

Otro uso del Klucel: consolidante para la pintura mural sobre tierra de *Los Bebedores*

Clara Ramírez, Dulce María Grimaldi y Armando Arciniega*

*Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural
Instituto Nacional de Antropología e Historia

Resumen

Uno de los problemas principales del mural de *Los Bebedores*, en la zona arqueológica de Cholula, es la pérdida de capa pictórica debido a su disgregación en forma de escamas y de polvo. Con el objetivo de lograr su conservación, el Proyecto de conservación e investigación de la pintura mural y otros acabados arquitectónicos de la zona arqueológica de Cholula, Puebla, ha llevado a cabo una investigación para la elección de un material consolidante de la capa pictórica. En este trabajo se exponen los resultados de esta investigación documental y experimental, a partir de la observación *in situ*, pruebas en laboratorio y experimentación comparativa entre diferentes materiales para consolidación, en la cual los mejores resultados se han obtenido con el uso de la hidroxipropil celulosa (HPC) (Klucel G®) para este caso en específico.

Palabras clave

Consolidación, pintura mural, adobe, Klucel G®, *Los Bebedores*.

Abstract

One of the main problems of the mural Los Bebedores of the archaeological site of Cholula is the paint layer loss due to disaggregation like flakes and dust. In order to address this issue, a research has been conducted in order to choose the accurate consolidating material by the Proyecto de conservación e investigación de la pintura mural y otros acabados arquitectónicos de la zona arqueológica de Cholula, Puebla. This paper presents the results of the documental and experimental research where on site observation along with laboratory tests and comparative experimentation between different consolidants were performed. Results point at hydroxypropyl cellulose (HPC) (Klucel G®) as an adequate consolidant for this specific earthen wall painting.

Keywords

Consolidation, wall painting, adobe, Klucel G®, *Los Bebedores*.



Introducción

La conservación del mural de *Los Bebedores* (200 d.C.) en la zona arqueológica de Cholula ha requerido de la consolidación de una importante cantidad de su capa pictórica. En consecuencia, se desarrolló una línea de investigación para seleccionar el material consolidante, tomando en cuenta las características de los materiales constitutivos del soporte y la capa pictórica, los procesos de alteración y las condiciones que imperan en el edificio que alberga al mural.

A partir del 2004 el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) ha atendido la conservación de los murales de la zona arqueológica de Cholula, a través de la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural (CNCPC), inicialmente en una fase de estudio y a partir del 2009 llevando a cabo tratamiento directo. La intervención se ha enfocado principalmente en los murales de *Los Bebedores* y de *Barras y Estrellas* ubicados en las etapas constructivas más tempranas del Edificio 3, debido a su avanzado deterioro.

El mural de *Los Bebedores* (Marquina, 1970) decora una fachada de diseño quebrado y se compone por seis muros de adobe con aplanado de tierra alisada que se extiende a lo largo de 62.27 m. La composición pictórica es ceremonial, abundante en representaciones antropomorfas en la que los colores predominantes son el rojo y el amarillo ocre con delineados en negro (Figura 1). Se ubica en la etapa constructiva más antigua del edificio, debajo de otras estructuras posteriores, por lo que se accede a él por túneles excavados por los arqueólogos entre 1969 y 1970.

