

# EL PAPEL CON TINTAS FERROGÁLICAS/ METAL-TÁNICAS: ESTRATEGIAS PARA PROTEGER COLECCIONES EN CORROSIÓN CON BIODETERIORO

**Valeria Orlandini**

Conservadora de Papel, Pergamino y Fotografías

American Institute of Conservation (AIC) – Asociada Profesional

[valeria.orlandini@gmail.com](mailto:valeria.orlandini@gmail.com)

**Resumen:** Los riesgos de pérdida permanente de obras debido a los problemas de su preservación y los procesos de degradación que sufren la tinta ferrogálica y el papel han generado un interés significativo en nuestro campo. Estos fueron estudiados desde un punto de vista histórico y de sus elementos constitutivos. Bibliotecas, archivos y museos poseen cuantiosos materiales inherentes a su elaboración y las condiciones en las que han estado almacenados durante siglos los hacen vulnerables a procesos de deterioro. Las tintas resultan de la combinación de muchos diferentes compuestos inorgánicos y orgánicos como una fuente importante de taninos y sales metálicas de hierro o cobre y otros metales. En las tintas ferrogálicas históricas las recetas varían mucho. Todos estos ingredientes y sus reacciones se tuvieron en cuenta con el fin de resolver los problemas de su conservación, la manipulación y análisis del material y el efecto del biodeterioro debido al impacto ambiental. (151 palabras)

**Palabras clave:** Tintas ferrogálicas/metaltánica, papel, identificación, conservación y biodeterioro.

**Abstract:** Risk of the permanent loss of paper artifacts due to preservation problems caused by degradation from iron gall ink, has generated significant interest in our field, meaning that the constituent elements of these artifacts have been studied from a historical point of view for some time. Libraries, archives and museums have substantial holdings of such artifacts and the conditions under which they have been stored for centuries has, in many cases, made them more vulnerable to deterioration. The inks are a combination of many different organic and inorganic compounds, such as tannins and metallic salts of iron, copper and other metals. Historical iron gall ink recipes vary greatly. All of the ingredients and their reactions were taken into consideration when trying to solve the problems of conservation, manipulation, and analysis of the material and the effects of biodeterioration due to the environmental impact. (143)

**Keywords:** Iron gall ink/ metallo tannic, paper, identification, conservation and biodeterioration.

## INTRODUCCIÓN

Las tintas metal-tánicas son soluciones acuosas formadas a partir de sales de hierro, cobre, zinc y otros metales de transición y ácido tánico o gálico formando un complejo orgánico metálico de color oscuro de distintas tonalidades de color pardo, y aglutinado por una goma natural como la goma Arábica.

Debido a sus diferentes tonos marrones, la tinta metaloácida fué utilizada para la escritura y a menudo en dibujos por artistas durante muchos años. Algunos de los textos más importantes en la historia de Occidente – la Carta Magna, la Declaración de la Independencia de Estados Unidos de América, las teorías científicas de Newton, los dibujos de Leonardo da Vinci, la música de Mozart – fueron escritos con tinta derivada del roble. Su utilización sobre soportes de papel data al menos desde el siglo VII.

Por tratarse de tintas permanentes y de fácil elaboración, sustituyeron rápidamente a las tintas de carbón y fueron las más utilizadas desde la Edad Media hasta avanzado el Siglo XX. La tintas metaloácidas dejaron de usarse luego que las anilinas fueran descubiertas en 1856 por William Henry Perkin en Inglaterra. Incluso en el Siglo XIX y bien entrado el Siglo XX, que fué la era de la tinta a base de anilinas sintéticas; en muchas legislaciones gubernamentales todavía se requerían el uso de tinta ferrogálica por su permanencia y porque no poder borrarse una vez que los documentos notariales se habHan firmados. Esto se ha visto reflejado en la cantidad de documentos manuscritos y dibujos con este tipo de tinta alrededor del mundo.

Hasta el momento, las citas más antiguas respecto del uso de vitriolo y agallas para escribir se hallan en un texto de Filón de Bizancio, del Siglo III a. C. En consecuencia, aunque muchos manuales establecen el inicio de su conocimiento y uso en el siglo XII, con el tratado del monje Teófilo. La combinación de taninos y sulfato de hierro era conocida ya desde la Antigüedad e inclusive algunas recetas hindúes mencionan esta combinación para preparar un colorante negro.

Debido a la amplia utilización de las tintas metaloácidas/ ferrogálicas, los archivos, bibliotecas y museos cuentan con kilómetros lineales con documentación histórica y obras de arte sobre papel con este tipo de tinta. Existe un interés significativo para los manuscritos y las obras de arte, que han sido estudiados desde un punto de vista histórico – así como los análisis micro-químicos y físicos de sus elementos constitutivos.

En cuanto a las variadas recetas utilizadas, los componentes y su manufactura se han abordado los principales ingredientes en *Recetas de Tinta Histórica* por Ad Stijnman (2004); Cintia Karnes (1998) publicó una investigación tecnológica del material en *How to make ink* y menciona los principales ingredientes de la tinta; Carlo James (2000) disertó como parte de su estudio *The evolution of iron gall ink and its aesthetical consequences*, describiendo la evolución histórica de la tinta ferrogálica y cómo ésta afecta con su envejecimiento en su degradación física y también su apreciación estética y David Dorning (2000) mencionó los antecedentes de la tinta, sus principales componentes y la importancia de las proporciones empleadas en las diferentes recetas para su permanencia.

Desde un principio cuando la tinta ferrogálica se comenzó a utilizar en Siglo I a.C., los escribas han ido anotando las recetas para su elaboración. Desde el Siglo XVI en adelante las recetas aparecieron también en publicaciones impresas. Para la mejor comprensión de la corrosión de la tinta y para el desarrollo de procedimientos para su tratamiento, la importancia de estas recetas se encuentra especialmente en la información que contienen con respecto a los materiales utilizados, las técnicas de preparación y los componentes para la escritura manuscrita y en los dibujos, dependiendo en sus tonalidades (e.j. color, intensidad, aplicación, cantidad, calidad penetración, etc.) y el envejecimiento en los diferentes soportes de papel. También, se incorporaron con los años agregados aditivos como los siguientes analizados por Gemma Contreras Zamorano (2015): cortezas de granada (1210)– azúcar cande (1210) - hojas de arrayan (1210) - alumbre (1415)– ajeno (1471)- claras de huevo (1499)–mirra (~1590) - cáscaras de nueces (1599)– miel (s. XVI) – agua de carbón de pino picado (1625)– Arsenito (~1650) – aguardiente (~1690) – flor de amapolas secas (1696) –añil (~1690) - agua de Mallorca (1701) - cuisache (1785)– vinagre (1785) – palo campeche (1785) - lapislázuli (s. XVIII)– agua de rosas (s. XVIII) - hiel de carnero (s. XVIII) - marfil quemado (1831) - azul de Prusia (1831)– polvos de imprenta (1856)– clavillos de especie (1856)– sulfato de ácido de almunia (1856)– hojas de baladre (1856)-raíz de tormentilla (1856)– ácido félico (1901). El colorante obtenido por el palo campeche (logwood) se utilizó mucho en América. En recetas más mo-

dernas se añadía un colorante que acentuaba el color de la tinta sin oxidar, como los obtenidos del Añil (indigo) y ya más recientemente, los colorantes sintéticos.

Los principales ingredientes para la elaboración de tinta ferrogálicas son cuatro: sulfato nativo de hierro (vitriol/ vitriolo o caparrosa) que podía tener presencia de cobre, taninos, goma Arábica y generalmente se mezclaba con agua o alcohol para reducir la presencia de impurezas. (Cleveland, 2000). La mayor parte de las recetas antiguas para la producción de tintas, contemplaban la adición de un exceso de sales de hierro y esta es la causa de que la tinta sea más corrosiva, ya que este exceso da lugar al ácido sulfúrico y a la oxidación catalizada por los iones de hierro (II) libre. (Kolar 2011)

A partir del Siglo XIX la manufactura de las tintas ferrogálicas se industrializa y debido a esto su calidad y permanencia se ven afectadas. Para agilizar su producción e intensificar su color se agregan grandes cantidades de ácidos que con el tiempo generaron un mayor deterioro en los soportes de papel, y siendo este de menor calidad como resultado de la introducción de fibras de pulpa de madera en 1866, como una materia prima de su elaboración.

Para planear un tratamiento de conservación y las medidas estratégicas para usar en documentos y obras de arte con tintas ferrogálicas se debe prestar especial atención a la condición de la tinta en los diferentes dibujos y escritura. Existe por ejemplo un reporte de la descripción de diferentes tintas usadas en el Codex Sinaiticus y su evaluación de condición que fué desarrollado por la Biblioteca Británica/ British Library en Londres y con la colaboración de muchos expertos.

