DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN

Conservación de Arte Contemporáneo

11ª Jornada

MUSEO NACIONAL CENTRO DE ARTE REINA SOFIA

GRUPO ESPAÑOL de CONSERVACIÓN

Problemas de conservación en pintura contemporánea: estudio de dos pinturas de Pedro Cabrita Reis con contaminación por microorganismos

ANA CUDELL / PATRICIA MOREIRA / MARGARIDA ROSSI / ANA MARTINS /
JORGELINA CARBALLO / MANUELA PINTADO / ANA CALVO / ANTÓNIO JOÃO CRUZ

La presencia de agentes de biodeterioro en pintura contemporánea es un problema que surge con frecuencia debido a la gran diversidad de materiales que conforman este tipo de obras.

En el trabajo que presentamos se aborda la relación que existe entre los materiales constitutivos de dos pinturas contemporáneas del artista portugués Pedro Cabrita Reis y los microorganismos que han proliferado, de forma heterogénea, en la superficie pictórica de ambas obras.

INTRODUCCIÓN

La contaminación por agentes microbiológicos es una preocupación constante en las instituciones museológicas, debido a que son por excelencia locales de concentración de obras de arte. A pesar de las condiciones ambientales controladas, esta biopatología es un problema real con el cual los conservadores y restauradores tienen que enfrentarse, sin saber, en muchas situaciones, como actuar correctamente. En este sentido, la identificación de los distintos tipos de bacterias y hongos presentes en las pinturas podrá orientarnos para abordar las diferentes dificultades y tipos de tratamiento. Este problema, que carece de estudios exhaustivos y sistemáticos, dio origen a una colaboración multidisciplinar con el área de Biotecnología, a través de especialistas de dos centros de investigación de la Universidad Católica Portuguesa: el Centro de Investigação em Ciências e Tecnologias das Artes (CITAR) de la Escola das Artes y el Centro de Biotecnologia e Química Fina (CBQF) de la Escola Superior de Biotecnologia.

La presente investigación surge como consecuencia de esta cooperación y tuvo como objetivo unir las posibilidades de ambos centros a través de la integración de científicos del área de biotecnología, para el estudio, tratamiento y conservación de obras de arte. De esta forma, fueron estudiadas dos pinturas del artista portugués Pedro Cabrita Reis que, a pesar de encontrarse en núcleos museológicos, presentaban problemas de biodegradación.

El autor de las pinturas, Pedro Cabrita Reis (1956) es, en este momento, uno de los artistas contemporáneos portugueses con mayor proyección internacional. Cabrita Reis se formó en Pintura en la Escola Superior de Belas Artes de Lisboa y, paralelamente a la pintura, desarrolla también manifestaciones artísticas en escultura e instalaciones. Su obra posee un lenguaje propio y se caracteriza por utilizar una gran diversidad de materiales y técnicas. El artista tiene especial predilección por el trabajo con materiales relacionados con la construcción, tales como ladrillos, cemento, cables eléctricos y pinturas de revestimiento, entre otros. Entre sus materiales pictóricos es común encontrar acrílicos de Windsor and Newton, mezclados con pinturas de esmalte o pinturas acuosas de recubrimiento de paredes y colas polivinílicas, usadas como base de preparación.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y BIODETERIORO

Las dos pinturas que son objeto de estudio se encuentran en núcleos museológicos diferentes, uno en Oporto y otro en Lisboa, ambos con condiciones de control ambiental [F. 01 y 02].

El artista fue entrevistado y proporcionó informaciones relevantes acerca del modo de ejecución y de los materiales aplicados en sus pinturas. Las dos obras son de los años ochenta, del inicio de su carrera artística, realizadas con una diferencia de un año, y ambas poseen el mismo tipo de soporte, compuesto por un tejido fino, tipo paño de algodón, que fue tensado por el artista en el bastidor.

En el caso de la pintura *Sem Título* la base de preparación se observa a simple vista, ya que sirve de fondo blanco a los motivos que conforman la pintura. La capa pictórica, formada por estratos de fino espesor, está compuesta por materiales artísticos, tales como acrílicos y pasteles. La obra presenta

F. 01
Sem Título, 1983. 170 x 218 cm

una capa de barniz transparente que se encuentra atacada por hongos. A simple vista, se puede observar que el barniz fue aplicado de forma heterogénea, pues la pintura no está completamente barnizada y coexisten zonas mates y brillantes.