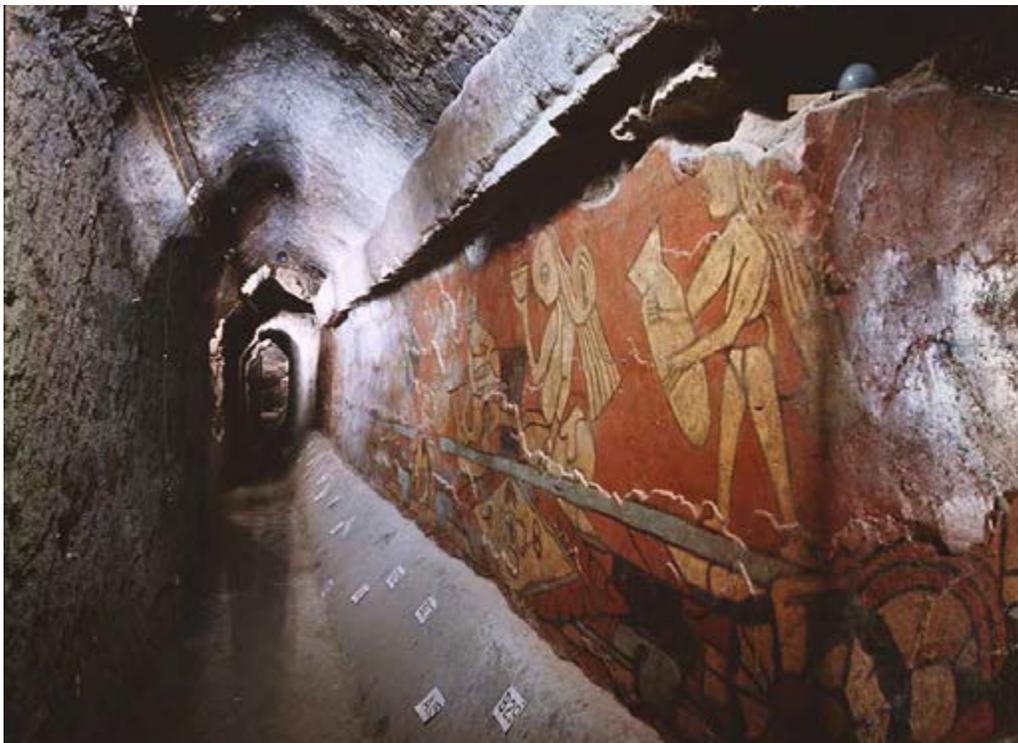


Figura 1. Fotografía histórica que muestra el detalle del mural de *Los Bebedores* después de la liberación arqueológica y su primera intervención de conservación. Imagen: Archivo CNCPC-INAH. Mural *Los Bebedores*. Puebla C-CH #53. Autor Antonio Reynoso, 1970. Modificado para este artículo por Clara Ramírez, 2017, ©CNCPC-INAH.



Los procesos de deterioro que afectan al mural de *Los Bebedores* se derivan de mecanismos relacionados a su naturaleza terrosa, su ubicación subterránea y al deterioro del edificio que lo alberga (Figura 2). Debido a que durante décadas no se ha hecho mantenimiento integral y adecuado de dicho edificio, ahora presenta filtraciones de agua que provocan variaciones cíclicas y altos niveles de humedad en todas sus subestructuras. La presencia de humedad se suma a la existencia de planchas de cemento de intervenciones previas de carácter estructural, en los diferentes niveles del edificio prehispánico, lo que agrava considerablemente el problema.

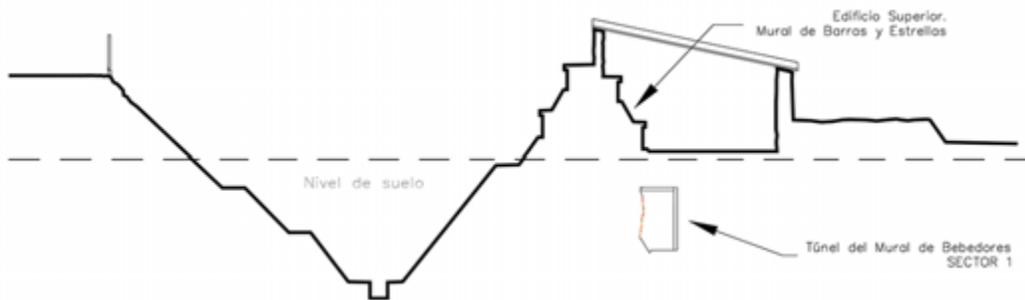


Figura 2. Esquema del Edificio 3 del Patio de los Altares en la zona arqueológica de Cholula. Detalle del plano arquitectónico BEB del proyecto *Túnel del mural de bebedores*. Imagen: Catalina Castilla, Enrique Sánchez L., María E. Soledad Carvajal, 2013. Modificado para este artículo por Clara Ramírez, 2017, ©CNCPC-INAH.

