



ISSN 2448-508X

# KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 29

Número 63

Enero-Abril 2023

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
División Académica de Ciencias Biológicas



« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »



**PRÁCTICA DE CAMPO DE UNA ESTUDIANTE DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA DURANTE UNA ESTANCIA ACADÉMICA.**  
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: cortesía de Ma. Guadalupe Rivas Acuña.*



# UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

## DIRECTORIO

L.D. Guillermo Narváez Osorio  
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez  
Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez  
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Lic. Alejandro Bastar Cordero  
Encargado de despacho de la Secretaría de Servicios Administrativos

Mtro. Miguel Armando Vélez Téllez  
Secretario de Finanzas

Dr. Arturo Garrido Mora  
Director de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna  
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Emilio Ocampo Morales  
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

M.I.P.A. Araceli Guadalupe Pérez Gómez  
Coordinadora de Docencia, DACBioI-UJAT

M.C.A. Yessenia Sánchez Alcudia  
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

## COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina †  
Editor fundador

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo  
Editor ejecutivo y encargado

Dra. Coral Jazvel Pacheco Figueroa

Dr. Jesús García Grajales

Dra. Carolina Zequeira Larios

Dr. Rodrigo García Morales

Dra. María Elena Macías-Valadez Treviño

Ocean. Rafael García de Quevedo Machain

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña

Dr. Nicolás Álvarez Pliego

Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez

Dr. Marco Antonio Altamirano González Ortega

Dra. Rocío Guerrero Zárate

Dr. Eduardo Salvador López Hernández

Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos

Dr. Maximiano Antonio Estrada Botello

Dra. Melina del Carmen Uribe López

Dr. José Guadalupe Chan Quijano

Dra. Martha Alicia Perera García

Editores asociados

Dra. Ramona Elizabeth Sanlúcar Estrada

M.C.A. Alma Deysi Anacleto Rosas

Dra. Ena Edith Mata Zayas

M. en Pub. Magally Guadalupe Sánchez Domínguez

Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez

M. en C. Leonardo Noriel López Jiménez

Dra. Violeta Ruiz Carrera

Correctores de pruebas

M.Arq. Marcela Zurita Macías-Valadez

M. en C. Sulma Guadalupe Gómez Jiménez

Traductores

L.I.A. Ervey Baltazar Esponda

Soporte técnico institucional

Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez †

Apoio técnico

## CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Lilia María Gama Campillo

División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT - México

Dr. Roberto Carlos González Fócil

Jefe del Departamento de Revistas Científicas, UJAT - México

Dra. Juliana Álvarez Rodríguez

División Académica de Ciencias Económico Administrativas, UJAT - México

Dr. Jesús María San Martín Toro

Universidad de Valladolid (UVA) - España

ISSN 2448-508X

# KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés.

KUXULKAB' se encuentra disponible en su portal electrónico a **texto completo** y en **acceso abierto**, así como en diversas plataformas editoriales, directorios y catálogos de revistas:



### Revistas Universitarias

Portal electrónico de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).



### Repositorio Institucional UJAT

Plataforma desarrollada con el aval del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); cuenta con un acervo académico, científico, tecnológico y de innovación de la universidad.



### Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Red de instituciones que reúnen y diseminan información sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en Iberoamérica.



### PERIÓDICA - Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

Base de datos bibliográfica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con registros publicados América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



### Google académico - Google Scholar

Buscador de Google enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica (artículos, tesis, libros, patentes, etcétera).



### BASE - Bielefeld Academic Search Engine

Motor de búsqueda más voluminosos del mundo, especialmente para recursos web académicos; es operado por la biblioteca de la Universidad de Bielefeld (Bielefeld, Alemania).



### MIAR - Matriz de Información para el Análisis de Revistas

Matriz con repertorio de revistas y bases de datos de indexación (citas, multidisciplinarias o especializadas), con el propósito de identificar revistas científicas.



### fatcat! - Perpetual Access to the Scholarly Record

Catálogo de publicaciones de investigación que incluye artículos de revistas, actas de congresos y conjuntos de datos.



### OAJI - Open Academic Journals Index

Base de datos internacional para indexar revistas científicas de acceso abierto; es manejada por la Universidad Global de Cherkas (United States of America).



## Nuestra portada:

«Uno de los maculís (*Tabebuia rosea*) del Jardín Botánico 'José N. Rovirosa' de la DACBioI-UJAT».

## Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo (DACBioI-UJAT).

Fotografías de: Marcela Alejandra Cid Martínez, (DACBioI-UJAT).

KUXULKAB', año 29, No. 63, enero-abril 2023; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <https://revistas.ujat.mx>; [kuxulkab@ujat.mx](mailto:kuxulkab@ujat.mx). Editor responsable: Fernando Rodríguez Quevedo (encargado). Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 16 de enero de 2023.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



# Editorial

## Estimados lectores:

Desearo se encuentren bien, e iniciando un promotor año nuevo; en esta oportunidad nos dirigimos para presentar el primer número de **Kuxulkab'** para este 2023; continuando en reforzar los esfuerzos para mantener nuestra presencia. Este número, cuenta con tres aportaciones donde, tenemos información respecto a diversos procesos de manejo ambiental así como de aspectos microbiológicos hasta un estudio a un parque ecológico- turístico.