Los hongos de color marrón se aprecian principalmente en los márgenes de la obra, donde el barniz fue aplicado directamente por encima de la base de preparación. Se observó que estos microorganismos se habían desarrollado solamente en las áreas con capa de protección, por lo que se tomaron muestras para analizar el barniz e intentar conocer cual era su relación con el metabolismo de estos agentes de biodeterioro [F. 03 y 04].

En relación con la pintura *O Desejo do Eterno*, era patente la existencia de capas pictóricas sustancialmente más espesas. En esta obra, el artista comentó que había aplicado, directamente con las manos, un esmalte acrílico acuoso. Durante la entrevista, Cabrita Reis recordaba el tipo de pintura que había utilizado, llamada HITT, material de recubrimiento de paredes de la empresa DYRUP, una marca de pintura danesa con producción en Portugal. Curiosamente en los años 80, este esmalte acrílico, HITT, era una pintura bastante usada por los artistas, debido a la gran variedad de colores brillantes que comercializaba. Cabrita Reis la usó en varias ocasiones, no sólo por cuestiones experimentales, sino también por poseer una variada gama, además de ser una pintura acuosa, poco tóxica y lavable con agua.

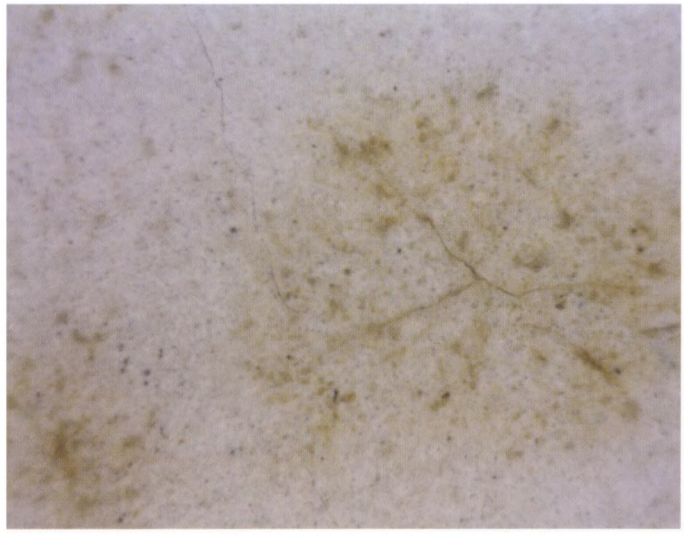
En *O Desejo do Eterno* el color negro, a diferencia de los otros tonos, se encontraban particularmente atacado por hongos, lo cual suscitó ciertos interrogantes, puesto que estos microorganismos no encuentran una fuente de alimentación en los componentes de los materiales acrílicos [F. 05 y 06].

F. 02
O Desejo do Eterno, 1984. 175 x 240 cm

F. 03
Detalle del extremo derecho de la pintura *Sem Título*, donde se observa la proliferación de hongos sobre el barniz

F. 04
Detalle de una colónia de hongos (ampliación de 60x)

F. 05
Detalle de la pintura *O Desejo do Eterno,* donde se observa la diseminación de hongos, esencialmente en el color negro



En una fase inicial, se comprobó que la naturaleza y pigmentación de los hongos era completamente diferente a los de la obra anterior. Los microorganismos eran de color blanco y se alojaban exclusivamente en las zonas más oscuras, que correspondían al color negro, mientras que los colores blanco, amarillo y rojo, aparentemente, no se encontraban biodegradados. Este hecho nos llevó a formular la hipótesis de que la naturaleza del pigmento negro y su aglutinante estaban estrechamente relacionados con la fuente de alimentación de los hongos.

F. 06
Detalle de una colónia de hongos (ampliación de 200x)

F. 07
Zonas de muestreo de la obra *Sem Título*

F. 08
Zonas de muestreo de la obra *O Desejo do Eterno*

ANÁLISIS CIENTÍFICOS

Análisis microbiológico

Con el objetivo de aislar e identificar las especies de microorganismos responsables de la visible contaminación de los cuadros contemplados en este estudio, fueron seleccionadas diferentes áreas de muestreo en cada una de las pinturas.

