

**Documento Gráfico //****La presencia de microorganismos en el patrimonio fotográfico: tratamiento de la colección Jordi Maseras en el Museu Marítim de Barcelona.**

La colección Jordi Maseras Bover reúne la producción de diferentes fotoperiodistas que trabajaron para un medio especializado en deportes náuticos, la revista *Yate & Motonáutica*. Su actividad abarca aproximadamente doce años de documentación gráfica, que aporta información de gran valor histórico y cultural dentro de un espacio determinado. El presente artículo recoge el proceso de recuperación de la colección, llevado a cabo entre los años 2018 y 2019 durante la estancia en prácticas en el *Museu Marítim de Barcelona* y en la *Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya* (ESCRBCC), centrado en el estudio y tratamiento de desinfección de un total de 4.000 copias fotográficas en color y blanco y negro, a partir de dos metodologías de trabajo.

**Lorena Soria Iñiguez.** Titulada Superior en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en la especialidad de Documento Gráfico por la ESCRBCC. Graduada en Historia del Arte por la Universidad de Barcelona. [soriainiguez.lorena@gmail.com](mailto:soriainiguez.lorena@gmail.com)

**Palabras Clave:** Jordi Maseras Bover, microorganismos, náutica deportiva, tratamiento de fondos fotográficos, aceites esenciales, anoxia.

**Fecha de recepción:** 27-09-2019 > **Fecha de aceptación:** 09-10-2019

**HISTORIA DE LA COLECCIÓN<sup>1</sup>**

La colección reúne la producción de un medio especializado en deportes náuticos, la revista *Yate & Motonáutica*, de la cual fue Jordi Maseras Bover director. La conforman miles de fotografías provenientes del sector de la edición, publicaciones especializadas en náutica deportiva de motor y vela, tanto de competición como de recreo. Dentro de una cronología comprendida entre los años 1969 y 1983, se hace evidente una evolución técnica, la sustitución de unos materiales por otros y, en definitiva, cómo influyeron las maneras de ver aquello que se quiere documentar.

Una práctica habitual entre los profesionales de la editorial era almacenar las copias destinadas a la edición en diferentes archivadores metálicos colgantes. Una vez enviadas al maquetista gráfico, se devolvían a la revista y se acumulaban en sobres de laboratorio dentro de cajas de cartón. Alrededor de 1983, la revista fue vendida a la multinacional inglesa Haymarket. La nueva sociedad, que comenzaba a generar archivos nuevos, no le daba a las anteriores copias fotográficas una importancia histórica porque se trabajaba con un material que tenía una caducidad de veinte días. Entre aquellos materiales, había fotografías de Jordi Maseras Bover, quien consideró que no tenía que borrarse el legado de una colección que testimoniaba la motonáutica catalana y española. Por consiguiente, la colección pasó a formar parte de su legado.

Después de trasladar la colección hasta a seis localizaciones diferentes, en 1999 decidió vivir en Tordera. Pero, a causa de las obras de la casa, las cajas de cartón que conformaban la colección fueron a parar al lavadero de un familiar en Mataró, situado al lado del mar. Una vez finalizadas las obras del inmueble, en el año 2014, decidió trasladar la colección de manera definitiva a Tordera, a un desván sin humedad. En el momento de su recogida, la familia se enteró de la existencia de numerosas filtraciones de agua situadas en la cubierta. Durante casi quince años las fotografías estuvieron almacenadas sin ningún tipo de supervisión. De hecho, nunca se abrieron las cajas desde el primer traslado al Eixample de Barcelona, en el año 1983, hasta la llegada a Tordera. Las fo-



tografías más antiguas estuvieron guardadas en cajas desde 1970, es decir, un total de 50 años. Pero, considerando que hacía muchos años que tenía las fotografías en mal estado, decidió realizar una donación en 2015 al *Museu Marítim de Barcelona*; institución que luchó para la recuperación del patrimonio fotográfico sobre náutica de la mano de la conservadora Sílvia Dahl.

<sup>1</sup> Este artículo ha sido traducido del original en catalán al castellano por Elena Álvarez Benet, alumna de cuarto curso de la especialidad de Conservación y Restauración de Documento Gráfico de la ESCRBCC.

<sup>2</sup> El bromuro de plata se obtiene a partir de la solución acuosa de nitrato de plata en una solución tibia de gelatina, que contiene en su interior bromuro de potasio y amonio. La mezcla de estos componentes genera una reacción que forma una suspensión blanquecina que surge durante el proceso de maduración, cuando se calienta durante horas la mezcla para recombinar los cristales de bromuro de plata y así aumentar su dimensión y morfología y hacerla más sostenible.

<sup>3</sup> El papel RC consiste en un papel recubierto en ambas caras por una película de polietileno. La cara encargada de sustentar la emulsión, está recargada por un pigmento blanco de dióxido de titanio.

<sup>4</sup> FUENTES DE CÍA, A. M.; RO-BLEDANO ARIILLO, J. "La identificación y preservación de los materiales fotográficos". En: DEL VALLE GASTAMINZA, F. (ed.) *Manual de documentación fotográfica*. Madrid: Síntesis, 1999, p. 54.

<sup>5</sup> Se basa en la capacidad de ciertos compuestos químicos, llamados acopladores de colorantes, de reaccionar con el revelador oxidado y formar colorantes de color a partir de un mínimo de tres capas superpuestas de amarillo, magenta y cian que se sintetizan durante el revelado. Cada una de las capas está formada por un copulante o acoplador transparente, que formará cada tinte amarillo, magenta y cian, y por haluros de plata: es decir, los colores no se encuentran en la emulsión durante la exposición de la luz sino que se generan químicamente al baño de procesamiento.

## PRIMERA REVISIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

El mes de febrero de 2018 Diego Yriarte, fotógrafo con una gran experiencia en náutica de competición y recreo, fue contratado en el MMB para catalogar el fondo Jordi Maseras. Por consiguiente, en el momento de extraer el fondo del depósito para realizar la primera recogida de información, se detectó una infección.

Durante cinco meses se extrajeron las fotografías de las cajas de archivo donde se encontraban para poder ser catalogadas, cambiando los parámetros de temperatura y humedad relativa ambiental a intervalos muy superiores a los del depósito. Se efectuó una visita al depósito para valorar su estado de conservación y plantear un tratamiento de manera rigurosa y sistemática, dado que tanto el tratamiento de desinfección como la catalogación se debían llevar a cabo entre febrero y junio del año 2018.

Entre ambos, y con la implicación de la conservadora-restauradora Esther Llorca y la conservadora y responsable del archivo Sílvia Dahl, se inició un trabajo de recuperación del fondo, partiendo de la detección de las necesidades que presentaba la colección que se consideraron, a priori, indispensables. Para su detección se planificó una primera metodología de trabajo que tenía que servir para conocer mejor la colección y aquello que se quería desinfectar. Se inició con una primera fase de estudio que abarcaba la investigación sobre su propia historia, materiales constituyentes y su estado de conservación. Después, se procedió a la identificación de los agentes biodeterioradores, a la revisión de todas las referencias bibliográficas sobre tratamientos de desinfección y a una fase analítica, hasta llegar al tratamiento de desinfección.

