

# LA DORADURA DE COBRE CON BILIS EN LA ANTIGÜEDAD Y LA EDAD MEDIA

The gilding of copper with bile in Antiquity and the Middle Ages

RAFAEL MARQUÉS GARCÍA

Universidad de Murcia

ORCID: 0009-0007-2098-9476

## **Resumen**

Este artículo destaca la relevancia de la bilis en la Antigüedad, añadiendo a su ya conocida aplicación farmacológica, su importancia en la metalurgia del cobre. En este sentido, se recopilan y analizan las referencias a la doradura del cobre mediante el empleo de bilis presentes en textos literarios y epigráficos. Este análisis abarca tanto fuentes alquímicas como ajenas a dicho corpus, extendiéndose desde la Antigüedad hasta finales de la Edad Media. Adicionalmente, se revisan los intentos modernos de replicar experimentalmente esta técnica ancestral, evidenciando sus limitaciones y las razones de su fracaso. Finalmente, se presenta una réplica experimental propia. A pesar de su carácter rudimentario, esta nueva tentativa logra satisfactoriamente la doradura del cobre mediante bilis, ofreciendo así un punto de partida para futuras investigaciones desde una perspectiva más técnica y detallada. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de una estrecha colaboración entre la filología y la tecnología para desentrañar los orígenes de antiguos procedimientos técnicos.

## **Abstract**

This paper highlights the significance of bile in Antiquity and its pharmacological application, with a particular focus on copper metallurgy. It compiles and analyzes references to the gilding of copper using bile found in literary and epigraphic sources. This analysis encompasses both alchemical texts and those outside this corpus, spanning from Antiquity to the late Middle Ages. Additionally, modern attempts to experimentally replicate this ancient technique are reviewed, evidencing their limitations and the reasons for their failure. Finally, the paper presents our own experimental replication. Despite its rudimentary nature, this new attempt successfully achieves the gilding of copper using bile, thus offering a starting point for future research from a more technical and detailed perspective. These results

*Recibido: 08/05/2025 – Aceptado: 18/06/2025*  
<https://doi.org/10.47101/llull.2025.48.97.marques>

**LLULL**, VOL. 48 (N.º 97) 2025 - ISSN: 0210-8615 (impresa) / 3020-6014 (en línea), pp. 65-81

**Copyright:** ©2025 Los autores. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0), debiendo otorgar el crédito adecuado al autor o a los autores originales y a la fuente.

underscore the crucial need for close collaboration between philology and technology to unravel the origins of ancient technical procedures.

*Palabras clave:* Alquimia, bilis, cobre, doradura

*Keywords:* Alchemy, bile, gall, copper, gilding

## 1. LA BILIS Y SU IMPORTANCIA EN LA TEORÍA HIPOCRÁTICA

La bilis, como es sabido, es un líquido de color amarillento o verdoso producido por el hígado y almacenado en la vesícula biliar. Su función principal es ayudar en la digestión de las grasas en el intestino delgado, actuando como un emulsificante que descompone las grasas en partículas más pequeñas para que las enzimas digestivas puedan procesarlas eficientemente. Está compuesta principalmente de agua, sales biliares, colesterol y bilirrubina, un pigmento amarillo formado tras la descomposición de los glóbulos rojos. Además de su papel en la digestión, la bilis también contribuye a la eliminación de toxinas y desechos del cuerpo a través del sistema digestivo.

A pesar de que, evidentemente, se desconocía su origen y funcionalidad real, la bilis fue reconocida desde la Antigüedad como una sustancia presente tanto en el cuerpo humano como en el de otros animales. Los primeros textos de naturaleza médica la describen ampliamente. Pronto fue identificada como una de las cuatro sustancias que componen la *physis* del ser humano, formando parte de la celeberrima teoría hipocrática de los humores. Su enunciación más antigua y detallada se encuentra en el tratado *Sobre la naturaleza del hombre*, ya sea obra del mismo Hipócrates de Cos o de Pólido, un discípulo suyo:<sup>1</sup>

El cuerpo del hombre tiene en sí mismo sangre, pituita, bilis amarilla y bilis negra; estos elementos constituyen la naturaleza del cuerpo, y por causa de ellos se está enfermo o sano. Se goza de una salud perfecta cuando están mutuamente proporcionadas sus propiedades y cantidades, así como cuando la mezcla es completa. Por el contrario, se enferma cuando alguno de los elementos se separa en mayor o menor cantidad en el cuerpo y no se mezcla con todos los demás.

La teoría de los humores dominó el pensamiento médico hasta los albores de la Edad Moderna. Su principal creencia<sup>2</sup> consistía en que la salud dependía del equilibrio perfecto entre estos cuatro fluidos corporales, cada uno asimilado a los elementos primordiales de Empédocles: agua, tierra, fuego y aire. Esta visión conectaba íntimamente el cuerpo humano o microcosmos, con el universo o macrocosmos; los humores fluctuaban en armonía con las estaciones, cada uno alcanzando su apogeo en momentos específicos del año. Así, la enfermedad surgía del desequilibrio o separación de estos humores, mientras que la salud se concebía como una correcta proporción de los humores. El esquema tradicional de identificaciones es el siguiente:

1. JOUANNA [2002, pp. 172-175]; véase DE LA VILLA POLO [2003, pp. 36-37].

2. DE LA VILLA POLO [2003, pp. 16-18], LAÍN ENTRALGO [1970, pp. 146-161].

Sangre – Primavera – Cálida y húmeda  
 Pituita – Invierno – Fría y seca  
 Bilis amarilla – Verano – Cálida y seca  
 Bilis negra – Otoño – Fría y húmeda

Más allá de esta predominante consideración esencial en el ámbito de la medicina, de un modo particular la bilis de diversos animales fue empleada como tratamiento para diversas dolencias y enfermedades. Los médicos antiguos reconocieron en ella propiedades caloríficas, acres o astringentes, con múltiples aplicaciones. Entre las más apreciadas se encontraba la bilis de toro. Dioscórides<sup>3</sup> nos informa sobre su tratamiento y función:

Cualquier bilis se almacena de esta manera. Cógela reciente y átala por su boca con hilo de lino, métela en agua hiriente y la dejas el tiempo que se tarda en completar a la carrera tres estadios, después sácala y sécala en un lugar umbrío y seco. Si es para utilizar para remedios oculares, átala con hilo de lino y métela en un tarro de cristal que tenga miel, ata alrededor de la boca del tarro el hilo, tápalo y almacénalo.