En exposición a la forma de trabajo en la revista, proporcionamos una sinopsis de las aportaciones que conforman esta publicación:

«**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN TÉRMICA DE UN ESPACIO INTERIOR: UN ENFOQUE SIMPLE, PRÁCTICO Y ECONÓMICO**»; texto en el cual se muestra un procedimiento para evaluar la condición térmica (temporada de calor), de un espacio interior como lo es un cubículo de profesores.

«**MICROBIOLOGÍA: LA PALINOLOGÍA Y SU IMPORTANCIA**», aportación que manifiesta la relevancia del estudio del polen y esporas dentro de los campos de trabajo de la microbiología tomando en cuenta la dispersión, preservación y su aplicación para beneficio de la sociedad.

«**CAPACIDAD DE CARGA Y REFERENTE DE RESILIENCIA ECOLÓGICA DEL PARQUE ESTATAL AGUA BLANCA**»; participación que brinda un análisis respecto a la capacidad de carga turística de cada una de las áreas de uso turístico que integran el Parque Estatal Agua Blanca, en Tabasco (México).

La consolidación de este número es un esfuerzo en conjunto con autores, evaluadores, editores asociados y demás miembros del comité editorial de esta revista. Agradecemos, a cada uno de ellos, su apoyo y entusiasmo de colaborar en la divulgación de la ciencia con estándares de calidad emanados por esta casa de estudios. Esperamos vernos pronto.

*Arturo Garrido Mora*  
DIRECTOR DE LA DACBIOL-UJAT

*Fernando Rodríguez Queredo*  
EDITOR EJECUTIVO DE KUXULKAB'

# Contenido

---

## **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN TÉRMICA DE UN ESPACIO INTERIOR: UN ENFOQUE SIMPLE, PRÁCTICO Y ECONÓMICO e5291**

EVALUATION OF THE THERMAL CONDITION OF AN INTERIOR SPACE: A SIMPLE, PRACTICAL AND ECONOMIC APPROACH

*Sergio Ramos Herrera, Elizabeth Magaña Villegas & Jesús Manuel Carrera Velueta*

## **MICROBIOLOGÍA: LA PALINOLOGÍA Y SU IMPORTANCIA e5549**

MICROBIOLOGY: PALYNOLOGY AND ITS IMPORTANCE

*Marcela Alejandra Cid Martínez*

## **CAPACIDAD DE CARGA Y REFERENTE DE RESILIENCIA ECOLÓGICA DEL PARQUE ESTATAL AGUA BLANCA e5317**

CARRYING CAPACITY AND REFERENCE OF ECOLOGICAL RESILIENCE OF THE AGUA BLANCA STATE PARK

*Mariela Conchita Romero Juárez, Carolina Zequeira Larios, Lilia María Gama Campillo & José Luis Martínez Sánchez*

---

LA SCILLINA ES NO PERDER DE VISTA LO QUE SE DESEA ALCANZAR





## MICROBIOLOGÍA: LA PALINOLOGÍA Y SU IMPORTANCIA

MICROBIOLOGY: PALYNOLOGY AND ITS IMPORTANCE

### Marcela Alejandra Cid Martínez

Bióloga por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT); Maestra en Ciencias Biológicas con orientación en sistemática por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Especialista en aerobiología, palinología y Síndrome del edificio enfermo; actualmente profesora-investigadora de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio) en la UJAT.

Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales (CICART), División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT); Carretera Federal #180 (Villahermosa-Cárdenas) km 0.5 S/N; entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86150. Villahermosa, Tabasco; México.

✉ marcela.cid@ujat.mx

 0000-0002-9284-8927

### Como referenciar:

Cid Martínez, M.A. (2023). Microbiología: la palinología y su importancia. *Kuxulkab'*, 29(63): e5549, enero-abril. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a29n63.5549>

### Disponible en:

<https://revistas.ujat.mx>

<https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

<https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/5549>

### DOI:

<https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a29n63.5549>

### Resumen

La palinología es una disciplina científica que estudia las características morfológicas de los granos de polen y esporas fósiles y actuales, además toma en cuenta la dispersión, preservación y su aplicación para beneficio de la sociedad. Los caracteres taxonómicos de los palinomorfos nos permiten clasificarlos, aun cuando no se sabe la planta que le dio origen como ocurre en aerobiología, melisopalynología, palinología forense, palinoestratigrafía y arqueopalynología; por ello, es muy importante saber describirlo. Estos microorganismos con indicadores biológicos del tipo de vegetación circundante a las zonas de estudio, lo que los hace valioso para conocer el clima en una región.

