



Estudios de Cultura Maya

ISSN: 0185-2574

estudios@servidor.unam.mx

Centro de Estudios Mayas

México

Ruiz Martín, Ma. Cristina  
El pixoy como material de conservación de pintura mural y relieves policromos en el área maya  
Estudios de Cultura Maya, vol. XXXV, 2010, pp. 63-90  
Centro de Estudios Mayas  
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281322181003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## EL PIXOY COMO MATERIAL DE CONSERVACIÓN DE PINTURA MURAL Y RELIEVES POLICROMOS EN EL ÁREA MAYA

MA. CRISTINA RUIZ MARTÍN  
Centro INAH Yucatán

**RESUMEN:** Ante la problemática que se ha enfrentado en sitios arqueológicos del área maya en la conservación de pintura mural y relieves en estuco policromos que se preservan *in situ*, se ha buscado en nuevos materiales contrarrestar efectos de deterioro que pueden generar la pérdida de estos bienes. Dentro de los productos utilizados están los extractos vegetales, empleados principalmente como aditivos a morteros de cal y en el caso de Ek'Balam, como consolidante de capas de color. Se ha desarrollado una investigación para evaluar uno de estos materiales, el *pixoy* (*Guazuma ulmifolia*), y determinar su efectividad en la conservación arqueológica.

**PALABRAS CLAVE:** conservación arqueológica, pintura mural, relieves en estuco policromos, fijativo, goma de *pixoy*.

**ABSTRACT:** Because of the conservation problems of the mural paintings and color stucco reliefs from the archaeological sites of the Mayan area which are preserved *in situ*, the investigation of new materials that resist deterioration effects have been a very important goal for restorers. One of these products are the vegetables extracts, used like additives for the lime, and in the case of Ek'Balam as fixatives of pictorial layer. This investigation has been developed to evaluate one of these materials, *pixoy* gum (*Guazuma ulmifolia*), and to determine its effectiveness in the archaeological conservation.

**KEYWORDS:** archaeological conservation, mural paintings, color stucco reliefs, fixative, *pixoy* gum.

RECEPCIÓN: 28 de octubre de 2007.

ACEPTACIÓN: 23 de febrero de 2009.



# EL *PIXOY* COMO MATERIAL DE CONSERVACIÓN DE PINTURA MURAL Y RELIEVES POLICROMOS EN EL ÁREA MAYA

MA. CRISTINA RUIZ MARTÍN  
Centro INAH Yucatán

## Introducción

Uno de los retos más importantes que ha tenido la restauración es la conservación de los bienes arqueológicos inmuebles por destino, pintura mural, relieves en estuco y relieves en piedra. Una serie de factores han incidido en que bienes que lograron conservarse por varios siglos, desde que fueron construidos hasta su época de enterramiento, hayan sufrido un deterioro acelerado a tan sólo unos años de haber sido descubiertos y liberados.

Las características del contexto ambiental, el estado de conservación del edificio en el que se localizan, la aplicación de procesos y de materiales no efectivos y una falta de visión general de la conservación como algo que corresponde a todos los que se relacionan con el patrimonio arqueológico y no sólo de los restauradores, son las principales causas de que este tipo de bienes se encuentren en las condiciones actuales.

Puntualizando en el caso de los sitios arqueológicos del área maya la problemática es seria, en innumerables casos ha sido imposible, por su complejidad y variedad, controlar por completo los factores de deterioro a pesar de entenderlos, asimismo no se han encontrado materiales de restauración que cumplan de manera efectiva en la solución de algunos efectos de deterioro, como es el caso particular de la consolidación y fijado de capas pictóricas disgregadas.

Sin embargo, y a pesar de la problemática mencionada, durante el desarrollo y consolidación de la disciplina de la restauración se ha conseguido un avance fundamental en el estudio y comprensión de los mecanismos de deterioro. Por su parte, se han logrado conformar grandes bases de datos que nos informan sobre las características técnicas y materiales de los bienes arqueológicos inmuebles por destino. Ambos avances han sido de gran valor para conocer la forma en que estos bienes se comportan de manera intrínseca y cómo interactúan con el edificio y su medio, esto ha permitido comprender mejor el porqué de su estado actual, más no ha dado soluciones contundentes para su conservación.

Una parte clave para entender por qué, a pesar de los trabajos de conservación hechos con materiales y procesos adecuados y efectivos en diversos sitios arqueológicos, los bienes continúan deteriorándose, es ubicarlos dentro de su

muy particular y al mismo tiempo complejo contexto. Es fundamental considerar que los sitios del área maya, por su ubicación geográfica, están expuestos a altos porcentajes de humedad relativa, lluvias, elevadas temperaturas, desarrollo de microorganismos, plantas superiores y animales, principales factores de deterioro de los bienes que en ellos se conservan. Asimismo éstos pertenecen a un edificio con un estado de conservación determinado, el cual influirá de manera directa en las condiciones en las que estarán los elementos decorativos que sustenta.

Ambos factores, tanto las características climáticas, de flora y fauna, así como el edificio, no permanecen estables, se mantienen en constante cambio. Por lo tanto, a pesar de que se logren contrarrestar otros factores de alteración a partir de una intervención de restauración, los bienes inmuebles por destino no lograrán su conservación si antes no se estabiliza la estructura en la que se ubican y sin haber logrado un control de la incidencia de las condiciones climáticas en ellos, hechos que hasta el momento no ha sido posible alcanzar.

Ante esta situación la restauración ha procurado que a partir de acciones de conservación preventiva como colocación de techos, construcción de drenes, uso de recubrimientos de protección, re-enterramientos, entre otros; junto con las intervenciones directas de restauración se logre en la mayor medida y por el mayor tiempo posible la conservación de los bienes.

#### **Breve reseña histórica del uso de productos fijativos en sitios arqueológicos**

En cuanto a los procesos de conservación directa el camino no ha sido del todo positivo, se han cometido errores debido al desconocimiento de los bienes en sí, de su proceso de deterioro y de los productos de conservación. Este problema se generó principalmente en el periodo comprendido entre las décadas de los sesenta y los ochenta, por el uso de polímeros sintéticos, los cuales aparentaban gran efectividad y durabilidad, hasta que a finales de los ochenta comenzaron a hacer evidentes los graves problemas generados por el uso de estos productos, que en algunos casos llegaron a ocasionar la pérdida de pinturas murales y relieves policromos.

Este tema fue analizado y estudiado por el restaurador Luciano Cedillo en su tesis de licenciatura *La Conservación de zonas arqueológicas: tres décadas de trabajo*, en donde evaluó el comportamiento y los efectos del uso de polímeros sintéticos en sitios arqueológicos de distintas zonas del país, entre ellas: Palenque, Kohunlich, Comalcalco y Teotihuacán (Cedillo, 1991).

A partir de esa investigación y de la experiencia de restauradores profesionales en sitios como Balamkú y Ek´ Balam, por mencionar algunos, se concluyó de forma determinante que los polímeros sintéticos, más allá de favorecer la conservación de los elementos en estuco y piedra, se convirtieron en importantes causas de deterioro.

La inestabilidad de los productos sintéticos empleados como fijativos, ante condiciones climáticas con elevadas temperaturas, alto porcentaje de humedad relativa, exposición al sol y a la precipitación pluvial directa, produjo la formación de películas plásticas rígidas y quebradizas sobre el sustrato pictórico original. “Estos efectos de deterioro son cambios químicos del polímero (entrecruzamiento entre las cadenas poliméricas, rompimiento de las cadenas o la oxidación del polímero), ocasionados por su exposición a la luz, a altas temperaturas, oxígeno y contaminantes” (Horie, 1997: 31-32). Al respecto Martínez de las Marías (1972) considera:

Por acción de agentes físicos o químicos puede producirse la rotura total o parcial de las cadenas macromoleculares de los altos polímeros, con la consiguiente disminución del grado de polimerización. Entre los agentes físicos que pueden producir una despolimerización citaremos [...] el calor, la luz visible y UV, los ultrasonidos y las radiaciones energéticas. Estos agentes producen una degradación más o menos extensa, que es en función de la intensidad y tiempo de acción y de la estabilidad de los materiales [...], es decir, de la estructura y constitución del producto molecular (Martínez de las Marías, 1972: 190).