Todas las bilis son acres, caloríficas y difieren unas de otras en la intensidad mayor o menor de sus propiedades. Parece que pueden graduarse de más a menos: la de cabracho, pez rata, tortuga marina, hiena, perdiz, águila, gallina blanca, cabra salvaje, ésta concretamente conviene a cataratas y opacidades incipientes, manchas blancas de la córnea y párpados ásperos. En el grupo de las de oveja, cabro, cerdo y oso la más eficaz es la de toro. Todas ellas provocan deseo de evacuar y en el caso de niños, todavía más, si uno aplica una torunda empapada. La de toro, concretamente, se aplica en ungüento con miel para las anginas, cura hasta cicatrizar las erosiones del ano, los oídos que supuran y sus derrames, si se instila con leche de cabra o de mujer; para los zumbidos con zumo de puerro; se mezcla para hacer emplastos antiinflamatorios para heridas y ungüentos contra alimañas; con miel para heridas cancerosas, dolores del miembro y escroto; con natrón y tierra de Címolos es un poderoso limpiador de lesiones leprosas y descamaciones. La de oveja y oso sirven para lo mismo pero son más flojas. Las de oso ayuda a los epilépticos chupada en electuario; la de tortuga para anginas, úlceras invasivas de la boca en niños e introducida por la nariz para epilépticos. En ungüento la de cabra salvaje cura específicamente la mala visión de noche. La de cabro hace lo mismo y quita verrugas anchas y en ungüento suprime las excrecencias de la elefantasis. La de cerdo se administra para llagas de los oídos, y para todo lo demás, con utilidad.

## 2. BILIS Y METALURGIA DEL COBRE FUERA DEL CORPUS ALQUÍMICO

La primera relación textual entre el uso de la bilis como colorante y la metalurgia la hallamos en el comienzo de las *Refutaciones sofísticas* de Aristóteles.<sup>4</sup> En esta obra enmarcada en el *Organon* de tratados lógicos (segunda mitad del siglo IV a. C.), el estagirita emplea el término χολοβάφινος, compuesto de χόλος “bilis” y βάπτω “sumergir, teñir”, ya sea en frío (baño) o en caliente (temple). Aristóteles emplea este compuesto para referirse a un tipo de pátina amarillenta que permite simular el aspecto del oro y dar apariencia de metal noble a algo falso y barato:

3. WELLMANN [1906, pp. 159-160], LÓPEZ EIRE [2006]. Otra descripción de la bilis con aplicaciones terapéuticas se halla en el libro X del *De simplicium medicamentorum temperamenti et facultatibus* de Galeno, véase KÜHN [1821-1833, pp. 275-281].

4. Ross [1958, p. 190].

ἐπὶ τε τῶν ἀψύχων ὡσαύτως· καὶ γὰρ τούτων τὰ μὲν ἄργυρος τὰ δὲ χρυσός ἔστιν ἀληθῶς, τὰ δὲ ἔστι μὲν οὕ, φαίνεται δὲ κατὰ τὴν αἰσθησιν, οὗτον τὰ μὲν λιθαργύρινα καὶ τὰ καττιτέρινα ἄργυρα, τὰ δὲ χολοβάφινα χρυσᾶ.

Lo mismo sucede con las cosas inanimadas: en efecto, también entre éstas unas son verdaderamente plata u oro, mientras que otras no lo son, pero lo parecen de acuerdo con la sensación, como el litargirio y la casiterita parecen plata, y las cosas teñidas de bilis parecen oro.

El testimonio de un pensador de la envergadura de Aristóteles encuentra eco en sus comentaristas y escolios tardíos, quienes adoptan el mismo término en un sentido claramente derivado. En este contexto, Alejandro de Afrodisias, exégeta aristotélico del siglo III d. C., aborda esta cuestión en su comentario a la Metafísica:<sup>5</sup> οὕτω δὲ ψευδεῖς ἄνθρωποι οἱ ἀναπειθούντες ἀλλούς ψευδεσθαι λέγονται, ὡς καὶ τὰ πράγματα ψευδῆ λέγονται, ὅσα φαντασίας ψευδεῖς ποιεῖ, ὥσπερ τὰ χολοβάφινα ψευδῆ λέγεται, ὅταν χρυσῶν φαντασίαν ποιῇ. “Así son llamados falsos los hombres que inducen a otros a ser engañados, así como también las cosas son llamadas falsas porque producen apariencias falsas, tal y como se dice que las cosas bañadas en bilis son falsas, porque producen apariencia de ser de oro”.

Esta tradición se perpetúa entre los comentaristas bizantinos, quienes retoman el término en directa alusión a Aristóteles, enriqueciéndolo con matices particulares. En el siglo XI, el humanista Miguel Pselo<sup>6</sup> lo emplea claramente: καττιτερινὸς ἡ χολοβάφινος καὶ τὸ ὄλον ψευδόχρυσος «Era de estaño o teñido de bilis, una completa falsificación de oro». Por su parte, Miguel de Éfeso, filósofo del siglo XII y también comentarista aristotélico, alude al término en dos pasajes<sup>7</sup>: el primero es un claro reflejo del texto original de Aristóteles; el otro es más original: ὀπηνίκα ἐνεργεῖ ἡ ὄψις περὶ τι ἔχανθὸν καὶ ὄρῷ τι χολοβαφές, εὐθὺς καὶ μέλι τοῦτο εἶναι δοξάζει “Cuando su vista se fija sobre algo amarillo y observa algo teñido con bilis, al momento parece que es miel”. Entre los siglos XIII y XIV, Sofonías,<sup>8</sup> otro escoliasta aristotélico, refuerza esta idea: τὸ γὰρ χολοβαφές χρυσὸν οἰηθείη ἀν ποτε “Pues lo teñido de bilis a veces es considerado oro”. La última mención de esta tradición se halla en una clara reminiscencia aristotélica del historiador bizantino del siglo XIV Nicéforo Grégoras:<sup>9</sup> ὡς χρυσὸν καθαρὸν ἐκ μετάλλων κιβδήλων ἀνώρυξε, πᾶν εἴ τι λιθαργύρινόν τε καὶ χολοβάφινον ἦν ἐκεῖ καταλελοιπύαν “La desenterró como oro puro de minas falsas; si había algo de litargirio o teñido de bilis, allí fue desechado todo”.

Por otro lado, en la isla de Delos aparecieron numerosas inscripciones de mármol blanco y azulado entre las que destacan para nosotros media docena,<sup>10</sup> datadas en el periodo de segunda dominación ateniense, a mediados del siglo II a. C. Estos epígrafes fueron realizados por funcionarios atenienses y contienen largos catálogos de los enseres y ofrendas

5. HAYDUCK [1889, p. 436].

6. Miguel Pselo, *Orationes panegyricae* 4, 351. Editado en DENNIS [1994].

7. WALLIES [1898, pp. 9; 48].

8. HAYDUCK [1883, p. 70].

9. SCHOPENUS [1829, p. 493].

10. DURRBACH y ROUSSEL [2003 (1416 A. col. I, 12, 17; 1417 B. col. I, 8, 14; 1423 Ba, col. II, 22; 1439 Bbc, col. II, 94; 1442 A. col. I, 8; 1452 A, col. I, 17]).

pertenecientes a los principales templos de la isla. En ellos se documenta varias veces el término κολοβάφινος, seguramente un compuesto formado<sup>11</sup> por disimilación del primer elemento a partir de χολοβάφινος, el mismo adjetivo aristotélico con diferente sufijación. A veces, en varios epígrafes se hace mención a los mismos objetos con ligeras variantes lingüísticas, ya que estos funcionarios llevaron a cabo diferentes catálogos de los mismos templos en el transcurso de unos pocos años. Las ofrendas calificadas como κολοβάφινος seguramente tenían una base de metal, aunque los textos no lo especifican. Únicamente conocemos los objetos por estos catálogos, ya que ninguno ha llegado a nuestros días. Los objetos son los siguientes:

1. Catálogo del templo de Anubis, en el Santuario egipcio: ἀγαλμάτιον κολοβάφινον ἐν ναιδίῳ ξυλίνῳ (1416): “estatuilla teñida con bilis en un pequeño templete de madera”. En la n.º 1417: ἄλλο[ο ἀγαλ]μάτιον κολοβάφινον [ἐν ναῖ]δίῳ ξυλίνῳ: “otra estatuilla teñida con bilis en un pequeño templete de madera”.
2. Catálogo del templo de Anubis, en el Santuario egipcio: βοιδάριον κολοβάφινον (1416 y 1452): “(estatuilla con forma de) ternera teñida con bilis”. En 1417 aparece como variante: βούδιον κολοβάφινον. En la n.º 1442: ζώιδιον κολοβάφιγον: “figurita teñida con bilis”.
3. Catálogo del templo de Afrodita: ἄλλα ἐλάττονα ἀχρεῖα ὃν τὰ δύο κολοβάφινα (1423): “otras pequeñas fruslerías de las cuales dos están teñidas con bilis”.
4. Catálogo de vasos y ofrendas variadas: δακτυλίδιον κολοβάφινον (1439): “anillo teñido con bilis”.

También algunos lexicógrafos alejandrinos se han hecho eco del término χολόβαφος. Así, contamos con dos entradas en el *Onomástico* del rétor de Náucratis, Julio Pólux,<sup>12</sup> en torno a los siglos II-III d. C.:

- χολόβαφος, χολοβαφίνη. οὕτω γὰρ ἐπὶ τῶν πλασμάτων οἱ Ἀττικοὶ τὴν χρυσοειδῆ ἐκάλεσαν, ὡς ὑπόχολον τὸν μελαγχολῶντα. “Teñido de bilis”, ‘tinte de bilis’: así llamaban los atenienses al color dorado en las imágenes, igual que ‘bilioso’ al que tiene bilis negra”.
- χυτροπλάθος, κοροπλάθος: τῶν δὲ κοροπλάθων ἴδιον τὸ τὰ χολοβάφινα βάπτειν, τὰ χρυσοειδῆ, ἵπνοπλάθοι. “Alfarero”, ‘modelador de figuras’: es propio de los modeladores de figuras el teñir las cosas con bilis y de los fabricantes de hornos las cosas de color dorado”.

11. Para esta y otras interpretaciones desecharadas, véase PRÊTRE [2004, pp. 85-101].

12. Véase BETHE [1900, p.148] y BETHE [1931, p. 96]. La información de Pólux se puede poner en relación con la forma genérica βαφεῖς χρυσοῦ ‘doradores’ que Plutarco menciona a propósito de los artesanos que se beneficiaban del dinero público en las empresas constructivas atenienses [FLACELIÈRE y CHAMBRY, 1969, p. 28]. Esta forma se complementa con otro pasaje de Plutarco [FLACELIÈRE y CHAMBRY, 1977, p. 64], donde se menciona que Demetrio vestía de forma teatral, calzando unos coturnos “bañados en oro” (χρυσοβαφεῖς).

Por su parte, el gramático Hesiquio de Alejandría (siglo V d. C.) recoge otras dos entradas en su diccionario:<sup>13</sup>

- χολόβαφα: τὰ χρυσῷ ἐμφερῶς βεβαμμένα. “Teñidos con bilis”: los objetos que están teñidos a semejanza del oro”.
- χολοβάφινον: τοῦτο λέγεται ἄμα μέν, ὅτι τὰ φαῦλα βαφέντα χολῆ βάπτεται, ἄμα δὲ τὰ χρυσῷ ἐμφερῶς βεβαμμένα. “Teñido con bilis”: dícese a la vez de las baratijas que se tiñen sumergiéndolas en bilis, y de los objetos que están teñidos a semejanza del oro”.

Asimismo, contamos con otro testimonio de Marcelino,<sup>14</sup> un escoliasta del siglo V d. C. que comentó la obra περὶ στάσεων del orador Hermógenes de Tarso: Ἐπειδὴ ὥσπερ φησὶ τὰ χολοβαφῆ χαλκώματα περιέχει χρυσοῦ χρῶμα καὶ ποιεῖ ἄγνουαν. “Porque, como afirma, los objetos de cobre teñidos en bilis contienen un color de oro e inducen a error”.

En última instancia, el término χολόβαφος o su variante χολοβαφῆ se encuentra en ocho ocasiones en la obra del médico del siglo II d. C. Areteo de Capadocia, contemporáneo de Galeno. Por lo que se desprende de estos pasajes<sup>15</sup> el término se emplea de forma literal para describir efectos de enfermedades que ocasionan la mezcla de bilis con otros fluidos corporales como la orina.

Finalmente, aunque hasta el momento solo se han aportado referencias a autores que escriben en griego, el principal testimonio sobre el pigmento dorado de bilis –fuera del corpus alquímico– está escrito en latín. Nos referimos a la monumental obra de Gayo Plinio Segundo, comúnmente conocido como Plinio el Viejo, un erudito romano, autor de la *Naturalis Historia*, una colossal enciclopedia que refleja el conocimiento de su época, dividida en treinta y siete libros. En tres pasajes<sup>16</sup> correspondientes a los libros 11 (Zoología), 28 (Usos médicos de productos animales) y 34 (Metalurgia del bronce), Plinio menciona el uso de la bilis para dorar objetos de bronce o cobre:

(11.75) *Taurorum felle aureus dicitur color.*

A partir de la bilis de toro se saca un color dorado.

(28.40) *Inter omnia autem communia animalium vel praestantissimum in effectu fel est. vis eius excalfacere, mordere, scindere, extrahere, discutere. minorum animalium subtilius intellegitur et ideo ad oculorum medicamenta utilius existimatur. taurino praecipua potentia, etiam in aere pelvibusque auro colore obducendis. omne autem curatur recens praeligato ore lino crasso, demissum in ferventem aquam semihora, mox siccatum sine sole atque in melle conditum.*

Entre todas las sustancias comunes de origen animal, la más destacada por su efecto es la bilis. Tiene propiedades caloríficas, mordientes, disolventes, extractivas y dispersivas. La de los animales pequeños se considera más penetrante y, por eso, se considera más útil para los medicamentos de los ojos. La bilis de toro tiene una capacidad notable, incluso para recubrir el cobre y las vasijas metálicas con un

13. SCHMIDT [1862, p. 292: χολόβαφα; χολόβαφα].

14. WALTZ [1833, p. 148].

15. HUDE [1958, pp. 23, 27, 41, 50, 57, 58, 160].

16. ERNOUT [1947, p. 90], ERNOUT [1962, p. 71], LE BONNIEC [1953 p. 140].

color dorado. Por su parte, toda bilis se prepara fresca, en un paño de lino grueso atado en su abertura, sumergida en agua hirviendo durante media hora, luego secada sin exposición al sol y conservada en miel.

