Desde el Herbario CICY
17: 232-237 (9/octubre/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

La alquimia del Azul Maya

JULIO AGUIAR PECH, JORGE URIBE CALDERÓN Y ROCÍO BORGES ARGÁEZ*

Unidad de Biotecnología, Centro de investigación Científica de Yucatán, A.C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Colonia Chuburná de Hidalgo, 97205, Mérida, Yucatán, México.
*rborges@cicy.mx

Resumen: El Azul Maya, un color simbólico de nuestros antepasados, tiene su origen en la dualidad de la naturaleza: el índigo, un componente orgánico que otorga este profundo color azul y la paligoskita, un componente inorgánico que otorga durabilidad (más de 1400 años). El índigo se extrae de la planta del añil, común en diversas regiones de México. Durante la colonización, el Azul Maya se convirtió en un símbolo distintivo en el arte del nuevo mundo, a diferencia del costoso azul ultramarino. Las habilidades de los mayas cambiaron la historia del arte, haciendo un pigmento inigualable. Acompáñanos a descubrir el fascinante proceso químico que convierte la naturaleza en pigmento: la obtención del índigo a partir de *Indigofera suffruticosa*, conocida como añil, añilillo o *xiquilite* en náhuatl.

Palabras clave: Añil, colorantes, índigo, tintes orgánicos.

Gobierno de México | Ciencia y Tecnología Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación | CICY

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
CICY

Desde el Herbario CICY
17: 232-237 (9/octubre/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

La planta de añil, botánicamente *Indigofera suffruticosa* Mill., pertenece a la familia de las Fabaceae y se caracteriza por ser un arbusto ramificado con una altura promedio entre 1 a 2 m. Sus hojas son verdes claros pinnadas (divididas) con forma elíptica a oblanceoladas (alargadas) (Figura 1). Las flores tienen cinco pétalos de color rosa, violeta o incluso rojizas, en algunos casos se presentan manchitas en los pétalos. Los frutos son legumbres con forma alargada casi rectangular, pero con los extremos redondeados con 3 a 7 semillas (Sánchez del Río 2011). Su distribución geográfica abarca distintos estados del país, que van desde Yucatán hasta Baja California Sur (Cecil 2010). A nivel mundial existen varias especies productoras de añil pertenecientes a diversas familias vegetales como Brassicaceae (*Isatis tinctoria* L; *I. indigotica* Fortune), Polygonaceae (*Persicaria tinctoria* (Aiton) Spach), Acanthaceae (*Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze), Apocynaceae (*Wrightia tinctoria* (Roxb.) R. Br.) y Orchidaceae (*Calanthe triplicata* (Willemet) Ames, *C. vestita* Lindl., *Bletia* spp., *Phaius indigoferus* Hassk. y *P. grandifolius* Lour.). Sin embargo, sobresalen en número las pertenecientes a la familia Fabaceae: *Indigofera tinctoria* L., *I. arrecta* Hochst. ex A. Rich., *I. articulata* Gouan, *I. coerulea* Roxb., *I. suffruticosa*, *I. micheliana* Rose e *I. caroliniana* Mill. (Cardon 2007).

Las recetas que utilizaban los antiguos mesoamericanos para teñir con plantas estaban relacionadas con soluciones acuosas. El viaje a la transformación del índigo comienza con las hojas de esta planta, que, a simple vista, no parece que contengan un azul tan vibrante, guardando este secreto químico mediante un compuesto presente en las hojas llamado índican, un glucósido indólico soluble en agua, compuesto de glucosa e indoxilo (Anderson 2023); este compuesto es el precursor del azul que tanto conocemos, pero primero necesita una transformación química para revelar su verdadera naturaleza.