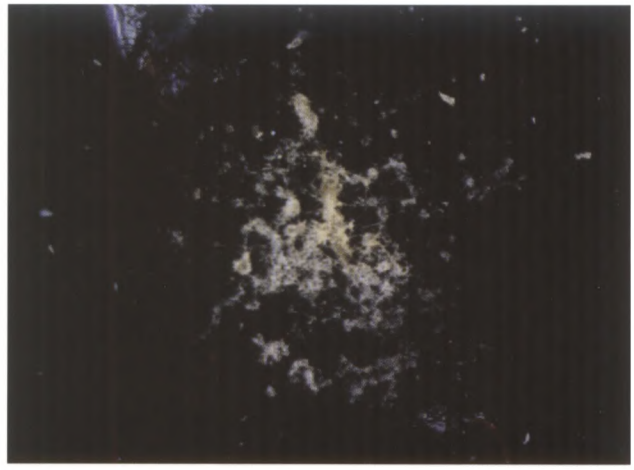
En la obra *Sem Título* fueron seleccionadas cuatro áreas de muestreo [F. 07] , comprendiendo una de ellas la zona lateral de la obra y no la superficie pictórica. Para cada zona fueron utilizadas tres técnicas de muestreo biológico: muestreo con hisopo seco, muestreo con hisopos mojados en agua y, por último, en Ringer (Biokar Diagnostics).

Todo el material empleado era estéril, para evitar contaminaciones ambientales en las muestras recogidas. Los lugares de muestro reflejan la presencia visible de colonias fúngicas. Las muestras fueron tomadas, esencialmente, de la superficie pictórica con barniz. En un primer análisis, se observó que las colonias presentaban un aspecto reseco y envejecido.

En la pintura *O Desejo do Eterno,* la estrategia de muestreo usada fue semejante a la del cuadro anterior. No obstante, la obra presentaba un nivel de contaminación visiblemente superior. Las colonias mostraban un aspecto activo y reciente, por lo que era de esperar, que debido a su enorme cantidad, existieran colonias más pequeñas o esporas en zonas donde no podían ser observadas a simple vista. En este caso, fueron muestreadas siete zonas, [F. 08] en las que un punto en común entre ellas era la presencia de una pintura negra. Se intentaron abarcar áreas contaminadas (muestras 1 a 3) y también áreas menos contaminadas compuestas por una mayor variedad de tonos presente en la superficie (el resto de las muestras) [F. 07 y 08].

Para aislar las cepas, fueron seleccionados tres medios de cultivos: Potato Dextrose Agar, PDA (Lab M) y Czapex Dox Agar, CDA (Oxoid), medios que son específicos para el crecimiento de hongos, el primero rico y el segundo mínimo, y Plate Count Agar, PCA (Merck), un medio de recuento común para crecimiento de bacterias, pues también pretendíamos aislar bacterias y actinomicetos, si estos estuviesen presentes.

Los hisopos secos fueron utilizados para inocular directamente las placas. Para el caso de los hisopos en agua y Ringer, se



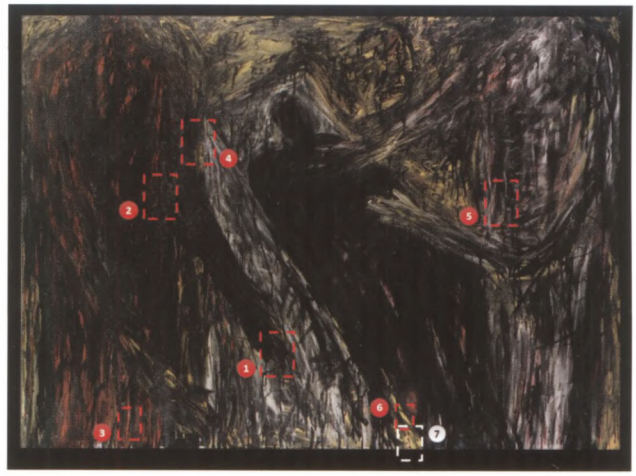


Tabla 01
Número de aislamientos por zonas de muestreo en la obra *O Desejo do Eterno*. La letra B corresponde a aislamientos de bacterias (no identificadas). Para las cepas de hongos la letra A de *Aspergillus* sp., la letra P de *Penicillium* sp. y X1 a X4, diferentes cepas no identificadas.

extendió 100 l de solución de muestreo en las placas. En todos los casos, la temperatura de crecimiento usada fue 30°C. Todas las placas de hongos fueron sucesivamente cultivadas en CDA para el análisis de las características morfológicas -macro e microscópicas y subsiguiente comparación. Las placas de bacterias fueron sucesivamente cultivadas en PCA con el mismo objetivo.

En la pintura *Sem Título*, por el aspecto antiguo de las colonias, no fue posible obtener un gran número de aislados fúngicos. Después de comparados macro y microscópicamente, no ha sido posible determinar su género. No obstante, es interesante señalar que ningún aislamiento se repite en todas las muestras, lo que contribuye a reforzar la hipótesis de que la cepa original, que dio origen a la aparición de las colonias visibles, podía no encontrarse perceptible y activa. Esta condición posiblemente sea el resultado de las condiciones de almacenamiento del cuadro, tales como su embalaje y limpieza periódica.