## DESCRIPCIÓN DEL FONDO MATERIALES CONSTITUYENTES

Las primeras fotografías destacan por ser una producción en blanco y negro, realizadas a partir de 1969. El proceso utilizado es de revelado químico, conocido como a gelatina DOP (*Developing-Out Paper*) o papel al gelatinobromuro de plata,<sup>2</sup> que destaca por contener la imagen suspendida en una emulsión de gelatina. Gran parte de la colección, un total de 1.059 fotografías, está integrada por copias sobre papel baritado, una capa intermedia entre el soporte y la emulsión que tenía la función de aislarla de las impurezas del papel y aumentar la riqueza y el contraste tonal en la imagen final.

A partir de 1968, época en la cual se inscribe la totalidad de la colección, las empresa comercial Eastman Kodak comienza a introducir en el mercado los papeles *resin-coated* (RC),<sup>3</sup> conocidos en Europa como papeles fotográficos de polietileno (PE). La revista continuó usando papel baritado pero también comenzó a introducir este nuevo soporte, identificado en un total de 430 copias. Si un papel baritado necesitaba un lavado de 30 a 60 minutos para liberar las fibras de papel de las sustancias químicas absorbidas durante el tratamiento, al impermeabilizar el soporte se redujo considerablemente el tiempo.<sup>4</sup>

Entre las fotografías de los primeros años también destaca la fotografía en color, en concreto de revelado cromógeno,<sup>5</sup> surgida en el año 1934 con la aparición de la película de capas múltiples o *tripack*-Kodachrome®, a raíz de la necesidad de solucionar varios problemas técnicos para conseguir una reproducción fiel de los colores. Como se pudo observar en blanco y negro, el papel baritado, lejos de caer en desuso siguió usándose masivamente; también el revelado cromógeno, ya que se identificó un total de 147 copias. Sin embargo, el

papel RC con película de polietileno (PE), se ve representado en los últimos años de la colección por un total de 105 copias.

MARCAS COMERCIALES IDENTIFICADAS	
<b>Papel fotográfico B/N</b>	
Agfa®	- Agfa® papel blanco y negro baritado - Agfa® papel blanco y negro RC
Kodak®	- Kodak® papel blanco y negro RC
Otras	- Negra®, Mimosa Kiel®, Valca® y Polaroid®
<b>Papel fotográfico color</b>	
Agfa®	- Agfa® papel color FB (1935-actualidad) - Agfacolor® papel RC (ca. 1970-actualidad) - Agfa Prestige Paper® papel color RC
Fuji®	- Fujicolor® papel RC
Kodak®	- Kodak® papel color RC (1942-actualidad) - Kodakcolor® papel color FB (1968-actualidad)

## LA PECULIARIDAD DE LA COLECCIÓN

Una característica inherente en este tipo de fotografía es la manipulación directa sobre el soporte. **1** [pág. 93] Antes de que las técnicas digitales se impusiesen, el procedimiento de trabajo condicionaba la preservación de las copias, dado que comportaba unas exigencias técnicas. La fotomecánica y composición, ante la inmediatez de los plazos de publicación, manipulaba las fotografías de manera poco cuidadosa, hecho que iba en detrimento de los procesamientos exigentes o de la protección de los materiales a intervenir directamente sobre los originales. Las copias presentan anotaciones en el reverso, **2** [pág. 93] mecanografiadas y manuscritas, escritas directamente sobre el soporte o adheridas en etiquetas o papeles con adhesivo. Solían ser esquemas e instrucciones para la fotomecánica y el diseño gráfico, como marcas de encuadre o tantos por ciento de ampliaciones o reducciones; aunque aportan gran información sobre las imágenes, condicionan el estado de conservación.

Otra característica es el gramaje del papel. El número de copias de peso normal FB (papel fino) es superior a las de doble peso (más grueso). En fotografía de revelado, lo más frecuente era utilizar un papel con un cierto grosor para aportar una resistencia que impidiese su enroscamiento y el surgimiento de arrugas. Pero, en fotoperiodismo, el papel de peso normal permitía al maquetista gráfico y diseñador de la imprenta marcar por transparencia sobre mesa de luz las diferentes indicaciones necesarias para las tareas de la fotomecánica útiles para el grabador.

## ESTADO DE CONSERVACIÓN

Es imprescindible investigar entorno a su procedencia para entender su estado de conservación y llevar a cabo una buena desinfección. Desde su creación en la revista hasta su conservación en el depósito del archivo, la colección ha sido trasladada a nueve localizaciones diferentes. Cada una presenta unas características particulares que determinan diferentes orígenes y mecanismos de los agentes de alteración. **3-7** [pág. 93 y 94]

Las dos últimas localizaciones antes de su donación, Mataró y Tordera, parecen ser las causantes de las alteraciones más

graves. La HR, los contaminantes y los productos químicos residuales son factores decisivos en la conservación del patrimonio fotográfico. Las copias se almacenaban separadas en diferentes cajas, distribuidas en su interior sueltas o dentro de sobres que albergaban diferentes técnicas fotográficas, amontonadas con una cierta organización aparente. Se conservaban en sobres de editorial de papel *kraft*, papel Manila®, fundas de plástico Zip® y Mylar®, hojas en blanco y sobres de imprenta. A su vez, las cajas se habían apilado unas sobre las otras, ejerciendo mucha presión. Tanto el papel como el cartón son materiales poco adecuados, dado que emanan ácidos orgánicos y peróxidos oxidantes que migran al conjunto de fotografías. Los plásticos desprenden gases que provocan reacciones químicas y un posterior deterioro irreversible.

Cada uno de estos factores puede actuar de forma individual o en conjunto, pero, si las condiciones ambientales lo favorecen, el vehículo que los convierte en altamente activos es la elevada HR, en este caso la inundación puntual en el lavadero de Mataró. Necesitan una temperatura de 10-15°C y una baja HR de almacenaje, entre el 30 y el 40%, para su estabilidad. En invierno es probable que la temperatura llegase a los 9°C y, con una falta de circulación del aire en el interior de las cajas y las posteriores filtraciones de agua por goteo y capilaridad, la HR ambiental subió probablemente al 70% o al 100%, siendo en el interior de las cajas superior al 70%, hecho que posibilita el surgimiento del ataque fúngico. Con un contenido de agua fijo, la disminución de la temperatura provoca la saturación y condensación, a causa del rápido aumento de la HR, propiciando el desarrollo fúngico. En cambio, en verano, la temperatura va acompañada de oscilaciones que pueden afectar a las dimensiones y propiedades mecánicas de los componentes orgánicos. La velocidad de las reacciones químicas aumenta con una temperatura elevada, sobre todo en papel, aglutinantes y algunos colorantes, y el calor, junto con la humedad relativa elevada, también incentiva el crecimiento fúngico.

La aparición de humedad provoca que el papel, el cartón, algunos barnices y adhesivos puedan desprender gases contaminantes como el formaldehído, un derivado del metano que interacciona con la proteína de la gelatina y provoca su reticulación y posterior formación de nuevos ácidos orgánicos. En el caso concreto de los recubrimientos con plásticos, estos se adhieren a las emulsiones dificultando su separación.