La magia del índigo se inicia a través de varias etapas, en las que la naturaleza, la química y el ingenio humano trabajan en armonía, estas etapas se pueden resumir en tres pasos principales: Maceración y fermentación, esta se inicia una vez colectadas las hojas de añil, las cuales se sumergen en agua de lluvia o bien agua libre de sales, en grandes recipientes. Este paso activa las enzimas naturales de la planta, que descomponen el índican en dos moléculas, indoxilo (la clave para el pigmento azul) y glucosa. La enzima responsable de esta transformación se llama beta-glucosidasa, y sin ella, el índican no podría liberar el indoxilo necesario para formar el índigo. La segunda etapa es la oxidación; tras la fermentación, el líquido verdoso obtenido es agitado vigorosamente para exponerlo al oxígeno del aire. Este paso es crucial, debido a que el oxígeno reacciona con el indoxilo logrando la unión de dos moléculas de indoxilo necesarias para formar el índigo. En este momento se produce un cambio visual sorprendente: el líquido pasa de un color amarillo verdoso a un azul intenso, señal de que el índigo está formándose. El último paso es la decantación y purificación, en donde el índigo recién formado precipita y cae al fondo del recipiente ya que se vuelve insoluble en agua, dando lugar a un lodo azul. Este se separa cuidadosamente, se lava para eliminar impurezas y finalmente es secado al sol, obteniéndose el pigmento azul en su forma pura (Sánchez del Río 2011) (Figura 2).

El índigo no solo es un hermoso color, sino también químicamente fascinante. Su estructura molecular la hace insoluble en agua, por lo que, para poder teñir un textil, es necesario solubilizarla en una solución alcalina. De esta manera se obtiene la forma conocida como leuco-índigo, que es soluble en agua. Una vez en su forma soluble, el textil es sumergido en el “baño de tina” como se conoce a este tipo de teñido, y al exponer el textil al aire, ocurre de nuevo el proceso de oxidación a su forma insoluble, quedando atra-

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
CICY

Desde el Herbario CICY
17: 232-237 (9/octubre/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Figura 1. Plantas de *Indigofera suffruticosa* Mill. (Fabaceae). (Fotografía: Rocío Borges Argáez).

pado en el textil, lo que lo hace resistente a lavados. Por eso, el índigo ha sido un pilar de la historia del arte y la moda, desde los murales mayas hasta los icónicos jeans de mezclilla.

Sin embargo, este tinte natural, cuando se utilizaba en la pintura, presentaba problemas comunes a otros pigmentos de origen orgánico: su tendencia a palidecer (degradación) bajo la exposición de la luz solar (UV) y la humedad. Esta característica llevó a los arqueólogos a sorprenderse al descubrir la durabilidad del pigmento azul encontrado en los murales de las regiones mayas como el templo de los guerreros en Chichén Itzá, los de Bonampak en Chiapas y de la zona arqueológica olmeca de Cacaxtla. Este fenómeno les hizo reconsiderar la posibilidad de que los mayas hubieran usado el mismo colorante debido a las condiciones ambientales a las que estaban expuestas estas obras artísticas (Soto 2022). Por esta razón, el pigmento fue llamado Azul Maya, como una forma de reconocimiento a la resistencia y valor cultural.

No fue sino hasta finales de la década de 1960, con los avances tecnológicos, cuando se descubrió la razón detrás de la notable resistencia del Azul Maya a través de los siglos. Los estudios revelaron que los artistas mayas, en un proceso sofisticado, habían combinado el tinte extraído de la planta de añil con una arcilla blanca llamada atapulgita (paligorskita) que se encuentra en la península de Yucatán y Guatemala (Collado 2021). Esta mezcla resultó en un pigmento azul único, una fusión perfecta entre los tonos del mar y el brillo reluciente de las plumas del quetzal.

Mientras el índigo otorga el color al Azul Maya, la paligorskita proporciona la resistencia y la durabilidad. La paligorskita es un mineral arci-

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
CICY

Desde el Herbario CICY
17: 232-237 (9/octubre/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Figura 2. Procesamiento artesanal de obtención del índigo. **A.** Maceración. **B.** Oxidación. **C.** Precipitación. **D.** Secado. (Fotografías: Rocío Borges Argáez).