Hemos obtenido tres aislamientos de hongos: la única cepa común entre las dos pinturas de este estudio se obtuvo de un aislamiento con hisopos en agua y PDA. Las otras dos cepas de hongos se obtuvieron de un hisopo inmerso en agua y CDA, y uno en Ringer y PDA. Estos aislamientos todavía no han sido identificados.

Como era de esperar en la obra *O Desejo do Eterno*, el número de aislamientos es muy superior [Tabla 01], tanto en las cepas fúngicas como en las bacterianas. Con la excepción de una de las áreas de muestreo (el 7, que tiene solamente bacterias), fueron aisladas cepas fúngicas en todas las muestras.

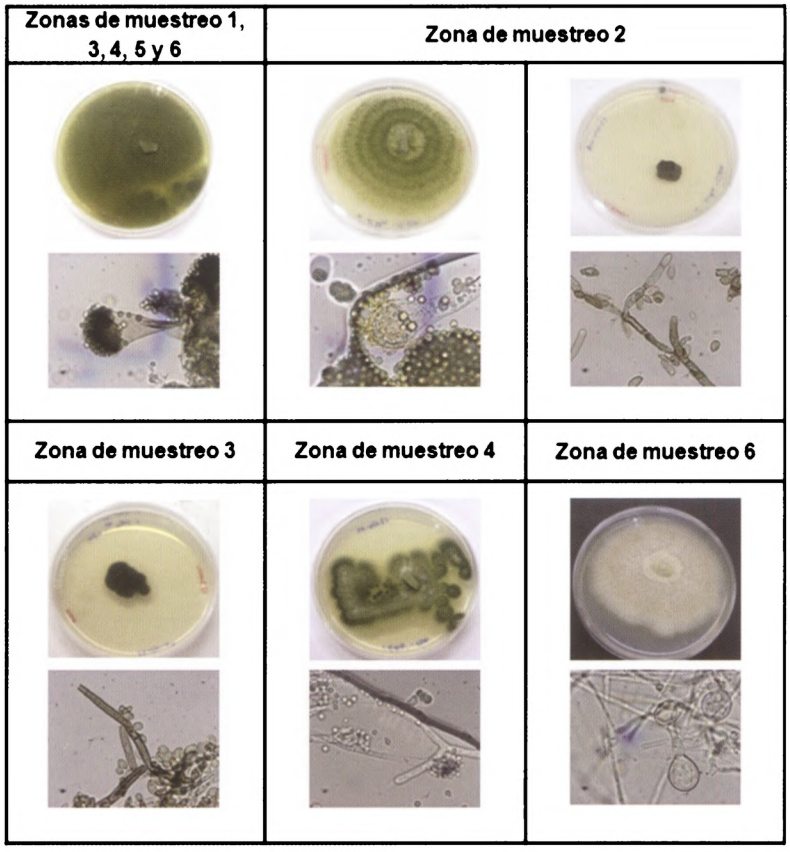
Zonas de muestreo	Hisopo seco	Hisopo en agua	Hisopo en Ringer	Total
1		A	A	2
2	X1	X2	3B	5
3			A; X3	2
4	A	A, B	P, 2B	6
5	A			1
6			2A; X4	3
7	B		3B	4
Total	4	4	15	23

En cinco de las siete zonas de muestreo (muestras 1, 3, 4, 5 y 6) en la obra *O Desejo do Eterno*, fue aislada una especie fúngica con morfología semejante [Tabla 02]. Las observaciones macro y microscópicas indican la presencia de una cepa del género *Aspergillus*. La existencia casi generalizada de esta cepa, hasta en zonas de muestreo sin contaminación visible a simple vista (muestras 4, 5 y 6), nos llevó a creer que es la responsable de la fuerte contaminación visible en el cuadro. La prolífica capacidad de producción de esporas de este género fúngico, su presencia común en el polvo y en la tierra y su facilidad de adaptación a nuevos ambientes, puede justificar la contaminación masiva de la pintura.

El hecho de existir unas zonas más contaminadas que otras puede ser justificado por la existencia de empastes negros, compuestos por un material que ha sido hipotéticamente usado por la cepa como soporte, y por acumulación de polvo, que contiene nutrientes. No obstante, la presencia generalizada

Tabla 02
Fotografía de las cepas de hongos aisladas por zona de muestreo, en la obra *O Desejo do Eterno*. Microfotografía que representa la morfología de los géneros aislados

de la pintura negra y el aislamiento de la cepa presente en todas las zonas muestreadas nos conduce a una asociación con el substrato constituido por compuestos de origen vegetal (aglutinante y aditivos) que podrían servir de base nutricional complementaria al hongo.



