



# KUKULKAB'

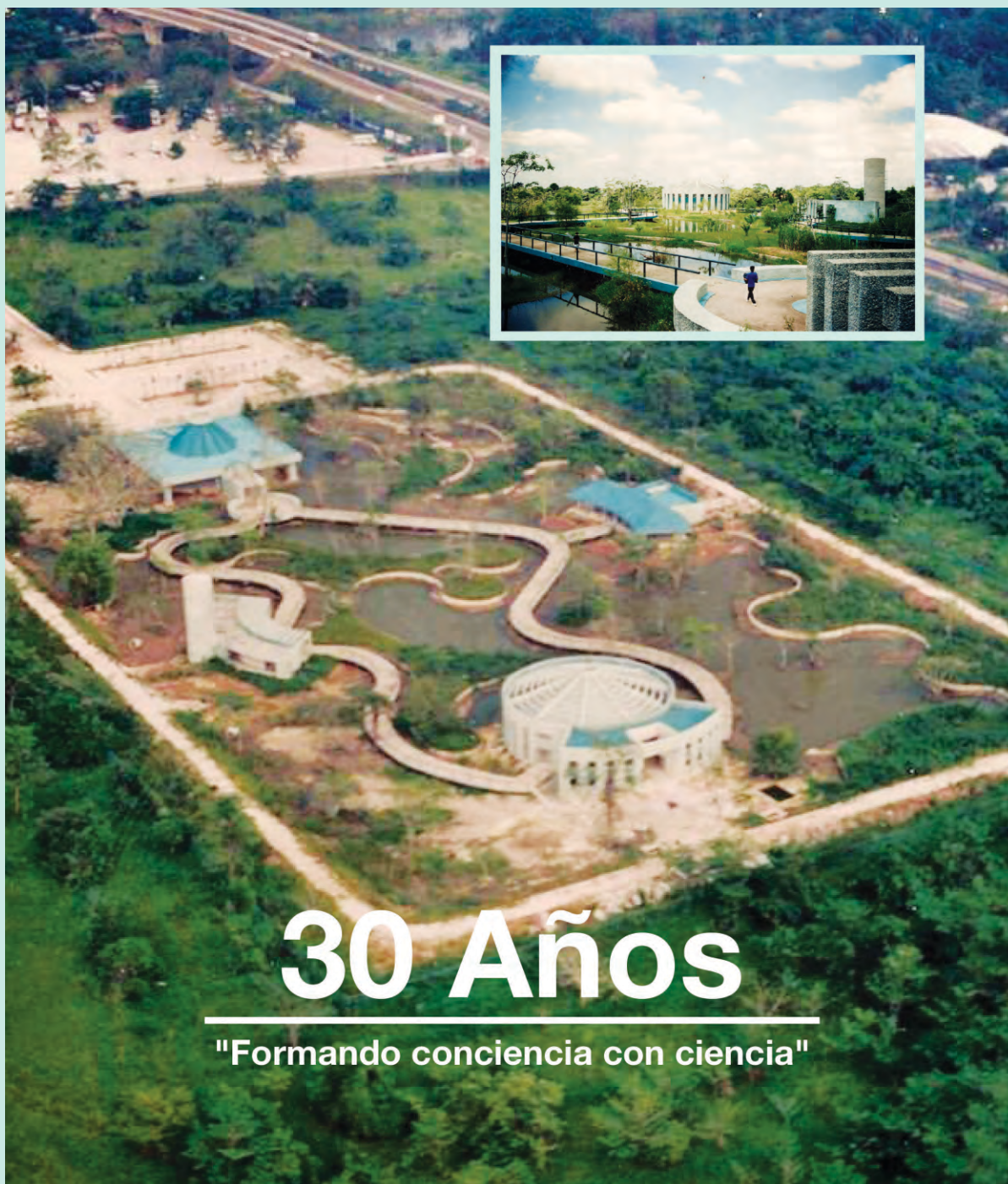
REVISTA DE  
DIVULGACIÓN

ISSN 1665-0514

División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XVIII • Número 34 • Enero - Junio 2012 •

**Universidad Juárez Autónoma de Tabasco**



# 30 Años

"Formando conciencia con ciencia"

## REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

*Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza*

### CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Ma. Gama Campillo  
**Editor en jefe**

Dr. Randy Howard Adams Schroeder  
Dr. José Luis Martínez Sánchez  
**Editores Adjuntos**

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo  
**Editor Asistente**

### COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

**Dra. Silvia del Amo**  
Universidad Veracruzana

**Dr. Bernardo Urbani**  
Universidad de Illinois

**Dr. Guillermo R. Giannico**  
Fisheries and Wildlife Department,  
Oregon State University

**Dr. Joel Zavala Cruz**  
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

**Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez**  
División Académica de Ciencias Biológicas  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Publicación citada en:

- El índice bibliográfico PERIÓDICA, índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.  
Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>  
<http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. C.P. 86039 Teléfono Conmutador: 358 15 00 ext. 6400 Teléfono Divisional: 354 43 08, 337 96 11. Dirección electrónica: <http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab> Imprenta: Morari Formas Continuas, S.A. de C.V. Heróico Colegio Militar No. 116. Col. Atasta C. P. 86100 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco.