(34.20) *Nunc praevertetur ad differentias aeris et mixturas. in Cyprio coronarium et regulare est, utrumque ductile. coronarium tenuatur in lammas, taurorumque felle tinctum speciem auri in coronis histrionum praebet.*

Pasemos ahora a las diferentes aleaciones y mezclas de cobre. En el cobre chipriota existe el “coronario” y el “regular”, ambos maleables. El coronario se martillea en láminas y tras teñirlo con bilis de toro, ofrece la apariencia del oro en las coronas de los histriones.

Antes de presentar los textos que suministra la alquimia, es preciso analizar todos estos datos obtenidos por vías ajenas al corpus alquímico. Si tratamos de poner en relación la información que nos proporcionan todos estos pasajes, es posible colegir una serie de inferencias sobre la aplicación de la bilis como tinte:

1. Legitimidad. La variedad de tradiciones y el número de testimonios nos permite establecer que efectivamente la bilis se utilizó de alguna manera en la Antigüedad como colorante dorado. Incluso tenemos testimonio de objetos metálicos realmente teñidos de bilis, como los mencionados en los catálogos de Delos, aunque ninguno de ellos ha llegado a nuestros días. Además, muchas de las fuentes (Aristóteles, inscripciones de Delos, Plutarco, Julio Pólux) apuntan a la región del Ática y al artesanado ateniense, aunque probablemente este método estaba arraigado en todo el mundo antiguo.
2. Material. A partir de los testimonios de las inscripciones délicas, de Marcelino y de Plinio se puede deducir que el material teñido con bilis era algún tipo de metal, seguramente cobre o bronce. El testimonio del libro 34 de Plinio induciría a pensar que se trata más bien de cobre nativo extraído de las minas de Chipre.
3. Método. Las fuentes no dan detalles sobre la manera en la que se producía la coloración, ni las cantidades, ni las medidas. Gracias al testimonio del libro 28 de Plinio se puede intuir que la bilis debía recibir previamente el mismo tratamiento y conservación que en sus usos medicinales mediante una preparación similar a la descrita por Dioscórides. Este hecho podría significar algún tipo de conexión entre el procedimiento metalúrgico con la medicina. Sin embargo, no se especifica el método de aplicación del tinte, ya fuera en caliente (temple del metal incandescente) o en frío (baño en agua templada o caliente). Esto es debido a la ambigüedad del término *βάπτω*, que denota simplemente la inmersión de un sólido en un líquido, independientemente de su temperatura, por lo que ambas opciones son perfectamente posibles.
4. Producto. Con el tinte dorado de bilis no se efectuaban grandes esculturas, sino más bien estatuillas (*ἀγαλμάτιον*, *βοιδάριον*), figuritas (*ζώιδιον*) elaboradas por un modelador de figuras (*κοροπλάθος*), pequeñas imágenes (*πλάσμα*), vasijas metálicas (*pelvis*) y otros objetos como anillos (*δακτυλίδιον*) o coronas de histriones (*coronae histrionum*). En general las fuentes son conscientes de la baja calidad de tales piezas,

calificadas como φαῦλα (baratijas) o ἐλάττονα ἀχρεῖα (pequeñas fruslerías), aunque, de hecho, manifiestan su capacidad para falsificar y engañar a los poco avezados e incautos, simulando el aspecto del oro de ley.

### 3. BILIS Y METALURGIA DEL COBRE EN LA ALQUIMIA

Los cuatro humores, entre los que se contaba la bilis, son llamados en la teoría hipocrática con la palabra griega χυμός “jugo, humor”. Precisamente este término, que es de amplia significación en la lengua griega, denotaba cualquier sustancia líquida, independientemente de su origen mineral, vegetal o animal. En el ámbito de la alquimia greco-egipcia, se empleaban multitud de χυμοί como tratamientos o fármacos de los metales. En efecto, del mismo modo que los humores componían la sustancia esencial del ser humano, los minerales eran considerados desde la metalurgia prehistórica como seres vivos, gestados en la matriz de la tierra, capaces de enfermar, tener salud, estar sexuados o desarrollarse hasta lograr la perfección del oro. De hecho, es posible que la propia etimología de ‘alquimia’ o ‘química’ encierre alguna vinculación con el término χυμός. Por ello, el uso de la bilis –junto a otros muchos líquidos orgánicos e inorgánicos– está documentado no sólo como tratamiento medicinal para los humanos, sino también en el ámbito de la metalurgia y la alquimia.

La bilis en los textos alquímicos tiene principalmente dos utilidades: aglutinante y colorante.<sup>17</sup> Por un lado, permite diluir los pigmentos y juntarlos para formar diversos colores que queden fijados en la superficie de los metales. Por otro lado, gracias a colorantes presentes en la bilis, como la bilirrubina o la biliverdina, es capaz de teñir sustancias en tonos cromáticos amarillo-verdosos. Las recetas del corpus alquímico que implican el uso de bilis son muy numerosas, aunque más o menos pueden catalogarse en cuatro grupos. En realidad, la frontera entre ellos es muy difusa y existen recetas que emplean la bilis junto con otros muchos colorantes que diluyen su importancia. En este artículo nos centraremos en el último de todos, es decir, el que implica tanto el uso colorante de la bilis, como el cobre/bronce metálico (excluyendo carbonatos de cobre y otros minerales):

1. Aglutinante.<sup>18</sup> En estos casos la bilis simplemente se emplea de forma secundaria por su papel aglutinante para disolver y fijar otros tintes, complementada con otras sustancias de carácter similar, como la clara de huevo.
2. Escritura de oro.<sup>19</sup> Dentro de este subgrupo de recetas encontramos tintes para escribir con letras doradas que incluyen bilis y pueden implicar o no una base metálica. En

17. HALLEUX [1981, pp. 41-42].

18. Véase BERTHELOT [1888, pp. 285-286, 314-315], COLINET [2002, pp. 119-120]. La bilis de toro era utilizada aún en el siglo XIX por pintores para espesar y fijar los pigmentos, dotándolos de un brillo más estable, a veces en combinación con la goma arábiga, véase PELOUZE [1840, pp. 432-434].

19. Algunos ejemplos se pueden encontrar ya en el papiro de Leiden, véase HALLEUX [1981, pp. 38, 99, 101].

estos casos la bilis puede actuar simultáneamente como colorante y como aglutinante, pues se pretende obtener un tinte líquido.

3. Elaboración de piedras artificiales –especialmente esmeraldas– y tintes para gemas o minerales.<sup>20</sup> En estos casos la gama cromática es más dilatada y próxima a tonos verdosos, quizás por la presencia de biliverdina.
4. Coloración superficial de cobre con bilis.