El proceso de deterioro sufrido por los polímeros hizo que éstos, además de perder su efectividad y dejar de cumplir su función, incidieran directamente en la formación de escamas y pulverulencia de estratos pictóricos, disgregación de estuco y aplanados, alteración cromática de capas pictóricas, sellado e impermeabilización de superficies con la consecuente disolución y cristalización de sales al interior, entre otros.

Una vez identificados los efectos de los productos sintéticos, se inició una nueva etapa en la conservación de bienes arqueológicos inmuebles, en la cual el uso de materiales de naturaleza igual o similar a los empleados en la manufactura de los originales fue la tendencia; la cal y sus derivados resultaron ser la base para la preparación de materiales de restauración: en combinación con cargas, morteros para reintegraciones formales y volumétricas (resanes y ribetes); muy bien colada y diluida, lechada para consolidaciones de material interno disgregado; y finalmente utilizando sólo el agua obtenida del apagado o la hidratación de la cal, como fijativo de capas pictóricas disgregadas y también consolidante.

Los resultados en la práctica del uso de la cal como producto de restauración ha sido positiva, particularmente usada en morteros y como consolidante, sin embargo no ha logrado contrarrestar por completo algunos efectos, en particular los relacionados con el fijado de pinturas deterioradas, siendo en algunas ocasiones un paliativo y en otras efectiva pero causante de alteraciones en la apreciación cromática de capas pictóricas al producir un velo blanquecino en superficie. Además cabe señalar que el agua de cal presenta algunos inconvenientes, como lo son la falta de penetración y la lenta reacción que se da entre el CaOH (hidróxido de calcio) y el CO<sub>2</sub> (bióxido de carbono) debido a la baja solubilidad de este último en el agua. Además, se requiere gran cantidad de agua, mucho

tiempo y constancia para hacer que el proceso sea realmente efectivo (Brajer y Kalsbeek, 1999: 152-154).

A partir de la década de los noventa se empezó a experimentar con el uso de extractos vegetales como aditivos a los morteros de cal, siguiendo una tradición conocida a través de las escasas fuentes que la mencionan *Relación de las cosas de Yucatán* de fray Diego de Landa (1986), *El Templo de los Guerreros* de Earl H. Morris (1931) (Jáidar, 2006: 92-93) y *People of the Serpent. Life and Adventure Among the Mayas* de Edward Thompson (1965). Sin embargo, y como apoyo a las menciones que se hacen en las fuentes, a partir de análisis con técnicas instrumentales ha sido posible identificar estos materiales en la composición de los estucos y aplanados.<sup>1</sup>

Del uso como aditivo en morteros, se derivó su empleo como fijativo de capas pictóricas, al observar las características glutinosas y adhesivas de los extractos vegetales obtenidos del macerado de corteza de árboles, se consideró viable el que fueran capaces de devolverle a una estrato de color pulverulento su cohesión y adhesión; siendo las gomas del *chucúm* (*Acacia albicans*) en Chacmultún, Yucatán y en Becán, Campeche y el *pixoy* (*Guazuma ulmifolia*) en Ek´Balam, Yucatán, las que se han empleado principalmente.

#### **El uso del extracto de *pixoy* como fijativo y su evaluación**

A partir de la experiencia obtenida al utilizar el extracto de *pixoy* como fijativo y consolidante en el sitio arqueológico de Ek´Balam, Yucatán, se decidió realizar una evaluación que permitiera saber si la goma de *pixoy* estaba siendo realmente efectiva en el control de procesos de disgregación pictórica.

La investigación, más allá de tener un objetivo puramente práctico, se consideró de gran importancia porque estos productos se han utilizado desde hace varios años sin saber su verdadero comportamiento al interactuar con un estrato disgregado en los contextos climáticos del área maya. Considerando la experiencia negativa obtenida del uso de polímeros sintéticos sin una evaluación previa de su reacción ante las condiciones de los sitios arqueológicos, resultaba fundamental evaluar estos “nuevos materiales”, ya que a pesar de que por su propia naturaleza distan mucho de tener un comportamiento similar a los sintéticos, es indudable que se estaba cayendo en el mismo error que con los polímeros al emplearlos de forma desmedida y sin haberlos estudiado a profundidad, bajo la justificación de que por ser “naturales” y estar identificados en la manufactura original de los estratos pictóricos de pinturas murales y relieves en estuco, no

<sup>1</sup> Véase: Littman (1960 y 1965), Diana Magaloni (1997, 2000, 2001), Vázquez del Mercado y Villegas Yduñate (1996), Vázquez Negrete y Velásquez Castillo (1994), Mateos González (1997), Vázquez de Ágredos Pascual (2004 y 2006), Alonso Olvera, *et al.* (2005).

podría tener efectos nocivos en dichos bienes, y tal vez esto es real, sin embargo, nada de lo anterior podía asegurar su efectividad aunque a un nivel macroscópico los resultados así lo indicaran.

Debido a que en la bibliografía consultada no se encontró una metodología ya establecida para evaluar un producto fijativo, fue necesario proponer y probar un nuevo sistema. Para la construcción de la metodología y del diseño experimental con el que se evaluó la efectividad del producto se siguieron los siguientes pasos:

1. Se definió qué es un proceso de fijado y cuáles son las características de un producto fijativo ideal. Esto permitió determinar las características a considerar al momento de diseñar las pruebas de evaluación.
2. Se caracterizó la naturaleza del extracto de *pixoy*. Al conocer las propiedades del producto fue posible comprender los resultados obtenidos en la evaluación, ya que muchos de ellos fueron determinados por la naturaleza del *pixoy*.
3. Se estableció una serie de pruebas que permitieron calificar cada una de las propiedades con las que debe contar el *pixoy* para ser un fijativo efectivo. Propiedades mecánicas, propiedades ópticas y solubilidad.
4. Se llevó a la práctica el diseño experimental en muestras de pintura mural original y muestras problema.

### **1. El proceso de fijado y las características de un fijativo ideal**

La función del proceso de fijado es devolver a una capa pulverulenta cohesión entre las partículas de color y su adhesión al soporte. Para este proceso se utiliza un producto denominado fijativo, el cual debe contar con propiedades específicas para que sea funcional y efectivo. Una de las principales características es el hecho de que se aplica en estado líquido, con el objetivo de que impregne y penetre el estrato pulverulento, pero posteriormente debe adquirir un estado sólido, ya que es lo que va a producir la capa que proveerá la cohesión y adhesión necesaria.

De manera muy general, es necesario considerar diversas propiedades del producto tales como las características físico-químicas del consolidante y del disolvente que sirve de vehículo, la viscosidad de la mezcla y la porosidad del sustrato donde se aplica. Una vez seco es necesario que la capa formada sea flexible, resistente a los agentes atmosféricos y biológicos, debe ser transparente y no debe modificar el brillo o la opacidad del original y por supuesto deberá conseguir el nivel de penetración/impregnación y consolidación indispensable para contrarrestar el efecto de pulverulencia.



## 2. El extracto de *pixoy*

### *El árbol*

*Pixoy* es el nombre en maya del árbol denominado como *Guazuma ulmifolia*.<sup>2</sup> Perteneciente a la familia de dicotiledóneas Esterculiáceas o Sterculiaceae, presenta flor y fruto (Standley, 1977: 423).

La forma más sencilla de identificar este árbol es por su fruto que, de acuerdo con la descripción de Roys es una cápsula negra, de textura similar a la madera (Roys, 1931: 276) con pequeñas protuberancias en superficie. El color oscuro lo adquiere cuando está completamente maduro, lo cual sucede casi todo el año, permanecen durante largo tiempo en el árbol (Pennington, 1998: 382). (Imagen 1)

### *Características del extracto de pixoy*

A partir de observaciones macroscópicas, se describe el extracto del *pixoy* como un material soluble en agua potable, lo cual indica que se trata de un polisacárido. La solución es de color rojo-naranja intenso, transparente, densa, viscosa y de características glutinosas. El líquido no es completamente homogéneo, después de mantenerlo en reposo se observan partículas asentadas en el fondo del recipiente. El extracto va perdiendo su transparencia con el paso del tiempo, además se intensifica el color naranja y disminuye el rojizo tornándose más bien en una mezcla de color café-naranja, mismo color que toma el producto al secar sobre un portaobjetos. Si se mantiene el extracto en refrigeración y en una botella bien cerrada conserva sus propiedades hasta un año después de su obtención, sin embargo, en las condiciones de campo éste comienza a pudrirse a la semana de haber sido extraído, generando un aroma a fermentado (Ruiz, 2007: 106).