### **Nuestra Portada**

Retrospectivo del Centro de Investigación para la Conservación de Especies Amenazadas (CICEA-DACBiol)

### **Diseño de:**

Lilianna López Gama

### **Fotografías:**

Francisco Maldonado Mares  
Profesor-Investigador de la DACBiol

## Estimados lectores:

**A**sumir el compromiso de la edición de una revista, es realmente un reto que exige una búsqueda de mejora continua, es una responsabilidad que requiere un equipo de apoyo. Nuestra revista ha pasado por diferentes etapas de evolución, gracias al interés y la colaboración de muchos de nuestros profesores desde su inicio. Este año, bajo la dirección de la Maestra Rosa Martha Padrón López y con su decidido apoyo, se han redoblado los esfuerzos para evaluar el sistema de manejo de la revista, hacerlo más eficiente y congruente con las necesidades y facilidades actuales.

Nuestra Universidad inició también un plan de rescate y refuerzos a las revistas universitarias, promoviendo diferentes apoyos y capacitaciones a través de una serie de autoevaluaciones. Hoy la División Académica de Ciencias Biológicas es pionera en la Universidad por contar con un Área Editorial, la cual dará apoyo a todas aquellas actividades de la División que lo requieran; ésta se encuentra a cargo del Biól. Fernando Rodríguez Quevedo. El Biólogo además de ser el editor de apoyo de la revista, con una comprometida diligencia, ha implementado un programa de reorganización del sistema de manejo de Kuxulkab', que dentro de poco, nos permitirá en tiempo real dar respuesta y visualización a todo el proceso editorial, esto como parte de la estrategia del plan de mejoras de nuestra revista. Además en este año que se festeja el 30 aniversario de la enseñanza de las ciencias ambientales en la UJAT, varios eventos se están llevando a cabo y nosotros queremos unirnos a los festejos buscando una nueva cara para Kuxulkab', como la revista que representa nuestra División Académica; como parte de estos nuevos cambios, destaca mencionar que a partir de éste número el volumen de nuestra revista pasa a ser renombrada cada inicio de año y no a mediados como se venía realizando, como una de las recomendaciones que nos señalaron para facilitar su identidad.

Este número cuenta con una interesante recopilación de doce artículos, todos ellos seleccionados de las diferentes áreas en las que trabajan profesores, investigadores y estudiantes de Tabasco, siendo la UJAT muestra de la diversidad y el desarrollo de investigaciones con el paso del tiempo. Como siempre agradecemos tanto a nuestros contribuidores como a los revisores que amablemente se han tomado el tiempo de colaborar con nosotros, y los invitamos a seguir considerando usar esta opción de publicación como una ventana para compartir investigación, así como desarrollo de temas de interés, tanto a nuestros colegas, alumnos y compañeros en la División como en la región.

**Lilia Gama**  
Editor en Jefe

**Rosa Martha Padrón López**  
Directora

**División Académica de Ciencias Biológicas**  
**Universidad Juárez Autónoma de Tabasco**



---

# La microscopía aplicada a la Botánica

**Jaime Javier Osorio Sánchez**

Laboratorio de Microscopía  
División Académica de Ciencias Biológicas  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
[ososanc@hotmail.com](mailto:ososanc@hotmail.com)

## Introducción

Es bien sabido que la Botánica es la ciencia que se encarga del estudio de las plantas, y ello puede hacerse a diferentes niveles de organización biológica: molecular, genética, celular, de tejidos, de órganos y/o de individuos. Además, en el ámbito ecológico las plantas pueden ser estudiadas según su organización poblacional, de comunidad y/o de ecosistema. En todos los casos, la botánica se auxilia de numerosas herramientas y técnicas que abarcan una gama muy amplia de áreas de la ciencia y la tecnología.

Una de las herramientas que mayor apoyo brinda a la botánica es la microscopía, la *disciplina que se encarga de la teoría y la práctica de la observación de los objetos de pequeño tamaño, a través del empleo de aparatos, sencillos o complicados, que producen imágenes amplificadas de los objetos, para que el ojo humano perciba sus detalles y características particulares* (Osorio, 2003).

La microscopía es una disciplina científico-tecnológica que a pesar de su larga trayectoria histórica, aún requiere una mayor conceptualización académica, que permita determinar los patrones de su desarrollo pretérito y actual, y su importancia futura.

Desde el siglo XVII, en que Robert Hooke utilizara el término *micrografía*, la microscopía ha experimentado un acelerado desarrollo que ha venido a culminar en la utilización de la también valiosísima herramienta que es la computación. Hoy en día, esta dualidad ha hecho posible la realización de tareas micrográficas de alta precisión, celeridad y

calidad, con los que no se soñaba hace apenas unas décadas.

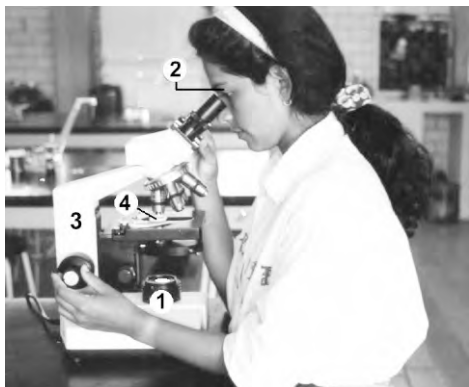
El presente ensayo tiene por finalidad presentar una breve reseña de las aplicaciones de la microscopía en el campo de la botánica, incluyendo algunos pocos ejemplos de trabajos específicos en los que una técnica o un equipo de microscopía ha sido especialmente útil para la resolución de un problema determinado del estudio de las plantas.