[http://www.codexsinaiticus.org/en/project/conservation\\_ink.aspx](http://www.codexsinaiticus.org/en/project/conservation_ink.aspx)

A la complejidad de este medio se suman las diversas condiciones ambientales dadas por la gran variedad de zonas climáticas en distintas parte del mundo, que influyen directamente en su condición y los mecanismos de deterioro. Estos documentos constituyen las fuentes primarias de nuestra cultura y de los archivos que resguardan nuestra memoria colectiva de la historia social, política, económica, literaria, artística, académica y religiosa entre otras.

Existe una gran cantidad de información e investigación científica publicada en la literatura de conservación sobre tintas ferrogálicas, su historia, procesos de deterioro y estabilización. El sitio '**Iron Gall Ink Website**' se inició en 1998. A través de los años, la investigación sobre tintas ferrogálicas ha estado liderada por el Instituto Holandés para el Patrimonio Cultural/ Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE) en Holanda y también en otros países que han tratado de entender las causas y puntualizar sobre las posibles soluciones viable para estabilizar la corrosión. Hasta el momento no ha sido posible encontrar todavía una opción adecuada para el tratamiento en forma masiva del material conteniendo tintas ferrogálicas e infestaciones de hongos/ moho e insectos.

<https://irongallink.org/>

Sin embargo, la mayoría se encuentra en publicaciones especializadas en Inglés y como resultado de investigaciones, cursos, seminarios, simposios, congresos especializados y artículos tales como las Reuniones Internacionales de Tinta Ferrogálica/ International Iron Gall Ink Meetings (1999 y 2006) en Inglaterra, the International Association of Books and Paper Conservators (IADA), the American Institute of Conservation (AIC), the International Institute of Conservation (IIC), the Institute of Conservation (ICON), the International Council of Museums (ICOM), the Canadian Association for Conservation (CAC) y otras publicaciones sobre diferentes tratamientos de conservación de papel y libros.

La conservación del patrimonio documental y artístico ha adquirido, con los años una naturaleza cada vez más científica. Actualmente no concebimos una intervención rigurosa en una obra o un tesoro nacional sin previamente someterla a una exhaustiva investigación de sus componentes y problemas de alteración, con el apoyo de análisis instrumental y científicos muy variados. Pero ciertas carencias de formación científica separan en ocasiones a los técnicos del campo de conservación de otras disciplinas y

los profesionales específicos como químicos, biólogos, y físicos para desarrollar técnicas de exámenes y estudios preliminares para llevar a cabo luego intervenciones.

La información disponible en nuestro idioma hasta la fecha es muy reducida, lo que limita enormemente su difusión y actualización de procedimientos que se llevan a cabo en intervenciones acuosas para detener su deterioro por corrosión. Para los conservadores de habla hispana y portuguesa de América Latina y las Islas del Caribe es muy escasa la información debido a la situación geográficas, económicas y la falta de desarrollo de la especialidad -- aunque se resguardan muchos fondos documentales pertenecientes a la historia de los pueblos y de la Iglesia Católica en las Américas. Los conservadores nos enfrentamos constantemente con acervos con malas condiciones en los depósitos, escasos recursos y materiales de conservación existentes como también la carencia de entrenamientos especializados para aquellos que están a cargo de estas colecciones.

### FINALIDAD DE ESTE ESTUDIO

El network temático MEEP (de los metales en el papel) es un foro preferentemente para los Hispano y Portugués parlantes, además de otros idiomas. Fué creado en el 2006 luego del entrenamiento desarrollado en Buenos Aires, Argentina. El objetivo de este network temático es de compartir y difundir conocimientos en el campo de la conservación de papel (ej. celulosa y materiales con celulosa y lignina), la degradación y preservación de los objetos afectados por metales de transición contenidos en las tintas ferrogálicas/ metalo-tánicas, los métodos de alcalinización y estabilización de colecciones con biodeterioro fúngico y otros temas de conservación activa y pasiva.

<https://orlandinivaleria.blogspot.com/>

*“Documentos con Tintas Metaloácidas: cuando tratar y no tratar acuosamente. Consideraciones de consecuencias incluyendo el bio-deterioro”*

Durante los años 2016-2018 se implementó en el Thematic Network MEEP (Metales en el Papel) una encuesta, un seminario en línea y un entrenamiento intensivo de 3 días sobre *“Gestión de riesgos de desastres de colecciones, plan de emergencias y salvataje: de la teoría a la práctica”* en Buenos Aires, Argentina.

La información más sobresaliente de la encuesta fué compartida entre todos los participantes del estudio. Colegas de los siguientes países respondieron la encuesta y participaron de los 4 seminarios durante 10 semanas: Alemania, Argentina, Australia, Austria, Bolivia, Brasil, Canada, Chile, Colombia, Cuba, Curaçao,

Ecuador, El Salvador, España, Estados Unidos de América (EE.UU.), Francia, Finlandia, Grecia, Guatemala, Holanda, Honduras, Inglaterra, Irlanda, Italia, Israel, Malasia, México, Nicaragua, Nueva Zelandia, Paraguay, Perú, Polonia, Portugal, República Checa, República Dominicana, Rumania, Slovakia, Slovenia, Sud África, Qatar y Uruguay.

En este seminario en línea gratis participaron conservadores de papel y libros y científicos de conservación con interés de compartir sus experiencias y conocimiento de tratamientos de estabilización activos (acuosos) y pasivos con medidas preventivas. Este estudio exhaustivo de tintas manuscritas sirve como base para tomar decisiones de conservación fundamentadas en cuanto a tratamientos, técnicas y materiales a utilizar.

Los siguientes temas fueron debatidos durante los seminarios:

**Tratamiento con Etanol:** agua, para intervenir la corrosión de la tinta vs. infestación por hongos.  
**Humidificación Controlada:** control de los niveles de humedad cuando se realizan remiendo con tisús pre-laminados en documentos corroídos por la tinta ferrogálica.

**Adhesivos:** el uso de tisús re-humectables y la aplicación de remiendos con poca y/o sin humedad.  
**Laminados:** aplicaciones generales con adhesivos acuosos y no acuosos vs tratamientos de reparación

local (por ejemplo, la aplicación de conservación de papel Japonés, métodos, técnicas y materiales) documentos corroídos por tintas.

**Humedad & Hongos:** el almacenamiento de materiales con tintas corroídas en edificaciones con ambientes controlados y cómo administrar la calidad del clima interior con alto % de humedad relativa y T. **Tratamiento con Fitato de Calcio:** el método combinado tradicional vs. variaciones con una solución modificada con etanol y/o con bicarbonato de calcio usada para el pre-lavado.

**Desacidificación:** varios reagentes que están en uso.

**Partículas Nano - tecnología nano:** desacidificación con partículas nano usadas en manuscritos históricos, dibujos contemporáneos o arte contemporáneo sobre papel

**Tratamiento con Propionato de Calcio:** otra alternativa para tratamientos de documentos en corrosión y conteniendo hongos.

**Geles:** aplicación local y total de geles conteniendo solventes/ reagentes.

**Fijación de tintas:** antes de un baño acuoso.

**Blanqueamiento:** el uso de agentes blanqueadores para material de archivo y obras de arte corroídos por tintas y conteniendo infestación de hongos.

**Irradiación gamma:** un método de desinfección de materiales en contacto con hongos.

**Extractos naturales:** el uso de extractos naturales para la desinfección y desinsectación de bienes culturales. Las plantas medicinales y el patrimonio histórico.

**Hongos/ Fungi:** biodeterioro del patrimonio documental u obras de arte.

**Foxing vs Hongos:** identificación, el foxing puede propiciar la presencia de hongos, pero no es indicativo de que exista actividad microbiológica.

**Desastres:** entrenamientos y difusión de temas de reducción de riesgos de desastres.

Las siguientes opciones de tratamientos acuosos se mencionaron:

Agua alcalinizada con Hidróxido de Calcio (pH 7 – 8.5) Agua amoniacal con Hidróxido de Amonia (pH 7 – 8.5)

Agua de la canilla - La composición química del agua corriente varía. Esta agua puede requerir tratamiento para ser conveniente para propósitos de conservación de papel.

Agua deionizada (~pH 6)

Agua filtrada – osmosis inversa (~pH 7)

Etanol y agua en distintas proporciones (soluciones con 75:25; 50:50; 25:75) Bicarbonato de Calcio

Bicarbonato de Magnesio

Fitato de Calcio/ Bicarbonato de Calcio Fitato de Calcio/ Bicarbonato de Magnesio

Solución modificada de etanol con Fitato de Calcio/ Bicarbonato de Calcio Solución modificada de etanol con Fitato de Calcio/ Bicarbonato de Magnesio Fitato de Calcio con Amonia

Sales de Haluros (NaCl, NaBr, CaBr<sub>2</sub>) Haluro/ Carbonato de Calcio Propionato de Calcio y Parabens

Nanopartículas de Hidróxido de Calcio o Magnesio Nanopartículas de Calcio o Magnesio con etanol (Rodorico Giorgi)

Opciones de tratamientos de estabilización para obras en papel con tintas ferrogálicas conteniendo hongos

No se toma ninguna medida

Limpieza y secado con equipos electrónicos

Limpieza y secado de objetos por medio del interfoleado con papel seco y absorbente

Congelación

70%:30%; etanol: agua

Desinfestación: esterilización con irradiación gamma Desinfestación: esterilización con óxido de etileno

Desinfestación: esterilización con la luz solar (radiación ultravioleta) Desinfestación: esterilización con fuente de luz artificial (radiación ultravioleta)

Desinfestación: esterilización con blanqueadores Timol (2-Isopropil-5-metilfenol)

Orto-fenilfenol

Propianato de calcio y parabens

Las opciones actualmente disponibles para intervenir obras de papel con tintas conteniendo hongos no son totalmente satisfactorias.

