

CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE LAS MIELES
DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Rita Guadalupe Alfaro Bates, Jorge Ángel González Acereto, Juan Javier Ortiz
Díaz, Flor Alicia Viera Castro, Ana Isabel Burgos Pérez, Enrique Martínez
Hernández, Elia Ramírez Arriaga

Rita Guadalupe Alfaro Bates, Jorge Ángel González Acereto, Juan
Javier Ortiz Díaz, Flor Alicia Viera Castro, Ana Isabel Burgos
Pérez, Enrique Martínez Hernández y Elia Ramírez Arriaga

CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE LAS MIELES DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN



Universidad Autónoma de Yucatán
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Mérida, Yucatán, México
2010

D.R. © COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO
Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Las características de esta edición son propiedad de:
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Av. Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Col. Parques del Pedregal,
Tlalpan, C.P. 14010, México, D.F.

D.R. © UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE YUCATÁN, 2010

Prohibida la reproducción
total o parcial de la obra sin permiso
escrito del editor.

DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO ACADÉMICO
Coordinación General de Extensión
Departamento Editorial
Calle 61 núm. 526 entre 66 y 68
Tel. (999) 924-72-60
Fax (999) 923-97-69
Mérida, Yucatán, México

Portada: Abeja melífera (*Apis mellifera* L.) recolectando
polen de *Trixis inula* Crantz
Nombres mayas de la planta: *X ya'ax*, *K'an ak'*, *Sak tah*
Fotografía de J. A. González Acereto

Contraportada: fotomicrografía electrónica de barrido
del grano de polen del tahonal *Viguiera dentata* (Cav.)
Spreng. var. *helianthoides* (Kunth) S. F. Blake
Fotografía de R. G. Alfaro Bates

Impreso en Mérida, México
Printed in Merida, Mexico

ISBN: 978-607-7573-42-5

SF Caracterización palinológica de las mieles de la Península de
531 Yucatán / Rita Guadalupe Alfaro Bates... [et al.].—Mérida.
.Y8 da. Yuc. : UADY : CONABIO. 2010.
.C37
2010 156 p. : il.

1. Miel de abejas—Yucatán—Identificación. 2. Apicultura--
Yucatán. I. Alfaro Bates, Rita Guadalupe.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	19
AGRADECIMIENTOS	21
PARTICIPANTES DEL PROYECTO	25
1. INTRODUCCIÓN	27
2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA APICULTURA	30
2.1 Cultivo de las abejas por los mayas peninsulares	30
2.2 Desarrollo apícola	32
3. LA MIEL: DEFINICIÓN, COMPOSICIÓN, CALIDAD Y NORMATIVIDAD	34
3.1 Definición de la miel	34
3.2 Composición y calidad de la miel	35
3.3 Normatividad de la miel	36
3.4 Análisis fisicoquímicos	38
3.5 Humedad	40
4. METODOLOGÍA	40
4.1 Determinación de la humedad	41
4.2 Melisopalinología	41
4.2.1 MÉTODO CUALITATIVO	43
4.2.2 MÉTODO CUANTITATIVO	43
4.3 Análisis microscópico	44
4.4 Identificación del polen	44
4.5 Preparación del material de referencia	45

4.5.1 PROCEDIMIENTO	46
4.6 Descripciones palinológicas	46
4.7 Fotomicrografías	49
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
5.1 Humedad de la miel peninsular	49
5.2 Mieles uniflorales, multiflorales y extraflorales de la Península de Yucatán	53
6. FICHAS MELISOPALINOLÓGICAS DE LAS MIELES MÁS FRECUENTES EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	61
6.1 Mieles uniflorales	63
6.1.1 MIEL DE CHAKÁAH (<i>Bursera simaruba</i>)	63
6.1.2 MIEL DE TAHONAL (<i>Viguiera dentata</i> var. <i>helianthoides</i>)	64
6.1.3 MIEL DE K'AN CHUNÚUP (<i>Thouinia paucidentata</i>)	65
6.1.4 MIEL DE TS'ÍITS'ILCHE' (<i>Gymnopodium floribundum</i>)	66
6.1.5 MIEL DE X MÙUTS, X WENEL XÍIW, VERGONZOSA (<i>Mimosa pudica</i>)	67
6.1.6 MIEL DE PUKTE' (<i>Bucida buceras</i>)	68
6.1.7 MIEL DE HA'ABIN (<i>Piscidia piscipula</i>)	69
6.1.8 MIEL DE XA'AN, HUANO (<i>Sabal yapa</i>)	70
6.1.9 MIEL DE BOX KÁATSIM (<i>Acacia gaumeri</i>)	70
6.2 Mieles uniflorales sin análisis complementarios	71
6.2.1 MIEL DE TÁAN CHE' (<i>Croton fragilis</i>)	71
6.2.2 MIEL DE SAK TAH (<i>Trixis inula</i>)	72
6.2.3 Uniflorales poco frecuentes	73
6.3 Mieles multiflorales	75
6.3.1 MIEL DE TSALAM (<i>Lysiloma latisiliquum</i>)	78
6.3.2 MIELES MULTIFLORALES FRECUENTES	78

7. ELEMENTOS DISTINTOS DEL POLEN PRESENTES EN LA MIEL PENINSULAR	80
8. CONCLUSIONES	82
9. RECOMENDACIONES	84
10. DESCRIPCIONES PALINOLÓGICAS DE LAS ESPECIES VEGETALES QUE CONTRIBUYEN CON LA PRODUCCIÓN DE MIEL PENINSULAR	85
11. LITERATURA CITADA	139
12. GLOSARIO	145
13. ANEXO	149
ACERCA DE LOS AUTORES	155

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cronología de los eventos que han influido en el desarrollo apícola	32
Cuadro 2. Criterios de calidad especificados en normas nacionales e internacionales	37
Cuadro 3. Parámetros fisicoquímicos de las principales mieles peninsulares	38
Cuadro 4. Parámetros fisicoquímicos de algunas mieles uniflorales de la Península.....	39
Cuadro 5. Muestras de miel por municipio en los tres estados de la Península	40
Cuadro 6. Municipios de procedencia de las mieles de la Península de Yucatán analizadas melisopalinológicamente	41
Cuadro 7. Clasificación de la miel por la cantidad de elementos totales	44
Cuadro 8. Forma de los granos de polen de acuerdo con el valor de P/E y tamaño del área polar (IAP)	47
Cuadro 9. Tipos de miel de la Península de Yucatán y su clasificación	54
Cuadro 10. Polen identificado en muestras de miel de la Península de Yucatán	55
Cuadro 11. Tipos de análisis de las mieles de la Península de Yucatán	62
Cuadro 12. Composición del espectro polínico de las mieles multiflorales representativas por estado	76
Cuadro 13. Plantas melíferas de referencia descritas palinológicamente	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vistas ecuatorial y polar de un grano de polen mostrando sus ejes y aperturas. Fuente: Sawyer (1988).....	47
Figura 2. (A) Diagrama de la estructura de un grano de polen. (B) Componentes en la estructura estilizada. Fuente: Sawyer (1988)	48
Figura 3. Porcentaje de humedad de las mieles peninsulares durante el año	50
Figura 4. Producción de miel en el ciclo apícola en relación con la precipitación pluvial.....	51
Figura 5. Mapa del balance ombrotérmico de la Península de Yucatán	52
Figura 6. Porcentaje de mieles uniflorales y multiflorales en los estados de la Península de Yucatán	54
Figura 7. Mapa de la vegetación potencial de la Península de Yucatán	59
Figura 8. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de <i>Chakàah</i> (<i>B. simaruba</i> =Bur), Cro= <i>Croton</i> , Lys= <i>L. latisiliquum</i> ...	63
Figura 9. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de Tahonal (<i>V. dentata</i> =Vig), Ast= Asteraceae, Sal= <i>S. coccinea</i> , Tre= <i>T. micrantha</i>	64
Figura 10. Sedimentos polínicos de la miel unifloral no acetolizada y acetolizada de <i>K'an chunúup</i> (<i>T. paucidentata</i> =Tho), Ast=Asteraceae, Com= Combretaceae.....	65
Figura 11. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de <i>Ts'íits'ílche'</i> , (<i>G. floribundum</i> =Gymn), Ast=Asteraceae, Pis= <i>P. aculeata</i> , Tho= <i>T. paucidentata</i>	66
Figura 12. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de <i>X miúts'</i> (<i>M. pudica</i> =M. pud)	67

- Figura 13.** Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de miel unifloral de *Pukte'* (*B. buceras*=Buc), Cyp=Cyperaceae, Hae=*H. campechianum*, Tre=*T. micrantha*..... 68
- Figura 14.** Polen encontrado en sedimentos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de *Ha'abin*, (*P. piscipula*=Pisc), Ast=Asteraceae, Met=*M. browni*.....69
- Figura 15.** Polen en sedimentos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de *Xa'an*, huano (*S. yapa*=Sab), Ast=Asteraceae, Fab=Fabaceae70
- Figura 16.** Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de *Box káatsim* (*A. gaumeri*=A.gau). A.col=*A. collinsii*, Ama= *Amaranthus*, Ast=Asteraceae, Fab=Fabaceae, Mim=*M. bahamensis*71
- Figura 17.** Sedimentos acetolizados de las mieles de *Táan che'* (*Croton fragilis*=C. fra), del estado de Yucatán, A. gau=*A. gaumeri*, Tre=*T. micrantha*, p.a.=pelo de abeja.....72
- Figura 18.** Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados en la miel unifloral de *Sak tah*, (*T. inula*=Trix), Comm=*C. elegans*, Cro=*Croton* sp., Gymn=*G. floribundum*, Pis=*P. aculeata*, Tho=*T. paucidentata*, Vig=*V. dentata*.....73
- Figura 19.** Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados en las mieles uniflorales de *Kuka* (*M. pigra*=Mpi) y *Pichi' che'* (*Eugenia* sp.=Eug). Ast=Asteraceae, Cro=*Croton*, Lev=levaduras, Malv=Malvaceae, Pis=*Pisonia*, Polyg=Polygonaceae, Sab=*Sabal*, Tre=*T. micrantha*, Vig=*Viguiera*74
- Figura 20.** Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados en las mieles uniflorales de *Chi keej* (*C. mexicanum* =Chry) y *Chéechem* (*Metopium browni*= Met). Ast= Asteraceae, Cro= *Croton*, Mer=*Merremia*, sp=especie no identificada.....75
- Figura 21.** Sedimentos polínicos no acetolizados de miel multifloral de *Tsalam* (*L. latisiliquum*=Lys), Bur=*B. simaruba*, Cec=*C. peltata*, Sap=Sapindaceae, Tho=*T. paucidentata*, Cro=*Croton*, Gym=*G. floribundum*, Pis=*P. piscipula*78