En cuanto a la constitución química del extracto se corroboró que se trata de un polisacárido que debe su coloración rojiza a un alto porcentaje de taninos en su composición. También se detectó la presencia de material inorgánico: calcio y cloro, debido probablemente, el primero, al suelo de caliza de la región y el segundo al uso de agua potable en la preparación del extracto analizado. Los resultados de la caracterización se obtuvieron a partir de análisis con técnicas analíticas empleando Espectroscopia de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR) y Microscopio Electrónico de Barrido con Microsonda de Electrones (MEB/EDS), así como sencillas pruebas a la gota (Ruiz, 2007: 113).

<sup>2</sup> De acuerdo con cada región, el árbol recibe diferentes nombres: **Guácima**, **guácimo** (nombres más comúnmente usados en toda su área de distribución); **cuaulote** (del náhuatl *cuauolotl*, Gro., Oax., Chis.); **aquiche**, **kabal-pixoy**, **pixoy** (maya, Yuc.); **acashti** (totonaco, Ver.); **ajillá** (guaríjio, Son., Sin.); **majagua de toro** (Oax.); **nocuana-yana** (zapoteco, Oax.); **palote negro** (Mich.); **parandesicua** (tarasco, Mich.); **tablote**, **tzuni**, **tzuyui** (Chis.), **uiguie** (popoluca, Ver.); **ya-ana** (zapoteco, Oax.); **yaco granadillo**, **yaco de venado** (Oax.) **zam-mi** (chontal, Oax.); **áquich** (huasteco, S.L.P.); **ajya** (mayo, Son.); **k'olin kakaw** (tzetzal, Chis.) (Standley, 1977: 423).



Árbol *pixoy*  
Fotografía: C. Ruiz



Hoja y fruto maduro del *pixoy*  
Fotografía: P. C. Ek Balam



Extracto del *pixoy*  
Fotografía: P. C. Ek Balam

Imagen 1. El *pixoy* y su extracto.

Es muy importante señalar que la caracterización de la naturaleza del extracto del *pixoy* fue fundamental para comprender los resultados obtenidos al evaluarlo como fijativo, como se explicará más adelante.

### 3. Metodología de evaluación

Para evaluar el extracto de *pixoy* los factores a considerar se definieron a partir de las características de un fijativo ideal, se clasificaron en tres grupos: **propiedades ópticas**, en las que se incluyeron el color, la transparencia y el brillo; propiedades **mecánicas**: distribución y comportamiento en superficie, penetración e

impregnación, resistencia a la abrasión y adhesión de los pigmentos al soporte; y finalmente se hicieron **pruebas de solubilidad** empleando tanto solventes polares como no polares, esto una vez que habían pasado varios meses de haberse aplicado los fijativos en las muestras.

Para la extracción de la goma del *pixoy* primero se obtienen fragmentos de la corteza, de 1cm de espesor aproximadamente y 20-30 cm de largo, posteriormente se golpean con una piedra o un pedazo de madera para abrir y ablandar las fibras y así facilitar la extracción de la goma, se coloca en cubetas de agua (en este caso se hizo tanto en agua potable como de cal) y se deja macerando por dos o tres días. Posteriormente se cuela la mezcla para limpiarla y separar la corteza del líquido. (Imagen 2)



#### 4. Evaluación de los fijativos preparados con goma de *pixoy*

Para la evaluación se prepararon tres fijativos distintos, tomando en cuenta las diversas formas en que se habían utilizado los productos en el trabajo en campo. El primer fijativo se obtuvo al macerar la corteza de *pixoy* en agua de cal, el segundo macerando la corteza en agua potable y mezclando el extracto en proporción 1:1 con agua de cal y finalmente en el tercer fijativo sólo se utilizó el extracto adquirido de macerar la corteza en agua potable.

Cada uno de estos fijativos presentó características diferentes desde que fueron preparados, se describen a continuación:

- Fijativo 1 *Pixoy* macerado en agua de cal. El extracto es ligeramente menos viscoso pero más denso que el preparado en agua; el color rojo es mucho más intenso y oscuro y el aroma de la madera no es tan fuerte al mezclarse con el olor de la cal; es menos traslúcido que el extracto obtenido con agua potable.
- Fijativo 2 *Pixoy* macerado en agua + agua de cal en una proporción 1:1. Recién preparado, el fijativo es de color naranja-café, es espeso y menos traslúcido que el fijativo 3, el aroma es el de la corteza mojada. Es importante mencionar que 10 minutos después de realizar esta mezcla se da una separación de componentes formándose pequeños conjuntos de partículas amorfas de color café oscuro-rojizas que flotan y posteriormente se asientan en el líquido, mismo que toma un color amarillo claro, perdiendo su viscosidad y cualidades adhesivas. Es probable que esta reacción se dé entre la cal y los taninos, ya que los segundos son incompatibles con la alcalinidad del hidróxido de calcio.<sup>3</sup>
- Fijativo 3 *Pixoy* macerado en agua. Es una mezcla de color naranja rojiza y traslúcida, su aroma es de madera mojada. (Imagen 3)

Los fijativos se aplicaron en tres grupos distintos de muestras, constituidos por 6 fragmentos de pintura mural original (sin problema de pulverulencia) y 3 muestras problema que se hicieron con el objetivo de que la capa pictórica presentara pulverulencia. Esto fue necesario debido a que del material original disponible para los análisis no existieron fragmentos que tuvieran este problema de deterioro. Las muestras originales permitieron evaluar principalmente propiedades ópticas. A cada grupo se agregó un portaobjetos sobre los que también se aplicaron los fijativos, lo que fue fundamental para observar muchas de las características de las capas formadas por los fijativos. (Imagen 4)

<sup>3</sup> El ácido tánico del cual están conformados los taninos es incompatible con el agua de cal (Budavari, 1989: 1431).



Tanto las muestras como los portaobjetos se asperjaron con los fijativos, este proceso se hizo de forma constante y sin dejar que secaran por completo, ya que de esta forma se pretendía favorecer la penetración e impregnación de los productos en las muestras. Esto se hizo hasta que se observó a nivel macroscópico que ya no continuaba el efecto de pulverulencia.

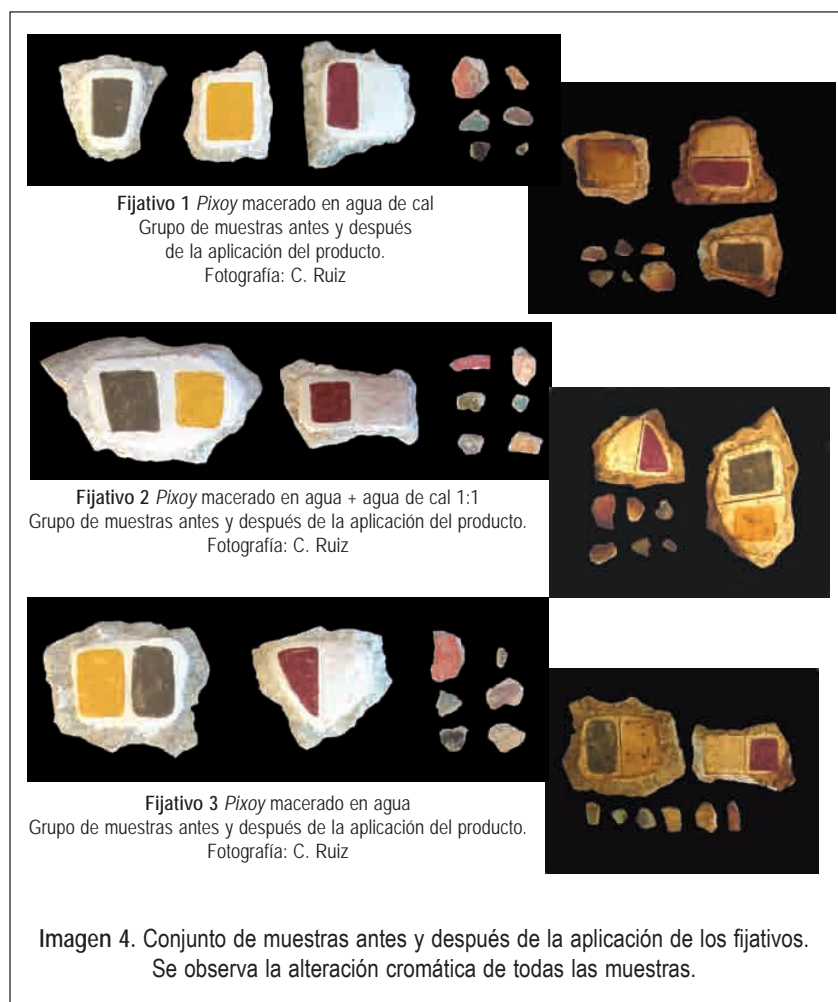
La cantidad de fijativo varió en cada caso, del que se aplicó menor cantidad fue del Fijativo 1 *Pixoy* macerado en agua de cal, mientras que el Fijativo 2 *Pixoy* macerado en agua potable 1:1 con agua de cal fue el que se asperjó en mayor cantidad, siendo el Fijativo 3 *Pixoy* macerado en agua potable, el que tuvo un comportamiento intermedio respecto a los otros dos. (Imagen 5)