En consecuencia, todos los estratos de *Los Bebedores* presentan diferentes grados de disgregación¹ (Figura 3). En especial, la capa pictórica está dañada por la migración, cristalización y eflorescencia superficial de sulfatos y carbonatos de calcio, aunado a la pérdida de adherencia entre soporte y capa pictórica, ésta última escamada y pulverulenta. La presencia de polímeros empleados en previos trabajos de conservación (resina acrílica Paraloid B72 y alcohol polivinílico Enduroil) complican aún más el flujo de humedad hacia la superficie y favorecen la formación de escamas de la capa pictórica. A esto se suma la presencia de hongos que, por los mecanismos naturales de su metabolismo, afectan la estructura e imagen del mural (Figura 4).



Figura 3. Acercamiento donde se observa la disgregación por escamas y pulverización además de velos blancucinos por eflorescencia de sales. Puede notarse también la disgregación del aplanado. Imagen: Proyecto de conservación e investigación para las pinturas murales y otros acabados arquitectónicos de la zona arqueológica de Cholula, Puebla, ©CNCPC-INAH.

¹ Disgregar: Del lat. *disgregāre*. 1. tr. Separar, desunir, apartar lo que estaba unido. *Real Academia Española* [en línea] disponible en <<http://dle.rae.es/?id=Dv0IEE1>> [consultado el 2 de febrero de 2017].



Figura 4. Detalle del mural donde se aprecian cúmulos verdes, blancos y amarillos que corresponden a actividad biológica mientras que las zonas grisáceas corresponden a eflorescencia de sales. La parte baja muestra afectación de la capa pictórica por disgregación. *Imagen: ©CNCPC-INAH, 2013.*

Con el objetivo de consolidar² la capa pictórica alterada del mural de *Los Bebedores* se realizó una revisión de consolidantes empleados en conservación de pintura mural sobre tierra y se seleccionaron diversos materiales para probar sometiéndolos a condiciones de alta humedad. Era necesario contrastar los resultados del comportamiento de los materiales probados bajo las condiciones que imperan en el caso específico de este mural con el objetivo de justificar la elección de alguno de ellos. Uno de los materiales probados fue la hidroxipropil celulosa (HPC) (Klucel G®)³ cuyos resultados fueron positivos para el tratamiento del mural y en consecuencia se ha empleado en el tratamiento del mural a partir del 2010.

La consolidación y sus requerimientos

El concepto de consolidación empleado en el tratamiento de este mural corresponde al procedimiento en que se aplica algún material que facilite la cohesión de partículas disgregadas en cualquiera de los estratos del mural por aglomeración (unión física) o por conglomeración (unión química). Por lo tanto, consolidante es todo aquel material que sirve para este fin. Los requisitos que se establecieron para el material de consolidación de *Los Bebedores* son los siguientes:

² Según la 2da. Edición del EWAGLOS un consolidante es una sustancia que se introduce en un material descohesionado para reforzarlo y estabilizar su estructura.

³ Hidroxipropil celulosa (HPC) (Klucel G®) es un producto industrial de éter de celulosa, no iónico y resistente al ataque fúngico. Forma películas flexibles y compatibles con materiales sintéticos o naturales y con el agua. Se fabrica en diferentes grados de viscosidad, según la pureza. Es utilizado en la conservación profesional de otros sustratos como papel, textiles y madera e igualmente es usado como aglutinante para diversos materiales (Aqualon, 2001).



- Que sea compatible con los materiales constitutivos (soporte de tierra y pigmentos minerales).
- Que favorezca que las escamas adopten la forma del estrato inferior (sin existir fractura de las escamas durante el proceso de consolidación).
- Que mantenga la transparencia y el aspecto mate.
- Que sea compatible con el agua en sus diferentes estados, debido a la continua filtración de humedad.
- Que se mantenga soluble en líquidos no acuosos, puesto que la hidratación excesiva desestabiliza los estratos de tierra del mural, reactiva el proceso de cristalización de sales y favorece la proliferación de hongos en superficie.
- Que no reaccione con los materiales de tratamientos previos, especialmente polímeros sintéticos, ni con los de otros tratamientos aplicados al mural;
- Que sea fácil de manejar y sin toxicidad o que pueda ser soluble en solventes de baja toxicidad debido a que no hay buena ventilación en los túneles.
- Que permita que el mural sea retratable.