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
CICY

Desde el Herbario CICY
17: 232-237 (9/octubre/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

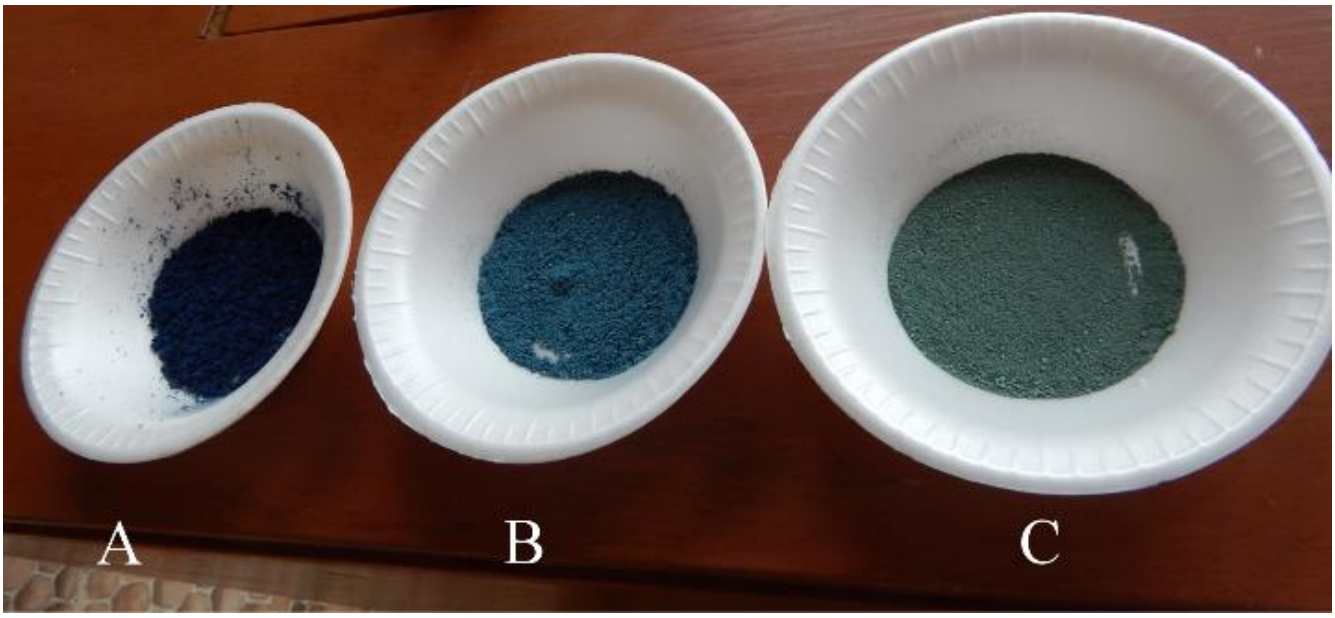

Figura 3A. Polvo de índigo. **B-C.** Combinación de índigo y paligorskita bajo distintas condiciones de tratamiento obteniéndose desde el Azul Maya (**B**) hasta el verde jade (**C**). (Fotografías: Rocío Borges Argáez).

lloso de magnesio y aluminio, clasificado como filosilicato. Nombrado en honor a su origen en Palygorskaya, Rusia, también tiene una variante en Attapulgus, Georgia, conocida como atapulgita. En México, se han encontrado dos minas antiguas en Sacalum y Yo'Sah Kab, Yucatán, donde probablemente se extrajo paligorskita. Este mineral fija el tinte de índigo, aportando estabilidad y textura al pigmento (Lapomarda 2024). La intensidad del color azul no depende del tamaño de los granos de paligorskita, sino del grado de penetración del colorante: una coloración intensa sugiere una penetración completa.