## La observación microscópica

Como es obvio, el instrumento representativo de esta disciplina es el microscopio, el cual puede ser de muy variada conformación, desde la simple lente convergente denominada *lupa*, hasta los altamente sofisticados microscopios electrónicos. Sin embargo, el aparato que tradicionalmente ha representado a la microscopía, ha sido el microscopio estándar llamado *biológico*, cuya estructura y función son ampliamente conocidas. Por ahora, trataremos un aspecto fundamental de la microscopía que es el análisis del principio conceptual básico de la observación microscópica, es decir, la relación que existe entre los elementos que hacen posible la acción de observar la imagen de un objeto lo suficientemente aumentada y detallada. Estos elementos primordiales son (figura 1):

- 1) la luz
- 2) la visión
- 3) el microscopio
- 4) el objeto

Estos cuatro elementos básicos de la observación microscópica son los que marcan la



**Figura 1.** Elementos básicos de la observación microscópica.

posibilidad de desarrollo de la microscopía, pues cualquier avance que se haga en uno de ellos redundará en la optimización y el mejoramiento de la observación (Jacker, 1969).

En este punto es conveniente hacer una distinción entre dos términos que hemos manejado antes: *observar* y *ver*. En el presente trabajo entenderemos el término *ver* como la acción simple de captar una imagen mediante el órgano de la visión, en tanto que la palabra *observar* la utilizaremos en un sentido más estricto que el de *ver*, pues también implicará el análisis consciente y razonado de lo que el objeto representa. Podríamos decir entonces, que los seres humanos somos capaces de *observar*, en tanto que los animales que gozan de algún tipo de visión sólo pueden *ver* los objetos, pues no pueden razonar sobre la naturaleza y el significado de la imagen que perciben.

El hombre ha inventado los microscopios de una manera concatenada con sus necesidades de conocimiento. Los primeros microscopios fueron simples lentes de aumento que sirvieron para dar imágenes más grandes de los objetos que el ojo del hombre no podía distinguir con claridad. De esa finalidad práctica y cotidiana, la curiosidad humana se extendió a todos los fenómenos y estructuras que no le eran posibles captar debido a sus pequeñas dimensiones. Muchos organismos diminutos comenzaron a atraer el interés de hombres curiosos, que habrían de ser los antecesores de los científicos actuales (Jacker, 1969).

### Antecedentes históricos

Un momento decisivo de la historia de las

observaciones microscópicas lo representa el descubrimiento del mundo vivo diminuto que encierra una gota de agua de charco, hecho por Antony van Leeuwenhoek, un sencillo comerciante de telas de la población de Delft, Holanda, en 1675. En esa época, la observación microscópica adquiere un interés inusitado, pues representa la posibilidad de investigar los comportamientos y detalles de esos seres de inmensurables dimensiones. La imaginación lleva entonces a muchos a pensar en mundos diminutos que se reproducían de manera infinitamente pequeña. Así, aparecen teorías, como la que consideraba que cada hombre poseía en sus espermatozoides un pequeñísimo embrión, que a su vez podía poseer espermatozoides que también encerraban pequeños embriones, hasta el infinito. Muchas otras creencias surgen ante las grandes perspectivas que abrían los microscopios al ojo humano, pero con la evolución del pensamiento y de la tecnología que le ayudaba, la ciencia comenzó a tomar forma, hasta constituirse en la herramienta intelectual más productiva de la humanidad. En ese aspecto, los microscopios y los telescopios jugaron un papel decisivo al ampliar los horizontes culturales del hombre.

Una de las ciencias que mayormente se vio beneficiada por la microscopía fue la botánica, y aunque Robert Hooke y el mismo Leeuwenhoek son ampliamente reconocidos por haber observado al microscopio numerosas estructuras vegetales, además de otros variados objetos, tanto orgánicos como inorgánicos, es a Marcello Malpighi y a Nehemiah Grew a quienes se deben los primeros libros exclusivamente dedicados a la botánica enfocada desde el punto de vista microscópico. En 1675 Malpighi publica su obra *Anatome plantarum*, con excelentes dibujos de las partes vegetales, incluyendo los estomas de las hojas. Por su parte, aún con mayor exactitud en sus observaciones, Grew publica en 1682 su libro *The anatomy of plants*, con muy fidedignas ilustraciones sobre los tejidos vegetales. No hay que olvidar que ambos autores, Malpighi y Grew, habían presentado el mismo día los preliminares de sus respectivas obras ante la Royal Society de Londres, lo cual fue una coincidencia extraordinaria si se tiene en cuenta que sus investigaciones eran independientes (Sachs, 1890).

Como quiera que haya sido, tanto Grew como Malpighi están respaldados en su calidad científica y

moral por una muy extensa y valiosa obra botánica, donde la microscopía jugó un papel preponderante. Hoy en día, estos dos brillantes microscopistas y botánicos del siglo XVII están considerados como los fundadores de la anatomía botánica y de la micrografía botánica.

Marcello Malpighi, italiano, nació el 10 de marzo de 1628 en Crevalcore, cerca de Bolonia y falleció en Roma el 30 de noviembre de 1694. Aunque perdió a sus padres cuando contaba con 21 años de edad, por su propio esfuerzo continuó sus estudios de medicina y filosofía en la Universidad de Bolonia, a pesar de que al principio le fuera negado el ingreso por no ser nativo de esa ciudad. Habiendo logrado su entrada y terminados sus estudios, en 1653 es aceptado como profesor y principia sus investigaciones en anatomía y medicina. Invitado por Fernando II de Toscana, en 1656 pasa como profesor a la Universidad de Pisa. Por problemas familiares y de salud en 1659 regresa a Bolonia donde continúa enseñando e investigando sobre la naturaleza de la sangre, la anatomía del sistema circulatorio, etc. Por la amistad que tenía desde años atrás con el matemático y naturalista Giovanni Borelli, acepta su ayuda y se muda en 1662 a la Universidad de Messina, en Sicilia, donde Borelli hacía investigaciones acerca de la fisiología animal. En ese tiempo es cuando atrae la atención de la Royal Society de Londres, y en especial de su secretario Henry Oldenburg, quien le extiende una invitación para que forme parte de la prestigiada sociedad. Ello ocurre en 1668, cuando ya Malpighi había regresado nuevamente a Bolonia, de manera que al año siguiente es nombrado miembro honorario de aquella sociedad londinense, la cual había publicado sus trabajos, en forma de cartas, en los *Philosophical Transactions* (Sachs, *op. cit.*)