**Palabras clave:** Polen; Morfología polínica; Esporodermo.

### Abstract

Palynology is a scientific discipline that studies the morphological characteristics of pollen grains and fossil and current spores, also takes into account the dispersal, preservation and its application for the benefit of society. The taxonomic characters of the palynomorphs allow us to classify them, even when the plant that gave rise to them is unknown, as occurs in aerobiology, melissopalynology, forensic palynology, palinostratigraphy and archeopalynology; therefore, it is very important to know how to describe it. These microorganisms with biological indicators of the type of vegetation surrounding the study areas, which makes them valuable to know the climate in a region.

**Keywords:** Pollen; Pollen morphology; Sporoderm.

**P**alinología, es una disciplina científica relativamente nueva, integrada en la botánica. El término fue propuesto en 1944 por Hyde y Williams, deriva del griego "*Palunein*" que significa rociar; del latín "*Pollen*" que equivale a harina o polvo fino, y "*logos*" que expresa estudio. El propósito en un principio fue estudiar la morfología de los granos de polen de plantas espermatófitas y de las esporas, tanto actuales como fósiles; posteriormente se interesaron en la dispersión, preservación y aplicación, de tal manera que hoy es considerada como la ciencia de los palinomorfos (Moore, Webb, & Collison, 1991; Halbritter, Ulrich, Grímsson, Weber, Zetter, Hesse, Buchner, Svojtka & Frosch-Ravido, 2018; Sosa, s.f.). Debido al tamaño de los pólenes y esporas, se emplean como herramientas invaluableles los microscopios, por ende, son considerados como microorganismos y los estudia la microbiología.

### ¿Para qué sirve?

Los estudios palinológicos son importantes por las aplicaciones que esta tiene en diferentes áreas del conocimiento, como por ejemplo:

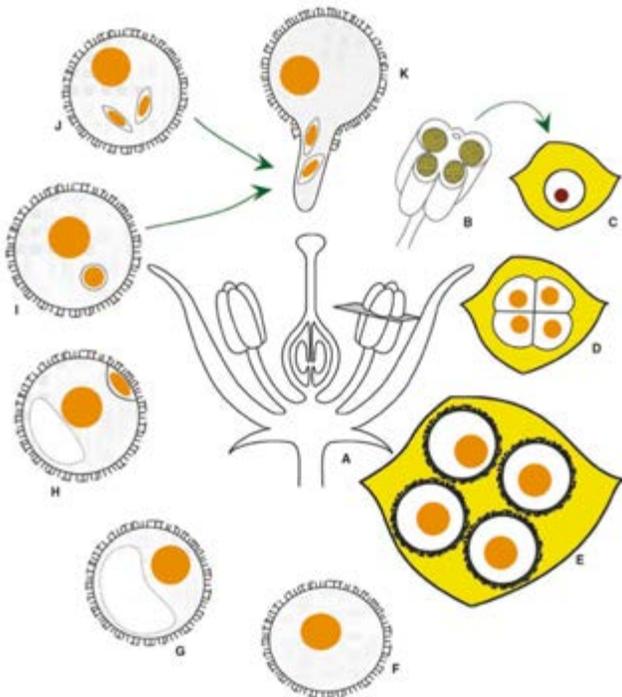
- ✓ Arqueología donde se puede saber de qué se alimentaban las antiguas civilizaciones (López, López & Burjachs, 2003; Medina, Grill & López, 2008; Iriarte & Arrizabalaga, 2010; Ibarra-Morales & Fernández-Galán; 2012);
- ✓ Paleoestratigrafía donde se pueden realizar estudios de zonación, caracterización y datar los diferentes estratos de una montaña o cantera (Di Pasquo, Azcuy & Souza, 2003; Ritter & Sommer, 2021);
- ✓ Paleoclimatología donde es posible reconstruir el paisaje vegetal de una región en particular a partir de los depósitos de polen (indicadores biológicos) y determinar así las condiciones climáticas de dicha región en el pasado (Sosa, s.f.);

- ✓ Apicultura donde se puede dar origen botánico a las mieles (Martínez, Cuadrilero, Téllez-Valdez, Ramírez, Sosa, Melchor, Medina & Lozano, 1993);
- ✓ Estudios forenses donde el polen puede generar posibles escenarios criminales (Martínez-Sánchez, Fernández & Carrión, 2008; Povilauskas, 2010);
- ✓ Salud pública donde se establecen modelos de liberación de polen alergénico y vacunas para prevenir a la población (Fægri, 1956; Valero & Cadahía, 2002; O'Farrill-Romanillos, Bermúdez-Márquez, Maldonado-Domínguez, López-Moreno, Reyes-Aguilar, Rivera-Alvarado, Ruiz-López & Herrera-Sánchez, 2022) y finalmente
- ✓ Estudios básicos de botánica (Moore *et al.*, 1991; Montoya-Pfeiffer, León-Bonilla & Nates-Parra, 2014).

### ¿Cómo se estudia el grano de polen en microbiología?

El polen es el microgameto masculino cuyo tamaño varía de 10 a 250  $\mu\text{m}$  de diámetro, constituido por moléculas orgánicas muy resistentes y se forman en las plantas espermatófitas; contiene la información genética indispensable para la fecundación. Los pólenes se forman en los sacos polínicos; que en el caso de las gimnospermas se localizan en las piñas o conos masculinos y en las angiospermas se ubican en las anteras de las flores (figura 1).