#### *Pruebas de evaluación y sus resultados*

##### PROPIEDADES ÓPTICAS

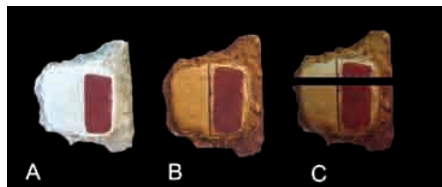
##### Color

Desde el momento de la aplicación de los productos fue evidente el radical cambio de coloración que adquirieron las muestras, eso como consecuencia del color de los fijativos. En un principio se consideró que al ser un material orgánico sería posible que la alteración cromática disminuyera considerablemente al



exponer las muestras a la luz del sol, por lo anterior una muestra problema de cada fijativo, con la mitad cubierta por una cartulina negra, se mantuvo expuesta a luz del sol durante 4 meses. Después de este tiempo la coloración naranja-rojiza que habían adquirido las muestras no tuvo una disminución considerable. El color no disminuyó debido a que la coloración rojiza de los taninos, que a su vez es la sustancia que da el color a la goma, se debe a la presencia de óxidos de hierro, material inorgánico sumamente estable que conserva su color aun ante la radiación solar. (Tabla 1)

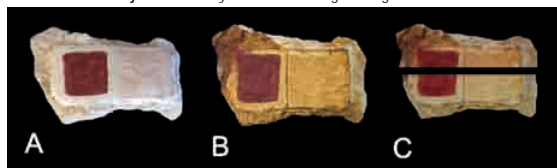
- A. Antes de la aplicación de los fijativos
- B. Después de la aplicación de los fijativos
- C. Después de cinco meses de exponer al sol sólo una parte de las muestras



Fijativo 1. *Pixoy* macerado en agua de cal.



Fijativo 2. *Pixoy* macerado en agua + agua de cal 1:1.



Fijativo 3. *Pixoy* macerado en agua.



Fijativo 1. *Pixoy* macerado en agua de cal  
Coloración roja-café, opacidad casi absoluta.  
Fotografía: C. Ruiz



Fijativo 2. *Pixoy* macerado en agua + agua de cal 1:1  
Coloración naranja-amarilla y menor opacidad respecto a  
fijativos 1 y 2.  
Fotografía: C. Ruiz



Fijativo 3. *Pixoy* macerado en agua.  
Coloración café-amarilla y opacidad media.  
Fotografía: C. Ruiz

Superficie mate a nivel  
macro y microscópico.  
Fotografía: J. Vázquez

Superficie mate a nivel  
macro. Brillo muy localizado  
a nivel microscópico.  
Fotografía: J. Vázquez

Superficie mate a nivel  
macro. Mayor brillo a nivel  
microscópico respecto a  
fijativos 1 y 2.  
Fotografía: J. Vázquez

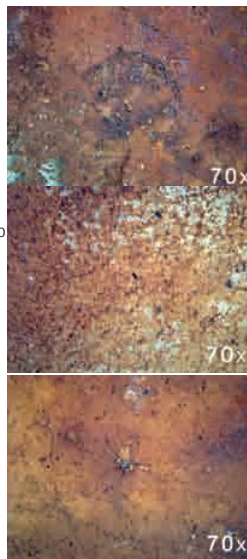


Imagen 5. Evaluación del color, transparencia y brillo de los fijativos.



	Observaciones
<b>Fijativo 1</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua de cal	Este producto presentó la coloración más intensa. Es de color rojizo y tiende al café oscuro. Modifica por completo las características cromáticas de las muestras.
<b>Fijativo 2</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua + agua de cal 1:1	En este caso la coloración fue la de menor intensidad. Tiende más al naranja y al amarillo oscuro. Modifica las características originales de las capas pictóricas.
<b>Fijativo 3</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua	Comparando con los otros dos fijativos, éste es el que presenta una coloración intermedia. El color que genera es café-amarillo. También modifica las características de las pinturas.

Tabla 1. Coloración de las capas formadas por los tres fijativos.

### Transparencia

Esta propiedad se evaluó principalmente en los portaobjetos que fueron asperjados junto con las muestras, ya que por ser de vidrio permitieron observar las características de las capas formadas por cada fijativo. Ninguno de los productos forma una capa transparente, todas son parcialmente traslúcidas, propiedad que se pierde conforme aumenta la cantidad de fijativo aplicado. (Tabla 2)

	Observaciones
<b>Fijativo 1</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua de cal	La capa formada por este fijativo es la menos traslúcida; en las zonas de mayor concentración es casi totalmente opaca.
<b>Fijativo 2</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua + agua de cal 1:1	Este fijativo genera la capa más traslúcida de los tres productos. Su color amarillento es el que ocasiona que disminuya su transparencia.
<b>Fijativo 3</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua	La capa que se crea al aplicar el fijativo 3 tiene una traslucidez intermedia entre los fijativos 1 y 2, disminuye conforme aumenta la concentración del producto.

Tabla 2. Transparencia de las capas formadas por los tres fijativos.

### Brillo

Para evaluar esta característica se hicieron observaciones en todas las muestras a nivel macro y microscópico con ayuda de un microscopio estereoscópico. Ade-



más se observaron los portaobjetos en un microscopio óptico. En general y a nivel macro las películas formadas por todos los fijativos son mate, sin embargo, en las observaciones microscópicas fue posible observar algunas zonas de brillo, principalmente con los fijativos 2 y 3. (Tabla 3)

#### PROPIEDADES ÓPTICAS. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La coloración del *pixoy* fue un factor sustantivo para desaprobar el uso de los productos evaluados, pues se contrapone a una de las primeras características con las que debe contar un fijativo: ser incolora. Además, el color de los productos incide directamente en la falta de transparencia de las capas formadas, característica indispensable para cualquier fijativo, ya que éste no puede ni debe modificar las características pictóricas originales de la pintura o el relieve (Ruiz, 2007: 142-143).