Aunque Malpighi es reconocido más por sus aportaciones sobre la anatomía animal, sus importantes trabajos sobre la constitución anatómica de las plantas, casi en su mayor parte realizada en 1675-1679, son merecedoras de uno de los principales sitios de honor en la historia de la biología.

El final de la vida de Malpighi fue marcada por la tragedia, pues aunada a una mala salud, en 1684 su villa es quemada y sus valiosos archivos personales, así como su biblioteca, aparatos y microscopios son robados o destruidos, al parecer por individuos que se oponían a sus vanguardistas

puntos de vista científicos y filosóficos. No obstante, el Papa Inocente XII lo llama a Roma para nombrarlo médico personal y valet honorario, al tiempo que es electo miembro del Colegio de Doctores en Medicina.

Haciendo uso del microscopio por más de 40 años, Marcello Malpighi hizo contribuciones en diferentes campos de la biología y la medicina, desde la botánica hasta la embriología y la patología.

Por su parte, Nehemiah Grew, de quien se sabe que fue bautizado en Mancetter Parish, Warwickshire, Inglaterra, hizo estudios en la Universidad de Cambridge para luego finalizar un doctorado en medicina en la Universidad de Leyden, Holanda, en 1671. Desde sus años de estudiante universitario, Grew se interesó en diversos campos de la ciencia, desde la composición química de algunas sustancias, hasta la anatomía animal. En 1681 aparece su *Musaeum Regalis Societatis*, que era un catálogo de los objetos depositados en el Museo de la Royal Society de Londres, en el cual ensaya una manera de acomodar los objetos bajo una lógica significativa y de utilidad para los estudios biológicos. Al año siguiente aparece su *The Anatomy of Plants*, obra cumbre de los estudios de anatomía vegetal, donde la microscopía desempeñaba un importantísimo papel. En realidad este libro era la suma de varios trabajos previos, uno de los cuales, *The Anatomy of Vegetables Begun*, en 1672 había sido presentado ante la Royal Society el día exacto en que llegaba a dicha sociedad el trabajo de Marcello Malpighi sobre el mismo tema (Arber, 1913).

La revisión del libro de Grew (1682), pronto nos convence de la originalidad de su trabajo y de cuánto alcanzó su investigación acerca de la anatomía vegetal, pues en él se describen partes detalladas de los órganos sexuales y del reconocimiento de las mismas como estructuras reproductoras. Términos como *radicule* (radícula), *parenchyma* (parénquima), *plume* (ahora conocido como plúmula), etc. son aportaciones suyas.

El interés de Grew en botánica también se extendió a fenómenos como el geotropismo y la química botánica, e incluso puso atención a la manera en que se desarrollan algunas adaptaciones anatómicas en los casos de plantas trepadoras.

Como académico destacó ampliamente en su trabajo en la Royal Society de Londres, donde en 1677 llegó a ser su Secretario. Nehemiah Grew falleció en Londres el 25 de marzo de 1712 (Sachs, *op. cit.*).

### Micrografía botánica en la actualidad

Hoy en día, la microscopía es imprescindible para la botánica. En diversos campos de esta ciencia se emplean diferentes tipos de microscopios, desde las lupas simples hasta los microscopios electrónicos más sofisticados. Todos estos aparatos recibieron un considerable impulso con la irrupción de la computación, que en las últimas décadas ha crecido a pasos agigantados, tanto en lo que se refiere al procesamiento de imágenes, como en las funciones de softwares que son capaces de realizar tareas que antes eran efectuadas por los investigadores en el término de varios días, o inclusive meses y años. Con estas modernas herramientas hoy se pueden evaluar parámetros tales como longitudes, grosores, áreas, volúmenes, densidades, texturas, colores, etc., en unos pocos minutos y sin el esfuerzo directo de los investigadores, pues equipos automatizados son los que efectúan toda una amplia gama de tareas que pueden luego ser digitalizadas, optimizadas, editadas, impresas, enviadas por vía electrónica, etc.

Como se vio anteriormente, los elementos fundamentales de la observación microscópica son las directrices sobre las que se ha desarrollado la microscopía actual, pues así como los microscopios y sus aditamentos han avanzado considerablemente en su perfeccionamiento, las técnicas correspondientes a mejorar el tratamiento de los materiales a observar, así como la comprensión de la naturaleza de la luz y de la visión, aunados a aparatos para su mejor aprovechamiento, están proporcionando un productivo campo para el botánico. No debe extrañarnos que áreas en estado incipiente, como la nanotecnología y la física de partículas, pronto estén irrumpiendo con asombrosos efectos sobre el campo de la microscopía aplicada a la botánica.

En las siguientes páginas trataremos de reseñar algunas de las áreas en que se emplean microscopios y las técnicas micrográficas para el estudio de la estructura vegetal, enfatizando unos pocos ejemplos tomados de la literatura especializada.