La presencia de agua acompañada de un componente salino permite el surgimiento de reacciones químicas aceleradas. Tomando en consideración la elevada concentración que contienen las fotografías, es probable que el crecimiento fúngico no surgiese en el lavadero de Mataró sino en el desván de Tordera. En el caso de haber surgido, su crecimiento sería más lento. Las sales procedentes del terreno, que ascienden por filtración y penetran por capilaridad, y del agua de la lluvia, son sales hidrosolubles correspondientes a cloruro de sodio (NaCl), muy comunes en la tierra y en el mar. En el momento del traslado al ático de Tordera, la HR disminuyó y, como consecuencia, resultó el proceso de precipitación de la sal, resultado de la evaporación del agua en la que se encuentran disueltas. La temperatura se incrementó y, por cada 10°C de aumento, se duplicó la velocidad de las reacciones químicas. El calor, junto con la disminución de la HR, tiene como consecuencia el resecaimiento, retracción, endurecimiento y friabilidad del papel, de los adhesivos y de los aglutinantes.

### HONGOS EN EL PATRIMONIO FOTOGRÁFICO

Las primeras etapas de la formación del micelio se realizan gracias a las reservas contenidas, pero estas se agotan rápidamente y necesita incorporar al sustrato materia orgánica

esencial para su desarrollo. Entre los componentes fotográficos existe una serie de sustancias orgánicas que se convierten en su principal fuente de subsistencia.

La celulosa es la principal fuente de carbono<sup>6</sup> y se puede ver afectada mediante la hidrólisis a partir de enzimas complejos de celulasa con producción de glucosa. Las hemicelulosas, compuestos asociados a la celulosa, pueden sufrir un proceso de descomposición por la adición de los elementos del agua. El segundo componente es la gelatina, constituida por proteína; se alimentan de ella para extraer carbono y nitrógeno mediante una reacción de hidrólisis enzimática<sup>7</sup> que debilita la capa de la imagen y puede destruirla completamente. Son capaces de dividir sus moléculas y llegar a metabolizar un único aminoácido, pero esta actividad parece ser constante con la presencia de bacterias. Varios estudios demuestran que su presencia también se puede localizar en los sensibilizadores, sulfurados o reductores como el tiosulfato, y en los retardantes, clasificados como ácidos nucleicos o fracciones de estos, presentes en los tejidos de los cuales se extrae la gelatina. Por último, el plástico es el material más resistente a un ataque biológico a causa de la longitud de la cadena del polímero pero, en condiciones favorables y con presencia de plastificantes,<sup>8</sup> puede convertirse en una excelente fuente de nutrientes.

Los daños más evidentes son las alteraciones cromáticas, manchas de diferente coloración y morfología que varían en función de los pigmentos y de las sustancias químicas del sustrato, de la especie del hongo y de los factores que influyen en su desarrollo. Pueden provocar una opacidad y textura mate en emulsiones brillantes hasta degradar la gelatina y, cuando no se interviene inmediatamente, esta se altera con la consiguiente fragilidad y desprendimiento del soporte.

### TOMA DE MUESTRAS DE LOS AGENTES BIODETERIORADORES

El protocolo para combatir una infección se inició identificando los agentes causantes de la biodegradación y determinando el riesgo que suponen para su conservación y para la salud. Se tomaron muestras en seco en un total de seis fotografías,<sup>8</sup> [pág. 96] tres en color y tres en blanco y negro, procedentes de diferentes sobres, mediante hisopos de algodón estériles Deltalab® protegidos con un tubo de polipropileno, que permite el transporte y el aislamiento de muestras microbiológicas. Puntualmente se cogió, con previa autorización, una muestra directa en las esquinas. Una vez realizada la toma de muestras se realizó el cultivo en el laboratorio de ciencias de la ESCRBC, depositadas de manera individualizada en placas de Petri con caldo de cultivo de agar Rosa de Bengala con cloramfenicol. Finalmente, los medios de cultivo se dejaron en incubación durante ocho días a 27-30°C. Después del tiempo de incubación, se observaron diferentes crecimientos fúngicos concentrados en puntos determinados del medio. Todas las muestras presentaron una distinción morfológica y cromática debida a la contaminación de más de un hongo invasor, probablemente presente en la mayoría de copias, identificados como *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium* y *Chaetomium*, contabilizándose hasta doce UFC.<sup>9</sup> [pág. 96]

### ESTADO DE LA CUESTIÓN

#### TRATAMIENTOS DE DESINFECCIÓN APLICADOS EN COPIAS FOTOGRÁFICAS DE REVELADO QUÍMICO

Durante la investigación documental para encontrar un tratamiento eficaz, se observó la escasez de publicaciones referentes al tratamiento de microorganismos en fotografía y el poco interés suscitado. Miguel J.L. Lourenco y José Paulo Sampaio<sup>10</sup> abrieron una discusión sobre la limitación de la in-

<sup>6</sup> MATE, D.; SCLOCCHI, M. C.; RUGGIERO, D. "I materiali fotografici e il loro deterioramento biologico". *Kermes*. Vol. 47 (2002), nº 36, p. 47.

<sup>7</sup> *Ibid.*

<sup>8</sup> Los plastificantes son compuestos orgánicos que, añadidos a un polímero, modifican más o menos permanentemente algunas propiedades químicas y físicas, como la flexibilidad, la friabilidad, la extensibilidad o la resistencia mecánica.

<sup>9</sup> Unidades Formadoras de Colonias (UFC).

<sup>10</sup> LOURENCO, M. J. L.; SAMPAIO, J. P. "Microbial deterioration of gelatin emulsion photographs: A case study". *Topics in Photographic Preservation* (2007), vol. 12, p. 19-34.

clusión de biocidas en emulsiones fotográficas a causa de la escasa información proporcionada por los fabricantes de los mismos materiales fotográficos y en relación con la variabilidad de los hongos encontrados en patrimonio fotográfico. Se han usado productos tóxicos que, a pesar de retardar el deterioro, resultan un peligro para el ser humano. Además, pueden reaccionar con los materiales, variar sus propiedades fisicoquímicas y provocar el surgimiento de graves efectos secundarios después de su aplicación.

<sup>11</sup> VALENTÍN, N. "Biodeterioro de libros y documentos, en el libro". En: MUIÑA ÁLVAREZ, I. (coord.) *Conservación Preventiva y Plan de Gestión de Desastres en archivos y bibliotecas*. Madrid: Ministerio de Cultura. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, 2010, p. 31.

<sup>12</sup> MATE, D.; SLOCCHI, M. C.; RUGGIERO, D. "I materiali fotografici...", p. 47.

<sup>13</sup> *Ibid.*, p. 44.

<sup>14</sup> LAVÉDRINE, B. *La conservation des photographies*. Paris: Preses du CNRS, 1990, p. 161.

<sup>15</sup> CSILLAG PIMSTEIN, I. *Conservación de Fotografía Patrimonial*. Santiago de Chile: Centro Nacional de Conservación y Restauración-DIBAM, 2000, p. 80.

<sup>16</sup> El protocolo de 1987 estableció un calendario para la retirada profesional de los compuestos peligrosos.

<sup>17</sup> LAVÉDRINE, B. *Les collections photographiques. Guide de conservation préventive*. Paris: Arsag, 2000, p. 163.