Metodología

La investigación se llevó a cabo a partir de reunir información documental con el desarrollo de experimentación y análisis con probetas. La investigación documental se enfocó en lo relacionado a la investigación de métodos, técnicas y materiales de consolidación de estructuras de soporte de tierra y de pintura sobre tierra. Fueron revisados tanto informes, reportes y documentación generados por la CNCPC como publicaciones disponibles en el archivo y la biblioteca de la CNCPC, de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRyM), y en Internet. A partir de esta revisión, se seleccionaron los materiales por probar.

La experimentación se enfocó en la aplicación de diferentes materiales consolidantes en áreas de prueba en el mural y en probetas sometidas a pruebas en laboratorio que incluyeron envejecimiento acelerado. Las probetas se obtuvieron de adobe desprendido proveniente del Edificio 3, recubiertas con una capa de pigmento, las cuales se sometieron a condiciones similares a las que imperan en el mural respecto a temperatura, obscuridad y alta humedad. Con base en la fragilidad de la capa pictórica y en la necesidad de introducir el material entre capas terrosas separadas y/o disgregadas, se probaron diferentes métodos de aplicación: pincel, inyección y asperjado. Posteriormente, se realizó el seguimiento a nivel macroscópico, registro fotográfico digital y microfotografía. Las características resultantes que se evaluaron en cada caso son:

- Cohesión: mediante pruebas de hisopo seco rodado sobre capa pictórica y por destrucción al sumergir las probetas en agua.
- Penetración: observación con microscopio óptico portátil
- Permeabilidad o formación de capacidad hidrófoba: mediante pruebas de absorción de agua por gota aplicada en superficie.
- Dureza: uso de escala de Mohs.
- Cambios de color: medida mediante observación macroscópica.
- Cambios en brillo de la superficie: mediante observación macroscópica y con microscopía óptica.
- Ataque fúngico: pruebas con cultivos e inspección visual de probetas.

Resultados

La revisión documental permitió integrar un expediente de materiales usados para consolidación de pintura mural sobre muros de adobe en general. Ello sirvió como base para la selección de los materiales que se consideró factible probar para el caso específico de *Los Bebedores* que incluyeron materiales naturales y minerales. Dicha selección completó una batería de materiales probados previamente y cuyo estudio se derivó de las necesidades que se identificaron en la etapa de diagnóstico y del inicio del trabajo en campo (Tablas 1 y 2).

Materiales seleccionados para pruebas en laboratorio como agentes consolidantes de capa pictórica

Clasificación	Natural/sintético	Material	Nombre comercial
Orgánico	Natural	Mucílago de nopal	---
		Cola de esturión	Kremer Pigmente
		Clara de huevo	-----
	Sintético	Hidroxipropil celulosa de peso molecular medio (HPC)	Klucel® G
		Metil celulosa (MC)	Methocel® A4
Inorgánico	Natural	Agua de cal	Cal Vitrubio®
	Sintético	Sílice coloidal	SYTON X30

Tabla 1. Materiales aplicados en sectores de prueba en el m de *Los Bebedores* y sobre tierra proveniente del desprendimiento de soporte del mural por alteración.

Materiales seleccionados para la fase experimental y sus condiciones de uso en la consolidación de soporte de tierra y pintura sobre tierra.

Material	Nombre comercial	Disolvente	Concentración
Mucílago de nopal	---	Agua purificada	ND
Cola de esturión	Kremer Pigmente	Agua purificada	10
Clara de huevo	-----	Agua purificada	50
Hidroxipropil celulosa de peso molecular medio (HPC)	Klucel® G	Etanol	1
Metil celulosa (MC)	Methocel® A4	Agua purificada	1
Agua de cal	Cal Vitrubio®	Agua purificada	10
Sílice coloidal	SYTON X30	Agua purificada	30

Tabla 2. Materiales probados en probetas elaboradas con soporte de tierra y pigmento mineral (Figura 5).





Figura 5. Probetas elaboradas con soporte de tierra y pigmento mineral sobre las que se probaron los materiales clara de huevo, mucílago de nopal, metil celulosa (MC), cola de esturión, hidróxido de calcio, sílice coloidal e hidroxipropil celulosa (HPC). Imagen: ©CNCPC-INAH, 2016.