Figura 22. Sedimentos polínicos de la miel multifloral no acetolizada y acetolizada. Ast=Asteraceae, Bau= <i>B. unguolata</i> , Buc= <i>B. buceras</i> , Conv=Convolvulaceae, Cec= <i>C. peltata</i> , Cyp= Cyperaceae, Euph= Euphorbiaceae, Leu= <i>L. leucocephala</i> , Jac= <i>J. pentantha</i> , Mer= <i>Merremia</i> , Pis= <i>P. aculeata</i> , Sap=Sapindaceae, T.oli= <i>T. oliviformis</i> , T.flo= <i>T. floresii</i>	79
Figura 23. Tipos de esporas de hongos comúnmente encontrados en los sedimentos de miel no acetolizada	81
Figura 24. Elementos encontrados en la miel peninsular: (a) hormogonio de cianofitas (b) diatomea (<i>Navicula</i>); (c-d) larvas de crustáceos, (e) pelos de abejas (pa), levaduras (lev), (f) aceites vegetales (en amarillo). Sin escala proporcional	82
Figura 25. <i>Ruellia pereducta</i> (a) flor (b) polen en vista polar (c) superficie. Fotografía: *R. G. Alfaro Bates.....	88
Figura 26. <i>Sabal mexicana</i> (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) superficie. Fotografía: *J. A. González Acereto	89
Figura 27. <i>Sabal yapa</i> (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) superficie. Fotografía: R. G. Alfaro Bates.....	90
Figura 28. <i>Thrinax radiata</i> (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) superficie. Fotografía: **M. Peña-Chocarro	91
Figura 29. <i>Bidens pilosa</i> (a) inflorescencia (b) polen, vista ecuatorial mostrando el colporo. Fotografía: J. A. González Acereto	92
Figura 30. <i>Tithonia rotundifolia</i> (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) superficie equinada. Fotografía: J. A. González Acereto	93
Figura 31. <i>Viguiera dentata</i> var. <i>helianthoides</i> (a-b) inflorescencia (c) polen en vista polar (d) vista ecuatorial. Fotografía: F. Irigoyen	94
Figura 32. <i>Ceiba pentandra</i> (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: **J. J. Ortiz Díaz.....	95
Figura 33. <i>Bursera simaruba</i> (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. A. González Acereto	96
Figura 34. <i>Cochlospermum vitifolium</i> (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz	97

- Figura 35.** *Bucida buceras* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar, hexalobado (c) vista ecuatorial, colporo. Fotografía: M. Peña-Chocarro98
- Figura 36.** *Conocarpus erectus* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar, hexalobado (c) vista ecuatorial, colporo. Fotografía: M. Peña-Chocarro99
- Figura 37.** *Ipomoea carnea* (a) inflorescencia (b) polen.
Fotografía: R. G. Alfaro Bates100
- Figura 38.** *Ipomoea crinicalyx* (a) flor (b) polen pantoporado, equinado, espinas ampuliformes. Fotografía: R. G. Alfaro Bates101
- Figura 39.** *Ipomoea triloba* (a) flor (b) polen pantoporado, equinado, espinas ampuliformes. Fotografía: **J. C. Tun Garrido102
- Figura 40.** *Turbina corymbosa* (a) inflorescencia (b) polen.
Fotografía: L. B. Martín Sosa103
- Figura 41.** *Croton fragilis* (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) patrón crotonoide con rosetas gruesas. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz104
- Figura 42.** *Croton reflexifolius* (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) patrón crotonoide con rosetas gruesas.
Fotografía: M. Peña-Chocarro105
- Figura 43.** *Croton punctatus* (a) inflorescencia (b) polen, patrón crotonoide con rosetas gruesas (c) exina. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz106
- Figura 44.** *Euphorbia schlechtendalii* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar, tricolporado (c) vista ecuatorial mostrando las aperturas.
Fotografía: J. J. Ortiz Díaz107
- Figura 45.** *Jatropha gaumeri* (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) patrón crotonoide con rosetas delicadas.
Fotografía: J. J. Ortiz Díaz108
- Figura 46.** *Acacia collinsii* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en una políada (c) superficie con patrón microrreticulado.
Fotografía: J. A. González Acereto109
- Figura 47.** *Acacia gaumeri* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en una políada (c) vista lateral. Fotografía: J. A. González Acereto110

- Figura 48.** *Acacia pennatula* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en una políada; mónadas perforadas con patrón microrreticulado. Fotografía: **** W. J. Hayden111
- Figura 49.** *Caesalpinia gaumeri* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro112
- Figura 50.** *Caesalpinia yucatanensis* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro113
- Figura 51.** *Diphysa carthagenensis* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz114
- Figura 52.** *Havardia albicans* (a) inflorescencia (b) políada, mónadas centrales pseudoaperturadas. Fotografía: M. Peña-Chocarro115
- Figura 53.** *Haematoxylum campechianum* (a) inflorescencia (b) polen, vista polar, sección de la exina (c) superficie (d) aperturas en vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro116
- Figura 54.** *Leucaena leucocephala* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz117
- Figura 55.** *Lonchocarpus longistylus* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. A. González Acereto118
- Figura 56.** *Lysiloma latisiliquum* (a) inflorescencia (b) políada, sección de la exina (c) mónadas centrales pseudoaperturadas. Fotografía: J. A. González Acereto119
- Figura 57.** *Mimosa albida* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en una tétrada elíptica, con poros en las mónadas. Fotografía: W. J. Hayden120
- Figura 58.** *Mimosa bahamensis* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en óctadas. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz121
- Figura 59.** *Mimosa pudica* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en tétradas tetraédricas. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz122
- Figura 60.** *Piscidia piscipula* (a) inflorescencia (b) polen. Fotografía: J. A. González Acereto123

Figura 61. <i>Abutilon permolle</i> (a) flor (b-c) polen equinado. Fotografía: W. J. Hayden	124
Figura 62. <i>Cecropia peltata</i> (a) inflorescencia (b) granos de polen en vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz	125
Figura 63. <i>Pimenta dioica</i> (a) inflorescencia (b-c) polen en vista polar (d) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro.....	126
Figura 64. <i>Psidium guajava</i> (a) flores (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro	127
Figura 65. <i>Psidium sartorianum</i> (a) frutos (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz	128
Figura 66. <i>Pisonia aculeata</i> : (a) inflorescencia (b-c) polen en vista polar (d) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz	129
Figura 67. <i>Antigonon leptopus</i> (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. A. González Acereto	130
Figura 68. <i>Gymnopodium floribundum</i> (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz	131
Figura 69. <i>Neomillspaughia emarginata</i> (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz	132
Figura 70. <i>Podopterus mexicanus</i> (a) inflorescencia (b -c) polen en vista polar (d-e) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz	133
Figura 71. <i>Randia obcordata</i> (a) flor (b) polen agrupado en tétradas (c) poros anillados. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz	134
Figura 72. <i>Talisia oliviformis</i> (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro	135
Figura 73. <i>Tohuinia paucidentata</i> (a) inflorescencia (b) polen en vista polar, tricolporado (c) tetracolporado (d) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro.....	136
Figura 74. <i>Trema micrantha</i> (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista semiecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro.....	137

PRESENTACIÓN

En la actualidad el mercado internacional de la miel se ha vuelto más exigente por la preocupación creciente de la gente sobre el cuidado de su salud y de su alimentación. Considerando que la miel ES UN PRODUCTO destinado al consumo humano, éste tiene que ser garantizado por su inocuidad, su calidad fisicoquímica y la trazabilidad de su procedencia. Como productores de miel, es importante que los apicultores peninsulares ofrezcan un producto con la calidad e inocuidad comprobada. Esta calidad se encuentra asociada al origen botánico que, en algunos casos, puede ser indicativo del origen geográfico y es de utilidad en la certificación de las mieles.

Por lo anterior, el proceso de producción de la miel tiene que ser transformado gradualmente para cumplir con los requisitos impuestos en el mercado nacional e internacional y así conservar la calidad e higiene del producto. Esto implica un mayor esfuerzo e inversión por parte de los productores y comercializadores, que hace necesaria la búsqueda del valor agregado a la miel, lo cual, puede lograrse a través de la certificación de la misma.

Para la certificación de la miel por su origen botánico es indispensable desarrollar la investigación básica y generar las evidencias que permitan su comprobación, empezando por el conocimiento (a través del polen), de las plantas melíferas de la región que contribuyen con la formación de mieles. Aunque la flora y los tipos de vegetación son característicos de la Península de Yucatán, cada estado presenta particularidades en la composición polínica de sus mieles.

La diversidad de mieles peninsulares que se derivan de la composición florística de las zonas donde se ubican los apiarios, señala la importancia de la identificación de las especies nectaríferas que contribuyen con la producción de miel en la Península. Este es un primer paso, para la certificación de la miel por su origen botánico y geográfico.