<sup>18</sup> TOMŠOVÁ, K.; ĐUROVIC, M.; DRÁBKOVÁ, K. "The effect of disinfection methods on the stability of photographic gelatin". *Polymer Degradation and Stability* (2016), nº 129, p. 2.

<sup>19</sup> *Ibid.*

<sup>20</sup> LUCAS, C.; DÉNIEL, F.; DANTIGNY, P. "Ethanol as an Antifungal Treatment for Silver Gelatin Prints: Implementation Methods Evaluation". *Restaurator. International Journal for the Preservation of Library and Archival Material*. Vol. 38 (2017), nº 3, p. 239.

<sup>21</sup> LAVÉDRINE, B. *Les collections photographiques...*, p. 163.

<sup>22</sup> En el Boletín Oficial del Estado número 20 del día 24 de enero de 1984, se establecen como sustancias tóxicas usadas como pesticidas el bromuro de metilo, considerado peligroso que afecta a los papeles fotográficos.

<sup>23</sup> LAVÉDRINE, B. *Les collections photographiques...*, p. 120.

<sup>24</sup> KROMER, R. *Deterioration and Conservation of Photochemical Material*. Seminario: Elías Querejeta Zine Eskola, Donostia (San Sebastián), 21-25 de enero 2019.

<sup>25</sup> *Ibid.*

<sup>26</sup> GUYNOT, S. "Screening for Antifungal Activity of Some Essential Oils Against Common Spoilage Fungi of Bakery Products". *Food Science and Technology International*. Vol. 11 (2005) nº 1, p. 26.

#### **Óxido de etileno**

Uso de dióxido de carbono, nitrógeno o hidroclorofluorocarbono como gas inerte para disolver el óxido de etileno.

**Consecuencias:** Reacciona con proteínas (alquilación), sales y celulosa.<sup>11</sup> Desorción difícil y lenta en materiales plásticos (polietileno, acetato y poliestireno).

Acortamiento de la cadena de gelatina, retracción del nitrato de celulosa y desprendimiento de la albúmina y la caseína.<sup>12</sup>

En contacto con los cloruros de las copias se forma cloruro de etileno,<sup>13</sup> extremadamente tóxico. El dióxido de carbono puede polimerizar con el óxido de etileno,<sup>14</sup> la mezcla bajo presión no se mantiene homogénea y se corre el riesgo de una inyección excesiva y reacciones secundarias.

#### **1,1,1- tricloroetano**

**Consecuencias:** No aconsejable en colecciones gravemente afectadas y debilitadas, facilidad de disolución de la imagen. Sustituido por el tricloroetileno<sup>15</sup> en el Protocolo de Montreal<sup>16</sup> en el año 1996.

#### **Caearquityl BE2®**

**Consecuencias:** Amonio cuaternario retirado del comercio. Uso de la nebulización de formaldehído como alternativa para desinfectar instalaciones.

#### **Fluosilicato de zinc y Hyamine 1622®**

**Consecuencias:** Los amonios cuaternarios aplicados por inmersión en solución acuosa provocan daños graves si los microorganismos han solubilizado previamente la gelatina. El Hyamine 1622® reacciona con el colorante cian.<sup>17</sup>

#### **Tratamiento físico: rayo X, radiación UV, microondas y gamma**

**Consecuencias:** Efectos acumulativos y secundarios (despolimerización), acortamiento de la cadena de gelatina y disminución de la viscosidad.<sup>18</sup> Los materiales celulósicos se vuelven más hidrófilos.

#### **Vapores de Butanol**

**Consecuencias:** Presenta un menor riesgo.<sup>19</sup> Poco estudiado.

#### **Etanol 99% y agua (70:30) y (80:20)**

Por contacto directo y vaporización

**Consecuencias:** Por contacto directo, los tiempos más largos aumentan las posibilidades de inactivación. Por vaporización, el micelio y los conidios son desactivados, pero no bastante para evitar el crecimiento y la germinación.<sup>20</sup> El uso del agua provoca la solubilización de la gelatina y de los colorantes.

#### **Derivados del fenol<sup>21</sup> Timol, ortofenilfenol**

**Consecuencias:** Poca acción sobre las esporas. Malogra la colección.

#### **Bromuro de metilo**

**Consecuencias:** Retención e interacción con materiales orgánicos.<sup>22</sup> Sustituido por la anoxia o la congelación al Protocolo de Montreal en el año 1995.

#### **Formaldehído**

**Consecuencias:** Reacciona con las proteínas. Incompatible con color.<sup>23</sup>

#### **Isopropanol 99,9%**

**Consecuencias:** Disuelve la capa amarilla de Kodachrome® y algunos colorantes.<sup>24</sup>

#### **Etanol 99%**

**Consecuencias:** Se utiliza para eliminar hongos y cristales formados en el aglutinante. Disuelve el plastificante de triacetato.<sup>25</sup> Evitar el etanol 96%, contiene agua y deja residuos en forma de velo blanco.

#### **Aceite esencial Linalool®**

**Consecuencias:** Modifica el pH en soportes celulósicos<sup>26</sup> a niveles muy bajos durante una exposición de 20 días, tiempo necesario para inhibir el crecimiento fúngico. En concentraciones elevadas, surge el riesgo de degradación.

## METODOLOGÍA Y PRIMER TRATAMIENTO EN EL MMB

Fue muy complicado encontrar un tratamiento adecuado a la fotografía en caso de emergencia y, en consecuencia, durante el tratamiento de desinfección se optó por el menos tóxico no extraído de la bibliografía sino a raíz de los consejos de la conservadora-restauradora Esther Llorca y de las últimas investigaciones de Reto Kromer, antiguo director del *Swiss National Film Archive*.

Nieves Valentín,<sup>27</sup> bióloga del Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE), considera el etanol como el tratamiento más efectivo y menos tóxico de todos los químicos expuestos, pero la efectividad tiene relación con la inclusión de agua en proporciones 70:30 o 80:20. El agua provoca que se excite la pared celular y permita el paso del etanol en el interior disolviendo los lípidos, desnaturalizando las proteínas y alterando la producción de enzimas. En concentraciones puras, al 100%, el carácter fungicida es menor y tendría más un carácter fungistático, es decir, puede suspender el crecimiento, el desarrollo y la germinación de las esporas pero no los puede prevenir o eliminar totalmente. Sin embargo, manifiesta que para aumentar la eficacia es recomendable aplicar un 0,1% de ortofenilfenol en la solución. Pero, según Bertrand Lavédrine, se desaconseja en fotografía porque malogra las emulsiones.

En una entrevista realizada a Lénia Oliveira Fernandes, conservadora y restauradora del *Netherlands Fotomuseum*, se llegó a la conclusión que, sin agua, el etanol no puede actuar en profundidad; pero, en la mayoría de zonas afectadas de la colección, la gelatina ha desaparecido dejando sin protección los colorantes, como en el caso de la colección Jordi Maseras. Además, May-Lou Florian<sup>28</sup> manifiesta que un exceso de agua podría causar la interrupción física de coloides, es decir, su solubilización y desaparición. En relación con este punto, Reto Kromer destaca el uso de etanol 99% sin inclusión de agua como un agente de desinfección efectivo en materiales fotoquímicos, que podría ser idóneo en colecciones delicadas por la posible solubilidad de los colorantes.