Colegas respondieron voluntariamente la encuesta y participaron de los seminarios (parte I, II, III y IV). En orden del número de participantes de la encuesta:

España #34, Estados Unidos de América (EE.UU.) #28, Argentina #27, Brasil #18, México #15, Perú #13, Italia #11, Inglaterra #8, Cuba #7, Chile #6, Colombia #6, Ecuador #5, Alemania #5, Holanda #3, Australia #4, Francia #4, Guatemala #4, Canada #4, Austria #2, Portugal #2, Sud África #2, Qatar #2, Bolivia #2, Curaçao #1, El Salvador #1, Finlandia #1, Grecia #1, Honduras #1, Irlanda #1, Israel #1, Malasia #1, Nicaragua #1, Nueva Zelandia #1, Paraguay #1, Polonia #1, República Checa #1, República Dominicana #1, Rumania #1, Slovakia #1, Slovenia #1, y Uruguay #1.

Un total de +240 participantes de 41 países

Durante el 2018 se programó el *III Encuentro Internacional de Tintas Ferrogálicas* en Barcelona, España aunque no se concretó dicha reunión. Como parte de este evento se desarrollaron estos temas para su convocatoria y difusión en un sitio en la web:

- Historia sobre la preparación de tinta ferrogálica a lo largo de los siglos, incluyendo las tintas industriales del siglo XX.
- Evaluación de la degradación de las tintas ferrogálicas/ metal-tánicas: estudio de su composición y de los procesos de degradación. Balance de datos de referencia para catalogar la degradación de manuscritos o dibujos en soportes de papel y pergamino.
- Procedimientos de análisis para la caracterización material de manuscritos: métodos y parámetros a considerar en la valoración del estado de conservación. Identificación de compuestos relacionados con la degradación de manuscritos o dibujos, y con los datos históricos sobre la preparación y composición de la tinta metal-tánica.
- Disolventes, reactivos, adhesivos y consolidación usados en tratamientos de conservación de manuscritos: eficacia y requisitos para obtener el mejor resultado posible.
- Métodos, procesos y tratamientos de estabilización: desacidificación, antioxidantes y nano partículas para tratar la degradación que provoca la tinta ferrogálica/ metal-tánica; posibilidad de tratamientos acuosos y no acuosos para manuscritos y dibujos en soportes de papel y pergamino.
- Nuevos compuestos y procesos para intervenir manuscritos con tinta ferrogálica/ metal-tánica con degradación muy severa: posibilidades de aplicación, eficacia y estabilidad de la documentación después del tratamiento.
- Tratamientos masivos para estabilizar material con tinta ferrogálica/ metal-tánica después de un desastre natural o provocado por el hombre (ej. inundación, fuego, terremoto, huracanes, desplazamiento de tierra, y otros). Prevención de riesgos y de emergencia para colecciones con tintas en corrosión.

- Almacenamiento y control de manuscritos y dibujos: condiciones físicas y químicas en los depósitos, control ambiental y calidad de aire, y características de los contenedores para facilitar y mejorar su buena conservación.
- Requisitos y aspectos que garantizan una correcta manipulación, conservación y digitalización de manuscritos y dibujos afectados por degradación de tinta ferrogálica/ metal-tánica.
- El biodeterioro de manuscritos y dibujos con tinta ferrogálica/ metal-tánica: alteración de materiales, análisis de compuestos de degradación, control de los parámetros que afectan, diversificación de tratamientos no tóxicos para mejorar su conservación y preservación.

El comité organizador estuvo a cargo de M. Carme Sistach (España), José Francisco García (España), Valeria Orlandini (EE.UU.) y Gerrit de Bruin (Holanda) y el comité científico por Johan G. Neevel (Holanda), Birgit Reissland (Holanda), Emma Sánchez Alonso (España), Juan Sánchez (España), Andrea Pataki-Hundt (Alemania), Istvan Kecskemeti (Finlandia), Richard Wolbers (EE.UU.) y Jonathan Ashley-Smith (Inglaterra). Se recibieron un total de 51 contribuciones de diferentes autores de los siguientes países: España #8, EE.UU. #8, EE.UU./Holanda/Brasil/Australia/Inglaterra/México #1, EE.UU./España #1, Holanda #3, Brasil #3, Portugal #2, Australia #2, Alemania #2, Lituania #2, Grecia #2, Italia #2, Italia/Alemania #1, Italia/EE.UU. #1, Inglaterra #1, Georgia #1, Austria #1, Austria/Alemania #1, Slovakia #1, Slovakia/España #1, Slovenia #1, México #1, México/EE.UU. #1, y Bulgaria #1. (10 de Julio 2018)

## DESCRIPCIÓN

En el proyecto Europeo cofundador del InkCor se identificaron una serie de antioxidantes/ quelantes y haluros que pueden ser utilizados en soluciones acuosas. Algunos haluros son más eficaces para los tratamientos de tintas a base de hierro y cobre y también de pigmentos. La eficacia del método combinado de fitato calcio y bicarbonato de calcio en la protección de obras en papel que contiene la tinta ferrogálicas ha consistentemente demostrado desde su primera introducción por Johan G. Neevel en 1995 ser muy eficaz. En julio del 2007, un procedimiento óptimo se publicó el Instituto Holandés para el Patrimonio Cultural (RCE / ex Instituut Collectie Nederland, ICN), con detalles entre otros temas acerca de los pros y contras de este tratamiento. El gran problema de la corrosión debida a las tintas, provoca que una cantidad patrimonio documental y de archivo estén condenados a la destrucción si no se intervienen químicamente sobre estos documentos con el fin de detener las reacciones que conducen a la carbonización del papel.

Sin embargo, todavía hay reservas y discusiones acerca de si este tratamiento se debe utilizar. El método de quelación del hierro libre con fitato de magnesio (Kolar 2011) en vez de fitato de calcio, tiene una efectividad equivalente pero con la ventaja de evitar el amoníaco, que es un producto tóxico en la preparación de la solución para el tratamiento. Para completar ambos procedimientos deberán ser seguidos de una desacidificación con bicarbonato de calcio ya que la desacidificación con bicarbonato de magnesio puede ocasionar por su alta alcalinidad el posterior amarilleamiento del soporte de papel.

Aunque el fitato de calcio ya ha sido usado en muchos países no ha sido suficientemente testado con resultados en muestras de manuscritos originales y no se sabe todavía si es un procedimiento recomendado para las tintas a base de cobre. Para las tintas con un alto contenido de cobre se ha encontrado que estos tratamientos de estabilización no se recomiendan porque aumenta la actividad catalítica y se sabe que tienen efectos que acrecientan la degradación de la celulosa en el papel.

La aplicación de un tratamiento de desacidificación como único método necesario para lograr la estabilización de tintas ferrogálicas es muy común y de uso frecuente en muchas instituciones que no cuentan con los recursos económicos y materiales, personal capacitado y el tiempo suficiente para utilizar quelante de fitato y/o la aplicación de nano-partículas de hidróxido de calcio en dispersión en un medio

alcohólico con isopropanol. La efectividad de estas intervenciones se debe a que baja la actividad oxidativa del hierro y cobre con un pH entre 6 y 7, mantener el pH en esa franja sirve para la estabilización de la tinta. De hecho, la formación de peróxidos a partir del hierro (II) y el oxígeno se lleva a cabo en un medio ácido.

En esta ponencia el problema que se abordan son los protocolos de tratamientos de estabilización para el bio-deterioro. Por ejemplo, la aplicación de radiación gamma y/o el etanol para la desinfección se utilizan en la actualidad para la conservación de papel y libros. Este baño con etanol tiene que ser visto como totalmente diferente (a su uso como una bebidas alhólica recreativa) debido a la vaporización del disolvente cuando es aplicado a los documentos durante una intervención. Además, esto puede causar alta concentración de etanol en el aire y si la concentración de este solvente en el lugar de trabajo es superior a 260 mg/m<sup>3</sup> (TWA de 8 horas) puede considerarse un alto riesgo de cáncer. (Havermans, 2016) Otros métodos de esterilización de colecciones con infestaciones de hongos que han sido considerados y son el óxido de etileno, la luz solar y la luz artificial para el blanqueo de colecciones, entre otros.