AGRADECIMIENTOS

Al FONDO MIXTO-Conacyt por financiar el proyecto "**Estudio del origen botánico de la Miel de la Península de Yucatán para la obtención de la Denominación de Origen**" clave YUC-2005-C04-21298, investigación realizada en el Departamento de Apicultura del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA) de la Universidad Autónoma de Yucatán, a partir de la cual se elabora el presente documento.

Al MVZ Víctor Cámara González ex director del área de Apicultura, Avicultura y Porcicultura de la Secretaría de Desarrollo Rural y Pesca, por su participación en la gestión, desarrollo, seguimiento y apoyo económico del proyecto de investigación, durante la administración pasada. Asimismo, al MVZ Gustavo Martín Quijano actual director de esta área en la Secretaría de Fomento Agropecuario y Pesquero, del Gobierno del Estado de Yucatán, por dar continuidad a este proyecto.

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**), por otorgar el financiamiento requerido para la publicación de esta obra.

Al MC Ermilo Humberto López Cobá, por su invaluable colaboración en el procesamiento de las muestras, la captura de datos y preparación de las gráficas, sin las cuales no hubiera sido posible terminar en tiempo y forma el proyecto.

A la doctora Celene Espadas y, muy especialmente, al Dr. Roger Orellana Lanza, ambos del Departamento de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán, por la revisión del

documento y por facilitar los mapas de la vegetación potencial, balance ombrotérmico y altitud de la península de Yucatán.

A las doctoras Luciana Porter-Bolland del Instituto de Ecología y D. Leonor Quiroz del Instituto Politécnico Nacional, por el tiempo dedicado a la revisión del manuscrito, que fue enriquecido con sus valiosos comentarios y sugerencias.

A los integrantes del Departamento de Apicultura de la UADY, Dr. Luis Medina y MC Chavier De Araujo-Freitas por sus comentarios para mejorar la calidad del documento. Al MC Humberto Moo Valle y al Dr. Javier Quezada Euán, por el apoyo logístico brindado al proyecto.

A la MC Manuelita Reyes (CICY) y a la QFB Isabel Sánchez (UADY) por la identificación de algunas esporas de hongos y microalgas, respectivamente.

A los doctores Juan C. Tun Garrido (UADY, CCBA), María Peña Chocarro (London Natural History Museum), W. John Hayden, (University of Richmond, Virginia) y MC Francisco Irigoyen (UADY, CCBA), por proporcionarnos algunas de las imágenes digitales de la flora melífera.

Un agradecimiento especial para dos personas muy apreciadas por su experiencia, cada quien en su área; la MC Hilaria Máas Collí, experta en la enseñanza de la lengua maya del Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi, Unidad de Ciencias Sociales, por la revisión y corrección de la terminología en lengua maya y a nuestra muy querida compañera y amiga LCP María del Socorro Martín Segura por la revisión y corrección de estilo.

Finalmente, al Ing. Hermman Beutelspacher de la empresa Maya Honey, a las sociedades de apicultores de las cooperativas "Flor de *Solen Ak*" y "Flor de *K'an chunuup*" del estado de Yucatán, así como a los señores apicultores Liberato Tilán de Xmabén, Campeche y Daniel Pech, presidente de la Cooperativa "Flor de *Tahonal*" de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, por facilitarnos las muestras de miel.

PARTICIPANTES DEL PROYECTO

Es necesario recalcar que este trabajo es resultado del quehacer académico multidisciplinario. Aunque la parte central gira en torno a la melisopalinología, ha requerido del conocimiento e intervención de expertos en las áreas de botánica y apicultura para enriquecer con su experiencia los resultados.

En el área de Apicultura Tropical, el MVZ Jorge González Acereto, responsable del proyecto, asesoró la parte de apicultura y producción de miel.

Los antecedentes históricos, socioculturales de la Apicultura y las características fisicoquímicas de la miel fueron investigados por la MC Flor Viera Castro.

El trabajo Botánico de colecta, identificación y procesamiento de las plantas para la preparación de la colección de referencia, así como la asesoría en la redacción del documento, estuvieron a cargo del Dr. Juan Javier Ortiz Díaz, del Departamento de Botánica del CCBA.

Las fichas melisopalinológicas de la miel y las descripciones del polen de referencia son resultado de la investigación melisopalinológica del proyecto desarrollado por la MSc. Rita Alfaro Bates.

La parte que se refiere a los análisis sensoriales y fisicoquímicos estuvieron a cargo de la MC Ana I. Burgos Pérez, de la Facultad de Ingeniería Química de la UADY.

La asesoría externa, que consistió en la revisión de las descripciones palinológicas de este trabajo, fue hecha por los doctores Enrique Martínez y Elia Ramírez, del Instituto de Geología de la UNAM.



1. INTRODUCCIÓN

Para tratar el tema de la miel y su producción en la península de Yucatán, hay que considerar, entre otros aspectos, las características geográficas, climáticas, botánicas, históricas, sociales, económicas, biológicas, técnicas y comerciales de esta región del país, ya que dichos aspectos influyen tanto en el desarrollo como en la problemática actual y en el futuro del cultivo de las abejas. Históricamente, el cuidado de las abejas ha tenido un papel importante en la tradición y en la economía de la región peninsular, primero con la **meliponicultura** o cultivo de abejas nativas sin aguijón y, posteriormente, con la **apicultura**, utilizando la especie *Apis mellifera* L. (Echazarreta, *et al.*, 1997; González-Acereto y De Araujo, 2005).

En las últimas décadas, la miel producida en la península de Yucatán ha sido uno de los productos de gran importancia económica para la región y el país, su producción, que asciende a más de 17 mil toneladas al año, y que mayormente se exporta a Europa y Estados Unidos entre otros países (Güemes *et al.*, 2004), genera recursos para todos los eslabones de la cadena productiva apícola.

Aunque la calidad de la miel peninsular es reconocida, ésta, usualmente se comercializa a granel, como si en la Península se produjera un solo tipo de miel (Güemes *et al.*, *op. cit.*). En realidad los tipos de miel que se cosechan en la región son distintos, por lo que, la caracterización botánica permitiría dar identidad propia a las mieles por su origen floral y zona de producción, relacionándolas con sus características sensoriales que son las que percibe el consumidor (CONABIO, 2008).

La calidad natural de la miel se manifiesta a través de sus propiedades organolépticas, aroma, sabor y color, mismas que se deben a las especies vegetales de la zona y que le confieren su origen botánico. Esta calidad se conserva y garantiza a través del cumplimiento de ciertos estándares establecidos en la Norma Mexicana NMX-F-036-NORMEX-2006, en el CODEX STAN 12 (1981) y la Comisión Internacional de la Miel (Bogdanov *et al.*, 1997) para la miel como alimento y producto de exportación.

Para cumplir con estos estándares se realizan análisis rutinarios físico-químicos y pruebas de posibles contaminantes que permiten medir la calidad e inocuidad en la miel (Lüllman, 1998). En menor grado se utilizan otro tipo de análisis, como los sensoriales, que describen las particularidades de las diferentes mieles y los melisopalinológicos, que las clasifican por su origen botánico y geográfico. Todos resultan herramientas válidas, confiables y objetivas, útiles en la caracterización y certificación de la miel, lo cual, garantiza la calidad e inocuidad del producto al consumidor.

La caracterización de una miel unifloral requiere de un cuadro analítico integrado por análisis melisopalinológico, análisis físico-químico y análisis sensorial (Von Der Ohe *et al.*, 2004), que en conjunto interprete y describa la complejidad y variabilidad de un tipo miel definiendo su marco de referencia (Piana *et al.*, 2004).

Hay gran diversidad de tipos de miel reconocidos por los apicultores peninsulares por su origen unifloral, por ejemplo, el *ts'úits'ilche'*, el *ha'abin* e *xtabentun* entre otros, la cual se diluye cuando en los centros de acopio se entremezclan para su venta a granel, etiquetándoseles como mieles multiflorales.

Si bien estas prácticas generan beneficios económicos tanto para los productores como para los comercializadores, estos beneficios

podrían ser aún mayores al identificar las mieles por su origen botánico. Conocer la diversidad de mieles existentes en la región tendría las siguientes ventajas:

- 1) Reconocer la miel como producto de una flora melífera única de la provincia biogeográfica de la Península de Yucatán y
- 2) La posibilidad de obtener un distintivo de calidad en beneficio de la cadena apícola.

El origen botánico no puede seguir siendo un parámetro oculto en el análisis de las mieles comercializadas, éste debe ser integrado a los análisis fisicoquímicos, junto con la evaluación sensorial para que una miel se certifique como unifloral de una determinada especie y, finalmente, el consumidor pueda reconocerla con etiquetas informativas (Vit *et al.*, 2006).

El presente trabajo es el resultado de una investigación titulada "Estudio del origen botánico de la miel de la Península de Yucatán para la obtención de la Denominación de Origen" y su objetivo general fue la determinación del origen botánico y geográfico de la miel peninsular, a través de la caracterización palinológica, así como la clasificación de las mieles como uniflorales y multiflorales a partir del conteo e identificación de los granos de polen, además de la preparación de referencias palinológicas de la flora melífera de la Península.

La parte medular de este documento, junto con la clasificación de las principales mieles peninsulares, fue la elaboración de las descripciones del polen de referencia de plantas, tanto frecuentes como reportadas en la flora melífera. Estas descripciones se ilustraron con fotomicrografías del polen y fotografías de las especies vegetales de origen. Se realizaron además las fichas melisopalinológicas con las características relevantes para cada tipo de miel.