El tratamiento se basó en una primera limpieza mecánica con el aspirador con filtros *High Efficiency Particulate Air* (HEPA) para eliminar el polvo, las esporas y la suciedad, y la aplicación de etanol absoluto 99% (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O) localmente por impregnación con un hisopo de algodón hidrófilo y paletina de pelo de cabra suave, a base de pequeños toques, retirando el exceso de humedad y evaluando la eficacia del tratamiento. La actuación fue caja por caja: primero, el contenido de una caja se desinfectó, en el espacio condicionado de forma temporal de la primera planta del taller de Conservación y Restauración del MMB, porque las copias pudieran ser manipuladas con seguridad en el Departamento de Investigación y Colecciones. Una vez catalogada se devolvió para realizar una segunda aspiración y su acondicionamiento con material de conservación, basado en dos sistemas de protección individual dentro de un contenedor de conservación.

Mientras se inició el tratamiento de desinfección con etanol, Sílvia Dahl motivó a hacer varios ensayos para abrir nuevas vías de estudio en referencia al uso de productos no tóxicos en patrimonio fotográfico y dio un total de 200 fotografías de la colección, descartadas por su grave estado de conservación, para ser trasladadas a la ESCRBCC con el objetivo de encontrar un tratamiento no tóxico y eficaz.<sup>29</sup>

En relación con este punto, se estableció una segunda metodología de trabajo más enfocada a la investigación, apoyada por el uso de más técnicas analíticas y la ayuda de grandes especialistas mediante entrevistas. Gracias a la posibilidad de

establecer una nueva metodología se ampliaron los objetivos y se perfiló la hipótesis de nuestro trabajo, ya no solo dedicado a encontrar un tratamiento eficaz sino a considerar que: el uso del aceite esencial de clavo en atmósferas transformadas por anoxia puede actuar como fungicida y erradicar la infección por hongos en copias fotográficas dentro del tiempo estimado. Se quiso experimentar con los extractos naturales porque hay pocas investigaciones en este ámbito patrimonial.

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS: OBSERVACIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL HONGO

Para poder llevar a cabo cualquier tratamiento en una fotografía, es necesario entender la interacción de los microorganismos con los materiales que la constituyen. Para el estudio, se optó por utilizar las fotografías descartadas de la colección debido al grave estado de conservación. **10** [pág. 99]

### MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE RASTREO (SEM)

Se analizaron dos muestras **11** [pág. 99] correspondientes a las técnicas principales de la colección, una fotografía en blanco y negro y otra en color. Se determinó en ambas la presencia de un film, o retícula, continuo en superficie pero, a pesar de corresponder a los mismos hongos, el comportamiento de alteración es diferente en cada una. Es decir, tienen una composición química diferente que ha hecho que su desarrollo no sea igual. Si bien los microorganismos en fotografías en color logran una profundidad en la emulsión que no llega a 2 µm de grosor, en fotografías en blanco y negro es superior en algunos puntos de la muestra, **12** [pág. 99] llegando a visualizarse el papel y la barita en la zona de la emulsión. El análisis puntual en fotografías en blanco y negro da un espectro que permite identificar la presencia de barita (Ba) y sal (NaCl), esta última de concentración inferior en fotografías en color.

En las fotografías en blanco y negro se observa una ramificación identificada como gelatina, con concavidades circulares que podría ser resultado de una actividad microbiana propia de las bacterias y no de la aparición de las hifas. Se observa un crecimiento fúngico que no ha ido más allá, una fenomenología totalmente diferente en las fotografías en color. Sin embargo, las perforaciones podrían responder al ácido polihidroxiburtrítico (PHB),<sup>30</sup> un polímero perteneciente a la clase de los poliésteres producido por ciertos microorganismos, como producto de asimilación del carbono a partir de glucosa o almidón, y que es empleado por los microorganismos como almacenamiento de energía para su metabolismo en el momento en que otras fuentes de energía no están disponibles. Esta hipótesis podría ser confirmada por el hecho de que los hongos en fotografía en blanco y negro no muestran una reproducción como sí lo hacen en las de en color.

### RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA INVISIBLE:

#### FOTOGRAFÍA ULTRAVIOLETA (UV)

El estudio morfológico y cromático de los microorganismos ha podido evidenciar una diferencia importante entre las degradaciones presentes en fotografía en color y en blanco y negro. Comparten un patrón, tanto de localización como de morfología de la infección, caracterizado por la pérdida de la gelatina y del colorante total o parcial por los márgenes perimetrales,<sup>31</sup> que correspondería a una primera fase, cuando las fotografías se mojan en el lavadero. Sin embargo, en fotografías en color se observa otra morfología, dispersa y de pigmentación más oscura, que prácticamente no altera la emulsión. Se trata de una segunda proliferación fúngica localizada en toda la emulsión, con un grado de infestación biológica más activa que la otra morfología. **13** [pág.100]

Se confirmaría así que no se trata de un crecimiento conti-

<sup>27</sup> VALENTÍN RODRIGO, N.; GARCÍA ORTEGA, R. "El biodeterioro en el museo". *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*. Vol. 164 (1999), nº 645, p. 85-107.

<sup>28</sup> FLORIAN, M.-L. "Water, heritage photographic materials and fungi". *Topics in Photographic Preservation* (2003), vol. 10, p. 60-73.

<sup>29</sup> Como manifiesta Luis Pavão, cualquier responsable de una colección tiene que saber distinguir entre una intervención que se realiza porque el objeto verdaderamente la necesita o una otra motivada por la voluntad de llevar a cabo una medida práctica: hay muchas copias sin valor que podemos utilizar para la experimentación.

<sup>30</sup> BONARTSEV, A. [et al.]. "New Trends in Polymers". En: ZAIKOV, G.E.; GOLOSHCHAPOV, A.N.; LOBANOV, A.V. (eds.) *Progress in Organic and Physical Chemistry. Structures and Mechanisms*. New York: Apple Academic Press, 2013, p. 186.

<sup>31</sup> Hay que hacer hincapié en que las fotografías se encontraban unidas en bloques compactos dentro de sobres que ejercían cierta presión.

nuado sino producido por constantes cambios de temperatura y HR a lo largo de los diferentes estadios y localizaciones, que actúan sobre un fondo que proviene de diferentes casas fotográficas, laboratorios y técnicas. El primer crecimiento fúngico pudo surgir durante el periodo de localización en el Maresme y el segundo en Tordera pero, a causa de la gran cantidad de concreciones salinas encontradas en el análisis multipuntual en microscopía electrónica de rastreo (SEM), se podría evidenciar un primer origen en Tordera y un posible nuevo crecimiento durante el traslado al MMB, donde se paró en el depósito el proceso de degradación a 18°C y 50% de HR.