En la muestra 4 [Tabla 02] fue identificada una cepa del género *Penicillium*, uno de los géneros comúnmente encontrados en contaminaciones ambientales. También fueron aisladas otras cepas, todavía no identificadas y una de ellas (llamada X1 en la Tabla 1) es la única común entre los dos cuadros de este estudio.

Podemos asegurar también que no hubo correspondencia ni en el número de aislamientos ni en los ejemplares aislados dentro de los tres tipos de muestreo [Tabla 01]. De forma general, llegamos a la conclusión de que el Ringer permitió un mayor número de aislados (más de 50%), aunque creemos que la estrategia de muestreo debe ser repensada de forma que se pueda volver más estructurada y reproducible y comprenda tanto zonas predefinidas como zonas aleatorias.

Análisis físico-químicos

Uno de los objetivos perseguidos con la realización de análisis físico-químicos [1] fue el de caracterizar la naturaleza de los materiales que se encontraban atacados por microorganismos. Para identificar los pigmentos y las cargas, se utilizaron técnicas no invasivas de superficie, como la espectrometría de fluorescencia de rayos X (EDXRF), y técnicas invasivas, como la microscopia electrónica de barrido con espectroscopia de rayos X (SEM-EDS). Para conocer la técnica pictórica se caracterizó el aglutinante mediante la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). La morfología de los estratos superficiales se observó in situ, a través de un microscopio óptico portátil con ampliación de 200´.

Para conocer las cargas y posibles pigmentos constitutivos de la preparación en la pintura *Sem Título*, fueron analizadas por EDXRF varias zonas del reverso de la obra. En todos los espectros obtenidos fueron detectados, con picos de mayor intensidad, los elementos Zn, Ba y Ca [F. 09] correspondientes al pigmento blanco de cinc, una carga de calcio y barita. Estos resultados fueron corroborados por FTIR, mediante la cual se identificó la presencia de sulfato de bario, carbonato de calcio y, como aglutinante, PVA [F. 10].

Los restantes colores presentes en la obra no fueron analizados por FTIR, pues se encontraban en buen estado de conservación y sin problemas de biodeterioro. Además, las finas capas de pintura que los forman dificultaban la toma de micromuestras.

En relación con el barniz, que era el objeto de mayor preocupación por encontrarse atacado por microorganismos, se constató a través de FTIR que era un barniz alquídico, por lo que la proliferación de hongos podría estar relacionada con la naturaleza de un eventual aceite orgánico, asociado a la matriz de la resina alquídica, que es uno de los nutrientes esenciales de los microorganismos [F. 11].

En la pintura *O Desejo do Eterno* los análisis por FTIR revelaron, de forma sorprendente, que el color negro no estaba constituido por una matriz acrilica, sino alquídica [F. 12] . También fueron efectuados análisis del aglutinante en los tonos amarillos y rojos, como resultado de los cuales se constató la presencia de un material acrilico [F. 13], posiblemente, la pintura HITT de la marca DYRUP comentada por el artista. Esto nos demuestra que, en efecto, el artista utilizó dos pinturas diluidas en medios diferentes.

El color negro estaba constituido por un pigmento a base de Fe, elemento detectado de forma continua en todos los espectros adquiridos por EDXRF, que pudiera corresponder al pigmento Negro Marte.

La base de preparación de la obra presentaba una composición similar a la de la pintura *Sem Título*. Mediante FTIR y SEM-EDS se ha identificado PVA, carbonato de calcio y talco [F. 14 y 15 a, b].

La pintura *O Desejo do Eterno* presentaba la peculiaridad de estar constituida en sus diferentes estratos por tres aglutinantes distintos: PVA en la base de preparación y en la capa pictórica estratos acrílicos y alquídicos. Esta identificación confirma que en la obra fueron mezcladas pinturas diferentes, en aglutinantes distintos, insolubles e inmiscibles entre ellos, pues se utilizaron disolventes disímiles: hidrófilo para los acrílicos (agua) e hidrófobo para los alquídicos (disolvente orgánico).

[1]
Referencias analíticas:

EDXRF: Espectrómetro portátil de fluorescencia de rayos X, constituido por un ánodo de plata, detector semiconductor Si-PIN de AMPTEK con 7 mm^2, ventana de berilio y una resolución de 180 eV(FWHM), refrigerado termoeléctricamente por efecto Peltier. Analizador multicanal MCA pocket 8000A de AMPTEK.