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS (PARCIALES)

Como la apariencia de los documentos históricos y dibujos cambian con el tiempo, las ideas y los tratamientos de las tintas ferrogálicas y su corrosión se han ido desarrollando -- este estudio contempla esta transformación. Encontrará rastros de esta historia reciente que hemos difundido a través de un seminario en línea de 10 semanas (partes I, II, III y IV) durante 2017 y 2018. Las múltiples discusiones que llevamos a cabo via emails en el foro MEEP para aclarar mejor todos estos temas mencionados anteriormente. Además las contribuciones que se remontan a finales de los noventa, y las nuevas investigaciones que son todavía necesarias en nuestro campo dado el riesgo de desastres y la vulnerabilidad del material. Todas estos aportes constituyen un valioso recurso de diálogo, intercambio de conocimiento y experiencias. Además es una exposición de las propuestas actuales y la necesidad de trabajar en red y en conexión con profesionales a nivel internacional gracias a las nuevas herramientas que nos permite la tecnología actual.

Una breve síntesis de los resultados de la encuesta y los comentarios de los participantes de este estudio.

#### ETANOL

Los problemas que estamos tratando de disertar en este estudio son la aplicación de altas concentraciones de etanol en material corroído por la tinta ferrogálica y sus efectos negativos hacia la salud y de los objetos a tratar. El uso en forma local o / y con humidificación total (sin un tratamiento acuoso), en un baño acuoso sin un quelante y la desacidificación que no protegen el papel ni tintas a largo plazo. Muchos conservadores en todo el mundo utilizan actualmente la combinación de soluciones de etanol: agua y para tratar materiales sensibles al agua, húmedos, semi-mojados, corroído por la tinta y con infestaciones de hongos.

**¿Cuales son las limitaciones en los tratamientos que el conservador usa con soluciones de etanol: agua (25:75; 50:50; 75:25), la solución modificada de fitato de calcio/bicarbonato de calcio y la desinfección de hongos con etanol:agua (70:30)?**

**123** colegas de los 240 que respondieron han usado una solución de etanol:agua con distintas concentraciones para baños de documentos con tintas ferrogálicas.

Métodos de pre-mojado o pre-condicionado con etanol o una solución de etanol:agua por pulverización o lavado flotante o immersion total o aplicación local de una solución de etanol:agua con hisopos de algodón o con mesa de succión o geles semirígidos polisacáridos o cámara de humidificación

25 colegas de los 240 que respondieron han usado una solución de etanol modificada de fitato de calcio/ bicarbonato de calcio para tratamientos de documentos corroídos por tintas.

133 colegas de los 240 que respondieron han usado una solución de etanol:agua 70%:30% para baños de documentos con tintas ferrogálicas conteniendo hongos.

Aplicando alcohol (etanol:agua, 1:1) por medio de pulverización o inmersión para gradualmente realizar el pre-humectado de documentos antes del posterior tratamiento acuoso da resultados de una menor tensión mecánica en el área entre el borde de las líneas de tinta y el papel. nes (II) hierro durante la inmersión en la solución de fitato de calcio mediante la aplicación de papel de indicador de batofenantrolina y en el documento original (sobre la línea de la tinta) pueden determinar con facilidad si el tratamiento se ha realizado con éxito y cuándo puede ser interrumpido. La combinación de reapresto con gelatina y la reparación inmediata para remendar las zonas degradadas directamente con papel Japonés (con una laminación total o con injertos) o por medio de reintegradora de papel (leafcasting) “todo en una carrera” cuando la superficie aún está húmeda proporciona un método rápido y suficiente sin introducir más adhesivo en las zonas ya débiles y corroídas.

Comentario de M. Carme Sistach durante el seminario (parte II) fechado Martes 5 de Septiembre, 2017 a las 5:58 AM, <carmen.sistach@mecd.es> en respuesta a ‘¿Cuándo el etanol es usado para remover corrosión de tinta y hongos?’

“Sobre el comentario de Gerrit de Bruin [Holanda] estoy de acuerdo que el alcohol no es fungicida, pero sí que ayuda a controlar la humedad y en este sentido contribuye a evitar el desarrollo de las esporas. Hay que considerar la opción del baño que debe aplicarse en condiciones de ventilación-extracción pues tal como comenta John Havermans [Holanda] a cierta concentración puede ser perjudicial para la salud, pero también existe la opción de la aplicación superficial sobre la superficie como comenta Malalanirina Rakotonirainy [Francia] luego. Para que el alcohol perjudique se necesita una concentración considerable, que se daría sobre todo, durante el secado- evaporación. Creo que con una buena ventilación se puede contrarrestar este problema. Ciertamente, las radiaciones gamma van bien para erradicar infestaciones de hongos.

El comentario de Isabel Lozano de Gregorio [España] sobre el ciclo hidratación/deshidratación se justifica con la aplicación repetitiva de alcohol. No creo que ésta sea una práctica habitual, pues después del tratamiento, las medidas preventivas y el control de las condiciones ambientales debe ser una realidad que evite otros tratamientos posteriores con alcohol.

Como bien comentas tu [Valeria Orlandini, EE.UU.], la adición de un % de alcohol al agua afecta a la solubilidad de las tinta, tanto por lo que respecta a los compuestos de degradación que contiene, como a los iones de hierro Fe (II). Creo que es necesario considerar todos los factores y aplicar con criterio lo que sea mejor. Si la eficacia del tratamiento se basa en eliminar los iones de Fe II o inactivarlos, es importante aplicar ambos conceptos en el tratamiento global. Estos iones se inactivan a pH entre 5.5- 7.2 y aunque la adición de alcohol al agua reduce la extracción de estos iones, estos también se inactivan al incrementar el pH. El alcohol controla la formación de halos. Probablemente, la adición de un porcentaje de alcohol como solvente respecto a los tratamientos acuosos sea beneficioso, siempre que se considere inactivar los iones

Fe II, que no se han eliminado. La gelatina es otro factor importante que ayuda a controlar la migración de los iones Fe II.”

En su estudio de comparación de baños acuosos vs. una solución de etanol modificada de fitato de calcio para el tratamiento de papeles manuscrito con tintas ferrogálicas Tse et al (2012) mencionan que la repetida aplicación de soluciones de etanol modificada resultaron en más acumulación de fitato en el papel y la tinta, y en retardar la recurrencia de los iones de hierro (II). Es comprensible que la mayoría de los conservadores estará reticentes a tratar un objeto inscrito con tinta ligeramente soluble al agua con

múltiples tratamientos de inmersión debido al riesgo de migración de la tinta y la tensión en el papel por su manipulación y subsecuente secado entre dichas aplicaciones. Pueden existir circunstancias excepcionales en que las aplicaciones repetidas de fitato de calcio diluido con etanol - posiblemente en una mesa de succión – podrían ser considerado, y aparentemente los resultados de aplicaciones repetidas facilitan la acumulación de más de fitato y así ofrecen más protección contra la recurrencia de iones de hierro (II).

Esta investigación de Canada no contempla el ciclo de hidratación/deshidratación del soporte de papel que justifique dicha aplicación repetitiva de alcohol. Como también la constatación de que hay dilatación y cambios en los enlaces intramoleculares de las zonas amorfas y cristalinas de las fibras que puedan debilitarse. Otros detalles que no se describieron sobre los soportes de papel analizados son: el grosor (medido con micrómetro, en micromilímetros), opacidad (traslúcido y opaco), texturas de la superficie – describe cualidades visuales ó táctiles del soporte, los distintos tipos de fibras utilizados en papeles tanto antiguos y modernos, cola/ apresto que forman este papel y la apariencia de la tinta y calificación visual de su estado de condición entre otros.

#### FITATO

##### **El método tradicional de tratamiento con fitato de calcio/ bicarbonato de calcio Quelante + Desacidificación:**

72 colegas de 240 que respondieron han usado fitato de calcio/ bicarbonato de calcio en documentos con tintas ferrogálicas.

11 colegas de 240 que respondieron han usado fitato de calcio/ bicarbonato de magnesio en documentos con tintas ferrogálicas.

1 colegas de 240 que respondieron han usado fitato de magnesio/ bicarbonato de calcio en documentos con tintas ferrogálicas.

8 colegas de 240 que respondieron han usado fitato de calcio con amonía en documentos con tintas ferrogálicas.

25 colegas de los 240 que respondieron han usado una solución de etanol modificada de fitato de calcio/ bicarbonato de calcio para tratamientos de documentos corroídos por tintas.

8 colegas de los 240 que respondieron han usado una solución de etanol modificada de fitato de calcio/ bicarbonato de magnesio para tratamientos de documentos corroídos por tintas.

#### DESACIFICACIÓN

Se utilizan con frecuencia métodos de desacidificación para inhibir la corrosión de la tinta. La desacidificación neutraliza los ácidos y detiene la hidrólisis ácida, uno de los procesos que ocurren durante la corrosión de la tinta (Sistach, 1990). Sin embargo, la desacidificación sola no es suficiente para detener la corrosión de la tinta por completo. La hidrólisis ácida es sólo uno de los procesos que juega un papel en la corrosión de la tinta ferrogálica. El otro proceso de degradación es la oxidación, catalizada por el hierro en forma de iones II que son solubles (Banik, 1988). Además de esto, la desacidificación no contribuye al fortalecimiento de los papeles frágiles. Ciertas soluciones de desacidificación, como bicarbonato de calcio y bicarbonato de magnesio, tienen “capacidad de buffer” [catalizador]. Pueden detener la hidrólisis ácida también en el futuro, pero sólo cuando se agrega un suficiente excedente de (“reserva alcalina”) en el papel.