Cronológicamente, la primera receta del corpus alquímico que vamos a comentar procede del papiro de Leiden que, junto con el papiro de Estocolmo, constituyen los soportes más antiguos de textos alquímicos. Su origen es incierto, aunque está fechado en torno a los siglos III-IV d. C., y se cree que proviene de la Tebas egipcia. El papiro es un recetario no sólo de contenido metalúrgico, sino también incluye preparaciones para elaborar de tintes y fabricar de piedras preciosas artificiales. A pesar de que los textos están despojados de todo contenido esotérico o religioso, las recetas presentan un estilo muy próximo a las del alquimista Demócrito, a quien además citan. La receta número 73 contiene el siguiente texto:<sup>21</sup>

χρύσωσις. χρύσωσις ὁμοίως ποιοῦσα· ἀρσενικοῦ σχιστοῦ {σχιστοῦ}, χαλκάνθου, σανδαράκης χρυσίτιδος, ύδραργύρου, τραγακάνθης, ἄρου τὸ ἐντός, ἵσα συλλειώσας χολῆι αἰγείᾳ. τοῖς χαλκοῖς ἐκ πυρὸς καὶ ἀργυροῖς καὶ ταῖς ἐικόσι καὶ ἀσπιδίοις ποίει τόδε. τὸ δὲ χαλκοῦν μὴ ἔχετω δάσος.

Doradura. Doradura que produce lo mismo. Oropimente laminado, flor de cobre,<sup>22</sup> rejalar dorado, mercurio, goma tragacanto, el interior del aro,<sup>23</sup> tritúralo a partes iguales con bilis de cabra. Tiene efecto en los objetos de cobre al rojo vivo, en los objetos de plata, en las figuritas y pequeños escudos. Que el cobre no tenga asperezas.

Esta receta pretende elaborar un barniz amarillo que no contiene oro, empleando para ello muchos minerales como el oropimente amarillo (sulfuro de arsénico), la flor de cobre (óxido), el rejalar (otro sulfuro de arsénico rojo) o el mercurio, cuya función parece oscura. También se utilizan otras sustancias orgánicas como la goma de tragacanto o el aro. La importancia de la bilis en esta receta radica en que se emplea la misma cantidad de bilis de cabra que de todas las sustancias anteriores, lo que supone una proporción considerable de este ingrediente. Además, aunque no se menciona expresamente el cobre como ingrediente, el objetivo de la receta es claramente aplicar el tinte sobre objetos de este metal al rojo vivo, hecho que justifica la inclusión de esta receta en nuestro estudio. La influencia de esta receta ha sido notable en el corpus alquímico, tanto que conocemos

20. Véase HALLEUX [1981, pp. 115, 117, 120-121, 123, 124-125, 129, 132]. La fórmula de esmeralda a partir de verdete y bilis provendría de Ostanes según BERTHELOT [1888, pp. 351-352, 390]. Tinte dorado de bilis y cadmía en Pseudo Demócrito, véase MARTELLI [2011, p. 192].

21. HALLEUX [1981, p. 101].

22. Según el comentario del texto de Halleux, el χαλκάνθος mencionado aquí se identificaría más bien con un óxido de cobre y no con el vitriolo (sulfato de cobre o de hierro).

23. Planta tóxica del género *Arum*, cuyas flores se hallan en una inflorescencia llamada espádice.

otros textos de la tradición alquímica medieval en latín que tienen su origen<sup>24</sup> en este fragmento del papiro de Leiden. Debido a la pluralidad en los reactivos, es difícil valorar el efecto de la bilis sobre el cobre, teniendo en cuenta que se aplican múltiples colorantes de origen mineral u orgánico.

En la Edad Media encontramos múltiples recetas para dorar el cobre con bilis. Algunas de ellas, presentes en la *Mappae Clavicula*, ya las hemos mencionado a propósito del texto del papiro de Leiden. El siguiente fragmento que vamos a analizar procede de Miguel Escoto (1175-1234), autor escocés que trabajó en la célebre Escuela de Traductores de Toledo y fue astrólogo personal del emperador Federico II de Hohenstaufen. En el capítulo 27 de su *Ars alchemiae*<sup>25</sup> nos proporciona una receta de las llamadas *diplosis* o multiplicaciones del peso del oro con la adición de metales innobles coloreados de amarillo. En este caso, se emplea cobre calcinado (óxido de cobre) incandescente, y se templá en bilis de toro y otras sustancias para volverlo amarillo y poder mezclarlo así con oro real:

Ad multiplicacionem auri accipe es combustum et in ignem mitte quousque sit rubeum c.c. vicibus et totidem extingue ipsum tam in felle taurino quam in aceto et urina et oleo lini. Postea dictum es funde, pones duas partes solis et sextam lune et unam dicti eris et habebis quod petis.

Para la multiplicación del oro. Toma cobre calcinado y colócalo en el fuego hasta que esté al rojo vivo doscientas veces y cada vez apágalo tanto en bilis de toro, como en aceite, orina y aceite de lino. Tras lo dicho, funde el cobre, pon dos partes de oro, una sexta parte de plata y una parte del mencionado cobre, y tendrás lo que buscas.

Otra referencia la hallamos en la obra del monje carmelita catalán Guillermo Sedacer, cuya vida se sitúa en torno al siglo XIV. A él se atribuye el tratado de alquimia conocido como *Liber Alterquinus*, quizás la primera versión de una obra que luego reescribiría como *Sedacina*. En el cap. 28 del libro 4 del *Liber Alterquinus*,<sup>26</sup> Sedacer recoge una interesante información sobre la bilis de distintos animales y sus aplicaciones metalúrgicas:

fel tauri et bovi et yrci et omnes pinguedines croceos faciunt mirabiles mollificationes et colloraciones in corporibus et in spiritibus preparatis. Et nota quod si ex felle bovino vel eius pinguedine laminas veneris linieris et igne solveris, solifici colores recipiunt. (...) Et nota quo ea que bovina sunt, pertinent veneri et non marti, similiter econverso: fel yrci pertinet marti et non veneri et que pertinent saturno, pertinent marti. Expertum.

La bilis de toro, la de buey, la de macho cabrío y todas las grasas azafranadas producen admirables ablandamientos y coloraciones en los metales y en los espíritus preparados. Anota que si untas láminas de cobre en bilis de buey o en otra grasa y lo fundes en el fuego, adoptan colores dorados.

24. Los caps. 58 y 67 de la *Mappae Clavicula*, véase BARONI [2014, pp. 116 y 124]. Complejas preparaciones parecidas se hallan en la misma obra, en los caps. 8, 9, 13 y 14 (esta última está presente también en el cap. 28 del *Liber sacerdotum*, editado en BERTHELOT [1893, p. 193]). Además, aunque el cap. 12 de la *Mappae Clavicula* no contiene propiamente bilis, sí menciona el “cobre coronario” (*aere coronario*) que describía Plinio. Finalmente, el cap. 15 junto a la bilis de toro menciona al azafrán (*croci*), aunque en algunos manuscritos aparece la lectura *cipri* (cobre). Aunque la variante es rechazada por Baroni, de ser genuina podría representar otra de las muchas recetas de doradura de cobre con bilis.