FTIR: Espectroscopia infrarroja por transmisión. Equipo Nexus 670 FTIR-Thermo Scientific; Niccolet, detector MCT (4000-650 cm-1), resolución de 4 cm^{-1}, 100 espectros: observación por UV con fuente acoplada al microscopio en célula de diamante. Programa OMNIC y OMIN para el análisis de componentes múltiples en mezclas.

SEM-EDS: Microscopio electrónico de barrido Evex Mini SEM SX-3000; software SX-3000, para imágenes y Evex Nano Analysis, para EDS.

F. 09
Espectro de EDXRF correspondiente a la base de preparación

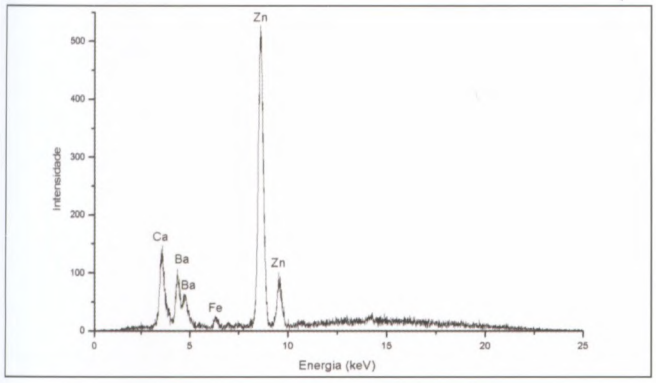
F. 10
Espectro de FTIR de una muestra correspondiente a la preparación: presencia de $CaCO_3$, $BaSO_4$ y PVA

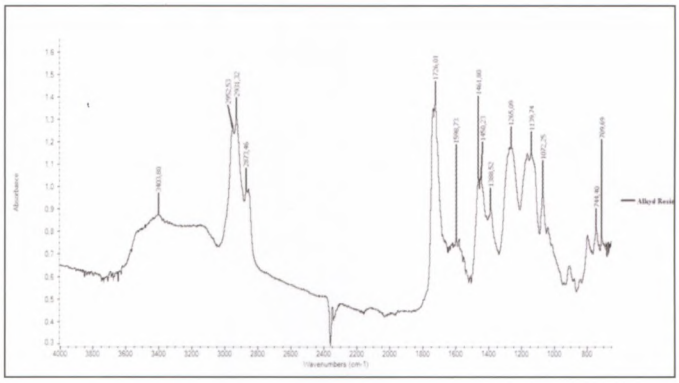
F. 11
Espectro de FTIR de una muestra de barniz de naturaleza alquídica

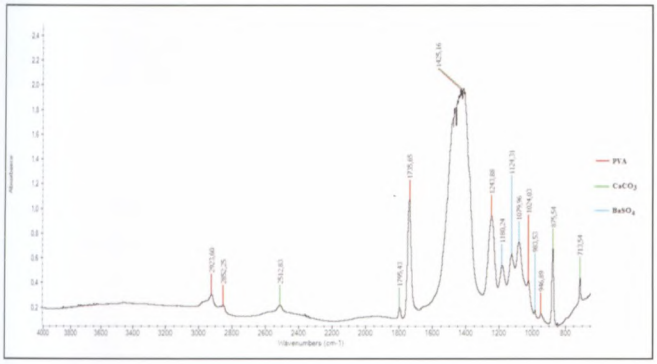
F. 12
Espectro de FTIR de una muestra negra de naturaleza alquídica

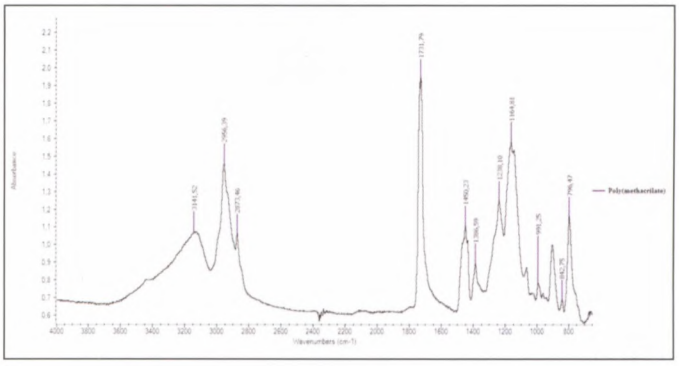
F. 13
Espectro de FTIR de una muestra amarilla de naturaleza acrílica