[https://irongallink.org/igi\\_index55b5.html](https://irongallink.org/igi_index55b5.html)

Comentario del Metallo-gallic Inks Treatments Survey/Seminar 2016 - 2018 - Message 7 (parte IV)  
Viernes, 9 de Marzo, 2018 08:03AM

Aquellos colegas que siguen la investigación de tintas ferrogálicas e inclusive leen toda la bibliografía hasta la fecha compartida en el seminario, pueden entender que para tratar las tintas hay que arrestar los iones

(II) de hierro con un quelante y luego la desacidificación que depositará una carga alcalina en las fibras de papel y actúa como un buffer/ catalizador para que el soporte de papel tenga un pH más elevado que inicialmente. Este será arriba de pH7, que no siempre se consigue cuando se preparan soluciones de bicarbonato de calcio y/o bicarbonato de magnesio.

¿Realiza Ud. desacidificación como método de tratamiento en obras de papel con tintas ferrogálicas/ metalo- tánicas?

**128** colegas de los 240 que respondieron han usado desacidificación.

**85** colegas de los 240 que respondieron han usado bicarbonato de calcio.

**28** colegas de los 240 que respondieron han usado bicarbonato de magnesio. HUMIDIFICACIÓN

¿Utiliza Ud. humectación parcial o total en documentos corroídos?

**94** colegas de 240 que respondieron han usado humectación en documentos con tintas ferrogálicas.

**83** colegas de 240 que respondieron han usado humectación como un tratamiento menor (sin baño acuoso) en documentos con tintas ferrogálicas.

**82** colegas de 240 que respondieron han usado humectación como parte de un tratamiento acuoso en documentos con tintas ferrogálicas.

La introducción directa de humedad en un documento con tintas ferrogálicas con exceso de hierro durante cualquier tratamiento acuoso de conservación (ej. lavados, refuerzos, injertos, laminados y otros) podría favorecer la migración de iones (II) de hierro y ácido sulfúrico. De este modo, la extensión de la degradación de la tinta en estado de corrosión se expandirá por toda la superficie del documento -- a largo plazo. Incluso aquellos tratamientos que implican humectaciones parciales o que podrían considerarse más controlados pueden ser los que causan más daño con el paso del tiempo, porque únicamente favorecen la migración de los iones de hierro y del ácido de la tinta, sin eliminarlos ni estabilizarlos. La humectación se lleva a cabo generalmente para corregir distorsiones planares en el objeto por medio de humidificación, vapor o aspersión. Los diferentes procedimientos de aspersión, humidificación ultrasónica, en cámara de humectación, con Gore tex® y otros pueden parecer métodos controlados en cuanto a humectar parcialmente y/o por un corto tiempo pero puede significar un gran riesgo, porque al introducir agua en el documento más la que está presente en el ambiente esto favorecerá la migración de los iones libres de hierro y de ácido sulfúrico de tintas ferrogálicas con exceso de sulfato ferroso.

### **Humectación previa con alcohol:agua**

Debido a la degradación de la celulosa, mientras más dañado esté el documento por corrosión de tinta manuscrita su humectación durante el tratamiento de estabilización acuoso será más riesgoso y heterogéneo que en un objeto de mejores condiciones. Para conseguir una humectación más homogénea y reducir los riesgos de generar fracturas internas o pérdidas de material debido a tensiones diferenciales en el documento, se suele usar pre-humectar con una solución de alcohol:agua 1:1 por medio de un pulverizador Dahlia, ya que el alcohol, al romper la tensión superficial del agua ayuda a que penetre la humedad en el soporte más rápido en las zonas hidrofóbicas del documento. Aunque generalmente se utiliza la proporción 1:1, ésta puede ajustarse según se requiera para lograr una humectación gradual y pareja en toda la superficie del soporte de papel que contiene tinta. En casos donde hay oxidación muy severa o zonas donde la línea de la tinta está totalmente carbonizada (corroída) se puede usar alcohol: agua 2:1 (75%:25%) ya que da mejores resultados en el pre-humectado. Este proceso debe ser realizado sobre un soporte auxiliar (flexible y/o rígido) que sea apropiado de evaluar y seleccionar antes del tratamiento. Los

métodos de aplicación de tratamientos para obras con grandes daños físicos y pérdida de sustrato (condición del ICN 4) pueden ser un tanto limitados. Un protocolo para el tratamiento de estas obras se ha desarrollado recientemente y puede ser una opción para considerar (Rouchon et al 2012).

Son comentarios del Metallo-gallic Inks Treatments Survey/Seminar 2016 - 2017 - Message III, Viernes 10 de Noviembre, 2017 a las 8:40 AM.

El comentario de Eliza Jacobi durante el seminario (parte III) fechado Miercoles 15 de Noviembre, 2017 a las 8:22 AM, <[elizajacobi@gmail.com](mailto:elizajacobi@gmail.com)> en respuesta a ‘reparaciones locales y humidificación.’

“Quisiera compartir algunas preguntas que tengo así como muchos de los participantes de mi anteriores cursos de tintas ferrogálicas. La humidificación (durante tratamiento no acuosos), de la literatura de conservación podemos recoger que los iones (II) hierro comienzan a migrar sobre la superficie cuando la humedad esta por encima de 80-85% RH (Rouchon 2009, Belhadj 2014). Así que cualquier tratamiento de humectación que se mantiene por debajo de estos niveles de %RH debe ser posible sin riesgo de migración de los iones de hierro.

¿Hay colegas que utilizan técnicas controladas de humidificación para aplanar objeto de tintas ferrogálicas?

¿Debe uno tomar ese riesgo? ¿Cómo lo hacen exactamente?

¿Hay colegas que utilizan las sales para obtener un cierto nivel de humedad (controlada) en una cámara de humedad?

¿Alguien utiliza técnicas de humidificación locales para pliegues, desgarros y distorsiones del soporte de papel que se puedan aplanar con el uso de una espátula caliente?

He añadido dos artículos de autores de Malasia sobre tintas ferrogálicas, para dar una idea lo que está sucediendo aquí y sobre el tema de tintas negras en manuscritos. Incluí Belhadj (2014) y una presentación mía en Powerpoint sobre reparaciones locales de tintas ferrogálicas y la preparación de tisús rehumectables que dicté en el ICON *Adapt and Evolve Conference* en Londres, Inglaterra en el 2015.

Espero que esta información sea de interés para los participantes y que me puedan proporcionar sus comentarios y opiniones - incluso después de que este seminario haya concluido. Estoy deseando escuchar de las experiencias de otros colegas y sus resultados.”

## HONGOS

**109** colegas de los 240 que respondieron han tenido infestación de hongos en obras de papel con tintas ferrogálicas.

**37** colegas de los 240 que respondieron no toman ninguna medida para combatir los hongos porque no tienen recursos para tratar el material.

**49** colegas de los 240 que respondieron que las opciones actualmente disponibles para intervenir obras de paper con tintas conteniendo hongos no son totalmente satisfactorias.

## PALABRAS FINALES

El desconocimiento de esta información, las investigaciones científicas realizadas hasta la fecha y los resultados obtenidos por parte de los conservadores, curadores y el personal a cargo de la preservación de patrimonio documental y obras de arte con tintas ferrogálicas puede tener serias consecuencias dado que no se cuenta con la información necesaria para determinar el protocolo más adecuado para cada caso.

Inclusive un tratamiento de conservación bien intencionado puede ocasionar daños irreversibles en un objeto a largo plazo. Por ello, será necesario generar más diálogo, intercambios de conocimiento,

experiencias y casos de estudio para poder afrontar los desafíos que muchas colecciones sufren por carecer de entrenamientos, práctica de nuestro campo, recursos y materiales de conservación, condiciones ambientales apropiadas en los depósitos, envoltorios, exhibiciones y manipulación. También, que el personal a cargo este preparado a aplicar tratamientos de estabilización en caso de que el acervo se moje o este semi-mojado dado a un desastre natural y/o ocasionado por el hombre.

Un resultado clave de este estudio será tener una mayor confianza y claridad en la toma de decisiones de tratamientos. Se compartirá este conocimiento en varias publicaciones y entrenamientos de capacitación que serán una gran oportunidad para difundir ideas, comentarios, bibliografía y se podrán discutir problemas que comúnmente tenemos en conservación de papel y libros conteniendo tintas ferrogálicas que han sido afectados por hongos y/o desastres.