A un nivel macroscópico todas las muestras resultaron mates, observándose sólo zonas con brillo al utilizar lentes de aumento. Esto se debe a la naturaleza de los fijativos. Al tratarse de un polisacárido, las moléculas que lo conforman son de gran tamaño, y al aplicar un producto con esa composición sobre una superficie, su distribución es muy irregular, lo que provoca una reflexión difusa de la luz y por lo tanto un efecto mate (Mora y Mora, 1984: 220; Masschelein, 1995: 17). (Imagen 6)

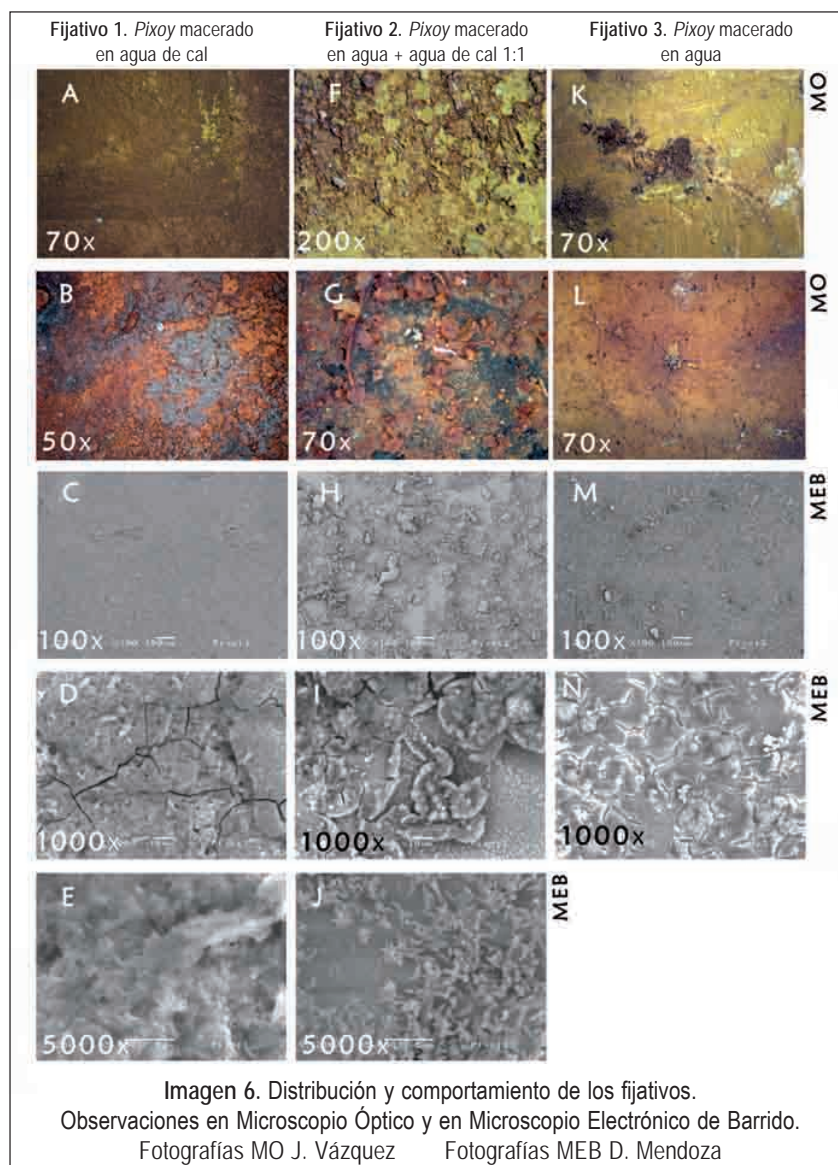
#### *Propiedades mecánicas*

#### DISTRIBUCIÓN Y COMPORTAMIENTO EN SUPERFICIE

Esta característica se evaluó tanto en las muestras de pintura como en los portaobjetos, se hicieron observaciones a nivel macroscópico y microscópico, lográndose el mayor nivel de observación en el Microscopio Electrónico de Barrido

	Observaciones
<b>Fijativo 1</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua de cal	Ésta es la única capa que es completamente mate, aun observándola en el microscopio no se detectaron áreas con brillo.
<b>Fijativo 2</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua + agua de cal 1:1	En este caso, en las zonas con concentraciones del fijativo, generalmente en forma de escamas, se observó brillo, el cual a nivel macroscópico es imperceptible.
<b>Fijativo 3</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua	De las capas formadas por los fijativos, ésta es en la que se observan, a nivel microscópico, mayor número de áreas con brillo, las cuales corresponden a las zonas más concentradas. En las observaciones macroscópicas se ve mate.

**Tabla 3.** Brillo de las capas formadas por los tres fijativos.



(MEB). En general ninguno de los tres fijativos forma una capa homogénea, en todos los casos se ven concentraciones diferenciales de material, todas las capas presentaron un patrón de craqueladuras (variando en cada caso). Esta prueba fue

de gran relevancia, permitió entender por qué varía tanto el comportamiento entre los tres productos, así como entre las capas formadas por cada uno de ellos. (Imagen 6) (Tabla 4)

	Observaciones		
	Nivel macroscópico	Microscopio óptico	Microscopio electrónico de barrido
<b>Fijativo 1</b> <i>Pixoy</i> mace- rado en agua de cal	La capa que se forma es sumamente heterogénea, en algunas zonas se da mayor concentración del fijativo, lo que genera manchas muy localizadas.	En las imágenes obtenidas se ve claramente la capa gruesa y de aspecto cristalino que se forma con el fijativo 1. Además es posible percibir múltiples tonalidades en la capa formada. Se puede apreciar un patrón de craqueladuras poligonales específicamente en las zonas de mayor concentración, áreas que también son más oscuras. <b>Fotografías A y B.</b>	En este caso no se observa una película como tal, es una capa gruesa, parcialmente homogénea y craquelada. Es de aspecto completamente cristalino y en el mayor aumento se observa que la mezcla entre la cal y el mucilago produjo un solo compuesto. <b>Fotografías C, D y E.</b>
<b>Fijativo 2</b> <i>Pixoy</i> mace- rado en agua + agua de cal 1:1	La distribución de este fijativo es mucho más uniforme que el fijativo 1, sin embargo no se crea una capa homogénea. Las áreas más oscuras corresponden a manchas generadas por la alta concentración del fijativo en superficie.	En el microscopio óptico se observa claramente cómo la capa se separa formando "islas" entre las que quedan espacios vacíos, estas islas corresponden a las cazoletas o escamas. <b>Fotografías F y G.</b>	Se forma una capa completamente heterogénea en la que se observa la separación de los componentes, la parte orgánica está escamada en forma de "cazoletas" y la cal forma pequeños cristales. Las escamas son resultado de un patrón de craqueladuras. <b>Fotografías H, I y J.</b>
<b>Fijativo 3</b> <i>Pixoy</i> mace- rado en agua	En este nivel de observación sus características son muy similares a la capa generada por el fijativo 2. La distribución es heterogénea y las zonas con mayor acumulación se identifican por ser más oscuras.	Se observa una capa delgada y homogénea, a diferencia de las otras dos, a este nivel no es posible identificar un patrón de craqueladuras. Sus características corresponden más a una película plástica. <b>Fotografías K y L.</b>	Este fijativo forma la capa menos heterogénea, es mucho más uniforme en su composición y distribución. Al mayor aumento es posible identificar un patrón de craqueladuras, las cuales corresponden a los "hilos" que se identificaron en el microscopio petrográfico y que se describe en el apartado de caracterización del <i>pixoy</i> . <b>Fotografías M y N.</b>