### Histología vegetal

A pesar de que la anatomía animal se ha apropiado injustificadamente del término histología, mismo que se maneja casi siempre como tal en los textos correspondientes sólo a tejidos animales, lo cierto es que la palabra se ajusta correctamente a todos los tipos de tejidos de los seres pluricelulares, por lo que también es correcto referirse a la histología vegetal. Debido a que esta rama de la botánica es una de las áreas del conocimiento que se ha visto mayormente beneficiada por la microscopía en todas sus formas, haremos una revisión un poco más amplia respecto a este campo.

El estudio de los tejidos vegetales puede requerir, desde un estereomicroscopio, hasta sofisticados microscopios electrónicos. A los estereomicroscopios se les denomina también *microscopios de disección*, debido a que la propiedad principal de estos aparatos es el producir imágenes en tercera dimensión, es decir, donde la visión percibe una perspectiva de profundidad, que hace posible la disección detallada de los ejemplares.

La utilidad de estos aparatos en la manipulación de ejemplares botánicos destinados a estudios taxonómicos es bastante conocida por los investigadores de la sistemática vegetal. Sin embargo, en la actualidad la versatilidad de estos equipos para documentar las estructuras de las plantas abarca la medición, rotulación, cuantificación, etc. Uno de los modernos equipos de este tipo se muestra en la figura 2. Con estos aparatos se pueden realizar, por ejemplo, mediciones de las dimensiones de los estomas, así como la cuantificación de la densidad de los mismos; determinaciones de velocidades de crecimiento de tubos polínicos o de hifas, tanto en condiciones naturales como controladas; disecciones de flores y frutos muy pequeños, etc.

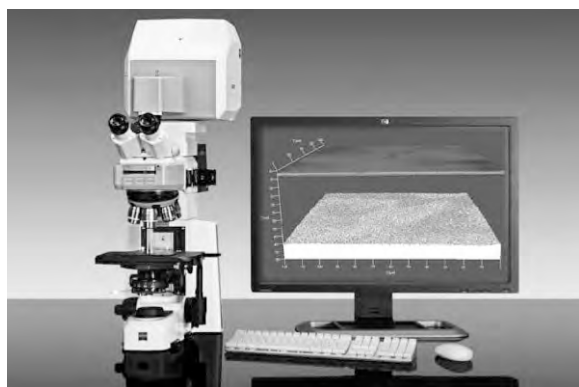
Sobra decir que el equipo de microscopía más importante en la botánica lo constituye el microscopio estándar, aparato de uso rutinario que todo estudiante y profesionista debe conocer en detalle. Además, este instrumento es el equipo fundamental para los tipos especializados de microscopía denominados campo oscuro, contraste de fases, contraste interferencial-diferencial, de fluorescencia, y confocal, entre otros.





**Figura 2.** Estereomicroscopio Discovery V 20. (Cortesía de Carl Zeiss de México).

El microscopio confocal utiliza un láser que hace un barrido de la muestra, la cual es reproducida completamente aumentada en un monitor, mientras que con el disco duro de una computadora, y mediante un software especial, se pueden hacer cuantificaciones, mediciones y registros en píxeles (figura 3).



**Figura 3.-**Microscopio Confocal modelo LSM700 MAT. (Cortesía de Carl Zeiss de México).

Todos estos sofisticados instrumentos pueden tener un valor crucial en investigaciones particulares en el campo de la botánica, pero el máximo provecho dependerá de la experiencia y el planteamiento correcto del problema que el científico haga, así como de la adecuada selección de la metodología para comprobar la hipótesis previamente planteada. Cabe decir que muchas excelentes investigaciones sobre plantas mexicanas se han realizado utilizando microscopios estándares de rutina, en los que la diferencia sólo lo constituye el empleo de un programa computarizado que eficientiza el trabajo, tanto en tiempo, como en la versatilidad de las determinaciones. Como ejemplo se puede señalar

el estudio desarrollado por Aguilar *et al.* (2007), quienes evaluaron los cambios anatómicos que presentaron los troncos y ramas de *Prosopis laevigata* por acción del establecimiento de la epífita *Tillandsia recurvada*. Para ello utilizaron microscopía estándar, cortes de madera con micrótopo de deslizamiento y un software para análisis de imágenes.

En este espacio vale la pena hacer un paréntesis para mencionar la aportación de la anatomía vegetal microscópica en las ciencias forenses, lo cual ejemplifica la utilidad que puede tener la interrelación del trabajo de un anatomista de maderas con un microscopista calificado. El caso que mencionaremos ha sido resumido del interesante trabajo de Graham (2006), quien hace referencia a la investigación forense desarrollada en el famoso caso del secuestro del hijo del piloto estadounidense Charles Lindberg, en el que la participación del experto en anatomía de maderas, Doctor Arthur Koehler, del Forest Products Laboratory dependiente del United States Forest Service en Madison, Wisconsin, fue decisivo para fincar responsabilidad al sospechoso Bruno Richard Hauptmann.