Para estudiar los pólenes, los taxónomos y los aerobiólogos ponen especial atención a las características morfológicas medibles (llamados también caracteres taxonómicos) como son el tamaño, la forma, la ornamentación, la estructura y las aberturas, estos les permiten describirlos e identificarlos.



**Figura 1.** Desarrollo de polen en angiospermas (Halbritter *et al.*, 2018, p 25).

Nota: A) Ilustración de una flor de angiosperma; B) Sección transversal de antera; C) Célula madre de polen rodeada en calosa (núcleo diploide de color rojo oscuro); D) Tétrada de cuatro microsporas haploides encerrado en calosa (núcleo haploide naranja); E) Formación de pared de polen y separación de microsporas; F) Una microspora libre con núcleo central haploide; G) Comienzo de la gametogénesis, formación de una vacuola central (blanca); H) Primero mitosis del polen, célula generativa en forma de lente con núcleo generativo adherido a la pared del polen; I) Grano de polen bicelular, célula generativa desprendida de la pared de polen; J) Grano de polen de tres células, dos espermatozoides y una célula vegetativa; K) La germinación puede ocurrir a partir de un grano de polen.

**Caracteres taxonómicos polínicos**

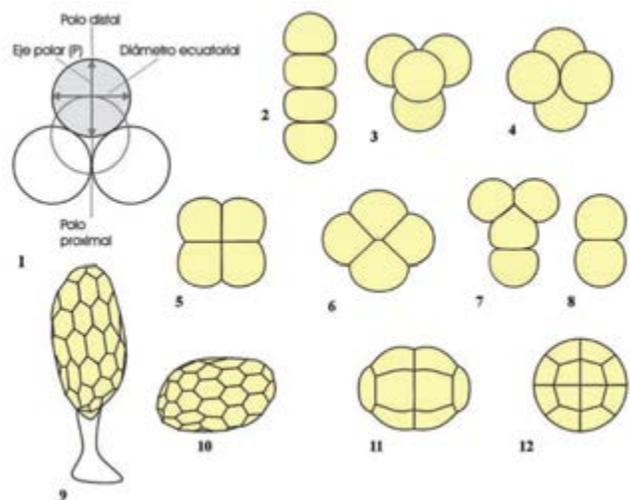
Como anteriormente se mencionó, la morfología del polen maduro comúnmente permite identificar la especie del cual proviene; por este motivo la identificación de los caracteres polínicos es de gran importancia en la taxonomía.

Las características morfológicas del polen son inalterables dentro de una misma especie, por ello, cuando describimos a los granos de polen se toma en cuenta la asociación, polaridad, simetría, forma, tamaño, estructura, ornamentación, tipo, número y

posición de las aberturas, además de otros caracteres que ayudan a conocer la morfología polínica importante en diversas disciplinas.

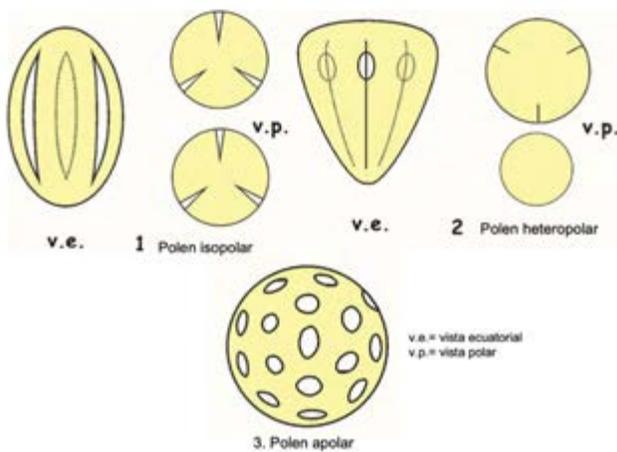
**Asociación.** Un vez que el polen ha madurado en la antera, debe ser liberado de manera individual o en asociaciones de dos, de cuatro o más granos dependiendo de la familia taxonómica a la que pertenezca; debido a ello lo podemos catalogar como mónadas, diadas, tétradas o poliadas, a veces incluso toda la masa de los granos de polen formados en una antera se propaga juntos, constituyendo las llamadas polinias (figura 2). (Erdtman, 1943; Jaramillo & Trigo, 2011).

**Polaridad.** La formación del grano de polen en la tétrada, se disponen de tal manera que se pueden identificar caras distintas de una mónada dentro de ella; así tendremos una cara muy cerca de la tétrada llamada polo o cara proximal y una cara que se encuentra en el extremo opuesto, es decir, más alejado del centro llamada polo o cara distal (figura 2, número 1).