Con el propósito de tener un amplio marco de referencia acerca de la importancia de la apicultura peninsular, se abordaron además las condiciones de la producción de miel, y se presentan aspectos de carácter histórico y social. Asimismo, se incluyen estudios sobre la calidad y normatividad de la miel, describiéndose también las técnicas básicas para el análisis melisopalinológico.

La inclusión de las técnicas de laboratorio, responde a la falta de uniformidad en la metodología empleada en los estudios melisopalinológicos, lo cual es importante para la comparación de resultados. Por tal razón se presentan de manera general en este trabajo, los procedimientos que se aplicaron para el análisis de miel, así como un anexo con la recopilación de las técnicas empleadas en Europa desde hace tres décadas en los multicitados estudios melisopalinológicos.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA APICULTURA

2.1 Cultivo de las abejas por los mayas peninsulares

Tanto la **meliponicultura** como la **apicultura** han sido y siguen siendo parte importante en la historia, tradición y economía de la región peninsular (Echazarreta, *et al.*, 1997; González-Acereto y De Araujo, 2005).

Desde antes de la colonia, los mayas peninsulares trabajaban las abejas nativas sin aguijón de los géneros *Melipona* y *Trigona*, propias de las zonas tropicales y subtropicales de México (Quezada-Euán *et al.*, 2001). La especie *Melipona beecheii* Bennett, denominada en lengua maya *X unáan kàab* o *X ko'olel kàab* (Señora de la miel, mujer de la miel, respectivamente), fue utilizada para la producción de miel y cera. Estos productos servían tanto para el consumo local como para comerciar con otros pueblos de Mesoamérica. (Zozaya y Espinosa, 2001; González-Acereto y De Araujo, 2005).

Durante la colonia, los españoles impusieron a los mayas de ésta región el pago de un impuesto en miel y cera (cerumen), que fue cumplido satisfactoriamente con la producción de las abejas nativas. La demanda de los españoles que habitaban el centro del país era cubierta por productos que provenían del puerto de Campeche. Debido a este hecho, la cera llegó a ser conocida como "Cera de Campeche" (Castillo, 1977; Labougle y Zozaya, 1985).

A partir de la introducción de la especie *Apis mellifera* a la Península de Yucatán (alrededor de **1911**) se comenzó a fomentar la apicultura; se consideró que este inicio, tuvo lugar en el estado de Yucatán, donde la apicultura se efectuaba como pasatiempo sin técnica (Calkins, 1975; Castillo, 1977).

En el año de **1912**, en el municipio de Izamal, el Dr. Geoffrey Gaumer (residente norteamericano, de origen alemán) importó colonias de abejas y equipo apícola (colmenas de cuadros móviles, extractor mecánico de miel, estampadora de rodillo para fabricar hojas de cera), apegándose a las técnicas adecuadas de producción, por lo que Izamal es considerado como la "cuna de la apicultura racional yucateca". No obstante, este hecho sólo influyó en el trabajo de un pequeño número de productores del área de Izamal, ya que la mayoría de los productores yucatecos mantenía colonias de abejas sin panales móviles y la miel era obtenida exprimiendo los panales manualmente. El único mercado de esta miel fue la industria licorera para la fabricación de aguardiente.

En el año de **1918**, la apicultura yucateca recibió apoyo gubernamental; el general Salvador Alvarado, impulsó la distribución de enjambres de abejas en escuelas rurales, acción que no tuvo la trascendencia esperada, debido al poco interés por la actividad, quizá por la falta de un mercado demandante (Castillo, 1977).

2.2 Desarrollo apícola

La apicultura regional es una actividad relativamente reciente; su desarrollo y gradual tecnificación han sido influenciados por una serie de eventos sociales, económicos y políticos que pueden ser cronológicamente seguidos. En el cuadro 1 se resumen los de mayor relevancia principalmente para el estado de Yucatán, que ha venido marcando las directrices desde el inicio de esta actividad.

Cuadro 1
Cronología de los eventos que han influido
en el desarrollo apícola

AÑO	EVENTO
1930	Inicio la apicultura racional en la Península (Castillo, 1977; Güemes y Pat, 2001). Particulares yucatecos importaron material genético y tecnología apícola (Castillo, 1977; Martínez, 1984).
1931	El Departamento de Agricultura del Estado incluyó un Programa de Fomento Apícola en el Plan de Trabajo del gobernador Bartolomé García Correa, que comprendió la difusión de técnicas, equipamiento apícola y apoyo económico a los apicultores. Se realizaron los primeros embarques de miel al extranjero (Castillo, 1977).
1933-1934	El <i>Diario del Sureste</i> , a través de una sección denominada "Tribuna Apícola", empezó la divulgación de técnicas apícolas (Castillo, 1977).
1935-1936	Iniciaron en Yucatán las primeras exportaciones de miel. Se creó la "Sociedad de Apicultores de Yucatán", que incorporó nuevos apicultores y fomentó su formación técnica.
1943	Durante el gobierno del Sr. Ernesto Novelo Torres se creó la institución "Fomento de Yucatán", que otorgaba créditos para la adquisición de equipo apícola, colonias y centros de limpieza. Se estableció un criadero de abejas reinas, se dio capacitación técnica y se estandarizó en el Estado el uso de colmenas de tipo Langstroth–Root. La miel continuó exportándose (Castillo, 1977).
1946	Se realizó una Convención Peninsular en la que participaron apicultores de los tres estados de la Península (Casares <i>et al.</i> , 1998).
1954	El Sr. Felipe Martínez López realizó una importante aportación a la tecnología para la cría de reinas, al diseñar una copa-celda de plástico, sustituyendo las copa-celdas artificiales de cera (Casares <i>et al.</i> , 1998).
1961	El gobernador Agustín Franco Aguilar instituyó el Consejo Apícola del Estado de Yucatán para coordinar los intereses de los productores y exportadores, mejorando la industria apícola (Casares <i>et al.</i> , 1998).
1963	En el gobierno de Luis Torres Mesías se creó el Instituto Apícola de Yucatán, con las funciones siguientes: dictar normas, desarrollar

1965-1971	investigación, inscribir personas e instalaciones relacionadas con la actividad, dar asesoramiento y apoyo a la comercialización (Casares <i>et al.</i> , 1998).
1971	<p>Yucatán exportó en este período, cerca de 61,000 toneladas de miel (Castillo, 1977). Por el auge y la utilidad económica de la apicultura se multiplicaron las plantas de limpieza y exportación de miel (Casares <i>et al.</i>, 1998).</p> <p>Se creó el Comité Apícola Peninsular con el fin de unificar el precio de exportación de la miel peninsular. Se financiaron la Sociedad de Crédito Apícola Luis Echeverría Álvarez (hoy Sociedad de Crédito Agrícola de R.I. Apícola Maya de Mérida) y se organizaron en Yucatán la Sociedad Cooperativa de Consumo Apícola Lol Cab S.C.L; la Sociedad de Crédito Agrícola de R.I. Miel de Abeja de Campeche y la Sociedad de Crédito Agrícola de R.I. Lic. Javier Rojo Gómez de Quintana Roo (Casares <i>et al.</i>, 1998).</p>
1973	El presidente Luis Echeverría inauguró el Centro de Fomento Apícola del Sureste para la fabricación y venta de equipo apícola e insumos. Éste se coordinó con el Laboratorio Regional de Patología Animal (hoy SAGARPA), para el control de enfermedades (Casares <i>et al.</i> , 1998).
1980	Representantes de las sociedades de productores del sector social de la Península se reunieron para reafirmar su participación en el Comité Apícola Peninsular (Casares <i>et al.</i> , 1998).
1985	El gobierno federal, estatal y la Universidad de Yucatán firmaron un acuerdo de coordinación para la instalación del Comité Consultivo Estatal para la prevención y Control de la abeja africanizada. El Programa Estatal inició con los subprogramas de Prevención y Control, Divulgación, Cría de Reinas, Capacitación, Organización de Productores e Investigación (Casares <i>et al.</i> , 1998).
1987	Inició el Programa de Monitoreo del avance de los enjambres de abejas africanizadas, confirmándose su llegada al estado de Yucatán (Casares <i>et al.</i> , 1998).
1988	Se firmó un convenio entre la SARH (hoy Sagarpa), el Gobierno del Estado y la Sociedad Apícola Maya, para apoyar la capacitación de los apicultores yucatecos (Casares <i>et al.</i> , 1998).
1988-1991	Profesionistas de instituciones estatales realizaron visitas y estudios en el extranjero, preparándose en diferentes áreas de la apicultura, para enriquecer con técnicas y conocimientos especializados esta actividad.
1992	El ácaro <i>Varroa destructor</i> se detectó en Yucatán, provocando el uso indiscriminado de sustancias no autorizadas para su control.
1993-2000	Se consolidaron grupos de investigación apícola en diversas instituciones de la Península, desarrollando proyectos en los aspectos biológicos y técnicos de la apicultura.
2001-2006	La Secretaría de Desarrollo Rural y Pesca del Gobierno del Estado de Yucatán iniciaron el proceso de reordenamiento y modernización de la actividad apícola, teniendo entre sus numerosos objetivos la consecución de un distintivo de calidad para la miel de Yucatán.
2007-2009	La Secretaría de Fomento Agropecuario y Pesquero del Gobierno del Estado de Yucatán continuó con la investigación para gestionar la certificación de la miel de Yucatán por su origen botánico y geográfico.

3. LA MIEL: DEFINICIÓN, COMPOSICIÓN, CALIDAD Y NORMATIVIDAD

La certificación de calidad de la miel, particularmente la que se exporta, se realiza a través de una serie de procedimientos estandarizados y aceptados internacionalmente. Usualmente los análisis son fisicoquímicos acompañados —en la actualidad— con pruebas de inocuidad. Aunque los análisis sensoriales y palinológicos son complementarios (Von Der Ohe, 1994), en conjunto permiten la caracterización acertada de la miel.

