

# ESTUDIO FISCOQUÍMICO DE LOS COLORES OBSERVADOS EN CÓDICES, POR TÉCNICAS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA ANALÍTICA

J. Cañetas Ortega<sup>1</sup>, C. González Tirado<sup>2</sup>, J. L. Ruvalcaba Sil<sup>1</sup>, L. Rendón<sup>1</sup>, S. Zetina<sup>3</sup>,  
M.López Cáceres<sup>2</sup> y J. Arenas-Alatorre<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física UNAM, Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, México D.F. 04510, México. <sup>2</sup> Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía INAH. <sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Estéticas UNAM. Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, México D.F. 04510, México. E-mail: [jarenas@fisica.unam.mx](mailto:jarenas@fisica.unam.mx); [sil@fisica.unam.mx](mailto:sil@fisica.unam.mx)

## INTRODUCCIÓN

Los manuscritos antiguos realizados antes e inmediato después de la conquista de México por los españoles, poseen un enorme valor histórico, ya que en muchos casos son la única fuente de información sobre importante eventos que influyeron en el desarrollo de este país. Tal es el caso de los códices, los cuales son escritos y dibujos elaborados por los pueblos mesoamericanos primeramente en tiras de piel de venado, en una especie de papel producido con la corteza del árbol ámate, fibras de maguey; posteriormente se incorporó tecnologías traídas por lo españoles, tales como el papel y algunas telas. En ellos quedaron plasmados logros y avances culturales y científicos, creencias religiosas, los ritos y ceremonias, cronología de guerras y conquistas, el surgimiento de nuevos pueblos y límites geográficos, etc. [1-4]. Aunque la mayor parte de los códices fueron destruidos durante la colonia, han logrado sobrevivir hasta nuestro días, varios de éstos en manos de particulares o en museos; en otros casos, son los mismos pueblos quienes los resguardan ya que en ellos se incluye información sobre la historia de éstos, y que en ciertas ocasiones han sido utilizados como documentos oficiales únicos.

La caracterización y preservación de este tipo de documento reviste una labor titánica por la antigüedad de éstos, la delicadeza con la que deben ser tratados, pero principalmente por la naturaleza orgánica que la mayoría de éstos presenta [5,6]. Y es que la naturaleza orgánica se vuelve en factor determinante en la magnificación de los mecanismos de deterioro, los cuales son una consecuencia de los diferentes factores a los que se encuentra expuesto, tales como agentes físicos, químicos o biológicos. Entre los primeros se puede mencionar el medio ambiente (humedad, temperatura, viento, presión), en tanto que de los segundos se incluyen la reacciones químicas inducidas en el material debido a la presencia de contaminantes del aire: contaminantes gaseosos, óxidos de nitrógeno, ozono, hidrocarburos, sulfuros y sustancias orgánica e inorgánicas. Entre lo agentes biológicos se puede mencionar la microfauna, principalmente constituida por hongos y bacterias; los hongos son heterótrofos pues como saprófitos obtienen su alimento de la materia orgánica muerta.

Como una manera de mostrar la importancia de la caracterización y conservación de manuscritos antiguos y documentos históricos, el objetivo del presente trabajo es realizar un estudio por técnicas asociadas a la microscopía electrónica, tanto de barrido (SEM) como de transmisión (TEM) de los códices Colombino, Porfirio Díaz, Baranda y Dehesa.

## EXPERIMENTAL

El análisis se realizó con ayuda de los microscopios electrónicos analíticos de barrido JEOL5600-LV (resolución en modo de bajo vacío de 5 nm) y de Transmisión JEOL 2010FEG (resolución punto a punto 0.19 nm). Ambos equipos con sonda para análisis químico elemental por medio de espectroscopia de dispersión de energía de rayos X (EDS) marca NORAN modelo Voyager. Las muestras proporcionadas de los códices son pequeños fragmentos de los diferentes colores que conforman los códices de tamaño promedio 1 mm de diámetro. Estos se analizaron primeramente por SEM-LV y posteriormente por TEM en al modalidad de alta resolución (HRTEM)

## RESULTADOS

El documento conocido como códice Colombino, de origen prehispánico, se interpreta como una biografía del señor 8 Venado, Garra de jaguar (1063-1115 dC), uno de los protagonistas más importantes de la historia mixteca. Del códice se sabe que esta pintado sobre un soporte de piel. Los resultados del análisis químico por EDS muestran al O, S, Ca, Si y K como elementos comunes en todos los colores analizados, adicionalmente en el azul, verde, amarillo, blanco, rojo y verde se identificó al Al, Fe y Mg. Por Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM) en su modalidad de HRTEM se identificaron los materiales cristalinos presentes en los colores, entre ellos se pudo identificar en el color rojo, a la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ).