El pequeño hijo de Lindberg, de apenas un año y ocho meses, fue sustraído de su casa, mientras dormía, por un hombre que utilizó una escalera de hechura doméstica para acceder a la planta alta. Desafortunadamente, el pequeño fue encontrado muerto a poca distancia en avanzado estado de descomposición, lo cual conmocionó a la opinión pública mundial. Más de dos años después se logró la captura del sospechoso Hauptmann, cuando hacía pagos en una gasolinera. Durante el juicio, entre la numerosa cantidad de evidencias que se presentó, se encontraba la escalera de mano hecha de madera, la cual mereció la atención del especialista Arthur Koehler, quien comparó anatómicamente la madera de las tres partes que componían la pieza con otras que se habían encontrado en el taller del presunto secuestrador, quien siendo carpintero de oficio, había fabricado dicha escalera. El estudio detallado de la madera, hecho por el experimentado Doctor Koehler, fue la evidencia de mayor peso en el juicio, que llevó al jurado a declarar culpable a Hauptmann, quien más tarde sería condenado a morir en la silla eléctrica. A partir de entonces, el peritaje forense comenzó a utilizar a la anatomía de las maderas como una herramienta importante en aquellos casos en que

las evidencias criminológicas consistían en ese tipo de material.

No es raro que tanto la botánica como la microscopía contribuyan considerablemente con disciplinas que hasta hace poco se consideraban totalmente ajenas a las ciencias naturales, como es el caso de la arqueología. Por ejemplo, existe un campo denominado dendrocronología, que se encarga del estudio de los anillos de los troncos de los árboles con fines de datación, que ha probado ser de mucha utilidad en las regiones frías y templadas en donde dichos anillos se desarrollan marcada y claramente en muchas especies arbóreas (Bannister, 1982). En los climas tropicales estas técnicas han sido menos exitosas debido a la poca definición de los anillos de los árboles. Sin embargo, la anatomía microscópica de maderas ha sido especialmente útil en la identificación de las especies utilizadas en la construcción de artefactos, muebles y partes de edificios en diferentes sitios arqueológicos (Western, 1982; Levy, 1982).

### Citología vegetal

Esta área de la botánica, junto con la correspondiente al estudio de tejidos, son las que mayor apoyo han recibido por parte de la microscopía, ya que los organelos y demás estructuras, han sido analizados usando casi toda la gama de microscopios existentes hoy en día. La microscopía electrónica de transmisión desde hace varias décadas ha servido para estudiar la estructura de cloroplastos, mitocondrias, núcleos, vacuolas, etc.

Por otra parte, aunque menos utilizada que la microscopía electrónica de transmisión, pero igualmente útil en los estudios de superficies y estructuras exteriores, la microscopía electrónica de barrido ha permitido desentrañar los detalles de estomas, granos de polen, tricomas, etc. Desde luego, el trabajo cotidiano en botánica es principalmente hecho con auxilio de microscopios de disección y microscopios estándares, por lo que sobra cualquier explicación de la utilidad de estos aparatos.

Como se mencionó en el apartado anterior, la botánica y la microscopía pueden participar activamente en la resolución de problemas específicos en el campo de la arqueología, como ocurre con la ciencia de la palinología, que se

encarga del estudio del polen, esporas y organismos planctónicos microscópicos, tanto del presente como de tiempos antiguos. Estos análisis sirven, tanto para conocer las épocas y sitios de ocupación prehistóricos o históricos, como para establecer las condiciones ambientales dominantes en épocas pasadas (Dimbleby, 1982).

### Genética vegetal

Una de las mayores revoluciones en la genética vegetal la ha producido la microscopía electrónica de transmisión, pues ha sido una herramienta imprescindible para identificar detalles de cromosomas de plantas, tanto a nivel de *locus* como de moléculas y nucleótidos específicos. La literatura al respecto es muy numerosa, por lo que sólo bastará con citar el trabajo clásico de Fukui y Nakayama (1996), donde se recopilan varios artículos sobre las técnicas empleadas en el estudio genético de las plantas, utilizando la microscopía.

### Bioquímica vegetal

Entre los procesos bioquímicos que están asociados exclusivamente a las plantas, se encuentran la fotosíntesis y la producción de carbohidratos. Aunque estos son estudiados con mayor detalle mediante las técnicas bioquímicas, la microscopía puede aportar valiosa información sobre los puntos de reacción en la célula y los tiempos en que determinadas reacciones tienen lugar. Una de las maneras de hacerlo es registrar visualmente los sitios de acumulación de los productos del Ciclo de Calvin, como se hace en la conocida prueba de tinción de almidones, que mediante la observación al microscopio de disección, permite distinguir plantas C3 de las C4 (Acosta *et al.*, 1999).

Asimismo, en microscopía se utiliza la técnica denominada *autorradiografía*, que produce una imagen sobre una placa o película fotográfica cuando material radiactivo está expuesto y opuesto a ella (Dockum, 1961). Por ejemplo, al inyectar agua, carbono o bióxido de carbono marcados con un isótopo radiactivo a una planta, se puede seguir la trayectoria de los mismos, ya sea arriba, en o por debajo del nivel celular. Desde el trabajo clásico de Dugger (1957), una serie de nuevas técnicas aplicables al estudio anatómico y fisiológico de las plantas han surgido, involucrando microscopía fotónica o fluorescente auxiliadas por softwares,

entre los que la densitometría autorradiográfica es una la más utilizada (MCID, 2009).

### Estudios de micrografía botánica en tabasco.

Finalmente, para terminar este breve ensayo haremos mención de la situación de la micrografía botánica en el estado de Tabasco.

Desde la memorable obra de José N. Rovirosa, *Pteridografía del sur de México* (1909) en la que el naturalista tabasqueño se muestra como un experimentado microscopista (Osorio, 1996), pocos han sido los trabajos que se han elaborado acerca de plantas de Tabasco, utilizando equipos y técnicas micrográficas. Los principales trabajos que se han referido a la micrografía botánica tabasqueña se deben a investigadores del ex Colegio Superior de Agricultura Tropical, el ex Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) y el Colegio de Posgraduados de Chapingo, quienes de manera marginal utilizaron técnicas micrográficas en sus trabajos.