#### RESULTADOS

Se podría afirmar que la primera actividad fúngica, identificada en ambas copias, correspondería a aquellos crecimientos más matizados y con degradaciones más antiguas, visualizándose, incluso, el papel por el anverso. En la segunda actividad, localizada únicamente en fotografías en color, se observarían las diferentes colonias sobre la superficie pero sin mostrar importantes degradaciones en la emulsión; por el contrario, sí que llega a alterar la legibilidad a causa de la gran cantidad de unidades formadoras de colonias. En las copias fotográficas en blanco y negro, los hongos identificados no tienen pigmentación, a diferencia de las copias en color, que muestran una tonalidad entre verde oliva y marrón. <sup>14</sup> [pág. 100]

En fotografías en blanco y negro, los hongos no han encontrado las capacidades idóneas para desarrollar la función de esporulación y un segundo crecimiento fúngico. A pesar de estar mezcladas con fotografías en color en la misma caja, podría ser consecuencia de un posible componente o procesamiento que diferencie un procedimiento del otro. Si nos fijamos, <sup>15</sup> [pág. 100] presentan un procesamiento de laboratorio más deficiente y un fuerte olor a azufre. La urgencia para

entrar a la imprenta, generaba que muchas copias se procesaran rápidamente y sin un lavado a fondo, lo que dejaba a los materiales cargados de residuos químicos, sobre todo de fijador (hiposulfito). Esta degradación es más frecuente en copias de papel barita FB y de doble peso que en copias RC, conformada la gran mayoría por copias en color, dado que tienen un lavado más difícil. Sería interesante profundizar en el estudio de esta hipótesis mediante analíticas más específicas y la revisión de más material.

Investigaciones previas, en relación con el deterioro fúngico en materiales fotográficos, determinaron que la plata<sup>32</sup> a causa de su naturaleza inorgánica, no cumple como nutriente. Demostraron que el crecimiento fúngico fue identificado con mayor intensidad en las zonas claras, donde las partículas de plata metálica son más reducidas. En el caso del color, sobre todo en las cromogénicas, por el hecho de tener tintes orgánicos de azometina, las áreas oscuras tienen una mayor concentración de todos los colorantes presentes en la emulsión y las zonas blancas o claras tienen menos cantidad. En la colección, no se visualiza una diferenciación entre las áreas oscuras y las áreas claras en ambos procedimientos pero, el nivel de ataque en color es superior. La gelatina, en fotografías en blanco y negro, una vez atacada no perdura pero la materia formadora de la imagen se mantiene más estable, a diferencia de las copias en color, que contienen una mayor fuente de nutrientes y pueden perder la totalidad de los colorantes, una vez se ha disgregado la gelatina.

Hay factores que impiden una interpretación directa de estos resultados. Es decir, las diferentes tipologías y antigüedad de los materiales fotográficos no permiten realizar una comparación con un resultado fiable. Aun así, se evidencia que el grado de deterioro no vendría únicamente por el tipo de técnica o emulsión sino también por el material del soporte.

#### SEGUNDO TRATAMIENTO: ANOXIA Y ACEITE ESENCIAL EN LA ESCRBC

Nieves Valentín<sup>33</sup> evaluó la efectividad de la anoxia con nitrógeno y obtuvo resultados que le permitieron demostrar que es un método inhibitorio que no erradica el crecimiento fúngico, pero imposibilita su multiplicación y la excreción de metabolitos. No produce alteraciones fisicoquímicas en el soporte y el uso de gases inertes no afecta a los materiales orgánicos que forman las obras a tratar. La anoxia se crea en un espacio (bolsa o cámara) herméticamente cerrado y no transpirable, del que se extrae el oxígeno (los niveles de oxígeno óptimos son por debajo del 0,1%-0,2%) haciendo pasar un gas inerte como el nitrógeno o el argón.<sup>34</sup> Para conseguir la desinfección tiene que haber la acción combinada de temperatura, HR, una baja concentración de oxígeno y tiempo de exposición.

En 2011, el Instituto del Patrimonio Cultural de España en colaboración con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), inició un proyecto de investigación en torno la eficacia de los productos naturales como desinfectantes.<sup>35</sup> A partir de la bibliografía revisada, y bajo el consejo de la profesora Rosa M. Rocabayera,<sup>36</sup> se consideró la posibilidad del uso de extractos naturales como método de desinfección alternativo junto con la anoxia<sup>37</sup> –para disminuir los productos químicos tóxicos utilizados como biocidas y que han demostrado no ser eficientes– y evitar el contacto directo con emulsiones de elevada delicadeza. Son sustancias volátiles y olorosas obtenidas a partir de la materia prima vegetal, por destilación, extracción con solventes o mediante una incisión. Son compuestos terpénicos que han demostrado tener una

<sup>32</sup> LOURENCO, M. J. L.; SAMPAIO, J. P. "Microbial deterioration of gelatin...", p. 26.

<sup>33</sup> VALENTÍN RODRIGO, N.; GARCÍA ORTEGA, R. "El biodeterioro en...", p. 104.

<sup>34</sup> Varios estudios manifiestan la germinación de ciertos conidios a concentraciones de oxígeno de 0,25%, siendo necesario llegar al 0,1% para reducir el ritmo respiratorio y al 0,2% para inhibirlos. Ver FLORIAN, M.-L. "Water, heritage photographic...", p. 68.

<sup>35</sup> MORALES VALVERDE, R. [et al.]. "Extractos naturales para la desinfección y desinsectación de bienes culturales. Las plantas medicinales y el patrimonio histórico". En: IPCE (coord.) *La Ciencia y el Arte. Vol. 4. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio*. Madrid: Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Subdirección General de Documentación y Publicaciones, 2013, p. 148-162.

<sup>36</sup> La profesora Rosa M. Rocabayera y la conservadora-restauradora Rosa Martínez Carrión comprobaron la parada del *Chaetomium* gracias a esta esencia. Ver MARTÍNEZ CARRIÓN, R.; ROCABAYERA VIÑAS, R. "Los aceites esenciales. Conservación preventiva en el control microbiológico". *Unicum* (2011), nº 10, p. 208-210. También, M. Alejandro Pinto Bustillos, del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural de Ecuador, demostró que el principio activo más efectivo es el eugenol, que presenta un 7.9% de rendimiento delante de las cepas de hongos. Ver PINTO BUSTILLOS, M. A. "Biodeterioro de Bienes Culturales y su control usando un biocida, a partir del *Syzygium Aromaticum*". En: ZAMBRANO BENAVIDES, I. (comp.) *V Simposio Internacional de Física y Química en Arqueología. Arte y Conservación de Patrimonio Cultural. LASMAC, 2015*. Quito: Corporación Cámara de Restauradores Museólogos del Ecuador CARMÉ, 2015, p. 305-317.

<sup>37</sup> En relación con su eficacia, Silvia Casella, investigadora en Conservación de Fotografía del Metropolitan Museum of Art de Nueva York, en su investigación demostró que se puede paliar la degradación de los colorantes de los autocromos a un ritmo muy inferior en ausencia de oxígeno, purgando con argón. Sus resultados permitieron visualizar, durante un periodo corto y en una exposición, las placas originales mediante marcos estancos anóxicos.

gran efectividad, que varía según sus características químicas, concentración y estado de crecimiento de la cepa.

Entre los extractos naturales se escogió el aceite esencial del clavo (*Eugenia caryophyllus*), un derivado fenólico que se encuentra en las hojas de la planta, en forma de bolas. Su actividad antimicrobiana se atribuye al elevado contenido de eugenol (2-metoxi-4-alil fenol) extraído del caldo, un compuesto de amplio espectro de efecto antimicrobiano.