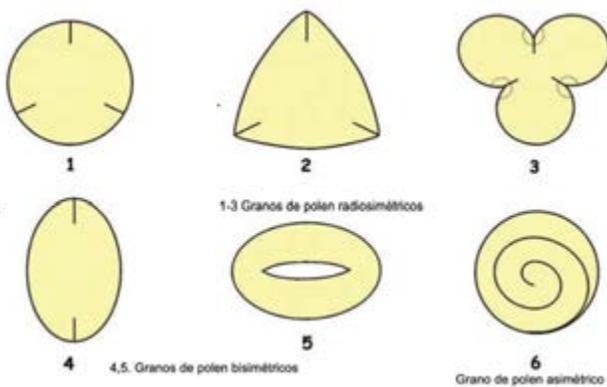


**Figura 2.** Polaridad y distintos grados de agrupación de los granos de polen (Jaramillo & Trigo, 2011).

Nota: 1 Polaridad; 2-7 Diferentes tipos de tétradas: lineal (2), tetraédrica (3), decusada (4), cuadrangular (5), romboidal (6), en forma de T (7); 8 diada; 9-10 polinias; 11-12 poliadas.



**Figura 3.** Tipos de polaridad de los granos (Jaramillo & Trigo, 2011).



**Figura 4.** Simetría (Jaramillo & Trigo, 2011).

Nota.: 1-3 granos de polen radiosimétricos; 4-5 granos de polen bisimétricos; 6 grano de polen asimétrico.

Cuando el polo proximal y el polo distal son iguales en forma y en tamaño, se dice que el grano de polen es isopolar (figura 3). Cuando ambos polos difieren en forma o en tamaño, o uno de ellos presenta una abertura que no está presente en el otro, se considera como heteropolar. Cuando es imposible definir la polaridad de un grano de polen, se dice que es apolar (Trigo, Melgar, García, Recio, Docampo & Cabezudo, 2007; Hesse, Halbritter, Zetter, Weber, Buchner, Frosch-Ravido & Ulrich, 2009).

**Simetría.** La simetría del grano de polen se define siempre en vista polar. Un grano de polen radiosimétrico es aquél que presenta tres o más planos de simetría (Saénz, 2004; Trigo *et al.*, 2007). Cuando posee sólo dos planos de simetría se cataloga como bisimétrico. A veces los pólenes, debido sobre todo a la disposición de las aberturas, no presentan ningún plano de simetría, a estos últimos se les conoce como asimétricos (figura 4).

**Forma y tamaño.** La forma de un grano de polen se define en vista ecuatorial, al medir los ejes polares y ecuatoriales (figura 2, numero 1), se divide posteriormente el valor del eje polar entre el valor del eje ecuatorial y la cantidad resultante, nos permite establecer la forma al revisar la tabla de valores propuesta por Erdtman (1943; 1957); de igual manera, el tamaño de un grano de polen se define en función del eje (P o E) de mayor longitud, una vez que tenemos esto, revisamos la tabla de valores y se define el tamaño (tabla 1). En el caso de granos de polen apolares se toma la medida de su diámetro.

**Estructura de la pared del polen.** La pared del polen llamada también esporodermo, tiene la función de delimitar y proteger el contenido de factores físicos o químicos ambientales; se caracteriza por ser muy resistente. Está formada por dos capas totalmente distintas en su composición y estructura (figura 5): la intina que es la capa más interna, compuesta de dos sustancias que le permite mantenerse hidratada y que a su vez pueda a aumentar de tamaño, su función principal es la formación del tubo polínico; y la exina es la capa más externa, formada por esporopolenina, uno de los compuestos más resistentes de la naturaleza por lo cual tenemos evidencia de pólenes fosilizados que han soportado ácidos fuertes y que han permanecido en los sedimentos de millones de años hasta la actualidad (Fægri, 1956; Moore *et al.*; Valero & Cadahí; Halbritter *et al.*, 2018).

**Tabla 1.** Clasificación de Erdtman (1943) en función de la relación P/E para obtener la forma y el tamaño del grano de polen.

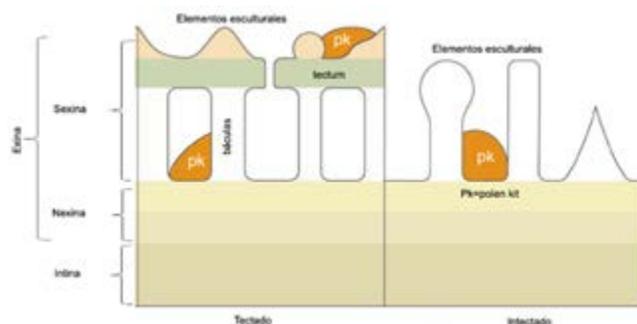
Forma del grano de polen		Tamaño del grano de polen	
Relación P/E	Forma	Medidas en micras	Tamaño
< 0,50 µm	Peroblado	< 10 µm	Muy pequeños
0,50-0,75 µm	Oblado	De 10 a 25 µm	Pequeños
0,75-0,88 µm	Suboblado	De 25 a 50 µm	Medianos
0,88-1 µm	Oblado-Esferoideal	De 50 a 100 µm	Grandes
1 µm	Esferoideal	De 100 a 200 µm	Muy grandes
1-1,14 µm	Prolado-Esferoideal	> 200 µm	Gigantes
1,14-1,33 µm	Subprolado		
1,33-2 µm	Prolado		
> 2 µm	Perprolado		

debajo del tectum, sobre el que se dispone una parte más o menos engrosada; el tectum puede ser continuo o no. Otros autores, atendiendo a criterios fisicoquímicos, consideran otras dos capas, la endexina y la ectexina; generalmente empleadas cuando se observan los pólenes en microscopía electrónica (Erdtman, 1943; Fægri, 1956; Moore *et al.*; Hesse *et al.*, 2009; Jaramillo & Trigo, 2011).