Asimismo, se debe conocer la definición aceptada de la miel como producto de consumo y comercialización, así como la normativa nacional e internacional de las instancias que vigilan el cumplimiento de los parámetros de calidad de la miel.

3.1 Definición de la miel

En virtud de que la miel es un alimento, debe cumplir con ciertos estándares y características fisicoquímicas establecidas en normas de control (CODEX STAN 12, 1981), su definición ha sido formulada con base en estos estándares o legislaciones que la rigen como un artículo de mercado (Crane, 1975; Crane, 1990). La más ampliamente aceptada mundialmente es la propuesta por la Comisión del Codex Alimentarius:

sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje (CODEX STAN 12, 1981).

Con base en sus características físicas, químicas y biológicas, la miel se considera una "dispersión acuosa de material constituido por

sacáridos, iones inorgánicos, macromoléculas de proteínas, granos de polen, esporas y en algunos casos mohos" (Sáenz y Gómez, 2000).

Por su proceso de formación, la miel se describe como el producto del néctar de las flores que las abejas obreras recolectan con su probóscide, y es transportado a la colonia dentro de su buche melario o estómago de miel, regurgitándolo y transformándolo mediante la evaporación del contenido de agua mediante la regurgitación, la ventilación por el batido de las alas, la distribución dentro de las celdas del panal y la adición de enzimas provenientes de sus glándulas hipofaríngeas (la diastasa, la invertasa y la glucoxidasa). De esta manera ocurre la transformación del néctar en miel madura, la cual es sellada y almacenada dentro de las celdillas del panal (Crane, 1990; Winston, 1987).

3.2 Composición y calidad de la miel

La miel madura en forma natural, está constituida en un 99% de azúcares y agua. El 1% restante lo conforman sustancias en cantidades mínimas como son minerales, ácidos, proteínas, enzimas, vitaminas, constituyentes del aroma (Crane, 1975), pigmentos, cera y granos de polen (NMX-F-036-NORMEX-2006), entre otras.

Entre los azúcares que componen la miel se encuentran predominantemente la fructosa y la glucosa, aun cuando participan otros azúcares simples. Debido a que la proporción de los diferentes azúcares que la constituyen es variable, sus propiedades físicas varían también, dependiendo del origen del néctar (Crane, 1990; Sáenz y Gómez, 2000).

El contenido de humedad en la miel varía en el rango de 13-28%, este último valor fue registrado en el trópico húmedo, aunque el óptimo es de 18.6% (Crane, 1990). Si la humedad es mayor del 21% las esporas de levaduras tolerantes al azúcar, provenientes del néctar,

del cuerpo de la abeja, o del medio ambiente, y que pasan a formar parte de la miel, encuentran un medio propicio para germinar produciendo la fermentación durante su almacenamiento (Moguel *et al.*, 2005), la temperatura también influye en la aceleración de la fermentación. Para evitar que la miel fermente, ésta, debe ser cosechada madura, esto es, de panales operculados y almacenarse a la sombra en lugares frescos (Crane, 1990).

El **color** de la miel varía desde casi incoloro a pardo oscuro; su **consistencia** puede ser fluida, viscosa o cristalizada (total o parcialmente); el **sabor** y el **aroma** son variables, usualmente son el de la planta que le da origen (CODEX STAN 12, 1981).

En la miel no debe haber ningún sabor, aroma o contaminación que haya absorbido de alguna materia extraña durante su elaboración y almacenamiento. Tampoco debe fermentar o producir efervescencia. Cuando deba calentarse, será en tal medida que no se deteriore su composición y calidad esenciales (CODEX STAN 12, 1981).

3.3 Normatividad de la miel

La calidad de la miel se evalúa por el cumplimiento satisfactorio de los requisitos, necesidades o exigencias de un consumidor. Considerando que la miel se destina al consumo humano, deberá cumplir con las normas de sanidad e higiene como cualquier otro alimento (CODEX STAN 12, 1981).

En cada país del mundo hay leyes encargadas de velar por la salud de los habitantes, estas leyes y normas determinan los requisitos que los productos alimenticios deben cumplir para consumo humano (Lüllman, 1998).

Los requisitos para la miel se encuentran en:

- 1) El CODEX ALIMENTARIUS (CODEX STAN 12, 1981)
- 2) Comisión del CODEX ALIMENTARIUS FAO-OMS (CODEX STAN 1, 1985)
- 3) NMX-F-036-2006-NORMEX (24 de enero de 2007)

- 4) Reglamento (CE) No. 1336/2001 (2 de Julio de 2001) de la Comisión de las Comunidades Europeas.
- 5) Las señaladas por las entidades certificadoras internacionales, tales como: el Reglamento para la Agricultura Orgánica de la Unión Europea: RAUE (EWG) 2092/91; el Reglamento para la Incorporación de los productos de origen animal (UE 1804/99), (Natürländ, 2005).

Los parámetros principales que debe cumplir la miel según algunas de estas instancias se resumen en el cuadro 2.

Cuadro 2
Criterios de calidad especificados en normas
nacionales e internacionales

CARACTERÍSTICA	NMX-F-036-2006 NORMEX	CODEX STAN 1-1985	MIEL ORGÁNICA (Natürländ, 2005)
Humedad máxima (%)	20	20	18%
Azúcares reductores (%)	63.8	65	
Sacarosa (g/100g, máximo)	5	5	No menos de 10 unidades (Hadrón/Gontarski)
Glucosa (g/100g, máximo)	38		
Sólidos insolubles (g/100) (máximo)	0.30	0.1	
Acidez (meq. de ácido/k, máximo)	50	40	10
Hidroximetilfurfural (HMF) (mg/k)			
En miel envasada hasta 6 meses (máximo)	40	60	
Índice de diastasa (*escala Gothe)	mínimo 8	mínimo 3	
Prolina (mg/k)		mínimo 180	
Conductividad eléctrica (mS/cm)		0.8	

Notas: En las mieles con bajo contenido enzimático, el índice mínimo de diastasa en la escala de Gothe será de 3,0, siempre y cuando no exceda en el contenido en HMF de 15 mg/k. (Fuente: CODEX STAN 1-1985; NMX-036-2000; Natürländ, 2005). Los valores requeridos para la miel orgánica son aún más estrictos que los de la Norma mexicana y el Codex Stan (CONABIO, 2008).

3.4 Análisis fisicoquímicos

El análisis fisicoquímico de las mieles incluye parámetros tales como la conductividad eléctrica, cenizas, pH, acidez libre, HMF, prolina, diastasa e invertasa y azúcares reductores aparentes. Además, en la miel que se exporta se analizan la humedad, color, HMF, y la detección de medicamentos utilizados en la prevención y control de enfermedades de las abejas (estreptomycin, sulfas y acaricidas).

La miel de la península de Yucatán ha sido estudiada en sus aspectos físicoquímicos por diversos autores, Sauri y Mangas (1986), Sauri y Hernández (1994), Sauri y Hau (1998), Arana (2002), Ballinas (2004) y Moguel *et al.* (2005). Estos investigadores se enfocaron hacia los tipos de miel más conocidos y representativos de la Península, clasificadas por su origen botánico, con base en la observación de las floraciones. Las mieles fueron principalmente de las enredaderas (convolvuláceas), el *tahonal* (*Viguiera dentata*) y *ts'íits'ilche'* (*Gymnopodium floribundum*). En el cuadro tres se muestran los resultados del análisis fisicoquímico de estas mieles, realizados por Ballinas (2004) y Moguel *et al.* (2005)

Cuadro 3
Parámetros fisicoquímicos de las principales mieles peninsulares

Origen floral	Enredaderas Convolvuláceas	<i>Tahonal V. dentata</i>	<i>Ts'íits'ilche' G. floribundum</i>	IHC
Parámetros				
Humedad (%)	19.9 ± 1.4	18.2 ± 1.3	18.7 ± 1.2	≤+20
Conductividad eléctrica (mS/cm)	0.43 ± 0.04	0.33± 0.1	0.49± 0.1	≤0.70
Cenizas (%)	0.28 ± 0.11	0.14± 0.07	0.26± 0.15	≤0.60
pH	3.3 ± 0.16	3.6± 0.39	3.7± 0.29	**NP
Acidez libre (meq/k)	32.06± 3.25	35.17± 4.24	35.59± 4.47	≤40
HMF(mg/k)	2.84 ± 1.41	2.01± 0.89	1.55± 0.64	≤40

Continuación del cuadro 3

Prolina (mg/k)	373.1± 139.4	528.9± 209.7	267.6± 123.6	≥180
Diastasa (unidad Schade)	20 ± 4.1	20.6± 5.6	15.5± 3.5	≥8.0
Invertasa (U.I./k)	87± 36.9	51.3± 32.4	29.7± 16	≥50
Azúcares reductores (%)	73.6± 2.6	76.6± 2.1	75.9± 1.8	≥65
Sacarosa% (*)	1.5 ± 0.7	0.93 ± 0.6	1.1 ± 0.5	≤5

Fuentes: Ballinas, 2004, *Moguel *et al.* 2005.

**NP (No proporcionado). IHC: Comisión Internacional de la Miel

Por otra parte, Arana (2002) clasificó mediante melisopolinología las mieles peninsulares en uniflorales y multiflorales. A partir de la caracterización por origen botánico, realizó los análisis fisicoquímicos (cuadro 4), siendo éste el primer trabajo en su tipo para la Península.