La idea de este estudio es poder actualizarnos y aportar información a la red que se ha formado y se pueden a su vez agregar más colegas. Fomentando siempre un diálogo abierto y de respeto. Toda la información difundida por medio de internet ha sido archivada en un sitio del Servicio de Listas de Distribución de la Comunidad Académica Española llamado RedIris – TINTAS y circulada entre los miembros en el correo electrónico “Tintas Metalogálicas” [TINTAS@LISTSERV.REDIRIS.ES](mailto:TINTAS@LISTSERV.REDIRIS.ES) coordinado por Isabel Lozano de Gregorio, Conservadora-Restauradora de Bienes Culturales y anteriormente iniciado este foro por Carmen Peña Calleja, Conservadora-Restauradora de Bienes Culturales del Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE), Madrid, España. Para agregar su contacto en dicha lista contactar a:

[TINTAS-request@listserv.rediris.es](mailto:TINTAS-request@listserv.rediris.es)

Desde el 2011, el grupo TINTAS de España facilita la comunicación y difusión de información entre técnicos de la conservación del patrimonio documental preocupados por la estabilización de la corrosión de las tintas ferrogálicas. Este tema preocupa mucho tanto por el gran número de documentos históricos afectados por este problema, como también por la dificultad de encontrar una buena solución. Hay diferentes líneas de investigación trabajando sobre ello y ha sido siempre una prioridad estar al día y mantenernos en contactos entre todos nosotros los miembros del grupo.

## CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido presentar conclusiones claves que podrían ayudar a conservadores en la toma de decisiones acerca de cuándo debe considerarse el fitato de calcio como el reagente más beneficioso y cuándo no tratar acuosamente. Además, poder establecer las mejores formas de proteger y cuidar los documentos y materiales de archivo con tintas en corrosión que contienen biodegradación en relación con la salud del conservador(a) y el objeto.

El Dilema de la tinta ferrogálica: tratamos o no tratamos. Si no realizamos **“Ningún -tratamiento”** vs. **“el último recurso”** cuando las obras están muy dañadas.

La aplicación del baños con fitato de calcio y de bicarbonato de calcio, están muy limitados actualmente y siempre condicionados a la resistencia del manuscrito. La nueva opción de trabajo que contemplamos es precisamente para aquellos manuscritos con corrosión severa a los que casi no es posible manipular. Tres soluciones alcalinas con diferentes concentraciones hemos evaluado: nanopartículas de carbonato de Calcio, nanopartículas de hidróxido de Calcio, y solución de propianato de Calcio.” M. Carme Sistach 5/24/2016

Los tratamientos de agua y baños no pueden aplicarse a manuscritos muy degradados y frágiles porque parte de la escritura está ya agrietada y puede perderse durante la manipulación (Huhsmann and Hahner 2008; Martin et al. 2011; Rouchon et al. 2012, 2013). El tratamiento de manuscritos muy degradadas podría conducir más daños mecánicos debido a la manipulación cuando se deshace el encuadernado de las hojas.

María Sistach et al. (2017), page 250.

Son comentarios del Metallo-gallic Inks Treatments with Fungal Infestation 2016 - 2018 - FINAL, Lunes 12 de Marzo, 2018 a las 8:35 AM.

En la actualidad se han identificado y establecido los tipos de tinta ferrogálica de acuerdo a su composición, así como las principales causas, mecanismos y efectos de su degradación, conocidos mayormente como corrosión de tinta. Este estudio será útil para todos aquellos conservadores y científicos que realicen tratamientos de conservación e investigaciones de acervos conteniendo tintas ferrogálicas. Dado que para poder preservar un acervo documental y obras de arte es necesario conocer sus materiales constitutivos, las principales características de la tinta y el soporte de papel para entender más ampliamente los riesgos y los mecanismos de deterioro.

Es ahí donde radica la complejidad actual del tema de identificar las tintas ferrogálicas y el contacto con hongos/ moho, dada la gran necesidad de conocer más a fondo y aplicar la información necesaria para diagnosticar de forma apropiada cada caso de estudio e intervenciones acuosas. De esta manera se podrá determinar un tratamiento de conservación y estabilización que mejor resuelva los problemas específicos del documento y/o las colecciones infestadas.

Los avances en los últimos treinta años sobre la historia y química de la tinta y el papel, los daños ocasionados por su alta acidez y la conservación de documentos y obras de arte con tintas ferrogálicas no han sido pocos; sin embargo hay muchos temas de investigación todavía que no se han resueltos sobre como tratar biodeterioro fúngico en forma segura y eficazmente en obras de arte y materiales bibliográficos y archivísticos. Resulta imprescindible que los conservadores de papel y libros de habla hispana cuenten con la información generada hasta el momento mayormente en Europa, Estados Unidos de América y Canadá, para un establecimiento de prioridades, una toma de decisiones adecuadas y bien fundamentadas de resultados científicos. Sin duda, la aplicación de las medidas de conservación preventiva en colecciones con tintas ferrogálicas siempre traerá beneficios en cuanto a su estabilidad y permanencia a largo plazo.

Independientemente de la posibilidad de usar tratamientos acuosos, cualquier obra con tintas ferrogálicas es susceptible a la aplicación de medidas preventivas y su implementación deberá ser una prioridad en cualquier objeto y/o colección.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi país, Argentina, por la educación pública que me llevó a ser la profesional que soy hoy, la Fundación Antorchas de Buenos Aires y la Universidad de Delaware/ Programa de Conservación de Arte de Winterthur, en EE.UU. A la Foundation for Advancement in Conservation (FAIC) por apoyar mi investigación a lo largo de todos estos años con becas para asistir a entrenamientos internacionales de capacitación y congresos que ayudaron a mi formación académica y científica. Ha sido también un honor recibir este año el John Krill Advanced Research Award in Paper Conservation and Connoisseurship y del FAIC Christa Gaehde Scholarship Award para asistir y financiar a este congreso en España. Y estoy profundamente en deuda con mis maestros, profesores, colegas, estudiantes, colaboradores y los más de 240 colegas que apoyaron esta propuesta de 41 países.

La autora agradece a los siguientes colegas por su generosidad y colaboraciones recibidas: Johan (Han) Neevel (Holanda); John Havermans (Holanda); Gerrit de Bruin (Holanda); Birgit Reissland (Holanda); Sandra Grantham (Inglaterra); Carmen Peña Calleja (España); M<sup>a</sup> Dolores Díaz-Miranda Macías (España); M. Carme Sistach (España); Isabel Lozano de Gregorio (España); Emma Sánchez Alonso (España); Gemma María Contreras Zamorano (España); José Carlos Balmaceda Abrate (España); Irene Brückle (Alemania); Andrea Pataki-Hundt (Alemania); Sílvia Oliveira Sequeira Olivera (Portugal); David Jacob (Inglaterra); Amelia Rampton (Inglaterra); Joanna Kosek (Inglaterra); Veronique Rouchon (Fran-

cia); Luz Stella Villalba Corredor (Colombia); Prue McKay (Australia); Myriam de Arteni (EE.UU.); Jane Smith Stewart (EE.UU.); Ramona Duncan-Huse (EE.UU.); Sonja Jordan-Mowery (EE.UU.); Richard Wolbers (EE.UU.); Valerie Martens-Monier (Curaçao); Eliza Jacobi (Holanda); Isamara Lara de Carvalho (Brasil); Thais Helena Almeida (Brasil); Pablo Vasquez (Brasil) y Arturo Aguirre Vilchis (México), Jasna Malešič (Slovenia), Jana Kolar (Slovenia).

## BIBLIOGRAFÍA

- Banik, G y Brückle, I.** (2011): Paper and Water: A Guide for Conservators. En: 1st Edition, Butterworth-Heinemann.
- Botti, L., Mantovani O., y Ruggiero, D.** (2005): Calcium Phytate in the Treatment of Corrosion Caused by Iron Gall Inks: Effects on Paper. En: Restaurator, Vol 26, No 1, pp 44-62.
- Cleveland, R.** (2000): Selected 18<sup>th</sup>, 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> century iron gall ink formulations developed in England, France, Germany and the United States, for use with the copy press process. En: Brown, Jean (ed.) The Iron Gall Ink Meeting, Northumbria University, Newcastle upon Tyne, 4-5 September 2000, pp. 23-30.
- Colbourne, J.** (2000): A survey method used in the technical examination and analysis of brown inks. En: The Postprints of the Iron Gall Ink Meeting, 2000 Newcastle, pp. 37-46.
- Contreras Zamorano, G.M.** (2015): Presentación Máster Diagnóstico del Estado de Conservación del Patrimonio Histórico. Composición, problemas de conservación y propuestas de intervención en libros y materiales de archivo: el problema de las tintas metalogálicas. Consultado el 10 de Marzo del 2019.
- Da Costa, A.C.A, do N Corrêa, F., de S Sant'Anna, G., Tonietto, G.B., de O Godoy, J.M., de A Gonçalves, R. y Lutterbach, M.T.S.** (2016): Kinetic study of non-reactive iron removal from iron-gall inks. En: Chemical Papers. Volume 70, Issue 5, pp. 602-609.
- Daniels, V** (2000): La química de la tinta ferrogálica. En: The Postprints of the Iron Gall Ink Meeting, 2000 Newcatle. Pp. 31-36
- Desroches, M., Duplat, V y Rouchon, V.,** (2012): INSTRUCTABLES: An Aqueous Treatment for Highly Damaged Manuscripts Minimising the Risk of Mechanical Damage. Journal of Paper Conservation, Vol. 13, No.3, pp. 36-37.
- Dorning, D.** (2000): Iron gall inks: variations on a theme that can be both ironic and galling. En: Brown, Jean (ed.) The Iron Gall Ink Meeting, Northumbria University, Newcastle upon Tyne, 4-5 September 2000, pp. 7-11.
- Contreras Zamorano, G. M.** (2015): Máster Diagnóstico del Estado de Conservación del Patrimonio Histórico, Composición, Problemas de Conservación y Propuestas de Intervención en Libros y Materiales de Archivo: El Problema de las Tintas Metalogálicas de la Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla, pp. 67. Presentación de Powerpoint fechada 12 de Julio, 2015.
- Jacobi, E.** (2017): Comentario de respuesta sobre reparaciones locales y humidificación, el Domingo, 5 de Marzo, 2017 a las 9:36AM, ICON Adapt and Evolve Conference 2015, in London, UK. Presentación Powerpoint fechada 05.03.2017.
- Havermans, J.B.G.A,** (2016) Comentario en la encuesta de Metallo-gallic Inks Treatments Survey/ Seminar 2016-2017 del 15 de Septiembre, 2016.
- Henniges, U., y Potthast, A.** (2008): Phytate treatment of metallogallate inks: investigation of its effectiveness on model and historic paper samples. In: Restaurator, Vol 29, No 4, pp 219-234.