Los materiales probados se agruparon de acuerdo con su naturaleza para resumir el resultado (Tablas 3 y 4):

- El hidróxido de calcio generó velos blanquecinos en la superficie y rigidez de las escamas de pintura mural que en consecuencia se fracturaban y desprendían durante el tratamiento.
- Los materiales silíceos incrementaron la dureza y la impermeabilidad de los estratos, en especial el sílice coloidal tiende a cristalizar en superficie debido a una baja penetración (Figura 6).
- Los consolidantes naturales promovieron la proliferación fúngica en todos los estratos y aunque los de origen proteico (clara de huevo y cola de esturión) tiene una fuerza cohesiva deseable para el mural, tienden al cambio de color.
- En los éteres de celulosa (MC, HPC, MHPC) fue manejable la fuerza cohesiva según la concentración y resultaron compatibles con el agua pero son susceptibles de ataque fúngico. En el caso de la hidroxipropil celulosa de peso medio (Klucel G®) disuelta en alcohol el ataque por hongos presentó poca actividad (Novelo, 2015).

Consolidante	Inicio	6 meses	12 meses	Observaciones
Hidroxipropil celulosa Klucel® G				No presenta cambios en la apariencia durante 12 meses
Cola de esturión				No evita la colonización de microorganismos
Sílice coloidal Syton X30				Formación de escamas rígidas, se desprenden desde los seis meses

Tabla 3. Comparación de comportamiento de tres consolidantes de diferente tipo: derivado de celulosa, orgánico protéico e inorgánico.

Resultados generales para la selección de un agente consolidante.

Material	Característica							<p>Adecuado ■</p> <p>Admisible ■</p> <p>Tolerable ■</p> <p>Inadecuado ■</p>
	Cohesión	Penetración	Permeabilidad	Dureza	Cambio de color	Cambio en brillo	Ataque fúngico	
Sílice coloidal	■	■	■	■	■	■	■	Inorgánicos: Incrementan dureza y capacidad hidrófoba, cambios de color y textura
Hidróxido de calcio	■	■	■	■	■	■	■	
Mucilago de nopal	■	■	■	■	■	■	■	Naturales: Hay proliferación fúngica, baja cohesión y cambios en color y textura
Clara de huevo	■	■	■	■	■	■	■	
Cola de esturión	■	■	■	■	■	■	■	
MC (Methocel® A4)	■	■	■	■	■	■	■	Éteres de celulosa: Fuerza cohesiva según concentración, no cambian colores ni texturas, hay proliferación fúngica en algunos
HPC (Klucel® G)	■	■	■	■	■	■	■	

Tabla 4. Se presentan los resultados con los valores de: Adecuado, Admisible, Tolerable, Inadecuado.



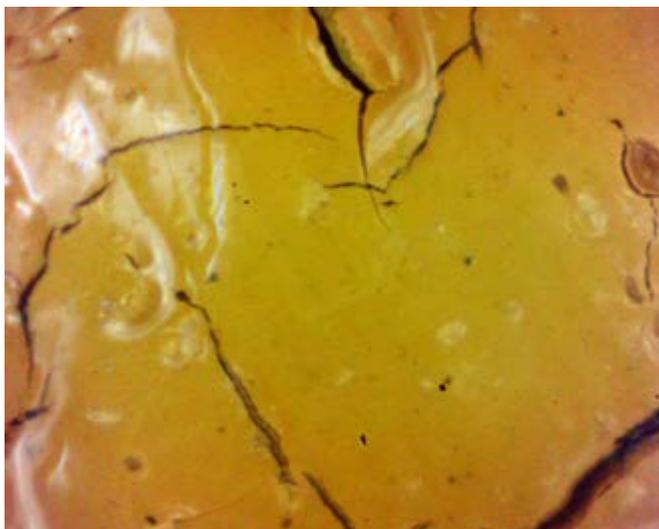


Figura 6. Microfotografía de probeta de adobe con pigmento minera amarillo ocre, al cual se le aplicó sílice coloidal en la superficie. Se aprecia que no hubo penetración y que la cristalización tuvo lugar en la superficie. Imagen: Clara Ramírez Roque, 2016, ©CNCPC-INAH.