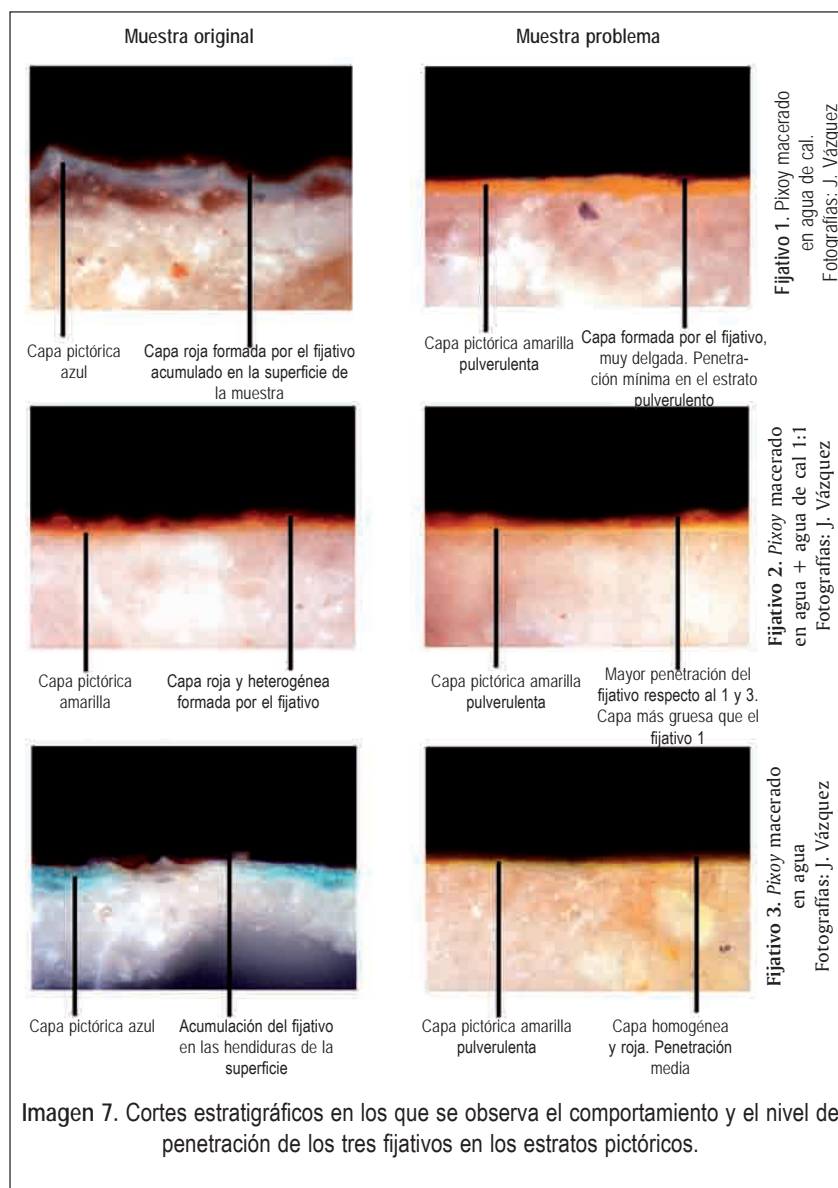
**Tabla 4.** Distribución de los fijativos en superficie.  
Consideraciones realizadas a distintos niveles de observación.

### Nivel de impregnación y penetración

Esta prueba determinó la cantidad de fijativo que logró penetrar e impregnar las partículas disgregadas de la capa pictórica. Para esta prueba se hicieron inclusiones en resina poliéster de los cortes estratigráficos de cada muestra, de esta forma fue posible observar en el microscopio óptico el comportamiento que tuvieron los productos. Cada fijativo tuvo un efecto distinto, siendo el fijativo 3 el que penetró e impregnó mejor la capa de color, mientras que el fijativo 1 produjo menor penetración e impregnación. (Imagen 7) (Tabla 5)

	Observaciones	
	Muestra original	Muestra problema
<b>Fijativo 1</b> <i>Pixoy</i> mace- rado en agua de cal	No existe penetración o impregnación del fijativo. La capa que forma el producto es muy delgada, compacta y opaca. Su distribución se adapta a la textura de la superficie.	Se observa una delgada y muy compacta capa del fijativo sobre el estrato pictórico. Ésta no penetra entre las partículas de pigmento y es opaca. La impregnación del producto es mínima y sumamente superficial. En las zonas en las que el estrato presenta depresiones hay mayor concentración del fijativo.
<b>Fijativo 2</b> <i>Pixoy</i> mace- rado en agua + agua de cal1:1	En las muestras originales se observa una capa mucho más delgada que en las problema. La distribución es completamente heterogénea, de hecho existen zonas donde no se observa la presencia del fijativo. No hay penetración ni impregnación del producto.	La capa que forma es muy gruesa y traslúcida, respecto al fijativo 1. Su aspecto es similar a una veladura. Su distribución es regular y se adapta a la superficie de la muestra. Se observa mayor penetración e impregnación que con el fijativo 1, en algunas zonas se puede ver cómo rodea algunas partículas de pigmento.
<b>Fijativo 3</b> <i>Pixoy</i> mace- rado en agua	En esta muestra se observó una distribución bastante uniforme en la superficie, el fijativo se adaptó a la textura de la superficie de la muestra y deja una capa delgada, opaca y más compacta que el fijativo 2 pero menos que el fijativo 3. No hay penetración ni impregnación del fijativo.	Sobre la superficie de la muestra se observa una capa gruesa, menos traslúcida que la del fijativo 2 y un poco más compacta. Se distribuye de forma homogénea sobre la muestra. Se observa cierto nivel de penetración e impregnación en la capa de color, es muy superficial, sólo en zonas muy localizadas se puede ver que el fijativo casi penetra hasta la superficie del enlucido fino.

**Tabla 5.** Nivel de impregnación y penetración de los diversos fijativos en muestras originales y muestras problema.



### Resistencia a la abrasión

Esta prueba consistió en pasar suavemente el dedo sobre la capa de color de las muestras problema, y así observar si continuaba el problema de pulverulencia. En todos los casos el color se desprendió, variando la cantidad de pigmento esparcido por la abrasión de acuerdo con cada uno de los fijativos. Las muestras en las que se empleó el fijativo 2 fueron las que presentaron un mayor nivel de pulverulencia, mientras que las del fijativo 1 mostraron menor cantidad de pigmento suelto, quedando en un nivel intermedio el fijativo 3 (Ruiz, 2007: 140).

### Adhesión de los pigmentos al soporte

Con el fin de conocer la adhesividad que ofrecieron los fijativos a las partículas disgregadas, se hizo una sencilla prueba que consistió en adherir una cinta adhesiva a la superficie de las muestras y después desprenderla. Esto se hizo de dos formas, una con todo el adhesivo y otra en la cual se eliminó parcialmente (adhiriéndola a una tela antes de utilizarla en las muestras). En todos los casos se observó el desprendimiento de una cantidad considerable del estrato de color. (Tabla 6)

#### PRUEBAS MECÁNICAS. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La falta de impregnación del fijativo y de penetración en el estrato disgregado se debió al uso de agua como solvente y a que el extracto de *pixoy* es un polisacárido. El agua, por ser un líquido polar, presenta alta tensión superficial, lo que disminuye su capacidad de penetración y, al mezclarse con la goma, la cual

	Observaciones
<b>Fijativo 1</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua de cal	Se desprende una pequeña cantidad de partículas de color. Respecto a los otros fijativos este caso es en el que existe menor desprendimiento. También se observa parte del fijativo adherido a la cinta. Sobre el enlucido se conservó color adherido a su superficie.
<b>Fijativo 2</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua + agua de cal 1:1	En este caso el desprendimiento de color es muy alto, es en el que se observó mayor cantidad de color en la cinta. En algunas zonas de la muestra en la que se hizo la prueba, el enlucido quedó completamente expuesto. También se desprende el fijativo.
<b>Fijativo 3</b> <i>Pixoy</i> macerado en agua	El nivel de desprendimiento es intermedio entre el fijativo 1 y 2. Se observa una pérdida superficial de los pigmentos, el color no se perdió hasta el nivel del enlucido.

Tabla 6. Adhesión de los pigmentos al soporte. Resultados de la prueba para cada fijativo.

está conformada por polisacáridos de alto peso molecular, conformaron una solución densa y viscosa (Ruiz, 2007: 144). A mayor viscosidad, menor capacidad del líquido a difundirse sobre y entre un sólido, por lo tanto menor penetración e impregnación (Newey, *et al.*, 1984: 18).

La principal razón de la heterogeneidad de las capas formadas por los fijativos fue el sistema de aplicación. Las condiciones debieron ser más controladas, por ejemplo buscar la horizontalidad total de todas las muestras para evitar zonas con mayor concentración de fijativo y emplear un sistema de asperjado más preciso. Es muy importante considerar que una distribución heterogénea tiene como consecuencia, además de una alteración visual al producir manchas más oscuras en las zonas más concentradas, un trabajo estructural irregular y por lo tanto inestable (Ruiz, 2007: 144).

Al evaluar las características de la superficie creada por cada uno de los fijativos fueron muy evidentes las diferencias que existieron entre cada producto y se concluyó que la principal causa de esta situación fue la forma en que se prepararon y obtuvieron los consolidantes, siendo determinante el uso de agua de cal o bien de agua potable en la maceración de la corteza.