25. THOMSON [1938, p. 551].

26. BARTHÉLEMY [1985, p. 198].

[...] Anota también que las de buey convienen al cobre y no al hierro, y lo mismo, al contrario: la bilis de macho cabrío conviene al hierro y no al cobre, y las que convienen al plomo, convienen también al hierro. Comprobado.<sup>27</sup>

Los autores griegos de época medieval también nos proporcionan al menos un par de testimonios que relacionan la bilis con la doradura del cobre. Así, encontramos otra receta en un texto de orfebrería de origen medieval, a juzgar por el léxico del texto de influencia árabe. La receta describe una operación para dorar láminas de cobre incandescente con una mezcla de pigmentos amarillos tanto orgánicos como minerales, incluyendo atutía (nombre árabe de la cadmía, es decir, óxido de zinc), frutas, vegetales y bilis de buey.<sup>28</sup>

ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΠΟΙΗΣΑΙ ΧΑΛΚΟΝ ΩΣΠΕΡ ΧΡΥΣΟΝ. —Λαβών θουθείαν μέρη γ', κούρκουμα μέρος α', σταφίδας καὶ ισχάδας πυρροῦς καὶ μέλι καὶ κουκουκία καθαραστὰ μέρος α', ἀμυγδάλων τὸ ἔσω φλοῦν, γλυκόριζον, κρόκον ὡοῦ, καὶ ζαφράν μέρος α', χολήν πυρροῦ βιός ξηρὰν μέρος α', τρίψον τὴν θουθείαν, ὡς τρίψουσιν τὴν κιννάβαριν μετὰ ἑλαίου, καὶ ποίησον ὡς πηλῶδες, καὶ τότε τρίψον τὰ ἄλλα εἶδη, καὶ ἔνωσον· καὶ λαβών χαλκὸν γ' γ', καὶ σφύρισον λεπτῶς ἐν τῇ ἀκμωνῇ, καὶ ἀνάδευσον τὰ εἶδη· καὶ θές ἐν τῇ χώνῃ, καὶ κλείσον μετὰ πηλοῦ τῆς τέχνης, καὶ θές ἐν τῷ πυρί, καὶ φύσα μετὰ μηχανῆς καλῶς, καὶ ὡς βράζει πλεώτερον, καὶ βάνης καὶ ἀπὸ τὰ εἶδη ταῦτα, τοσοῦτον γίνεται καλλίων ὥσπερ χρυσός.

Sobre cómo hacer cobre como si fuera oro. Toma atutía, tres partes, cúrcuma, una parte, pasas e higos secos rojos, miel, zhabas<sup>29</sup> una parte, la piel interior de las almendras, regaliz, yema de huevo, azafraán, una parte, bilis seca de buey rojo, una parte. Tritura la atutía como se tritura el cinabrio con aceite, y haz como una pasta. Entonces tritura las otras sustancias y júntalas. Tras tomar tres onzas de cobre, martilléalo finamente en el yunque y humedecé las sustancias. Colócalo en un crisol y ciérralo con lodo del arte, ponlo en el fuego y sopla bien con el aparato<sup>30</sup>. Cuando hierva completamente, echas estas sustancias y resulta tan bello como el oro.

La otra referencia en griego la hallamos en el cap. 27.7 del texto conocido como Anónimo de Zuretti, un tratado anónimo escrito en Calabria a comienzos del siglo XIV, el más extenso de todos los textos alquímicos griegos:<sup>31</sup>

Καὶ ἄλλως. Έὰν τὸ ἀρσενικὸν ἐπιχεθῇ χαλκῷ, εἰς λευκὸν αὐτὸν μεταβάλλει. ἐὰν δὲ χαλκοῦ λεπτὰ πέταλα ποιηθῇ καὶ χολῆ ταυρείᾳ ἀλειφθῇ, ἀφ' ὧρῶν [...] χρυσός ἔοικεν γενέσθαι.

De otro modo. Si viertes arsénico sobre cobre, lo convierte en blanco. Pero si haces finas láminas de cobre y lo untas con bilis de toro por unas [...] horas, parece que es oro.

La última información segura que hemos hallado la encontramos en la receta 309 del libro compuesto en 1431 por Jehan le Bègue, escrita en francés:<sup>31</sup>

A dorer cuivre ou arain sans or. Prenez arain ou cuivre pur et net, et le reez bien dun coustel, puiz le burnissiez dun dent de porc puis moulez fiel de torel ou autre chose convenable, puiz prenez vostro

27. Esta indicación no significa necesariamente que la información ha sido comprobada empíricamente, sino que más bien ha sido confirmada por la autoridad de textos alquímicos más antiguos.

28. BERTHELOT [1888, p. 336].

29. Fuelles para avivar el fuego.

30. COLINET [2002, p. 45].

31. MERRIFIELD [1849, p. 327].

penne ou vostre pincel et le moilliez au dit fiel et en frotez sur le cuivre ou arain dessus dit, et laissiez secher, et se faictes pour trois fois, si aurez couleur semblable dor.

Para dorar cobre o bronce sin oro. Toma bronce o cobre puro y limpio y ráspalo bien con un cuchillo; luego púlelo con un diente de jabalí. Después muele bilis de toro u otra cosa adecuada. A continuación, toma tu pluma o tu pincel, mójalo en dicha hiel y frótalo sobre el cobre o el bronce mencionado anteriormente. Déjalo secar y si lo haces tres veces, obtendrás un color similar al del oro.

Desde una perspectiva cronológica, los textos alquímicos son posteriores a las referencias ajenas al corpus: el primer testimonio no alquímico es el de Aristóteles (siglo IV a. C.), mientras que la primera receta alquímica se encuentra en el papiro de Leiden (siglos III-IV d. C.), muy posterior al testimonio más relevante de Plinio el Viejo (siglo I d. C.), y se extienden hasta el final de la Edad Media. Por tanto, parece evidente que la receta de doradura de cobre mediante bilis es claramente prealquímica, y los alquimistas la adoptaron de los artesanos y orfebres por su colorido efecto. Además, si analizamos todas las recetas de naturaleza alquímica podemos extraer algunas conclusiones relevantes:

1. **Ingredientes.** A diferencia de las menciones ajenas al corpus, los alquimistas suelen incluir junto con la bilis otras muchas sustancias que actúan como colorante amarillo, sin duda para acrecentar el resultado y simular mejor la apariencia de oro. Algunos de estos ingredientes son de origen mineral, como el oropimente, el rejalar, el óxido de cobre o la cadmía; otros son de origen animal, como la orina, la yema de huevo o la miel; pero la mayoría son de naturaleza vegetal, como el regaliz, la goma de tragacanto, el aro, aceites vegetales, cúrcuma, higos secos, pasas, piel de almendra, azafrán, etc. De este modo, las recetas también ganan en complejidad, favoreciendo un mayor lucimiento del artesano alquimista.
2. **Método.** Los textos alquímicos son más exhaustivos respecto al procedimiento que se debe seguir. Ante el silencio de los textos ajenos al corpus, todas las recetas alquímicas prescriben la necesidad de calentar el cobre, excepto la de Jehan le Bègue, que es la más moderna, y la del Anónimo de Zuretti. En realidad, esta última no es tanto una receta como un breve apunte o digresión a otro capítulo sobre el cobre. Ahora bien, no todas describen el proceso de la misma manera, pues mientras que la del papiro de Leiden y la del *Ars Alchemiae* prescriben sumergir el cobre incandescente en la bilis, el *Liber Alterquinus* recomienda untar de bilis el cobre y luego fundirlo. Finalmente, la receta de orfebrería griega indica que el cobre se debe calentar en un crisol y luego añadir a él la bilis junto con los otros productos.