Uno de los trabajos que vale la pena resaltar aquí, es el efectuado por Castro (1991), denominado *Proceso de domesticación y utilización artesanal de "Cyperus canus Presl". por los chontales de Nacajuca, Tabasco*, en la cual, por medio de estudios de la anatomía del tallo de esa especie, entre otras características, la autora logra determinar el proceso de domesticación que la cañita de la zona chontal ha experimentado a largo plazo por parte de esa etnia local.

Entre los primeros trabajos de genética vegetal realizados en Tabasco se encuentran aquellos llevados a cabo por algunos fundadores del antiguo Instituto de Biología, precursor de la actual División Académica de Ciencias Biológicas de la UJAT, entre los que cabe destacar el de Martín del Campo y Gómez Arroyo (1984) precursor de otros que en las dos últimas décadas del siglo XX pusieron atención a los cariotipos de plantas de las familias Commelinaceae y Fabaceae afectados por substancias tóxicas.

En el Herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco se han comenzado a desarrollar proyectos relacionados con la anatomía vegetal, la arquitectura foliar y la palinología. Respecto a la anatomía de maderas, la

investigadora Ofelia Castillo Acosta ha interesado en el tema a tesis locales. Producto de ello son las colecciones de preparaciones permanentes de cortes de madera depositadas en esa dependencia y algunas destacadas tesis de licenciatura en lo que respecta a estudios de anatomía de maderas, como son la de Santiago (1992) y la de Ventura (1992) en las que analizan la xilohistología de especies de árboles tropicales.

Por su parte, la investigadora Georgina Vargas Simón, quien ha trabajado la anatomía foliar de *Chrysobalanus icaco* (Espinoza *et al.*, 2002), fue directora de la tesis de Mar-Jiménez (2009), quien analizó la arquitectura y anatomía foliares de *Chrysophyllum cainito*.

En el área de palinología, la investigadora Reyna Lourdes Fócil Monterrubio ha estudiado los pólenes de la atmósfera de algunos puntos de la capital tabasqueña y de otros puntos de la entidad. Resultado de ello es la tesis de licenciatura de Cid (2000), quien analizó la composición palinológica de una zona suburbana del municipio del Centro, Tabasco.

### Bibliografía

**Acosta, C.; C. Alfaro; E. Ortiz; M. T. Colinas y C. Hernández.** 1999. Identificación de plantas C3 y C4. En: Manual de prácticas de laboratorio de fisiología vegetal. 6ª. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. Pp. 42-43.

**Aguilar, S.; T. Terrazas; E. Aguirre y M. E. Huidobro.** 2007. modificaciones en la corteza de *Prosopis laevigata* por el establecimiento de *Tillandsia recurvata*. Bol. Soc. Bot. Méx., 81: 27-35.

**Arber, A.** 1913. Nehemiah Grew. 1641-1712. En: Oliver, F. W. (Edit.). Makers of British Botany. A collection of biographies by living botanists. The University Press. Cambridge. 332 pp.

**Bannister, B.** 1982. La dendrocronología. En: Brothwell, Don y Eric Higgs (Compils.). Ciencia en arqueología. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 193-208.

**Castro, A. E.** 1991. Proceso de domesticación y utilización artesanal de *Cyperus canus* Presl. por los chontales de Nacajuca, Tabasco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo.

179 pp.

**Cid, M. A.** 2000. Caracterización aeropolínica de una zona suburbana del municipio del Centro, Tabasco. Tesis Lic. en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab. 50 pp. 14 figs.

**Dimbleby, G. W.** 1982. El análisis de polen. En: Brothwell, Don y Eric Higgs (Compils.). Ciencia en arqueología. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 169-179.

**Dockum, N. L.** 1961. Autoradiography. In: Clark, George L. (Edit.). The Encyclopedia of Microscopy. Reinhold Publishing Corporation. New York. Pp. 1-11.

**Dugger, JR., W. M.** 1957. Autoradiography with plant tissue. The Botanical Review, 23(6): 351-387.

**Espinoza, G.; G. Vargas y M. Engleman.** 2002. Contribución al estudio de la anatomía foliar del icaco (*Chrysobalanus icaco* L.). Bioagro, 14(1): 29-36.

**Fukui, K. y S. Nakayama** (Edits.). 1996. Plant Chromosomes. Laboratory Methods. CRC Press. Boca Raton, Florida. 274 pp.

**Graham, S.** 2006. Crime-solving plants. Plant Science Bull., 52(3): 78-84.

**Grew, N.** 1682. The Anatomy of plants. W. Rawlins. London. 304 pp. 83 láms. Disponible en <http://bibdigital.rjb.csic.es/spa/Libro.php?Libro=5059>.

**Jacker, C.** 1969. Una ventana hacia los desconocidos. Historia del microscopio. Compañía General Fabril Editora. Buenos Aires. 191 pp.

**Levy, J. F.** 1982. La condición de la madera en los sitios arqueológicos. En: Brothwell, Don y Eric Higgs (Compils.). Ciencia en arqueología. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 190-192.

**Mar Jiménez, R.** 2009. Estudio sobre la morfoanatomía foliar del caimito (*Chrysophyllum cainito* L.). Sapotaceae. Tesis Lic. en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Villahermosa, Tab. iii + 42 pp. 14 figs.