El trabajo y la distribución heterogénea de los tres fijativos junto con la falta de penetración e impregnación de las partículas pulverulentas impidieron devolver al estrato de color la adhesión y la cohesión necesaria para estabilizarla. El hecho de que los productos no lograran penetrar por completo hasta llegar al enlucido de cal impidió que se formara la interfase necesaria para unir la capa pictórica disgregada a su soporte, por lo que el roce ligero del dedo sobre la superficie de las muestras ocasionó el desprendimiento del pigmento (Ruiz, 2007: 146).

#### PRUEBAS DE SOLUBILIDAD

Para probar la solubilidad de los tres fijativos a los seis meses de haberlos aplicado, se emplearon diversos disolventes comúnmente utilizados en conservación, algunos polares y otros no polares. La prueba se hizo rodando sobre la superficie de las muestras hisopos de bambú con algodón impregnados con los disolventes. Los resultados obtenidos de esta prueba indicaron que la mayor solubilidad se presenta con los solventes polares, quedando en el siguiente orden: agua, agua-alcohol 1:1, alcohol, acetona, saliva,<sup>4</sup> xilol y *thinner* (Ruiz, 2007:140-142).

#### SOLUBILIDAD. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las pruebas de solubilidad demostraron que los solventes polares son los más efectivos en la disolución de los fijativos de *pixoy*, a diferencia del xilol y el *thinner* que son solventes totalmente no polares. Estos resultados eran esperados, ya

<sup>4</sup> En restauración es muy común el empleo de saliva para realizar procesos de limpieza. Al contener agua y una gran cantidad de enzimas, facilita la solubilidad de suciedad y en algunos casos de capas de protección y barnices deteriorados.



que los tres fijativos son sustancias polares y por lo tanto de mayor solubilidad con disolventes que tienen una polaridad igual o muy similar a ellos. Con esto se advierte que los productos elaborados con el *pixoy* se mantienen solubles después de seis meses de haberse aplicado, lo cual indica que por lo menos en ese periodo el mucílago no ha sufrido un deterioro por reticulación y/o despolimerización que disminuya su solubilidad y altere sus propiedades físico-mecánicas. Aspecto que debido a la ineficacia de los productos probados como fijativos pierde relevancia (Ruiz, 2007:146).

### Conclusiones

Las observaciones hechas en campo, antes de esta investigación, indicaban que el producto elaborado con *pixoy* sí resultaba efectivo como fijativo, y en algunos casos como consolidante de estuco disgregado. Sin embargo, es importante considerar que durante las breves temporadas del trabajo de campo, por falta de tiempo y herramientas, no había sido posible evaluar a profundidad si la disminución de la disgregación y pulverulencia de los materiales era durable y completamente efectiva. Ahora, gracias a las pruebas y observaciones hechas en esta evaluación es posible aseverar que los productos preparados con el extracto de *pixoy*, siguiendo la metodología expuesta, no son efectivos.

Se considera que la metodología de evaluación empleada fue positiva y suficiente para esta investigación, pero es posible mejorar algunos aspectos y considerar más pruebas, como por ejemplo contemplar el comportamiento de los productos ante agentes biológicos como algas, líquenes, bacterias, hongos, entre otros, en particular si el producto a evaluar se va a utilizar en contextos climáticos cálidos y húmedos como en la zona maya.

Más allá de la ineficacia observada en los productos elaborados con el extracto de *pixoy* como fijativos, fue de gran relevancia para esta investigación el retomar y evaluar un producto que se mantuvo en uso por varios años sin saber si realmente estaba cumpliendo su función.

Es fundamental insistir en el hecho de que mientras no se conozca a profundidad, un producto y sus efectos, éste no debe ser empleado, bajo ninguna circunstancia y sin importar su naturaleza, en bienes culturales que son únicos, irrepetibles e irremplazables.

Hasta el momento no ha sido posible encontrar un producto realmente efectivo en el control del efecto de pulverulencia de capas pictóricas de pintura mural y relieves policromos en sitios del área maya. Además del uso del agua de cal y de los extractos vegetales, se han realizado intervenciones con nanopartículas de hidróxido de calcio, producto elaborado en la Universidad de Florencia por el equipo de investigación del Dr. Piero Baglioni, producto que, a pesar de resultar efectivo hasta el momento, sigue en evaluación y experimentación (Baglioni *et al.*, 1997; Giorgi *et al.*, 2000; Ambrosi *et al.*, 2001; Baglioni *et al.*, 2006).



Es importante enfatizar que, además de la necesidad que hay de encontrar fijativos efectivos para los bienes estudiados, hay mucho más por trabajar en el sentido de la conservación integral. A partir de la experiencia obtenida a través de esta investigación junto con el trabajo profesional en campo, se ha comprobado que es fundamental conocer todas las causas de deterioro que rodean la pintura mural y los relieves a intervenir. Consolidar una capa pictórica no va a funcionar más de dos semanas si el muro tiene serios problemas de humedad y de sales; o si en el techo existen filtraciones de agua por pérdida de material de rejunteo; o bien, si hay una acumulación considerable de hojas y plantas en la parte posterior del muro que da soporte a la pintura o al relieve. Todos estos aspectos identificados a partir de un diagnóstico general deberán ser solucionados, ya que es la única manera de garantizar la conservación integral del bien por más tiempo, para lo cual es indispensable que diversos profesionales como restauradores, arqueólogos y arquitectos trabajen de forma integral y conjunta aportando opiniones y soluciones a los problemas que se enfrentan en la conservación de los sitios arqueológicos (Ruiz, 2007: 154).

## Bibliografía

Alonso, Alejandra y Patricia Meehan

- 2001 "Primer informe de los trabajos de conservación y restauración de los elementos decorativos de la Acrópolis de la zona arqueológica de Ek´Balam, Yucatán. Primera temporada". Informe técnico. 95 pp. México: INAH-CNCPC Subdirección de Conservación Arqueológica y Acabados Arquitectónicos. Archivo de la CNCPC.

Alonso, Alejandra, Patricia Meehan, Yareli Jáidar, Octavio Murillo y Cristina Ruiz

- 2002 "Segundo informe de los trabajos de conservación y restauración de los elementos decorativos de la Acrópolis de la zona arqueológica de Ek´Balam, Yucatán. Segunda temporada". Informe técnico. 58 pp. México: INAH-CNCPC Subdirección de Conservación Arqueológica y Acabados Arquitectónicos. Archivo de la CNCPC.

Alonso, Alejandra, Patricia Meehan, Yareli Jáidar y Cristina Ruiz

- 2003 "Tercer informe de los trabajos de conservación y restauración de los elementos decorativos de la Acrópolis de la zona arqueológica de Ek´Balam, Yucatán. Tercera temporada". Informe técnico. 60 pp. México: INAH-CNCPC Subdirección de Conservación Arqueológica y Acabados Arquitectónicos. Archivo de la CNCPC.

Alonso, Alejandra, Demetrio Mendoza, Manuel Espinosa, José Luis Ruvalcaba, Peter Vandenabeele, Javier Vázquez y Cristina Ruiz

- 2005 "Resultados preliminares sobre la caracterización de materiales constitutivos y tecnología de la pintura mural de la Acrópolis de la zona arqueológica de Ek´Balam, Yucatán", *La ciencia de materiales y su impacto en la arqueología*.

Vol. II, pp. 191-217. Demetrio Mendoza, Jesús Arenas y Ventura Rodríguez (eds). México: Academia Mexicana de Ciencia de Materiales A. C. Innovación Editorial Lagares México.