Destaca que la hidroxipropil celulosa de peso molecular medio (Klucel G®) brinda cohesión al mismo que tiempo que penetra en la muestra y en consecuencia adhiere nuevamente la capa pictórica entre sí y con el aplanado, su permeabilidad no obstruye el flujo activo de humedad en el muro, mejora la cohesión de la capa pictórica, no cambia las características de la superficie y finalmente, resaltó el que con sus soluciones en etanol no se favorece la proliferación de hongos y disminuye la aportación de humedad en la aplicación de varias capas del consolidante (Figura 7)



Figura 7. Detalle del mural en comparativa antes y después de los procesos de limpieza y consolidación con Klucel G®. Temporada del 2013. Imagen: ©CNCPC-INAH, 2013.

Conclusión

La investigación desarrollada permitió tener un panorama de opciones para la consolidación de la capa pictórica del mural de *Los Bebedores* e identificar que el Klucel G® (HPC) responde positivamente ante su problemática específica. Los resultados de la investigación y la actividad en campo nos indican que su uso en disolución de alcohol cumple con los requisitos establecidos para este caso.⁴ Es importante señalar que durante la intervención del mural, se ha visto la necesidad de realizar aplicaciones periódicamente para asegurar la cohesión entre capa pictórica y soporte debido al proceso activo de cristalización de sales, ocasionado por la presencia de ciclos de humectación.

Al comprobar que las características de Klucel G® resultaban adecuadas para la problemática del mural, se decidió llevar a cabo mayor investigación para soportar el uso de este material, las cuales forman parte de una investigación de mayor profundidad y que incluyen:⁵

- Realización de probetas de adobe proveniente de la zona arqueológica aglutinado con Klucel G®, analizadas con FTIR.
- Envejecimiento acelerado de probetas en cámaras diseñadas específicamente para el caso de estudio.
- Colorimetría

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al doctor Serafín Sánchez Pérez, responsable del Laboratorio de Suelos y Sedimentos en la ENAH, a la doctora Nora Ariadna Pérez Castellanos del Laboratorio CODICE de la CNCPC-INAH y a los doctores José Ruperto Ortega Ramírez y Gerardo Villa Sánchez de la Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico del INAH por sus colaboraciones a la investigación.

Referencias

- Aqualon (2001) *Klucel hydroxypropylcellulose, physical and chemical properties*, Wilmington, Delaware, Hercules Incorporated.
- Avrami, Erica, Hubert Guillaud and Mary Hardy (eds.) (2008) *Terra literature review*, Los Angeles, J. Paul Getty Trust.
- Feller, Robert L. and Myron Wilt (1990) *Evaluation of cellulose ethers for conservation*. 2nd ed. Los Angeles, J. Paul Getty Trust.
- French, Pamela (1993) "Los problemas de la conservación in situ del adobe y del enlucido de barro", en: Henry W. Hodges (ed.) *Conservación arqueológica in situ. Memoria de las reuniones 6-13 de abril de 1986*. México D.F., Los Angeles, Instituto Nacional de Antropología e Historia, J. Paul Getty Trust, pp. 84-88.
- Grimaldi Sierra, Dulce M. et al. (2010) *Informe del proyecto de conservación e investigación de la pintura mural de la zona arqueológica de Cholula, Puebla: temporada 2010*. Informe inédito. México, Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Grimaldi Sierra, Dulce M. et al. (2011) *Informe del proyecto de conservación e investigación de la pintura mural de la zona arqueológica de Cholula, Puebla: temporada 2011*. Informe inédito. México, Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

⁴ Es importante mencionar que en las publicaciones de estudios del Klucel®, se señala que es susceptible de oscurecimiento por radiación solar. En el caso de *Los Bebedores*, su localización subterránea y poca iluminación han contribuido a que no suceda este fenómeno.

⁵ Está en curso una tesis de investigación encaminada a desarrollar los estudios que expliquen y sustenten las bases del comportamiento y características del Klucel G® que han resultado eficaces para el caso de un sustrato terroso. Dicha investigación integrará resultados de las evaluaciones de las soluciones acuosas y etanólicas de la hidroxipropil celulosa y evaluará su comportamiento a largo plazo en situación de alta y constante humedad.