Varios autores informaron de los resultados óptimos en la actividad antibacteriana y antifúngica del aceite de clavo en la conservación del patrimonio documental. Los conservadores del laboratorio de conservación preventiva del Archivo de la República de Cuba y el Departamento de Química de la INIFTA,<sup>38</sup> a partir del uso de diferentes valores en siete aceites esenciales, disueltos o no en etanol, obtuvieron resultados variables en la actividad fúngica, haciendo uso de cepas de hongos aislados. Demostraron que con los valores 25, 50 y 100% se incrementa la inhibición del crecimiento e incluso la esporulación, teniendo mayor eficacia la concentración de aceite esencial de clavo. Tomando en consideración la efectividad, la *Universitat de Lleida*<sup>39</sup> pudo demostrar que se trata de un aceite con una actividad antifúngica que funciona a diferentes niveles de pH (5 y 7,5). Hay que hacer una especial referencia en este aspecto dado que los conservadores Rakotonirainy y Lavédrine<sup>40</sup> observaron cómo algunos aceites esenciales como el linalool, empleado en patrimonio fotográfico y, con mayor efectividad que el clavo, son capaces de modificar el pH de los soportes celulósicos a niveles muy bajos, durante una exposición de 20 días, y la oxidación de la plata.

#### PROCESO DE REALIZACIÓN

**Manufactura de la bolsa.** Se realizó la bolsa con plástico PVDC Saranex® de baja permeabilidad. La operación se realizó con especial cuidado, dado que cualquier defecto de soldadura podría provocar dificultades para mantener una atmósfera controlada en el interior.

**Colocación de las válvulas.** Se perforaron dos agujeros circulares, de pequeño diámetro, en la cara externa del plástico para poder encajar las arandelas de las válvulas que incluyen los tubos de entrada de gas inerte y de salida de oxígeno.

**Introducción de la colección y los absorbentes de oxígeno.** Primero se introdujo en el interior de la bolsa un soporte, de pH neutro y sin pegatinas, que permitiera la disposición vertical de las fotografías y facilitara el flujo de gas inerte entre ellas; después se colocaron 6 de las 200 fotografías.<sup>16</sup> [pág. 102] El aire del interior de la bolsa contenía, aproximadamente, un 20% de oxígeno. Para conseguir una atmósfera de 0,3-0,1% de oxígeno se emplearon absorbentes de oxígeno Ageless Z®, en bolsas que contenían un polvo fino de hierro mezclado con zeolita natural impregnada con cloruro de sodio. Este polvo absorbe el oxígeno y lo transforma rápidamente en óxido de hierro mediante una reacción electroquímica a partir del electrólito de cloruro de sodio y la presencia de HR superior al 50%. Esta reacción es exotérmica y, por lo tanto, las bolsas no pueden estar en contacto directo con las piezas al liberar calor. Para controlar estos parámetros, dentro de la bolsa se introdujo un termohigrómetro para medir la HR durante el tratamiento.

**Incorporación del aceite esencial.** Se aplicó aceite esencial de clavo 100% impregnando con dos gotas (0,10 ml) un disco de algodón sobre una placa de Petri, una proporción bastante

baja que no altera el soporte ni deposita una fina película de naturaleza oleosa. Una vez introducido el aceite, se selló el lado que quedaba abierto de la bolsa.<sup>17</sup> [pág.103]

**Introducción del gas inerte.** La válvula de salida se cerró para conseguir que el nitrógeno quedara en el interior. Una vez llena, se abrió para establecer un sistema dinámico-estático que consiste en eliminar el oxígeno del interior mediante dos métodos: la purga con la introducción de un gas inerte que expulsa el oxígeno fuera de la bolsa y el uso de absorbentes de oxígeno que ayudan a mantener los valores bajos. Al conseguir una concentración de oxígeno inferior al 0,01-0,05%, se desconectó el gas y se cerraron las válvulas herméticamente.<sup>18</sup> [pág. 103]

**Control de oxígeno, temperatura y humedad.** Se controló diariamente introduciendo la aguja del oxímetro a través de un adhesivo barrera Septum® y masilla Permagum®, que permitirá detectar posibles fugas. Todos los autores coinciden en que hay una relación estrecha entre la duración de la exposición, el grado de humedad y de temperatura para que el tratamiento sea eficaz. Los valores recomendados son: 20-25°C, 30-40% HR y una exposición de 30 días.

#### RESULTADOS

Después de la desinfección, es necesario realizar un estudio de microorganismos y comparar los resultados, para comprobar la efectividad de ambos tratamientos realizados.

En las muestras de fotografías en color, a las cuales se aplicó el tratamiento con etanol absoluto 99%, ha disminuido el número de UFC casi a la mitad. En cambio, con la anoxia y el aceite esencial de clavo, se obtiene la parada de crecimiento del hongo *Alternaria* y, como la misma esencia genera defensas, también en los otros hongos al observarse una reducción de UFC a más de la mitad.

En fotografías en blanco y negro, después del tratamiento con etanol absoluto 99% no se observó un resultado significativo dado que contiene el mismo número de UFC, pero se redujo considerablemente su crecimiento, que fue más lento. En cambio, en las muestras correspondientes a la anoxia se evidenció la inactividad total de crecimiento tanto en el medio RB como MEA.

Etanol 99%		Antes del tratamiento		Después del tratamiento	
Nº registro	Medio	UFC	Identificación	UFC	Identificación
70874F Color	MEA				
	RB	12	3 <i>Cladosporium</i> 6 <i>Alternaria</i> 3 <i>Penicillium</i>	5	2 <i>Cladosporium</i> 3 <i>Alternaria</i> 1 <i>Penicillium</i>
103068F B/N	MEA				
	RB	1	<i>Penicillium</i>	1	<i>Penicillium</i>
70664F Color	MEA				
	RB	2	1 <i>Penicillium</i> 1 <i>Chaetomium</i>	2	1 <i>Penicillium</i> 1 <i>Chaetomium</i>

<sup>38</sup> Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Argentina. Ver: BORREGO, S. [et al.] "Essential oils of plants as biocides against microorganisms isolated from cuban and argentinian documentary heritage". En: *IRSN Microbiology* (2012), Vol. 2012, [en línea]: <<http://dx.doi.org/10.5402/2012/826786>> [Consulta: 15 marzo 2019].

<sup>39</sup> GUYNOT, S. "Screening for Antifungal Activity...", p. 26.

<sup>40</sup> RAKOTONIRAINY, M. [et al.]. "The Effect of Linalool Vapour on Silver-Gelatine Photographs and Bookbinding Leathers". *Restaurator. International Journal for the Preservation of Library and Archival Material*. Vol. 28 (2007), nº 2, p. 98.