#### 4. RÉPLICAS MODERNAS

En la actualidad, tenemos constancia de que la doradura de cobre por inmersión en bilis se ha tratado replicar dos veces en los dos últimos siglos. El primer intento se llevó a cabo

durante la primera mitad del siglo XX por K. C. Bailey,<sup>32</sup> en el marco de sus comentarios sobre la química en la *Naturalis Historia* de Plinio el Viejo. Para ello se sirvió como modelo de los textos de Plinio que hemos analizado fuera del corpus alquímico. De este modo, sumergió una lámina de cobre en bilis de toro en frío. Tras unas horas no obtuvo ningún cambio cromático aparente, pero al cabo de un par de meses, el cobre más bien comenzó a ganar un aspecto rojizo cuyo brillo permanecía aun puliendo la lámina.

La segunda tentativa tuvo lugar a comienzos del siglo XXI y se encuentra en el ya mencionado artículo de C. Prêtre<sup>33</sup> sobre las inscripciones de Delos que mencionan figuritas teñidas con bilis. Siguiendo la estela de Bailey, Prêtre utiliza a Plinio como modelo, aunque emplea para ello dos metales diferentes: bronce y latón. Tras estar inmersos durante 60 días en bilis fresca y expuestos al sol, no se halló ningún cambio cromático compatible con el dorado, pues el bronce tomó el característico verde de su óxido, mientras que el latón, que de por sí ya es de un tono cercano al dorado, se volvió más blanco y brillante.

A la luz de los textos analizados hasta ahora, el fracaso en los intentos anteriores se debe, en nuestra opinión, a que la noticia de Plinio transmite una receta incompleta, aunque su testimonio es legítimo. Probablemente describió un proceso que llevaban a cabo los artesanos de su época y que seguramente él no conocía al completo, por lo que omitió uno de sus pasos fundamentales. Las referencias toponímicas como las inscripciones atenienses de Delos o la mención de Chipre en el propio Plinio apuntan más bien a Grecia, concretamente a la región del Ática. No obstante, el procedimiento cobra más sentido con la información suministrada por los textos alquímicos, que prescriben una elevada temperatura del cobre antes de la inmersión en la bilis.

Por ello, hemos tratado de reproducir de forma rudimentaria el experimento de Plinio incluyendo un temple en caliente del cobre. Para ello, hemos utilizado dos cilindros de cobre desoxidoado con fósforo (C12200) que hemos calentado con un soplete. Finalmente, templamos el cobre en una disolución de bilis de toro del fabricante alemán Ahsen Ebru, un producto usado actualmente en pintura (Fig. 1). Con el primer cilindro la superficie del cobre se calentó demasiado y acabó por quemarse (Fig. 2), aunque se pueden observar algunos tonos dorados. El segundo cilindro estuvo menos expuesto a la llama del soplete y, cuando fue templado en la bilis, al instante mostró una bella tonalidad dorada, que se acrecentó tras calentarlo ligeramente y templarlo en una segunda ocasión (Fig. 2). Tras este ensayo tosco nos da la impresión de que, con un poco más de pericia en el procedimiento, se puede perfeccionar la técnica y lograr una optimización en la uniformidad del color por medio de un mayor control de temperatura en el cobre, una habilidad que quizás lograron los artesanos antiguos.

32. BAILEY [1932, p. 164].

33. PRÊTRE [2004, p. 90].



Figura 1. Materiales utilizados para replicar el dorado de cobre con bilis: soplete casero, cilindro de cobre y bilis de toro marca Ahsen Ebru.

Ignoramos qué reacción entre la bilis y el cobre caliente se ha podido desencadenar en la superficie del cilindro durante el temple, aunque suponemos que la bilirrubina ha debido de jugar un papel importante. El segundo cilindro “dorado” presentaba un tacto viscoso y el olor penetrante de la bilis. Apenas unos días después, este efecto persistía, aunque poco a poco el color dorado dejaba paso otra vez al tono natural del cobre. Si esta técnica fue utilizada en la Antigüedad, quizás los artesanos entendieron que era preciso proteger la superficie del metal con algún barniz, a fin de que las figuras mantuvieran el color dorado durante más tiempo.



Figura 2. Dos cilindros de cobre calentados con soplete y templados en bilis de toro. En el de la derecha se aprecia claramente el color dorado tras una menor y más indirecta exposición al calor que el primero.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio subrayan la importancia de la bilis en la metalurgia del cobre. Tras un minucioso análisis de los textos comentados y un ensayo real del procedimiento podemos concluir sin ambages que la técnica para dorar cobre con bilis de toro es real y efectiva. Fue utilizada desde la Edad Antigua hasta el final de la Edad Media y seguramente posee un origen prealquímico, descubierta quizás por artesanos y orfebres para simular el color dorado de forma barata. De entre ellos conocemos el caso de algunos relacionados con el Ática, como lo atestiguan las inscripciones y otros testimonios no alquímicos. También es posible que influyeran en tal descubrimiento los autores de textos médicos, quienes reconocieron en la bilis un fármaco eficaz para diversas dolencias y enfermedades. En cualquier caso, esta atractiva y barata técnica pasó rápidamente al ámbito de la alquimia, como lo demuestra el papiro de Leiden, donde se ampliaron sus procedimientos e ingredientes, quizás por contaminación con otras recetas del mismo estilo y finalidad.

Respecto a la transmisión de la receta, el procedimiento debió de ser conocido únicamente por artesanos y orfebres, y guardado celosamente como secreto comercial para evitar divulgar sus secretos. Este silencio ocasionó que los textos no alquímicos no conocieran realmente el proceso completo, sino más bien su resultado. Sin embargo, los textos alquímicos, quizá herederos de estos artesanos, sí recopilaron la receta íntegramente. Por ello, como en otras muchas ocasiones, el corpus alquímico demuestra ser una cara fundamental del prisma de la ciencia en la Antigüedad, permitiéndonos apreciar la profundidad de muchos procedimientos metalúrgicos. Estos testimonios esenciales nos permiten reconstruir el proceso y verificar el resultado de una técnica para dorar el cobre que de otro modo habríamos perdido, como sucede en otros muchos casos de la historia de la ciencia y la artesanía. Dada la enorme magnitud del corpus alquímico, es muy posible que se descubran más recetas de bilis y cobre no cotejadas en este artículo. Sin embargo, con los testimonios aducidos parece suficiente para reconstruir el proceso correctamente.