La ausencia o presencia de elementos esculturales sobre la pared del polen y la disposición de éstos, propician una característica llamada ornamentación, que se observa al microscopio como si el esporoderma presentará relieve. Siendo una respuesta adaptativa a los procesos de dispersión y polinización (Moore *et al.*; Saénz; Hesse *et al.*; Halbritter *et al.*).

Los elementos esculturales que se disponen sobre el tectum pueden tener diferente morfología y tamaño (figura 6), éstos pueden ser de varios tipos:

- Gránulo: se trata de elementos debajo del tectum más o menos isodiamétricos, obtusos y de menos de 1 µm de diámetro. En tal caso, el grano de polen se denomina granuloso.
- Verruga: se trata igualmente de elementos isodiamétricos, obtusos de más de 1 µm de diámetro. En este caso los granos de polen se denominan verrugosos.
- Espínula: elemento cónico, de punta aguda o redondeada de menos de 3 µm de longitud. Los granos de polen que presentan espínulas se denominan equinados.
- Espina: al igual que la espínula es un elemento cónico de punta aguda o redondeada, pero, en este caso, de más de 3 µm de longitud. Los granos de polen con espinas se denominan equinados.
- Gema: la gema es un elemento obtuso, de más de 1 µm de diámetro, más alto que ancho y que se encuentra constreñido en la base. En este caso, el grano de polen se denomina gemado.



**Figura 5.** Esporoderma y su estructura (modificado de Halbritter *et al.*, 2018).

La exina está organizada a su vez por dos capas: la nexina y la sexina; la primera es homogénea en su morfología y tiene una posición interna, mientras que la segunda es heterogénea y consta de unos elementos alargados a modo de pilares, llamadas columelas o báculos que, en conjunto, se localizan

- Clava: elemento más o menos comprimido, de más de 1 µm de longitud, más alto que ancho, y que se ensancha progresivamente hacia el ápice. En tal caso se dice que los granos de polen son clavados.
- Báculo: elemento cilíndrico, más largo que ancho y de más de 1 µm de longitud. Los granos de polen que presentan báculos se denominan baculados.
- Pila: elementos más o menos cilíndricos, de más de 1 µm de longitud, más largos que anchos que presentan una dilatación brusca en la parte apical. Los granos de polen provistos de pilas se denominan pilados (Trigo *et al.*).

mayor que 2 µm, la longitud siempre medida en el sentido del eje polar pero cuando aparece una abertura alargada y dispuesta perpendicularmente al eje polar, se denomina sulco. Son poros cuando la relación longitud/anchura es menor que 2 µm, estando la longitud, como ya indicábamos anteriormente, medida en el sentido del eje polar. Cuando las aberturas afectan a una capa de la exina (sexina) se le denomina simple, sin embargo, cuando las dos capas de la exina están ausentes (sexina y nexina) se le denomina compuesta (Trigo *et al.*, 2007; Hesse *et al.*, 2009; Jaramillo & Trigo, 2011) (figura 7).

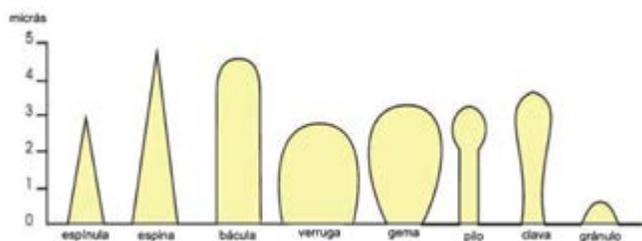


Figura 6. Elementos supratectales o esculturales.

**Aberturas.** Una abertura es un área definida o diferenciada del resto de la superficie del polen y entre sus funciones podemos establecer las siguientes: a través de ella emerge el tubo polínico previo a la fecundación; favorecen los cambios de volumen del grano de polen, permitiendo su acomodación a los distintos grados de humedad (función harmomégata); intercambio iónico y por último, intervienen en el reconocimiento alélico (incompatibilidad) (Saéñz; Trigo *et al.*; Hesse, *et al.*; Halbritter *et al.*).