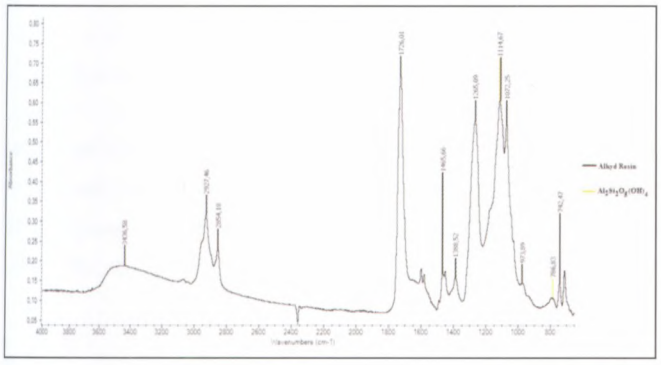
F. 14
Espectro de FTIR de la preparación compuesta por PVA, carbonato de calcio y talco

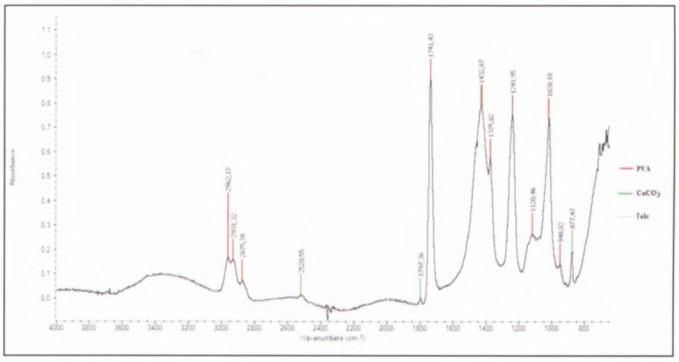










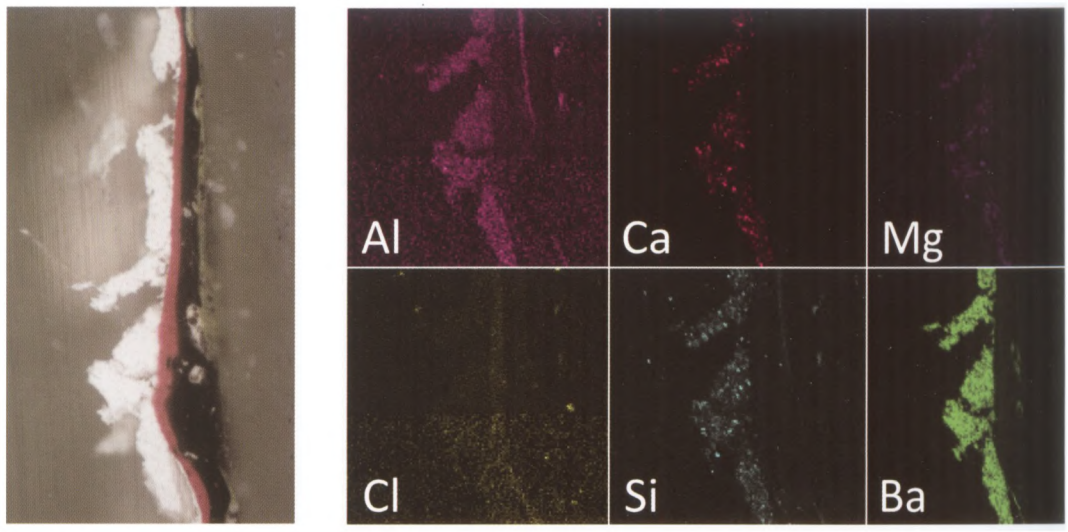


TRABAJOS FUTUROS

En los casos como el del cuadro *Sem Título* será determinante experimentar estrategias algo más drásticas, como el empleo de cinta adhesiva o bisturí para la eliminarón de hifas adheridas a la superficie, así como la utilización directa de metodologías de biología molecular, para la caracterización de cepas no cultivables.

F. 15 a
Sección transversal de una micromuestra tomada de una laguna por MO (ampliación 200x)

F. 15 b
Mapa de distribución de elementos por SEM-EDS de la preparación



En una segunda fase, tenemos como objetivo identificar las especies presentes en las cepas fúngicas y bacterianas, a través de metodologías de biología molecular, como la secuenciación DNA ribosomal (18S y ITS), así como caracterizar el aceite presente en las resinas alquídicas por técnicas cromatográficas.