En la figura 1 se muestran tres imágenes típicas de SEM convencional obtenidas con electrones retrodispersados a 500x, 1000x y 500x respectivamente, de los códices Colombino, Porfirio Díaz y Dehesa. Se aprecian diferencias superficiales significativas. En particular en el códice Colombino que es de origen prehispánico, se observaron por TEM, fibras de paligorskita semejantes a la identificadas en murales prehispánicos (figura 2).

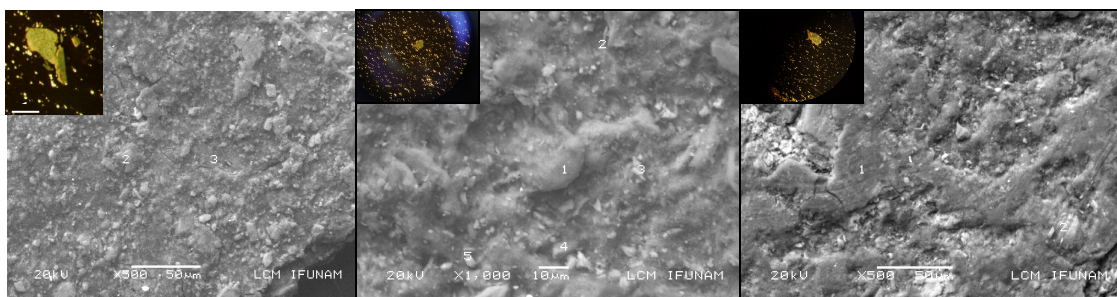


Figura 1.- Imágenes (SEM) de Azul en los códices: Colombino, Porfirio Díaz y Dehesa respectivamente

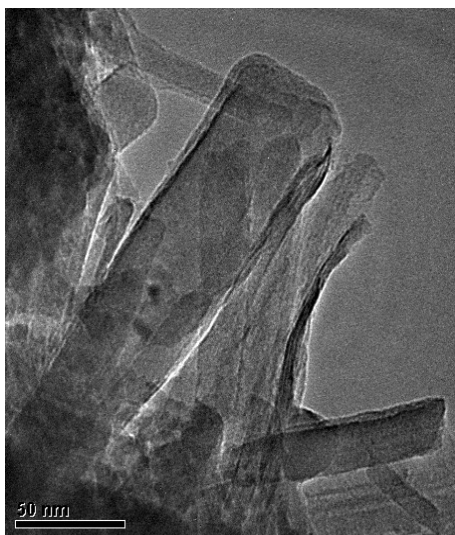


Figura 2.- Imagen HRTEM del azul en el códice Colombino

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo financiero del proyecto CONACyT U49839-R. y la ayuda técnica de Diego Quiterio y Ángel Flores.

## REFERENCIAS

1. Laura E. Sotelo Santos. “*Los Códices Mayas*”. Arqueología Mexicana, V. 4 No. 23, Enero- Febrero 1997.
2. Leonardo Ferreira. “*Los códices y la Ley de Expresión Precolombina*”. Diálogos de la comunicación, No. 58, Agosto 2000.
3. José Luis Galindo Ortega. “*Los Códices de México*”. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 1996.
4. Barbara J. Williams and Maria del Carmen Jorge y Jorge. “*Surface Area Computation in Ancient Mexico: Documentary Evidence of Acolhua-Aztec Proto-Geometry*”. Symmetry: Culture and Science Vol. 12, Nos. 1-2, 185-200, 2001.
5. Ventura Rodríguez Lugo, Alejandra Camacho Bragado, Demetrio Mendoza Anaya Y José Luis Galván Madrid. “*Caracterización del Códice Techialoyan de San Pedro Tototepec por MEB y EDS*”. Códice de Techialoyan de San Pedro Tototepec (Estado de México), 1a edición, México, 1999. El Colegio Mexiquense A.. C.
6. J.L. Ruvalcaba Sil y M. Monroy. Estudio no Destructivo de Documentos y Libros Antiguos Mediante Haces de Iones. Editado por Demetrio Mendoza Anaya, Eva Leticia Brito y Jesús A. Arenas Alatorre. Editorial : Innovación Editorial Lagares de México,. ISBN: 968-5785-87-2, Primera edición Julio de 2004.
7. D. Mendoza Anaya, J. Arenas Alatorre, V. Rodríguez Lugo . Editado por Demetrio Mendoza Anaya, Jesús A. Arenas Alatorre, J.L. Ruvalcaba Sil y V. Rodríguez Lugo. Editorial Innovación Editorial Lagares de México,. ISBN: 970-773-269-5, Primera edición octubre de 2006.