Existen dos tipos de aberturas, los colpos y los poros. Son colpos cuando la relación longitud/anchura es

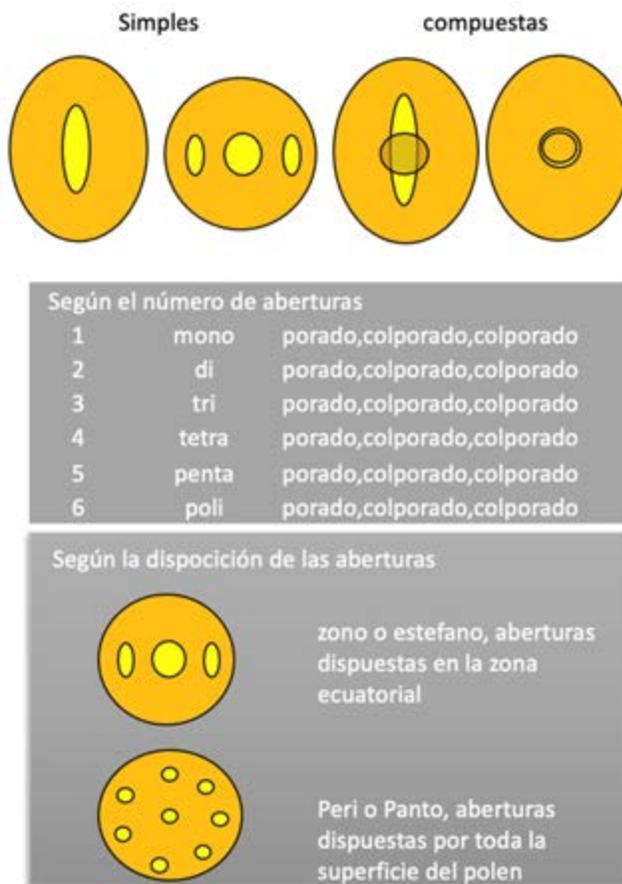


Figura 7. Tipos de aberturas.

El «Sistema NPC» es una nomenclatura propuesta por Erdtman (1957) que permite caracterizar tipos polínicos con base al número (N), la posición (P) y el carácter de las aberturas (C). El nombre del tipo polínico se construye mediante estos tres aspectos morfológicos combinados del granos de polen.

Finalmente, el grano de polen puede variar en su color ya que puede ir desde el blanco cremoso hasta el café oscuro, como también puede presentar coloraciones amarillas, naranja, rojo, verde e inclusive hialino esto dependiendo del origen taxonómico y de la composición química de sus metabolitos.

## Referencias

**Di Pasquo, M.; Azcuy, C.L. & Souza, P.A.** (2003). Palinología del Carbonífero superior del subgrupo Itararé en Itaporonga, Cuenca Paraná, Estado de São Paulo, Brasil. Parte 2: sistemática de polen y significado paleoambiental y estratigráfico. *Ameghiniana (Asociación Paleontológica Argentina)*, 40(3): 297–313. Recuperado de <https://www.ameghiniana.org.ar/index.php/ameghiniana/article/download/960/1724/10893>

**Erdtman, G.** (1943). *An introduction to pollen analysis* (A new series of plant science books, Verdoorn, F. (ed.); Vol. 12; p. 240). Waltham, Mass., U.S.A.: Chronica Botanica Company. Recovered from: <https://ia801402.us.archive.org/0/items/in.ernet.dli.2015.214950/2015.214950.An-Introduction.pdf>

**Erdtman, G.** (Ed.). (1957). *Pollen and spore morphology / Plant taxonomy, Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta* (an introduction to palynology; Vol. II; p. 151). Stockholm: Almqvist & Wiksell; Ronald Press Co.

**Fægri, K.** (1956). Recent trends in palinology. *The Botanical Review*, 22(9): 639–664. <https://doi.org/10.1007/BF02872374>

**Halbritter, H.; Ulrich, S.; Grímsson, F.; Weber, M.; Zetter, R.; Hesse, M.; Buchner, R.; Svojtka, M. & Frosch-Radivo, A.** (2018). *Illustrated Pollen Terminology* (Second Edition; p. 483). Springer Open. ISBN (eBook): 978-3-319-71365-6. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71365-6>

**Hesse, M.; Halbritter, H.; Zetter, R.; Weber, M.; Buchner, R.; Frosch-Radivo, A. & Ulrich, S.** (2009). *Pollen terminology: An illustrated handbook*. Austria: Springer-Verlag/Wien. ISBN 978-3-211-79893-5.

**Ibarra-Morales, E. & Fernández-Galán, B.S.** (2012). El estudio del polen antiguo: problemas y estrategias en el laboratorio. *Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 15(1): 62–66. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-888X2012000100006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2012000100006&lng=es&tlng=es)

**Iriarte Chiapusso, M.J. & Arrizabalaga Valbuena, A.** (2010). La aportación de la palinología al estudio de la arqueología de la muerte: planificando una estrategia. *Kobie Serie Paleoantropología*, (29): 73–84. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7728120&orden=0&info=link>

**Jaramillo Díaz, P. & Trigo, M.M.** (2011). *Guía rápida de polen de las Islas Galápagos* (Versión 1; p. 261). Fundación Charles Darwin; Universidad de Málaga. Recuperado de <https://www.darwinfoundation.org/es/recursos/identificacion-guides/guia-rapida-de-polen-de-las-islas-galapagos/>

**López Sáez, J.A.; López García, P. & Burjachs, F.** (2003). Arqueopalinología: síntesis crítica. *Polen*, (12): 5–35. <http://hdl.handle.net/10261/94421>

**Martínez Hernández, E.; Cuadrillero Aguilar, J.; Téllez-Valdez, O.; Ramírez Arriaga, E.; Sosa Najera, M.S.; Melchor Sánchez, J.E.; Medina Camacho, M. & Lozano García, M.S.** (1993). *Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacaná, Chiapas, México* (p. 105). Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). ISBN 10: 968-36-2821-4, ISBN 13: 978-968-36-2821-3.