Anoxia y aceite esencial		Antes del tratamiento		Después del tratamiento	
Nº registro	Medio	UFC	Identificación	UFC	Identificación
<b>70635F B/N</b>	MEA			-	-
	RB	2	1 <i>Cladosporium</i> 1 <i>Alternaria</i>	-	-
<b>103068F B/N</b>	MEA			1	Levadura (contaminación)
	RB	9	2 <i>Cladosporium</i> 5 <i>Alternaria</i> 2 <i>Penicillium</i>	-	-
<b>70664F Color</b>	MEA			1	Levadura (contaminación)
	RB	8	2 <i>Cladosporium</i> 3 <i>Alternaria</i> 3 <i>Penicillium</i>	3	1 <i>Cladosporium</i> 2 <i>Penicillium</i>

Finalmente, se consideró la posibilidad del uso de la anoxia junto con el aceite esencial como un buen procedimiento para garantizar la disminución de uso de los productos tóxicos, y sus posibles efectos secundarios, empleados hasta ahora como biocidas. El etanol absoluto 99% es un tratamiento rápido que presenta una volatilidad elevada y una toxicidad mínima, pero la preservación de unas emulsiones tan delicadas no está garantizada al 100%; se tiene que realizar con mucho cuidado. En relación con este aspecto, la anoxia es capaz de garantizar su preservación por el hecho de no tener ningún contacto directo con la pieza a lo largo del tratamiento. Aun así, en situaciones en que la colección es grande y se dispone de poco tiempo, como en nuestro caso, la anoxia no hubiera sido posible porque había la necesidad de realizar tareas de catalogación, limpieza, desinfección y acondicionamiento simultáneamente. Por ello consideramos también el uso del producto etanol absoluto 99% como tratamiento eficaz.

Una vez desinfectadas, las fotografías quedan expuestas nuevamente a un riesgo de infección que el conservador-restaurador tiene que prever. Será necesario un control de los parámetros ambientales, revisión y limpieza puntual en la colección pero, además, será adecuado recurrir al uso de productos que inhiban el desarrollo de microorganismos como acción preventiva, como el uso del aceite esencial de clavo en el depósito.

## CONCLUSIONES

El agua es el factor más crítico para una adecuada conservación. Su actividad enzimática es potencialmente peligrosa para la integridad de las fotografías; provoca la aparición de manchas y aumenta el grado de solubilización, que puede acabar con la pérdida total de la imagen, y también puede suponer un riesgo para otros fondos y para el personal.

En conservación-restauración no se puede tomar como referencia ningún método de trabajo sistemático o protocolo que aconseje como uso general un producto concreto. Una desinfección que puede ser perjudicial o indiferente para una colección, no lo es para otra; los materiales son de composición variable y cada uno reacciona de manera particular. Es importante un plan de actuación elaborado desde cero.

Cada proyecto supondrá un reto con circunstancias particulares que darán forma a un nuevo planteamiento y, para que esto sea posible, hace falta un engranaje entre diferentes profesionales. Teniendo en cuenta esta realidad, compartida con instituciones, he echado en falta referencias por parte de los principales especialistas en la materia en cuanto a tratamientos en patrimonio fotográfico. Por eso es recomendable la creación de una plataforma donde se puedan exponer los resultados obtenidos con las diferentes técnicas, épocas y marcas de laboratorio, entre otros.

En relación con la metodología, la investigación histórica no únicamente permitió una mejor comprensión de su estado de conservación, sino que también el uso de técnicas analíticas permitió construir su historia aportando datos relevantes.

En cuanto a la fase experimental, la aceptación del uso de atmósferas controladas con aceite esencial en fotografía abriría la posibilidad a los conservadores-restauradores de poder actuar en grandes fondos optimizando el tiempo en grandes colecciones, sin tener que emplear productos de elevada toxicidad, manipular las piezas en exceso y poner en peligro la integridad de los componentes que la conforman.

A modo de conclusión final, los resultados del estudio demuestran que la acción fungicida del aceite esencial y fungistática de la anoxia tienen efectos de inhibición sobre los hongos. Hay que decir que este estudio es una primera aproximación a un futuro estudio científico más completo. Para evaluar los cambios en la gelatina es necesario realizar una espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR); para evaluar los cambios elementales, la microscopía electrónica de rastreo y, para la evaluación de cambios cromáticos, la colorimetría.

## IMÁGENES

- 1 Detalle del anverso de una fotografía con inscripciones manuscritas sobre papel vegetal (Fotografía: Pep Parer).
- 2 Detalle del reverso de una fotografía con inscripciones manuscritas (Fotografía: Lorena Soria).
- 3 Disgregación y arrastre de la materia formadora de la imagen por el perímetro de la emulsión, en fotografías en color y en blanco y negro. A la derecha, segregación de sustancias pigmentarias (Fotografías: Pep Parer).
- 4 Pérdida de legibilidad de la imagen, retracción de la gelatina acompañada de suciedad adherida y crecimiento fúngico. Imagen obtenida con microscopio digital Dino-Lite® (210x) (Fotografía: Lorena Soria).
- 5 Adhesión de fibras de papel en la emulsión. Imagen obtenida con microscopio digital Dino-Lite® (200x) (Fotografía: Lorena Soria).
- 6 Abrasiones y rayados superficiales. Alteraciones acentuadas a causa de la pérdida parcial de la gelatina donde había presencia de hongos. Imagen obtenida con microscopio digital Dino-Lite® (200x) (Fotografía: Lorena Soria).
- 7 Debilitamiento y exfoliación del soporte. Imagen obtenida con microscopio digital Dino-Lite® (180x) (Fotografía: Lorena Soria).
- 8 Toma de muestras mediante una torunda, en el taller de restauración del *Museu Marítim de Barcelona* (Fotografía: Silvia Dahl).

- 9** Detalle de uno de los cultivos de microorganismos (Fotografía: Lorena Soria).
- 10** Resultados obtenidos a partir del análisis estratigráfico (Imagen: Lorena Soria).
- 11** Arriba, muestra de fotografía en blanco y negro vista en superficie, secundario (SEI) 10  $\mu\text{m}$ . Abajo, muestra de fotografía en color vista en superficie, secundario (SEI), 10  $\mu\text{m}$ .
- 12** Hifa en superficie, detalle de una muestra en una fotografía en blanco y negro. En origen es un tubo que ha sido colapsado, por efecto del vacío y la presión. Alrededor se observan formaciones cristalinas de la sal.
- 13** A la izquierda, detalle del perímetro de una fotografía en blanco y negro con una alteración de las mismas características que la fotografía en color (a la derecha) presenta en el perímetro inferior. En la fotografía en color se observa, en el margen superior, una segunda morfología dispersa y de pigmentación más oscura (Fotografías: Lorena Soria).
- 14** A la izquierda, ejemplo de una primera actividad fúngica. A la derecha, una segunda actividad fúngica identificada únicamente en color, vista con microscopio digital Dino-Lite® (210x) (Fotografías: Lorena Soria).
- 15** A la izquierda, hoja de contacto sobre soporte de papel baritado FB de peso normal. A la derecha, una de las copias con una sulfuración (Fotografías: Lorena Soria).
- 16** Antes de sellar el último lado, se introducen las piezas sobre un soporte rígido que permita el flujo de aire (Fotografía: Asier Catalán).
- 17** Detalle del termohigrómetro y el disco de algodón impregnado, colocados en el extremo de la bolsa (Fotografía: Lorena Soria).
- 18** Detalle de la bolsa una vez sellada por los cuatro lados. Incremento del volumen a causa de la introducción de nitrógeno (Fotografía: Lorena Soria).