- Huhsmann, E., y Hähner, U.** (2008): Work standard for the treatment of 18th and 19th-century iron gall ink documents with calcium phytate and calcium hydrogen carbonate. En: *Restaurator*, Vol 29, No 4, pp 274- 319.
- Kolar, J., y Strlic, M.** (2000): Stabilisation of ink corrosion. En: Brown, Jean (ed.) *The Iron Gall Ink Meeting*, Northumbria University, Newcastle upon Tyne, 4-5 September 2000, pp 135-139.
- Kolar, J., Strlic, M., Budnar, M., Maleši, J., Šelih, V. S. y Sim, J.** (2003): Stabilization of Corrosive Iron Gall Inks. En: *Acta Chim. Slov.* 50: 763–770.
- Kolar, J., Sala, M., Strlic, M., y Selih, S.** (2005): Stabilisation of Paper Containing Iron-Gall Ink with Current Aqueous Processes. En: *Restaurator*, Vol 26, No 3, pp 181-189.
- Kolar, J., Mozir, A., Strlic, M., De Bruin, G., Pihlar, B., y Steemers, T.** (2007): Stabilisation of iron gall ink—aqueous treatment with magnesium phytate. En: *e-Preservation Science*, Vol 4, pp 19-24.
- Mazzarino, S.** Report on the different inks used in Codex Sinaiticus and assessment of their condition. Consultado el 5 de Marzo del 2019.
- Neevel, J. G.** (1995): Phytate: A Potential Conservation Agent for the Treatment of Ink Corrosion Caused by Iron Gall Inks. En: *Restaurator*, Vol. 16, No 3, pp 143-160.
- Neevel, J. G. y Cornelis T.J. Mensch, C. T. J.** (1999): The Behavior of Iron and Sulphuric Acid During Iron Gall Ink Corrosion. En: 12th Triennial Meeting, Lyon: Preprints (ICOM Committee for Conservation) N.p.: James & James, 528–533.
- Neevel, J. G.** (2000): (Im)possibilities of the phytate treatment. En: Brown, Jean (ed.) *The Iron Gall Ink Meeting*, Newcastle upon Tyne, 4-5 September 2000, pp 125-131.
- Neevel, J. G.** (2008): Técnicas de Identificación de Tintas – Análisis instrumentales aplicadas a la tinta de escritura y al soporte de papel. Entrenamiento sobre “The History and Treatment of Works in Iron Gall Ink.” Sao Paulo, Brazil. Octubre 2008.
- Orlandini, V.** (2004): El Deterioro de las tintas en obras de arte y documentos antiguos. Pontificia Universidad Católica Argentina, Buenos Aires, Argentina, April 2004.
- Orlandini, V.** (2006): Effect of Aqueous Treatments on 19<sup>th</sup> Century Iron Gall Ink Documents: Part 1: The Efficacy of Various Washing Treatments. En: 2<sup>nd</sup> International Meeting on Iron Gall Ink Corrosion, Pre- Conference Proceedings. Ed. J. Havermans, TNO, Delf, pp. 38-39.
- Orlandini, V., Thomé, L., Lima Toledo, F. Cruz Souza, L.A., Gear, F., Oviedo Bustos, C., y García Rodríguez, R.** (2008): Preserving Iron Gall Ink Objects in Collections in South and Central America and the Caribbean, Part 1: Assessing Preservation Needs of Ink-Corroded Materials. *Restaurator*, International Journal for the Preservation of Library and Archival Material, Volume 29, Issue 3, pp. 163-183.
- Orlandini, V.** (2009): Effect of Aqueous Treatments on Nineteenth-Century Iron Gall Ink Documents: Calcium Phytate Treatment. Optimization of Existing Protocols. En: *The Book and Paper Annual*, Vol 28, pp 137-146.
- Orlandini, V., Mokdessi Auada, F., García Salazar, M. C., Tonello, A., García Rodríguez, R. Calvo, A.M. y Thomé, L.** (2012): Preserving Iron Gall Ink Collections with Mould Infestations in Hot and Humid Climates in South and Central America and the Caribbean Islands. Climate for Collections Conference, Doerner Institut, Ernst von Siemens-Auditorium in the Pinakothek der Moderne, Munich, Germany.

- Orlandini, V.** (2015): Gestión de Riesgos de Colecciones con Tintas en Corrosión – El Uso de un Modelo de Gestión de Riesgos para la Tinta Ferrogálica en el Papel. AGCR – Congreso Chileno de Conservación y Restauración, Santiago de Chile, Chile. Julio 2015.
- Orlandini, V.** (2015): Acercamiento Metodológico al Conocimiento Y Gestión de Riesgos de Colecciones con Tintas Ferrogálicas/ Metalogálicas: Nuevas Estrategias para Proteger Objetos en Corrosión. Boletín CAHIP, Noviembre, pp. 3-19.
- Orlandini, V.** (2017): Los Métodos de Tratamientos Acuáticos para Manuscritos con Tintas Ferrogálicas/ Metalogálicas Gravemente Dañados. Parte 1: Optimización de Protocolos y Uso de Adhesivos. Boletín CAHIP, Febrero, pp. 12-30.
- Poggi, G., Baglioni, P., y Giorgi, R.** (2011) Alkaline Earth Hydroxide Nanoparticles for the Inhibition of Metal Gall Ink Corrosion. *Restaurator*, Vol. 32, pp. 247-273
- Reissland, B., y De Groot, S.** (1999): Ink Corrosion: comparison of currently used aqueous treatments for paper objects. En: 9<sup>th</sup> International Congress of IADA, Copenhagen, 15-21 August 1999, pp 121-129.
- Reissland, B.** (1999a): Ink Corrosion Aqueous and Non-Aqueous Treatment of Paper Objects. State of the Art. En: *Restaurator*, Vol 20, No 3/4, pp 167-180.
- Reissland, B.** (1999b): Neue Restaurierungsmethoden für Tintenfraß auf Papier mit wässrigen Phytatlösungen – Möglichkeiten und Grenzen. En: Banik, G., and Weber, H. (eds): *Tintenfraßschäden und ihre Behandlung*. Stuttgart: Kohlhammer, pp 113-220.
- Reissland, B.** (2000a): Ink corrosion: side effects caused by aqueous treatments for paper objects. En: Brown, Jean (ed.): *The Iron Gall Ink Meeting*, Newcastle upon Tyne, 4-5 September 2000, pp 67-71.
- Reissland, B.** (2000b): Visible progress of paper degradation caused by Iron Gall inks. En: Brown, Jean (ed.): *The Iron Gall Ink Meeting*, Newcastle upon Tyne, 4-5 September 2000, pp 109-114.
- Reissland, B., y Ligterink, F.** (2011): Rijksdienst voor her Cultureel Erfgoed <http://ink-corrosion.org/phytate>. Consultado el 15 de Octubre del 2016.
- Rouchon, V., Burgaud, C., Nguyen, T. P., Eveno, M., Pichon, L., y Salomon, J.** (2008): Iron Gall Ink Aqueous Treatments: Measurement of Elemental Changes by Proton Induced X-ray Emission. En: *PapierRestaurierung*, Vol 9, No 2, pp 18-28.
- Rouchon, V., Durocher, B., Pellizzi, E., y Stordiau-Pallot J.** (2009): The Water Sensitivity of Iron Gall Ink and its Risk Assessment. En: *Studies in Conservation*, Vol 54, No 4, pp 236-254.
- Rouchon, V., Pellizzi, E., Durantou, M., Vanmeert, F., y Janssens, K.** (2011): Combining Xanes, ICP- AES, and SEM/EDS for the study of phytate chelating treatments used on iron gall ink damaged manuscripts. En: *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, Vol 26, pp 2434-2441.
- Rouchon, V., Desroches, M., Duplat, V., Letouzey, M., y Stordiau-Pallot, J.,** (2012): Methods of Aqueous Treatments – The Last Resort for Badly Damaged Iron Gall Ink Manuscripts. *Journal of Paper Conservation*, Vol. 13, No. 3, pp. 7-13.
- Sistach, M. C.,** (2017): Comentario en el seminario (parte II) de Metallo-gallic Inks Treatments Survey/ Seminar 2016-2017, Message I.
- Sistach, M. C.,** (2016): Comentario en la encuesta de Metallo-gallic Inks Treatments Survey/ Seminar 2016-2017 del 5 de Mayo 2016.