Cuadro 4
Parámetros fisicoquímicos de algunas mieles uniflorales de la Península

Parámetro	<i>Viguiera dentata</i>	<i>Bursera simaruba</i>	<i>G.floribundum</i>	<i>Mimosa pudica</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	<i>Eugenia sp.</i>	<i>Pimenta dioica</i>
Humedad (%)	17.9 ±0.3	17.9 ±0.4	18.7 ±2.4	17.63 ±0.27	17.24 ±0.08	18.64 ±0.16	20.38 ±2.44
Conductividad eléctrica (mS/cm)	0-2 ±0.02	0.51 ±0.05	0.55 ±0.2	0.26 ±0.04	0.43 ±0.09	0.59 ±0.32	0.56 ±0.05
pH	3.5 ±0.03	3.72 ±0.12	3.87 ±0.08	3.52 ±0.03	3.67 ±0.14	3.67 ±0.20	3.82 ±0.02
Prolina (mg/k)	489 ±44	597.45 ±66.5	453 ±20	415.57 ±75.47	666 ±27.3	653 ±71	498.05 ±16.15
Acidez (meq/k)	2.6 ±0.15	2.39 ±0.07	3.2 ±0.95	2.61 ±0.51	2.72 ±0.16	3.29 ±0.53	3.02 ±0.69

Fuente: Arana, 2002

En los cuadros anteriores se observa que las mieles peninsulares cumplen en su mayoría con los parámetros básicos de calidad requeridos por la Comisión Europea de la Miel.

3.5 Humedad

La humedad de la miel se relaciona en gran medida con las condiciones del medio ambiente. En regiones tropicales donde los valores de humedad relativa son más altos, la humedad de las mieles podrá ser mayor (Crane, 1990). El manejo del apicultor durante la cosecha también influye en el grado de humedad de la miel, particularmente cuando se cosechan panales con miel inmadura (Moguel *et al.*, 2005).

Actualmente, la humedad es el primer parámetro registrado en los centros de acopio para asignar el precio de la miel; el valor máximo permitido de humedad es de 20%, medido con un refractómetro manual o digital. Una humedad mayor al 20% favorece la fermentación de la miel, reduciendo el tiempo de almacenamiento y cambiando las propiedades organolépticas. Conservar una humedad apropiada (18%) ayuda a mantener las propiedades de la miel y su calidad físicoquímica.

4. METODOLOGÍA

Se analizaron melisopalínológicamente, previo registro de la humedad, 168 muestras de miel, provenientes de 17 municipios de los estados de Yucatán, Campeche y Q. Roo (cuadro 5).

Cuadro 5
Muestras de miel por municipio
en los tres estados de la Península

Estado	Campeche	Quintana Roo	Yucatán	Total
No. muestras	56	55	56	168
Municipios	5	2	10	17

Las mieles, tanto de centros de acopio como de apicultores, procedieron de municipios reconocidos por su importancia en la producción de miel (cuadro 6), ubicados en los distintos tipos de vegetación peninsular.

Las muestras correspondieron a dos ciclos de cosecha (2005-2006 y 2006-2007), incluyendo a ocho muestras de la precosecha y ocho de la poscosecha, lo que completó el ciclo de producción de miel.

Cuadro 6
Municipios de procedencia de las mieles
de la Península de Yucatán analizadas melisopalinológicamente

Yucatán	# muestras	Campeche	# muestras	Quintana Roo	# muestras
Chemax	6	Calakmul	1	J. Ma. Morelos	1
Izamal	6	Candelaria	6	E. Carrillo Puerto	55
Maxcanú	2	Chamotón	20		
Mérida	9	Escárcega	17		
Peto	6	Hopelchén	12		
Tekax	6				
Ticul	3				
Tizimín	3				
Tunkás	6				
Valladolid	9				
10 municipios	56 muestras	5 municipios	56 muestras	2 municipios	56 muestras

4.1 Determinación de la humedad

Con el propósito de conocer la variación de la humedad en las mieles recolectadas, éstas fueron medidas con un refractómetro digital marca Atago, para después proceder con el análisis de polen.

4.2 Melisopalinología

La metodología empleada para el análisis de polen en mieles es relativamente sencilla, sin embargo, para conocer en qué se fundamenta, se presenta en una síntesis su significado, los criterios utilizados en ella, su utilidad y la evolución de este campo de estudio.

La melisopalinología (del griego $\mu\epsilon\lambda\iota\delta\delta\alpha$ =abeja) se ocupa del estudio de los granos de polen encontrados en la miel, en el alimento larval, jalea real, polen trampeado y aun en el cuerpo de la abeja

(Martínez-Hernández *et al.*, 1993). Es una herramienta valiosa para conocer los recursos vegetales usados por las abejas en su alimentación y evaluar su importancia mediante la cuantificación del polen.

Las mieles, por su fuente de origen se clasifican en florales, si provienen del néctar floral, y mieladas (mielatos), si proceden de los exudados azucarados de las plantas o, bien, de los productos de excreción de algunos insectos como los pulgones (*Aphidae*). Las mieladas europeas se reconocen porque en sus sedimentos se presentan escasos granos de polen, un mayor número de esporas y otros elementos característicos (Sawyer, 1988; Sáenz y Gómez, 2000). A su vez, las mieles florales se clasifican en uniflorales (presencia de un tipo de polen dominante >45%) o multiflorales (presencia de varios tipos de polen <45%).

Para el estudio y clasificación de las mieles se han empleado los "Métodos de Melisopalinología", producidos por la Comisión Internacional de Botánica Apícola (Louveaux *et al.*, 1978), y que aún siguen usándose, ya que proporcionan los procedimientos adecuados en los estudios de la miel comercial en Europa. Éstos consisten en contar de 200 a 300 granos de polen (identificado) en los sedimentos polínicos recuperados de 10 g de miel. Los valores obtenidos se expresan como porcentajes para cada tipo de polen y las categorías a seguir son las siguientes (Sawyer, *op.cit.*):

Polen predominante	>45%
Polen secundario	16-45%
Polen minoritario importante	3-15.9%
Polen minoritario o traza	<3%

A pesar de que ésta es la metodología clásica y práctica para los análisis de rutina, con el tiempo ha devenido en modificaciones, con el propósito de estandarizarla y comparar resultados en cualquier laboratorio del mundo.

En 2004, Von Der Ohe *et al.*, publicaron los "Métodos armónicos de Melisopalinología", donde propusieron la uniformización tanto en el modo de procesar las muestras de miel (desde la preparación hasta el montaje), como en el de seleccionar los campos para contar los granos de polen y realizar los cálculos correspondientes a la cuantificación. Esta serie de procedimientos confiables y precisos resultan más laboriosos que los de Louveaux (1978), quien también incluyó la identificación del polen, la clasificación de la miel (método cualitativo), y la cuantificación de sus elementos totales (método cuantitativo), para la determinación del origen botánico y geográfico.

4.2.1 MÉTODO CUALITATIVO

Después de que se identifican los distintos taxa presentes en los sedimentos polínicos de la miel, se cuentan de 500-1000 granos de polen para determinar (Von Der Ohe *et al.*, 2004) los porcentajes de ocurrencia en los distintos taxa representados por el polen en la miel y clasificarla por su origen botánico como unifloral o multifloral. La categorización de la miel será de acuerdo con los valores propuestos por Louveaux (1978) referidos por Sawyer (1988).

4.2.2 MÉTODO CUANTITATIVO

El método cuantitativo consiste en contar todos los elementos encontrados en los sedimentos polínicos obtenidos por filtración de la miel, aplicando una fórmula para calcular el valor absoluto de los mismos. La cuantificación del polen total (Sawyer, 1988) o de elementos totales (polen, esporas, hifas, residuos vegetales) (Von Der Ohe *et al.*, 2004) se relaciona con los resultados del origen botánico. Este método ha sido de utilidad en la evaluación de las mieles europeas (cuadro 7) al proporcionar información complementaria tanto del origen como del proceso de extracción de la miel.

Cuadro 7
Clasificación de la miel por la cantidad
de elementos totales

POLEN TOTAL (x1000)	CLASIFICACIÓN
0-1	Miel filtrada: presencia de diatomeas o láminas de minerales, propios de los filtros.
10-20	Miel de fuentes subrepresentadas. De colmenas alimentadas con azúcar o adulteración con jarabe de alta fructosa. Mielada.
20-80	Miel floral normal de panales sin polen.
100-500	Miel de fuentes sobre representadas o de panales con reservas de polen.
1000-50,000	Miel floral prensada.

Fuente: Sawyer, 1988

En el procesamiento de las muestras de miel peninsular a que se refiere esta investigación, fueron utilizados los métodos de Von Der Ohe *et al.* (2004, ver anexo), por ser procedimientos más depurados y actuales, con la desventaja de que fue mayor el tiempo invertido para contar. En sentido inverso, los de Louveaux (*op.cit.*) requieren menos tiempo para los conteos, por lo que pueden realizarse de manera rutinaria con buenos resultados.

4.3 Análisis microscópico

Para este análisis se utilizó un microscopio óptico trinocular para fotografía Olympus BX41 con los objetivos de 10, 40 y 100x. Adicionalmente se requirió de contraste de fases para la observación de la estructura fina del polen. Los aditamentos de medición empleados fueron micrómetro, regleta y una retícula (para los conteos). La medición de los granos de polen para su identificación se realizó con el objetivo de 100x, o en caso de los granos grandes con el de 40x. Usualmente los conteos del polen son a 40x.

4.4 Identificación del polen

Por lo general, para la identificación del polen en las muestras de miel, se utilizaron referencias bibliográficas, las más útiles para la Península

de Yucatán son "La flora palinológica de la Reserva de la biósfera de *Sian Ka'an* Quintana Roo, México" (Palacios *et al.*, 1991), con 460 especies descritas e ilustradas con fotografías, "Pollen and spores of Barro Colorado Island" (Roubik y Moreno, 1991), "Atlas de las plantas y el polen usados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel de la región de Tacaná, Chiapas, México" (Martínez *et al.*, 1993), entre otras. Sin embargo, la construcción de una colección palinológica de referencia de la flora melífera local fue de gran utilidad.