CONCLUSIONES

En las dos pinturas estudiadas se identificaron resinas alquídicas y sólo estas resinas fueron atacadas por hongos, independientemente de que en una pintura formaban parte integral del barniz y en la otra, de la capa pictórica, lo cual nos parece relevante debido a la naturaleza orgánica de los aceites contenidos en dicho medio y la posibilidad de su utilización como nutriente por parte de los microorganismos aislados. En este sentido, será importante profundizar en el estudio de la relación que puede existir entre la presencia de uno y el crecimiento del otro.

AGRADECIMENTOS

Pedro Cabrita Reis, Sandra Saraiva, MoMA, Centro de Arte Moderna de la Fundação Calouste Gulbenkian, Museu de Arte Contemporânea de la Fundação de Serralves.

BIBLIOGRAFÍA

- CANEVA, G.; NUGARI M. P. y SALVADORI, O. *La Biología en la restauración.* Hondarribia: Editorial Nerea, 2000.
- DERRICK, M. R.; STULIK D. y LANDRY J. M. *Infrared Spectroscopy in Conservation Science.* Los Ángeles: The Getty Conservation Institute, 1999.
- FLORIAN, M. *Fungal Facts. Solving Fungal Problems in Heritage Collections.* Londres: Archetype Publications, 2002.
- GETTENS, R.; PEASE, M. y STOUT, G. "The Problem of Mould Growth in Paintings". *Technical Studies in the Field of Fine Arts,* Vol. IX, nº 3, pp. 127-144, 1941.
- KOESTLER, R. *et al. Art, Biology, and Conservation - Biodeterioration of Works of Art.* Nueva York: Metropolitan Museum of Art, 2004.
- LEARNER, T. J. S. *Analysis of Modern Paints.* Los Ángeles: The Getty Conservation Institute, 2004.
- ROQUEBERT, M. (ed.) *Les contaminants biologiques des biens culturels.* Nueva York: Elsevier, 2002.
- STUART, B. *Analytical Techniques in Materials Conservation.* Chíchester: John Wiley & Sons, Ltd., 2007.

CURRÍCULUM VITAE

ANA CUDELL

Licenciada en Conservación y Restauración por la Universidad Católica Portuguesa (UCP). Profesora de Conservación de Arte Contemporáneo e investigadora del Centro de Investigaçáo em Ciências e Tecnologias das Artes (CITAR) de la Escola das Artes, UCP/Porto. En el ámbito de su tesis de doctorado está trabajando en el área de conservación de pintura contemporánea. Actualmente, es becaria de la Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) del Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior en Portugal.

PATRICIA MOREIRA

Doctora en Biotecnología por la Escola Superior de Biotecnologia (ESB) de la UCP. Profesora de Biología aplicada a materiales orgánicos y inorgánicos (Escola das Artes de la UCP) y Estructura y función de las proteínas (ESB). Investigadora del Centro de Biotecnologia e Química Fina (CBQF) de la UCP.

MARGARIDA ROSSI

Licenciada en Microbiología por la ESB de la UCP. Estudiante del Máster en Microbiología por la UCP y desarrolla la tesis: "Desenvolvimento de protocolo de amostragem, isolamento e identificaçáo de microrganismos presentes em pintura contemporânea com sinais de biodegradaçáo".

ANA MARTINS

Doctora en Química por la Universidad de Oporto. Investigadora científica del MoMA, Museo de Arte Moderno de Nueva York. Profesora Auxiliar del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias, Universidad de Oporto.

JORGELINA CARBALLO

MSc Química Analítica y Licenciada en Química por la Universidad de la Habana, Cuba. Profesora en la Licenciatura y Master de Arte – Conservação e Restauro, Escola das Artes, UCP. Investigadora del CITAR. Doctoranda de la UCM.

MANUELA PINTADO

Doctora en Biotecnología por la Escola Superior de Biotecnologia de la UCP. Profesora en el área de Microbiología en la ESB-UCP e investigadora en el Centro de Biotecnologia y Química Fina de la UCP.

ANA CALVO

Doctora en Bellas Artes por el Departamento de Conservación de Bienes Culturales de la Universidad Politécnica de Valencia. Coordinadora Científica de la Licenciatura, Master y Doctorado de Arte – Conservação e Restauro, Escola das Artes, UCP. Coordinadora del grupo de Conservación del CITAR.

ANTÓNIO JOÃO CRUZ

Doctor en Química Analítica por la Universidad de Lisboa. Profesor Adjunto del Departamento de Conservación y Restauración del Instituto Politécnico de Tomar. Investigador del CITAR.