- Sistach, M. C.,** Marin, E. y García J. (2017): Evaluation of Alkaline Compounds Used for Deacidification and Simultaneous Lining of Extremely Degraded Manuscripts. En: *Restaurator*, 2017: 38 (3): 249-272.
- Stijnman, A.** (2004) Historical Iron Gall Ink Recipes: Art Technological Source Research for InkCor. (2004) En: IADA Congress 2003, *Papier Restaurierung, Mitteilungen der IADA*. – Vol. 5, no. 3 (Otoño). – P. 14-17.
- Tse, S., Goltz, D., Guild, S., Orlandini, V., Trojan-Bedynski, M. y Richardson, M.** (2009). Effect of Aqueous Treatments on Nineteenth-Century Iron Gall Ink Documents: Assessment Using Hyperspectral Imaging Book and Paper Annual, Vol. 28, pp. 75-82.
- Tse, S., Guild, S., Orlandini, V., y Trojan-Bedynski, M.** (2010). Microfade Testing of 19<sup>th</sup> Century Iron Gall Inks. American Institute for Conservation Textile Specialty Group Postprints, 20, pp. 167-180.
- Tse, S, Guild, S. y Gould, A.** (2012): A Comparison of Aqueous Versus Ethanol Modified Calcium Phytate Solutions for the Treatment of Iron Gall Ink Inscribed Paper. En: *JACCR*, vol. 37, 2012, pp. 3-16.
- Zappala, A., y de Stefani, C.** (2005): Evaluation of the Effectiveness of Stabilization Methods: Treatments by Deacidification, Trehalose, Phytates on Iron Gall Inks. En: *Restaurator*, Vol 26, No 1, pp 36-43.

ANEXO GRÁFICO



Figura 1.



Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.

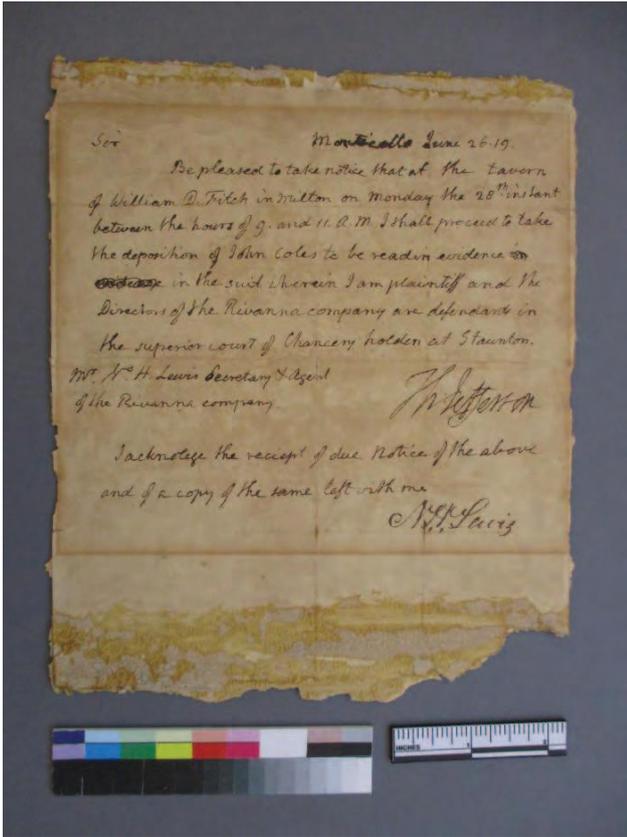


Figura 5.

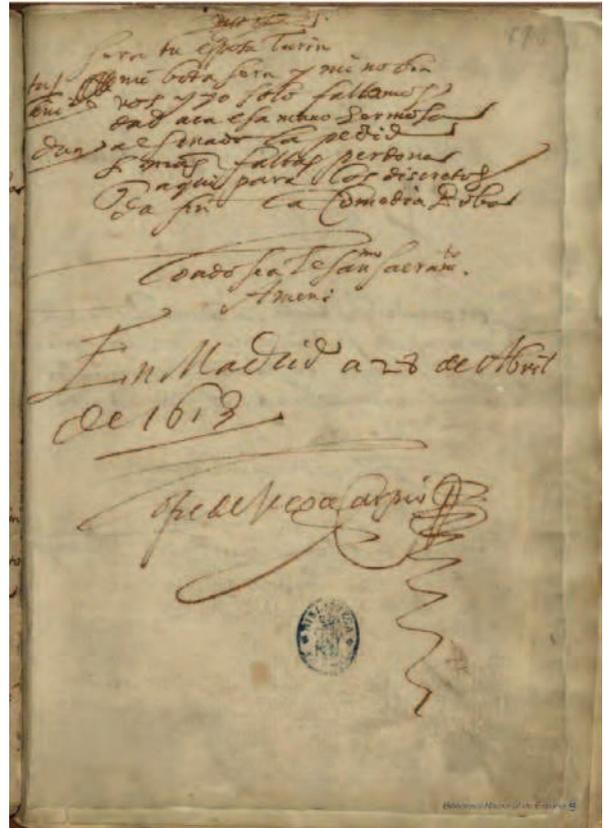


Figura 6.

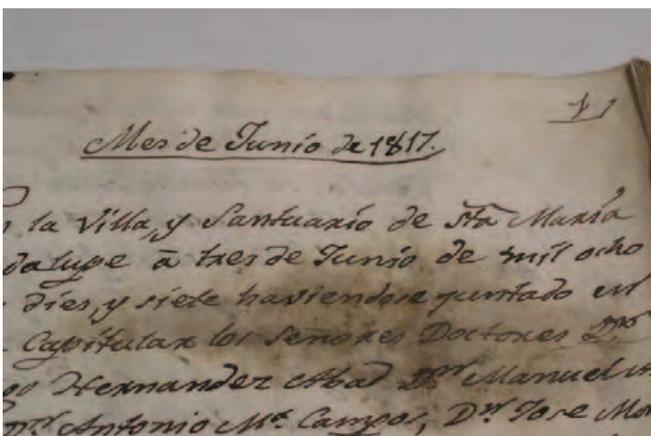


Figura 7.



Figura 8.



Figura 9.



Figura 10.



Figura 11.

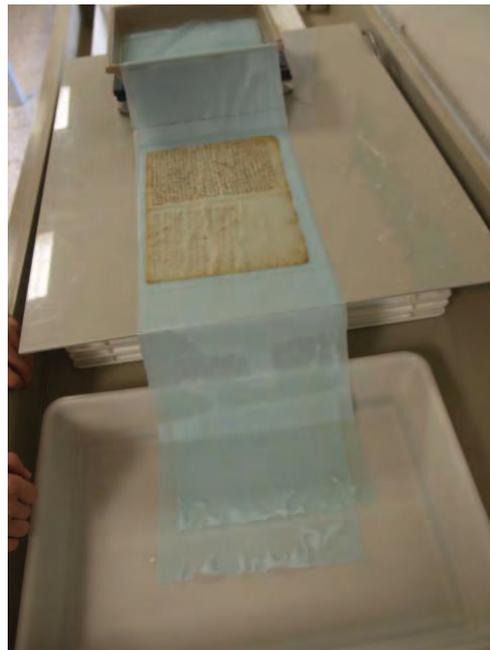
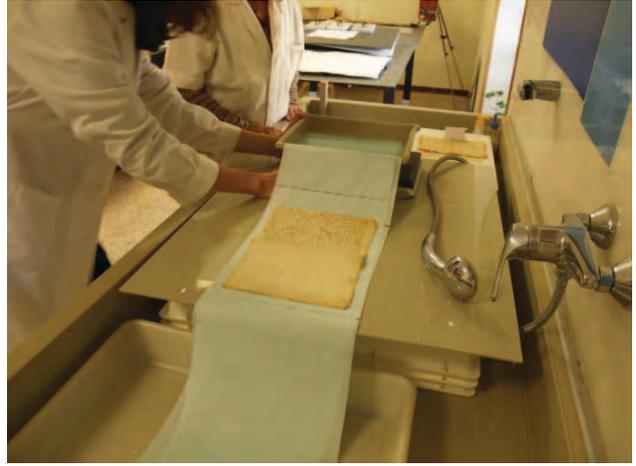


Fig. 12, 13, 14, 15 y 16. Estabilización.