- Horie, Charles V. (1990) *Material for conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*, Oxford and Boston, Butterworth-Heinemann.
- Huerta Carrillo, A. (1990) *Informe de la investigación de materiales de la zona arqueológica de Cholula, Puebla*. Informe inédito. México, Dirección de Restauración del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Jury, William A., Wilford R. Gardner and Walter H. Gardner (1991) *Soil physics*, Fifth ed., New York, John Wiley and Sons, Inc.
- Malone, Leo J. (2001) *Introducción a la química*, Trad. Gerardo Martínez Villa, México, Limusa Wiley.
- Marquina, Ignacio (1970) *Proyecto Cholula*, México D.F., Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Medina Ávila, Alejandro (2010) *Dictamen sobre muestras tomadas en el túnel 6, Los Bebedores edificio I-A en La zona arqueológica de Cholula, Puebla*, Documento inédito. México, Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Medina Ávila, Alejandro (2012) *Identificación de hongo. Cholula, Puebla*. Documento inédito. México, Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia
- Mora, Paolo, Laura Mora y Paul Phillippot (2003) *La conservación de las pinturas murales. Homenaje a Fernando Hinestrosa 40 de rectoría 1963-2003*. Bogotá, Univesidad del Externado de Colombia-ICCROM.
- Myers, Cassie y Dulce M. Grimaldi (2008) *Report on evaluation of past treatments, Cholula*, Informe inédito. México, Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Getty Conservation Institute.
- Novelo, E., G. Vidal, G. y E.S. Loyo (2015) *Identificación de los hongos que crecen en el mural "Los Bebedores" en la zona arqueológica de Cholula, Puebla, y evaluación del efecto de diferentes sustancias en su crecimiento*. Documento inédito. México D.F., Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Ortega Ramírez, José R. (2012) *Estudios de exploración geofísica. Conjunto Bebedores, zona arqueológica de Cholula*, México, D.F., Instituto Nacional de Antropología e Historia-SLAA.
- Pavón, S. C. (1970) *Reporte del análisis cualitativo y estratigráfico de las muestras del edificio 4. Cholula, Puebla*. Informe inédito. Mexico, D.F., Centro de Estudios para la Conservación de Bienes Culturales "Paul Coremans", Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Pérez Castellanos, Nora A. y Clara Ramírez Roque (2012) *Evaluación de materiales para fijación del sustrato de las pinturas murales de zona arqueológica de Cholula, Puebla*. Documento inédito. México. México, Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Prost, R., T. Koutit, A. Benchara and E. Huard (1998) "State and location of water adsorbed on clay minerals: consequences of the hydration and swelling-shrinkage phenomena", *Clays and clay minerals* 46 (2): 117-131.
- Rainer, Leslie and Angelyn Bass Rivera (eds.) (2006) *The conservation of decorated surfaces in earthen architecture*, Los Angeles, Getty Publications.
- Ramírez Roque, Clara (2012) *Informe de la comisión del 28 al 31 de marzo del 2012*. Informe inédito. México, Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, Instituto Nacional de Antropología e Historia
- Rodríguez, Dionisio (2006) "La pintura mural prehispánica de Cholula", en: *La gran pirámide de Cholula*. México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Grupo Azabache, pp. 131-155.
- Salazar, Ponciano (1970) "Lado Oeste", en: *Proyecto Cholula*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp. 34-45.
- Solís, Felipe (comp.) (2006) *La Gran Pirámide de Cholula*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Grupo Azabache.
- Torraca, Giorgio, Giacomo Chiari and Giorgio Gullini (1972) "Report on mud brick preservation", *Mesopotamia* VII: 260-286.
- Warren, John (1999) *Conservation of earth structures*, Oxford, Butterworth-Heinemann.
- Weyer, Angela, Pilar Roig Picazo, Daniel Pop and JoAnn Cassar, Aysun Özköse, Jean-Marc Vallet and Ivan Srša (2016) *European illustrated glossary of conservation terms for wall paintings and architectural surfaces*. Petersberg, Michael Imhof Verlag GmbH & Co. KG.