4.5 Preparación del material de referencia

La preparación continua de polen a partir de material identificado por un especialista fue necesaria, ya que permitió tener una mejor representación de las especies que forman parte de los recursos apibotánicos de la región. La formación de una colección palinológica de referencia de la flora melífera regional es indispensable, puesto que es la base para la identificación apropiada del polen usado por las abejas.

Es conveniente que el polen de referencia, pase a formar parte de las colecciones anexas a un herbario, ya que de esta manera se permitiran tanto la comparación de los vouchers como la corroboración de los tipos polínicos encontrados en la miel.

El polen de referencia fue acetolizado con el procedimiento de Erdtman (1969) para material herborizado, éste se obtuvo disectando las anteras de los botones florales (de herbario o de material reciente), o en ausencia de éstos, de flores abiertas. En caso de que las muestras fueran de material de herbario de muchos años es recomendable rehidratar las flores hirviéndolas por unos minutos en una solución de agua con detergente (1 ml de extran /l), para suavizar los tejidos y facilitar la disección.

El procedimiento para concentrar el polen fue el siguiente:

4.5.1 PROCEDIMIENTO

1. Se colocaron las anteras de los botones florales maduros en microtubos de 1.5 ml, agregándoles 1 ml de agua destilada y se presionaron con una pinza contra la pared del tubo, para liberar los granos de polen en el agua. Si las flores eran muy pequeñas se maceraron en el mismo tubo.
2. Los tubos se cerraron y agitaron en un vórtex por uno o dos minutos.
3. Se sacaron las anteras o los residuos de flores centrifugando y decantando para recuperar el polen. Se procedió con los pasos 1-10 de la acetólisis de Erdtman (1969) que se presenta en el anexo.

En este trabajo se acetolizó el polen de 50 especies melíferas consideradas de importancia en la apicultura, que posteriormente fue medido, descrito y registrado fotográficamente. Las laminillas de las preparaciones del polen se encuentran depositadas en la palinoteca de la colección anexa UADY-PAL del herbario "Alfredo Barrera Marín", de la Universidad Autónoma de Yucatán.

4.6 Descripciones palinológicas

Las características morfológicas importantes en la descripción del polen son: la forma, el tamaño, el número y tipo de aperturas, la estructura y escultura de la exina (Martínez-Hernández *et al.*, 1993), algunas de ellas son particulares para cada especie.

Palacios *et al.* (1991) consideraron en sus descripciones la asociación del polen, y mencionaron si son tétradas o políadas indicando en estas últimas el número de mónadas que las componen, la forma y dimensión de los granos en dos posiciones: la vista ecuatorial (**VE**) y la vista polar (**VP**). En la vista ecuatorial se miden los ejes polar (**EP**) y ecuatorial (**EE**); en la vista polar se mide el diámetro (**d**) y la distancia entre los colpos (**dc**) (figura 1). Con estos valores se obtienen el cociente $P/E = EP/EE$, que indica la forma del grano en vista ecuatorial, y el índice del área polar ($IAP = dc/d$) que se refiere al tamaño del área polar (cuadro 8).

En monocotiledóneas y ranales consideraron los ejes polar y ecuatorial mayor de la vista ecuatorial, y los ejes ecuatoriales mayor y menor de la vista polar.

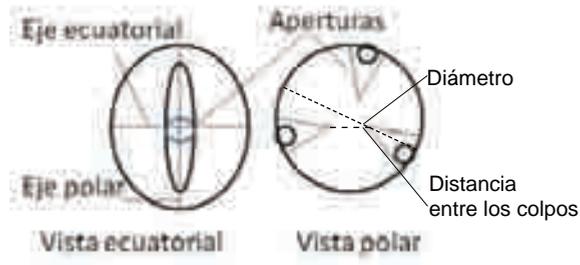


Figura 1. Vistas ecuatorial y polar de un grano de polen mostrando sus ejes y aperturas. Fuente: Sawyer (1988)

Cuadro 8

Forma de los granos de polen de acuerdo con el valor de P/E y tamaño del área polar (IAP)

Forma	P/E	TAMAÑO	IAP
Peroblato	0.35-0.64	Ausente	0
Oblato	0.65-0.75	Pequeña	0.25
Suboblato	0.76-0.89	Media	0.25-0.50
Oblato esferoidal	0.90-0.99	Grande	0.50-0.75
Esférico	1	Muy grande	> 0.75
Prolato esferoidal	1.01-1.15		
Subprolato	1.16-1.33		
Prolato	1.34-1.99		
Perprolato	2		

Fuente: Palacios *et al.* (1991)

Además de la descripción palinológica se proporciona información complementaria de las especies vegetales referidas, como son: el período de floración, la forma biológica, la localidad, el ejemplar de referencia y el nombre local, que permite corroborar la estacionalidad y el origen geográfico de la miel.

En la región peninsular la lengua maya es todavía ampliamente utilizada, especialmente entre los apicultores del campo, así que se presentan también los nombres de las plantas y/o de las mieles en maya. El alfabeto empleado en los términos mayas es el del diccionario Maya-Cordemex (Barrera, 1980).

4.7 Fotomicrografías

Las fotomicrografías que se presentan fueron tomadas con una cámara digital Olympus C5050, instalada en un microscopio BX41 de la misma marca, con tubo para cámara fotográfica C3040. La magnificación utilizada para las preparaciones de mieles fue de 400x, y para la colección palinológica de referencia de 1000x, con luz directa.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Humedad de la miel peninsular

La importancia de la humedad de la miel radica en que es el primer parámetro registrado en los centros de acopio para asignarle precio, de esta manera, los comercializadores aseguran que el producto se mantenga sin fermentar durante su tiempo de almacenaje.

Los rangos de variación de la humedad de la miel peninsular oscilaron entre el 17 y 23%. La gráfica presenta el promedio de humedad por mes (figura 3). Las mieles mostraron un patrón similar en cuanto al contenido de humedad, que respondió más a las condiciones del clima que al manejo del apicultor durante el ciclo de producción de miel.

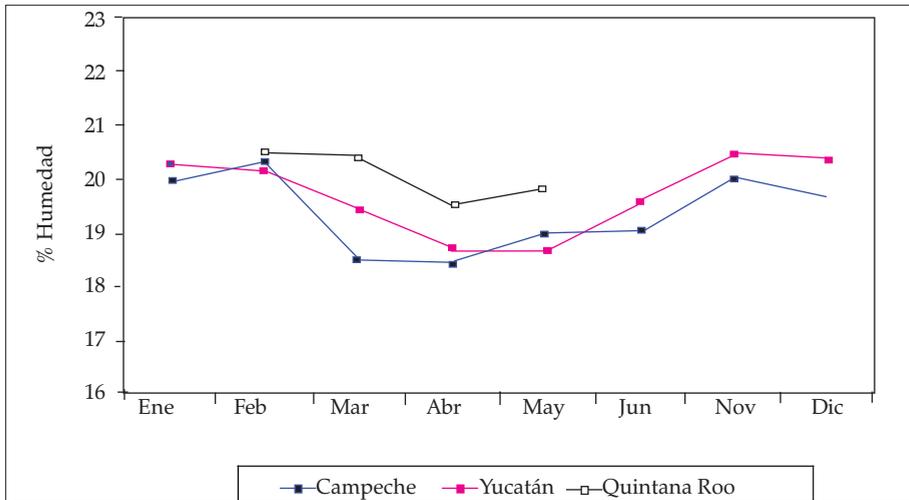


Figura 3. Porcentaje de humedad de las mieles peninsulares durante el año (los puntos representan el promedio de humedad por mes en los ciclos apícolas 2006-2007)

Para explicar la variación de la humedad por mes se consideró que el ciclo de producción de miel se divide en tres etapas: la precosecha (octubre-diciembre), cosecha (enero-mayo) y poscosecha de junio a septiembre. Aunque otros autores mencionan además las épocas de crisis y recuperación para las abejas (Echazarreta *et al.*, 1997; Porter-Bolland, 2003), éstas quedan incluidas en la poscosecha, según la división de González-Acereto y Viera (2004). Asimismo, las mieles peninsulares son cosechadas de enero a mayo, período en el que ocurre la floración de la mayoría de las especies melíferas, coincidiendo también con la mayor captación de miel (figura 4) reportada por Echazarreta *et al.* (1997).

Al observar las gráficas que se proporcionan en el mapa del balance ombrotérmico para la Península de Yucatán (Orellana *et al.*, 1999, figura 5) del ciclo apícola y de la humedad de las mieles peninsulares, se ve claramente, que el período de cosechas coincide con la época más seca del año (enero-mayo). De acuerdo con los resultados obtenidos, se pudo observar que las mieles con menor contenido de humedad se presentaron en la época de cosechas (estación más seca).

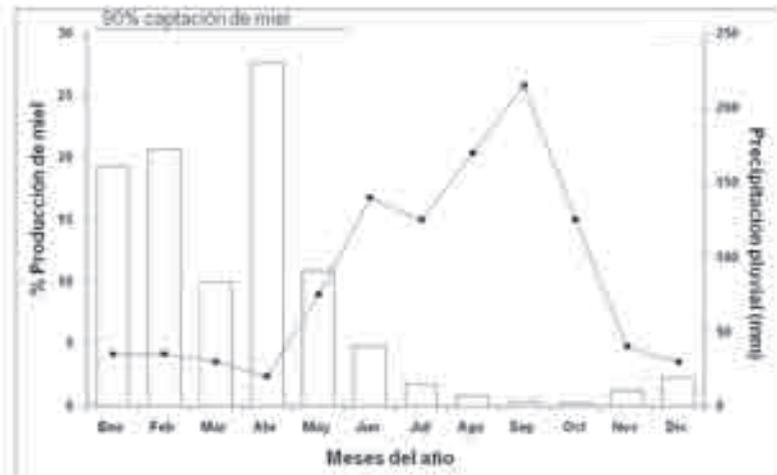


Figura 4. Producción de miel en el ciclo apícola en relación con la precipitación pluvial. Fuente: Echazarreta *et al.* (1997)

Entre las mieles principales que se cosechan en la época de secas se encuentran: las de *tahonal* (*Viguiera dentata*), *ts'úits'ilche'* (*Gymnopodium floribundum*), *pukte'* (*Bucida buceras*), *chakàah* (*Bursera simaruba*), *ha'abin* (*Piscidia piscipula*), *kàn chu núup* (*Thouinia paucidentata*), *pichi'che'* (*Eugenia spp*), *wayúum* (*Talisia oliviformis*) y *sak pixòoy* (*Trema micrantha*), manteniendo una humedad mayor o igual al 20% (Arana, 2002; Alfaro *et al.*, 2007; 2008).