**Martínez-Sánchez, M.; Fernández, S. & Carrión, J.** (2008). Palinología y escenario forense: un caso de estudio del sureste de España. *Anales de Biología*, (30): 43–54. <https://revistas.um.es/analesbio/article/view/54181>

**Medina, M.E.; Grill, S.C. & López, M.L.** (2008). Palinología arqueológica: su implicancia en el estudio del prehispánico tardío de las sierras de Córdoba (Argentina). *Intersecciones en Antropología*, (9): 99–112. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1795/179514533008.pdf>

**Montoya-Pfeiffer, P.M.; León-Bonilla, D. & Nates-Parra, G.** (2014). Catálogo de polen en mieles de “*Apis mellifera*” provenientes de zonas cafeteras en la Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(149): 364–384. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082014000400003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082014000400003)

**Moore, P.D.; Webb, J.A. & Collison, M.E.** (1991). *Pollen analysis* (Second edition; p. 216). London: Blackwell Scientific Inc. ISBN-10: 0865428956; ISBN-13: 978-0865428959

**O’Farrill-Romanillos, P.M.; Bermúdez-Márquez, J.E.; Maldonado-Domínguez, E.D.; López-Moreno, N.V.; Reyes-Aguilar, J.J.; Rivera-Alvarado, K.L.; Ruiz-López, S.P. & Herrera-Sánchez, D.A.** (2022). Pollen-food syndrome: A review with a twist. *Revista Alergia México*, 69(Supl. 1): 38–245. <https://doi.org/10.29262/ram.v69iSupl1.1018>

**Povilauskas, L.** (2010). Palinología forense: identificación de polen en cultivos y la escena del crimen. *Revista Skopein*, 10(23): 26–31. Recuperado de <https://skopein.org/ojs/index.php/1/article/view/162/146>

**Ritter Jelinek, A. & Sommer, C.A.** (Eds.). (2021). *Contribuições à Geologia do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina* (p. 504). Sociedade Brasileira de Geología; Compasso Lugar-Cultura. ISBN e-book: 978-65-89013-03-7. <https://doi.org/10.29327/537860>

**Saéñz Laín, C.** (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa*, (25): 93–112. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1123656>

**Sosa Najera, S.** (s.f.). *Indicadores biológicos «palinomorfos»* (Curso intensivo intersemestral: (Paleo) Biondicadores Neotropicales; Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología; p. 25). Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Recuperado de [https://www.geofisica.unam.mx/iframes/laboratorios/institucionales/paleolimnologia/sitio\\_web/assets/tema-14-palinomorfos.pdf](https://www.geofisica.unam.mx/iframes/laboratorios/institucionales/paleolimnologia/sitio_web/assets/tema-14-palinomorfos.pdf)

**Trigo Pérez, M.M.; Melgar Caballero, M.; García Sánchez, J.; Recio Criado, M.; Docampo Fernández, S. & Cabezudo Arturo, B.** (2007). *El polen de la atmósfera de Vélez-Málaga* (p. 157). Concejalía de Medio Ambiente. ISBN: 978-84-88430-14-4. Recuperado de [http://www.biolveg.uma.es/links/polen\\_velez\\_malaga.pdf](http://www.biolveg.uma.es/links/polen_velez_malaga.pdf)

**Valero Santiago, A.L. & Cadahía García, A.** (Eds). (2002). *Polinosis: polen y alergia* (p. 172). España: MRA ediciones, S.L. & Laboratorios Menarini, S.A. ISBN: 84-88865-71-6. Recuperado de [https://aerobiologia.cat/pia/general/pdf/books/2002\\_Polinosis.Polen\\_y\\_alergia.pdf](https://aerobiologia.cat/pia/general/pdf/books/2002_Polinosis.Polen_y_alergia.pdf)





**ÁRBOL DE MACULÍS *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC., EN EL «JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ N. ROVIROSA».**  
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIo); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, Tabasco; México.

*Fotografía: cortesía de Marcela Alejandra Cid Martínez.*

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol



**EJEMPLAR DE JABONCILLO (*Sapindus saponaria*), FRENTE A LA BIBLIOTECA «DR. JUAN JOSÉ BEAUREGARD CRUZ».**  
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: cortesía de Jaquelina Gamboa Aguilar.



**KUXULKAB'**

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

☎ +52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415

✉ kuxulkab@ujat.mx

🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.  
Villahermosa, Tabasco. México.