Si bien hemos logrado reproducir de forma exitosa el procedimiento, no somos capaces de identificar qué sustancia ha podido generarse en la superficie del cobre, qué reacción la ha provocado, por qué funciona únicamente cuando el cobre está caliente o si la misma reacción se produce con otros metales y aleaciones, como el bronce. Un estudio científico más exhaustivo del ámbito de la química permitiría analizar este ensayo primitivo de forma integral para responder de forma clara a todas estas cuestiones. En este sentido, la colaboración multidisciplinar en los últimos años de diversas ciencias y disciplinas técnicas con la filología ha resultado ser un éxito, permitiéndonos reescribir nuestro conocimiento del mundo antiguo y ampliar los horizontes en el estudio de la historia de la ciencia y la tecnología.

## BIBLIOGRAFÍA

- BAILEY, Kenneth C. (1932) *The Elder Pliny's Chapters on Chemical Subjects, part II*. Londres, Edward Arnold & Co.
- BARONI, Sandro (2014) *Mappae Clavicula. Alle Origini Dell'alchimia in Occidente*. Padua, Il Prato.

- BARTHÉLEMY, Pascale (1985) *L'oeuvre alchimique de Guillaume Sedacer*, édition et étude, vol 3 [Tesis doctoral]. París, École Nationale des Chartes.
- BERTHELOT, Marcellin (1888) *Collection des anciens alchimistes grecs. Seconde livraison*. París, George Steinheil.
- BERTHELOT, Marcellin (1893) *La Chimie au Moyen Âge*, vol. I. París, Imprimerie Nationale.
- BETHE, Erich (1900) *Lexicographi Graeci. Volumen IX: Pollucis Onomasticon. Fasciculus prior Lib. I-V continens*. Leipzig, Teubner.
- BETHE, Erich (1931) *Lexicographi Graeci. Volumen IX: Pollucis Onomasticon. Fasciculus posterior Lib. VI-X continens*. Leipzig, Teubner.
- COLINET, Andrée (2002) *L'Anonyme de Zuretti ou l'art sacré et divin de la chrysopée par un anonyme*. Les alchimistes grecs, Tome X. París, Les Belles Lettres.
- DE LA VILLA POLO, Jesús, et al. (2003) *Tratados Hipocráticos VIII*. Madrid, Gredos.
- DENNIS, George T. (1994) *Michael Psellus. Orationes panegyricae*. Stuttgart y Leipzig, Walter de Gruyter.
- DURRBACH, Felix y ROUSSEL, Pierre (2003) *Inscriptions de Délos: Actes des fonctionnaires athéniens préposés à l'administration des sanctuaires après 166 AV. J.-C. (Nº 1400-1479); Fragments d'actes divers (Nº 1480-1496)*. Karlshuld, Werner Stubenvoll.
- ERNOUT, Alfred, et al. (1947) *Pline l'Ancien. Histoire Naturelle. Livre XI*. París, Les Belles Lettres.
- ERNOUT, Alfred (1962) *Pline l'Ancien. Histoire Naturelle. Livre XXVIII*. París, Les Belles Lettres.
- FLACELIÈRE, Robert y CHAMBRY, Émile (1969) *Plutarque. Vies. Tome III. Périclès-Fabius Maximus. Alcibiade-Coriolan*. París, Les Belles Lettres.
- FLACELIÈRE, Robert y CHAMBRY, Émile (1977) *Plutarque. Vies. Tome XIII. Démétrios-Antoine*. París, Les Belles Lettres.
- HALLEUX, Robert (1981) *Papyrus de Leyde. Papyrus de Stockholm. Fragments de Recettes. Les alchimistes grecs. Tome I*. París, Les Belles Lettres.
- HAYDUCK, Michael (1883) *Commentaria in Aristotelem Graeca. Sophoniae in libros Aristotelis De Anima Paraphrasis*. Berlín, Typis et Impensis Georgii Reimeri.
- HAYDUCK, Michael (1889) *Commentaria in Aristotelem Graeca. Alexandri Aphrodisiensis in Aristotelis Metaphysica Comentaria*. Berlín, Typis et Impensis Georgii Reimeri.
- HUDE, Karl (1958) *Aretaeus. Corpus medicorum graecorum, II*. Berlín, Akademie Verlag.
- JOUANNA, Jacques (2002) *Hippocrate, La nature de l'homme. Corpus medicorum graecorum, I, 1, 3*. Berlín, Akademie Verlag.
- KÜHN, Karl Gottlob (1821-1833) *Galeni opera omnia: vol. XII*. Leipzig, Prostat in Officina libraria Car. Cnoblochii.
- LAÍN ENTRALGO, Pedro (1970) *La medicina hipocrática*. Madrid, Talleres Gráficos de Ediciones Castilla.
- LE BONNIEC, Henri y GALLET DE SANTERRE, Hubert (1953) *Pline l'Ancien. Histoire Naturelle. Livre XXXIV*. París, Les Belles Lettres.
- LÓPEZ EIRE, Antonio (2006) *Dioscórides. Sobre los remedios medicinales: estudios y traducción: manuscrito de Salamanca*. Salamanca. Ediciones Universidad de Salamanca.
- MARTELLI, Matteo (2011) *Pseudo-Democrito. Scritti alchemici. Con il commentario di Sinesio*. París-Milán, S.É.H.A.-ARCHÈ.
- MERRIFIELD, Mary P. (1849) *Original treatises dating from the XIIth to XVIIIth centuries on the arts of painting, vol 1*. Londres, John Murray.
- PELOUZE, Edmond (1840) *Secrets modernes des arts et métiers, vol. I*. París, Lacroix et Baudry.
- PRÊTRE, Clarisse (2004) "Erreurs" de gravure involontaires et volontaires dans les inventaires: de la création d'hapax à l'usurpation d'identité". *Tekmeria*, 8, 85-101.
- Ross, William D. (1958) *Aristotelis. Topica et Sophistici Elenchi*. Oxford, Oxford Classical Texts.

- SCHMIDT, Mauricius (1862) *Hesychii Alexandrini Lexicon, vol. IV*. Jena, Sumptibus Frederici Maukii.
- SCHOPENUS, Ludovicus (1829) *Corpus Scriptorium Historiae Byzantinae, vol. 1. Nicephori Gregorae Byzantina Historia*. Bonn, Impensis ed. Weber.
- THOMSON, S. Harrison (1938) “The Text of Michael Scot’s Ars Alchemie”. *Osiris*, 5, 523-559.
- WALLIES, Maximilianus (1898) *Commentaria in Aristotelem Graeca. Alexandri quod fertur in Aristotelis Sophisticos Elenchos Commentarium*. Berlín, Typis et Impensis Georgii Reimeri.
- WALTZ, Christian (1833) *Rhetores Graeci, vol. IV. Syriani, Sopatri et Marcellini scholia ad Hermogenis status*. Stuttgart, Cotta.
- WELLMANN, Max (1907) *Pedanii Dioscuridis Anazarbei. De materia medica Libri quinque, vol 1*. Berlín, Weidmann.