Salazar y Castro, Madrid.
- RIESCO TERRERO, Á. (1991), «Notas sobre el estado actual de la sigilografía en España con algunas sugerencias y orientaciones para la promoción de su estudio en el futuro» en *Actas del Primer Coloquio de Sigilografía: Madrid, 2 al 4 de abril de 1987*, pp. 25-33 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/y7qtsw5f>
- ROMERO TALLAFIGO, M. (1992), «Un libro del 'Ius Sigilli' de la cancillería itinerante del conde de las Montañas de Prades y Ribagorza (1342-1345)» *Historia. Instituciones. Documentos*, 19, 1992, pp. 413-432 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/ybsd582b>
- ROMERO TALLAFIGO, M. (1996), «El sello en el documento diplomático», en CARMONA DE LOS SANTOS, M., MENÉNDEZ PIDAL DE NAVASCUÉS, F., ROMERO TALLAFIGO, M., SÁNCHEZ GONZÁLEZ, A., *De sellos y blasones. Sigiloheraldica para archiveros*, S & C, Carmona (Sevilla), pp. 53-74.
- SAN ANDRÉS MOYA, M., SANCHO, N., DE LA ROJA, J. M. (2010), «Alquimia: pigmentos y colorantes históricos», *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 1, pp. 58-65 [Consulta: 26/02/2022] <https://tinyurl.com/y8xwm8w8>
- SANCHO, N. (2016), *Verdigrís, pigmento histórico de cobre: estudio de su composición y color a partir de reproducciones de antiguas recetas*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- SERRANO LARRÁYOZ, F. (2006), *La oscuridad de la luz, la dulzura de lo amargo: Cerería y confitería en Navarra (siglos XVI-XX)*, Universidad Pública de Navarra/Nafarroako Unib Publik, Pamplona.
- VV. AA (1985), *Il sigillo nella storia e nella cultura*, Jouvence, Roma.
- WEECH F. V. (1882), «Über Malthe-Siegel» *Archivalische Zeitschrift Bd*, 7, pp. 280-283 [Consulta: 26/02/2022] <https://doi.org/10.7788/az-1882-jg15>
- НОСОВА, Е.И., ВЕБЕР, Д.И. (2020), «Исследование черных сургучных печатей из собрания Н.П. Лихачева (1862-1936): предварительные наблюдения» *Культура и технологии электронный мультимедийный журнал*, Томо 5, 2, pp. 77-89.