**Martín del Campo, R. y S. Gómez Arroyo.** 1984. Efectos citogenéticos del naftaleno. Universidad y Ciencia, 1(1): 35.

**MCID.** 2009. Digital Densitometry System. MCID Core Software. <http://www.mcid.co.uk/solutions/densitometry/>

**Osorio, J. J.** 1996. La labor de José N. Rovirosa como microscopista. Rev. Divulg. Div. Acad. Cienc. Biol., 2: 34-38.

**Osorio, J. J.** 2003. Microscopía aplicada a la botánica. Curso teórico-práctico. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab. 39 pp.

**Rovirosa, J. N.** 1909. Pteridografía del sur de México. Imprenta de Ignacio Escalante. México. 298 pp. 70 láms.

**Sachs, J. V.** 1890. History of Botany (1530-1860). The Clarendon Press. Oxford. xv + 568 pp.

**Santiago, M. A.** 1992. Anatomía de la madera de nueve especies de árboles tropicales. Tesis Lic. en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab. 121 pp.

**Ventura, R. L.** 1992. Anatomía de la madera de ocho especies de árboles tropicales. Tesis Lic. en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab. 114 pp.

**Western, A. C.** 1982. Madera y carbón en la arqueología. Brothwell, Don y Eric Higgs (Compils.). Ciencia en arqueología. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 180-189.

**ZEISS.** 2007. Stereo Discovery V20. The New Spectrum. Carl Zeiss Microimaging GmbH. G o t i n g e n , G e r m a n y . 1 2 p p . <http://www.zeiss.de/stereo-discovery>.

**ZEISS.** 2008. LSM700. Flexibility with contact. Carl Zeiss Microimaging GmbH. Gotingen, Germany. 34 pp. [http://www.zeiss.de/lsm700\\_mat](http://www.zeiss.de/lsm700_mat).



# CONTENIDO

<b>Estudio de la variabilidad morfológica entre chiles (<i>Capsicum spp</i>) silvestres, semisilvestres y cultivados, colectados en el estado de Tabasco, México</b> JONY PÉREZ VALENCIA & GUILLERMO CASTAÑÓN NAJERA.....	5
<b>¿Un tabique ecológico para construir las casas podría contribuir a la reducción del cambio climático?</b> JOSÉ LUIS MARTÍNEZ SÁNCHEZ, LUISA CÁMARA CABRALES, CLAUDINA PADILLA QUIROZ, JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA & OFELIA CASTILLO ACOSTA.....	13
<b>La microscopía aplicada a la botánica</b> JAIME JAVIER OSORIO SÁNCHEZ.....	21
<b>Evaluación de la pesquería del robalo blanco <i>Centropomus undecimalis</i> (Perciformes: Centropomidae), Tabasco, México</b> MARTHA ALICIA PERERA GARCÍA, MANUEL MENDOZA CARRANZA, MARICELA HUERTA ORTIZ, WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS SÁNCHEZ, MARÍA ISABEL GALLARDO BERUMEN, RAÚL ENRIQUE HERNÁNDEZ GÓMEZ, ROMÁN JIMÉNEZ VERA, ALFONSO CASTILLO DOMÍNGUEZ & MATEO ORTIZ HERNÁNDEZ.....	29
<b>Uso potencial de agentes de origen vegetal para la remoción de turbiedad en el tratamiento de aguas superficiales</b> ROCÍO LÓPEZ VIDAL, JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA & JOSÉ ROBERTO HERNÁNDEZ BARAJAS.....	37
<b>Efecto de la salinidad en larvas de la mojarra castarrica <i>Cichlasoma urophthalmus</i></b> LUIS DANIEL JIMÉNEZ MARTÍNEZ, RONALD JESÚS CONTRERAS, LENIN ARIAS RODRÍGUEZ, CARLOS ALFONSO ÁLVAREZ GONZÁLEZ, ELIZABETH CARMONA DÍAZ & ERICK NATIVIDAD DE LA CRUZ HERNÁNDEZ.....	45
<b>Tortugas dulceacuícolas y el manatí ante los escenarios del cambio climático en el sur del Golfo de México</b> CLAUDIA ELENA ZENTENO RUIZ & LEÓN DAVID OLIVERA GÓMEZ.....	51
<b>Observaciones sobre la cosecha de follaje de cocoite para alimentar corderos en pastoreo</b> IRMA DEL CARMEN GARCÍA OSORIO & JORGE OLIVA HERNÁNDEZ.....	59
<b>Registro preliminar de la composición fitoplanctónica de la Laguna Mecoacán, Paraíso, Tabasco, México</b> BERNARDITA CAMPOS CAMPOS, TANIA NALLELY CUSTODIO OSORIO, CRHISTIAN TORRES SAURET, MA. GUADALUPE RIVAS ACUÑA & LEONARDO CRUZ ROSADO.....	65
<b>Aportaciones del Cuerpo Académico de Educación Ambiental, Cultura y Sustentabilidad al Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014</b> EDUARDO S. LÓPEZ HERNÁNDEZ, ANA ROSA RODRÍGUEZ LUNA & CARLOS DAVID LÓPEZ RICALDE.....	73
<b>Freshwater rotifer: (part I) importance, larvi food, and culture</b> JEANE RIMBER INDY, LENIN ARIAS RODRÍGUEZ, GABRIEL MÁRQUEZ COURTURIER, HENDRIK SEGERS, CARLOS ALFONSO ÁLVAREZ GONZÁLEZ & WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS SÁNCHEZ.....	89
<b>Escuelas de campo para agricultores en cultivo de cacao en México</b> CAROLINA ZEQUEIRA LARIOS, NISAO OGATA AGUILAR, LILLY GAMA CAMPILLO & DENISE BROWN.....	95