Se han propuesto diversas técnicas de preparación del Azul Maya, entre las cuales destacan: (i) el teñido directo de paligorskita con el colorante de la planta *Indigofera*, (ii) la mezcla de paligorskita e índigo y su posterior calentamiento, (iii) el calentamiento del índigo con vapor de agua para fijarlo en paligorskita, (iv) el uso de una técnica de teñido en tina, (v) la quema de hojas de *Indigofera* y la mezcla de las cenizas con otros ingredientes, (vi) la mezcla de índigo con paligorskita y el calentamiento para adulterar el índigo, y (vii) ceremonias rituales que incluían la quema de ingredientes como el copal, una resina comúnmente utilizada en tiempos prehispánicos (Sánchez del Río 2011) (Figura 3).

Durante la colonización, materiales nativos como el Azul Maya fueron explotados convirtiendo este color en el principal diferenciador entre las pinturas barrocas europeas y las del "nuevo mundo". Por ejemplo, en el siglo XVII, artistas de gran renombre en Europa, como Caravaggio y Rubens, tuvieron serios desafíos para conseguir pigmentos azules que conservaran su intensidad y durabilidad en sus obras. El pigmento más apreciado en ese entonces, el azul ultramarino, se obtenía de la piedra semipreciosa lapislázuli, originaria de las minas de Afganistán y cuya extracción y procesamiento no solo resultaban costosos, sino también técnicamente complejos. Debido a su alto precio y la dificultad

Desde el Herbario CICY
17: 232-237 (9/octubre/2025)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

para producirlo, se reservaba exclusivamente para artistas adinerados, nobleza o para resaltar detalles sagrados, en una clara muestra de estatus y distinción (Van Houten 2018).

El descubrimiento de la estructura del Azul Maya plantea nuevas posibilidades para la obtención de pigmentos más resistentes y ecológicos. Este hallazgo es particularmente fascinante, ya que sugiere que los mayas, sin contar con los conocimientos modernos, lograron integrar principios de química orgánica y mineralogía para desarrollar una nanotecnología avanzada: el primer pigmento orgánico verdaderamente permanente, uniendo así elementos orgánicos e inorgánicos de la naturaleza (Lapomarda 2024).

Referencias

Anderson T. 2023. Homegrown Indigo Pigment Extraction. (consultado: 02 octubre 2025). https://lovelygreens.com/homegrown-indigo-pigment-extraction/

Cecil L.G. 2010. Central petén blue pigment: A maya blue source outside of Yucatán, México. *Journal of Archaeological Science* 37(5): 1006–1019. https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.12.001

Collado R. 2021. Azul maya: curiosidades de un color único. (consultado: 02 octubre 2025). https://tiwel.es/azul-maya-curiosidades-de-un-color-unico/

Cardon D. 2007. *Natural dyes, sources, tradition, technology and science*. Arquetype Publications. 804 pp.

Lapomarda C. 2024. Maya Blue, the double nature of an ancient pigment. (consultado: 02 octubre 2025). https://nilacolori.com/en/maya-blue-the-double-nature-of-an-ancient-pigment/

Van Houten Maldonado D. 2018. El extraordinario color azul que inventaron los mayas en el México precolonial. (consultado: 02 octubre 2025). https://www.bbc.com/mundo/vert-cul-45503886

Sánchez del Río M., Doménech A., Doménech-Carbó M.T., Vázquez de Agredos Pascual M.L., Suárez M., & García-Romero E. 2011. Chapter 18 - The Maya Blue Pigment. *Developments in Clay Science* 3: 453-481. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53607-5.00018-9

Soto Razo I. 2022. Azul Maya, un pigmento fascinante. (consultado: 02 octubre 2025). https://wp.uaslp.mx/sinergia/2022/11/17/azul-maya-un-pigmento-fascinante/

Desde el Herbario CICY, 17: 232-237 (9-octubre-2025), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, **www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx.** Editores responsables: Germán Carnevali, Patricia Rivera Pérez y José Luis Tapia Muñoz. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 9 de octubre de 2025. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.