- Ambrosi, Mora, Luigi Dei, Rodorico Giorgi, Chiara Neto y Piero Baglioni  
2001 "Colloidal particles of Ca(OH)<sub>2</sub>: Properties and applications to restoration of frescoes", *Langmuir* 17, pp. 4251-4255.
- Baglioni, P., L. Dei, F. Piqué, G. Sarti y E. Ferroni  
1997 "New Autogenous Lime-Based Grouths Used in the Conservation of Lime-Based Wall Paintings", *Studies in Conservation* No. 42, pp. 43-54.
- Baglioni, Piero, Ramón Carrasco, David Chelazzi, Marinés Colón, Alice Desprat y Rodorico Giorgi  
2006 "The Maya Site of Calakmul: In Situ Preservation of Wall Paintings and Limestones using Nanotechnologies", *The Object in Context. IIC Munich Congress*, pp. 162-169.
- Brajer, Isabelle y Nicole Kalsbeek  
1999 "Limewater Absorption and Calcite Crystal Formation on a Limewater-Imregnated Secco Wall Painting", *Studies in Conservation* No. 44, pp. 145-156.
- Budavari, Susan (ed.)  
1989 The Merk Index. 11th edition Centennial edition. 1606 pp., New Jersey: Ed. Merck and Co.
- Castro, Ma. del Carmen y Martha Tapia  
1993 "Intervenciones anteriores de conservación: seguimiento y evaluación". Tesis de licenciatura. 299 pp. México: INAH-ENCRM.
- Cedillo, Luciano  
1991 "La conservación de zonas arqueológicas: tres décadas de trabajo". Tesis de licenciatura. 371 pp. México: INAH-ENCRM.
- Cedillo, Luciano  
1993 "Estuco: Informe de los métodos desarrollados en México", *Conservación arqueológica in situ*. Henry Hodges (ed.). Actas de la reunión 6-13 abril 1986 en México. INAH GCI. EUA. pp. 96-103.
- Cedillo, Luciano, Gabriela García Lascurain, Luz de Lourdes Herbert  
1997 "Trabajos de conservación en zonas arqueológicas del área maya", *Temas y problemas. 1er coloquio del Seminario de Estudio del Patrimonio Artístico. Conservación, restauración y defensa*, pp. 125-136, México: UNAM-IIIE.
- Chan, Julio  
1991 Conservación de la zona arqueológica de Balamkú, Campeche, Marzo 1991. Informe técnico. s/p. México: INAH-CNCPC. Archivo de la CNCPC.

- García, Valeria y Renata Schneider  
1994 "Informe de las intervenciones realizadas sobre el relieve en estuco de la subestructura 1 "A" de la plaza 2 de Balamkú, Campeche", Informe técnico. 53 pp. México: CNRPC-ENCRM-INAH. Archivo de la CNCPC.
- Giorgi, Rodorico, Luigi Dei y Piero Baglioni  
2000 "A new method for consolidating wall paintings based on dispersions of lime in alcohol", *Studies in Conservation* No. 45, pp. 154-161.
- Horie, C.V.  
1990 *Materials for Conservation. Organic Consolidants, Adhesives and Coatings*, 281 pp. Londres: Butterworths.
- Jáidar, Yareli  
2006 "Los extractos vegetales usados como aditivos en los morteros de cal con fines de conservación". Tesis de licenciatura. 314 pp. México: INAH-ENCRM.
- Jáidar, Yareli y Cristina Ruiz  
2004 Cuarto informe de los trabajos de conservación y restauración de los elementos decorativos de la Acrópolis de la zona arqueológica de Ek´Balam, Yucatán. Cuarta temporada. Informe técnico. 75 pp. México: INAH-CNCPC Subdirección de Conservación Arqueológica y Acabados Arquitectónicos. Archivo de la CNCPC.
- Jáidar, Yareli, Cristina Ruiz y Demetrio Mendoza (en prensa)  
2006 "Un acercamiento a la caracterización de extractos vegetales empleados en conservación", *Archaeological and Art Issues in Materials Science*. Academia Mexicana de Ciencia de Materiales, A.C. México.
- Littmann, Edwin  
1960 "Ancient Mesoamerican Mortars, Plasters and Stuccos: the use of Bark Extracts in Lime Plasters", *American Antiquity* Vol. 25 No. 4 pp. 593-597 Salt Lake City: The Society for American Archaeology University of Utah Press.  
1965 "The Classification and Analysis of Ancient Calcareous Materials", *American Antiquity* Vol. 31 No. 6 pp. 875-878 Salt Lake City: The Society for American Archaeology University of Utah Press.
- Magaloni, Diana  
1997 "La cal y los mayas: un ejemplo de la necesidad de contextualizar la investigación sobre el México prehispánico", *La pintura mural prehispánica en México. Boletín informativo* Año III No. 6-7. Leticia Staines (ed.) pp. 5-8, México: UNAM-III.  
2000 "El arte en el hacer: técnica pictórica y color en las pinturas de Bonampak", *La pintura Mural Prehispánica en México. Área maya. Bonampak*. Tomo II. pp. 49-78, Beatriz de la Fuente (coord.). México: UNAM-III.  
2001 "Materiales y técnicas de la pintura mural maya", *La pintura Mural Prehispánica en México II*. Área maya. Tomo III. pp. 155-198, Leticia Staines (coord.) México: UNAM-III.

- Martínez de las Marías, P.  
1972 *Química y física de los altos polímeros y materias plásticas*. 296 pp. Madrid: Alhambra.
- Matteini, Mauro y Moles Arcangelo (trad. Carolusa González)  
1989 *La Chimica nel restauro: I materiali dell arte pittorica*. 18 pp. Firenze.
- Matteini, Mauro y Moles Arcanuelo  
2001 *Ciencia y restauración. Método de investigación*. 304 pp. Andalucía: Junta de Andalucía Consejería de Cultura IAPH.
- Mateos, Frida,  
1997 *Toniná: la pintura mural y los relieves en estuco. Técnica de manufactura*. 104 pp. México: Colección científica Serie Arqueología INAH. Centro de Investigaciones Humanísticas de Mesoamérica y el estado de Chiapas UNAM.
- Masschelein, Liliane (trad. Jane Bridgland, Sue Walston y A. E. Werner)  
1995 *Ancient Binding Media, Varnishes and Adhesives*. pp. 1-51 Roma: ICCROM.
- Mora, Paulo y Laura Mora,  
1984 *Conservation of Wall Painting*. 494 pp. Londres: Butterworths ICCROM.
- Newey, Charles, Ruth Boff, Vincent Daniels, Michael Pascoe y Norman Tennent  
1987 *Science for conservators. Adhesives and Coatings*. Book 3. Conservation Science Teaching Series. 135 pp. Londres: The Conservation Unit.
- Pennington, P.D. y J. Sarukhan  
1998 *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. 382 pp. México: UNAM-Fondo de Cultura Económica-Instituto de Biología.
- Roys, Ralph  
1931 *The Ethnobotany of the Maya*. p. 276. Nueva Orleans: Department of Middle American Research. Tulane University.
- Ruiz, Cristina  
2007 "El uso del pixoy como fijativo de capas pictóricas pulverulentas al seco en pintura mural prehispánica: El caso de la Estructura 1 de Ek'Balam, Yucatán". Tesis de licenciatura. México: INAH-ENCRM, 212 pp.
- Standley, Paul  
1977 "La Flora Yucatanense" *Enciclopedia Yucatanense*. Capítulo I Generalidades. p. 273, México: Edición oficial del Gobierno de Yucatán, 2ª edición, Ciudad de México
- Thompson, Edward A.  
1965 *People of the Serpent. Life and Adventure Among the Mayas*. 301 pp. Nueva York: Capricorn Books.

- Vázquez de Ágredos, María Luisa
- 2004 "Gomas, resinas, y aceites: sus propiedades, preparación y uso en la pintura mural maya". Ponencia presentada en el VI Congreso Internacional de Mayistas. Villahermosa, Tabasco. Julio de 2004. Texto inédito copia del autor.
- 2006 "Recursos materiales y técnicas pictóricas en los murales de las Tierras Bajas Mayas". Tesis de doctorado. 1193 pp. Valencia: Universidad de Valencia.
- Vázquez, Ximena y Alejandra M. Villegas
- 1996 "Los estucos modelados del Palacio y Templo de las Inscripciones de Palenque: una metodología de análisis para la técnica de manufactura". Tesis de Licenciatura. 126 pp. México: INAH-ENCRM.
- Vázquez, Javier y Rodrigo Velásquez (mecanoescrito)
- 1994 Estudio del estado de conservación en materiales constitutivos de relieves en estuco, mortero y pintura mural de la zona arqueológica de Palenque, Chiapas, a través del análisis de sus características morfológicas, microestructurales y de composición química. Texto inédito copia del autor. 185 pp.