Tanto la precosecha como la poscosecha coinciden con la estación lluviosa, por consiguiente, las mieles que correspondieron a este tiempo tuvieron valores de humedad más altos. En la precosecha la miel proviene de las enredaderas de la familia Convolvulácea o de hierbas como el *x mùuts'* (*Mimosa pudica*); en la poscosecha procedió de árboles como el *box káatsim* (*Acacia gaumeri*) y el *tsalam* (*Lysiloma latisiliquum*). Estas mieles tendieron a presentar mayor humedad ($\geq 20\%$), aunque los panales hayan estado operculados por arriba del 80%.

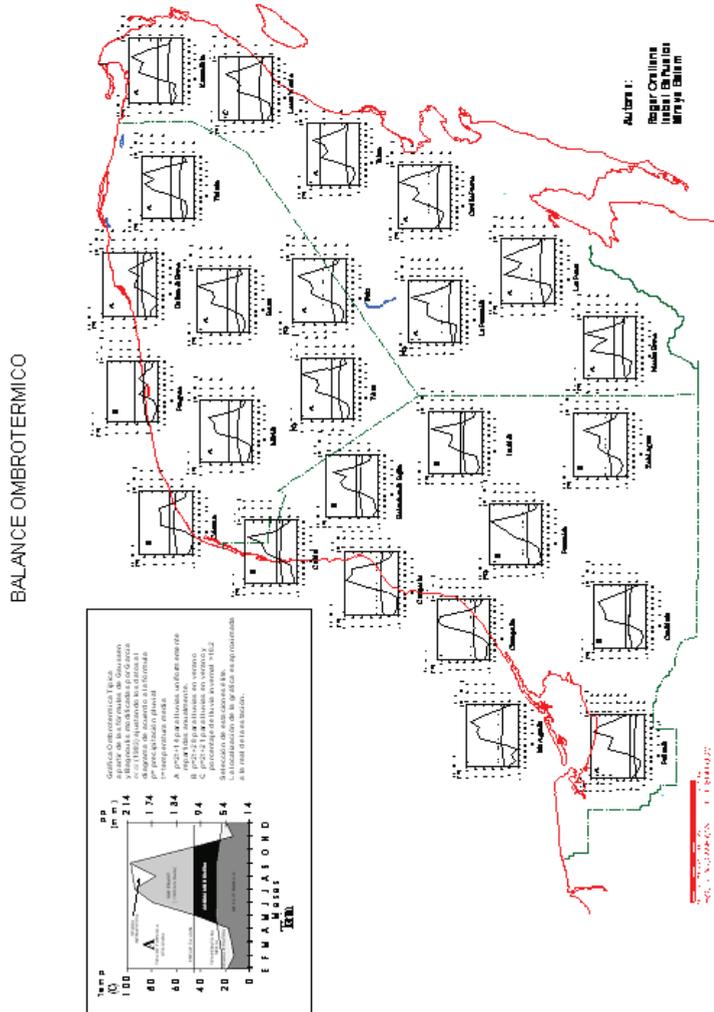


Figura 5. Mapa del balance ombrotérmico de la Península de Yucatán. Fuente: Orellana *et al.* (1999)

En la Península es conveniente extremar los cuidados de la miel para no deteriorar su calidad fisicoquímica, ya que el exceso de humedad por cuestiones ambientales o por mal manejo de una cosecha, aumentan la presencia de los microorganismos en la miel, ocasionando una fermentación indeseada (Moguel *et al.*, 2005). El efecto de las temperaturas cálidas, propias del clima tropical, también acelera la producción de HMF (hidroxi-metil-furfural) que es un indicador de envejecimiento de la miel (Guzmán, 2003).

5.2 Mieles uniflorales, multiflorales y extraflorales de la Península de Yucatán

Las mieles uniflorales provienen de una especie vegetal principal, representada por más del 45% de sus granos de polen (Sawyer, 1988; Sáenz y Gómez, 2000), este tipo de miel conserva las características distintivas de la planta que le dio origen (sensoriales) y por las cuales es reconocida (Crane, 1975).

Los resultados obtenidos de las 168 muestras analizadas indican que en la Península, las mieles uniflorales y multiflorales se encuentran en proporciones semejantes (1:1). Sin embargo, y de acuerdo con el estado peninsular de que se trate, se pudo observar que Yucatán y Campeche producen un mayor número de mieles uniflorales que multiflorales (60:40) respecto a Quintana Roo (31:69) (figura 6). Es posible que estos valores cambien si se analizan las mieles de un mayor número de localidades, de otros municipios o se incluyen más mieles de la precosecha y poscosecha.

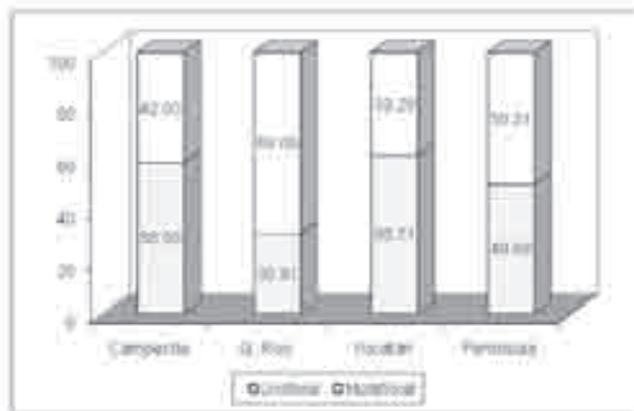


Figura 6. Porcentaje de mieles unitorales y multitorales en los estados de la Península de Yucatán

Como resultado de los análisis melisopalinológicos cualitativos y cuantitativos se reconocieron 18 tipos de miel de la Península de Yucatán con sus respectivos orígenes florales, mismos que se clasificaron en mieles uniflorales y multiflorales (cuadro 9).

Cuadro 9
Tipos de miel de la Península de Yucatán
y su clasificación

Tipo de miel	Origen botánico	Clasificación
Tahonal	<i>Viguiera dentata</i>	Unifloral
Chakàah	<i>Bursera simaruba</i>	Unifloral
K'an chunùup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Unifloral
Ts'uits'ilche'	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Multifloral/Unifloral
X mùuts', X wenel xíiw	<i>Mimosa pudica</i>	Unifloral
Pukte'	<i>Bucida buceras</i>	Unifloral
Ha'abin	<i>Piscidia piscipula</i>	Multifloral/Unifloral
Xa'an	<i>Sabal yapa</i>	Unifloral
Box káatsim	<i>Acacia gaumeri</i>	Unifloral/Multifloral
Táan che'	<i>Croton fragilis</i>	Unifloral/Multifloral
Sak tah	<i>Trixis inula</i>	Unifloral/Multifloral
Pichi' che'	<i>Eugenia sp.</i>	Unifloral/Multifloral
Chéechem	<i>Metopium brownei</i>	Unifloral/Multifloral
Wayúum	<i>Talisia oliviformis</i>	Unifloral/Multifloral
Kuka	<i>Mimosa pigra</i>	Unifloral
Tsalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Multifloral
Enredaderas	<i>Convolvulaceae</i>	Multifloral
Sak pixòoy	<i>Trema micrantha</i>	Multifloral

Por otra parte, el número total de familias botánicas registradas en total fue de 36, siendo las fabáceas (23 spp.) y las asteráceas (9 spp.) las más diversas (Cuadro 10); por estado, Yucatán registró 26, Campeche 19 y Quintana Roo 36 familias. En cuanto al número total de palinomorfos se registraron 100, identificándose más del 80% de los tipos de polen hasta familia, género o especie. Asimismo, el número de palinomorfos presentes en las muestras por Estado fue de 80 para Quintana Roo, 66 para Campeche (Alfaro *et al.*, 2008) y 92 para Yucatán (Alfaro *et al.*, 2007).

La siguiente lista de especies (cuadro 10) corresponde a las plantas que contribuyeron en mayor o menor grado (exceptuando las gramíneas y ciperáceas) con la producción de mieles uniflorales o multiflorales en la Península de Yucatán. En esta lista se observan diferentes formas de vida con una proporción aproximada de 1:1 entre hierbas y árboles

Cuadro 10
Polen identificado en muestras de miel
de la Península de Yucatán

Familia	Nombre científico	Nombre local (maya/español)	Forma Biológica
Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	<i>Hulub</i>	Arbusto
	<i>Justicia campechiana</i>		Hierba
	<i>Ruellia pereducta</i>		Hierba
	<i>Tetramerium nervosum</i>		Hierba
Amaranthaceae	<i>Althernanthera</i> sp.	<i>X'tèes</i>	Hierba
	<i>Amaranthus spinosus</i>		Hierba
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	<i>Chéechem</i>	Árbol
Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	<i>Xiat</i>	Palma
	Arecaceae 1		Palma
	<i>Sabal yapa</i>		Palma
Asteraceae	Asteraceae 6	<i>Haway, altanisa</i>	
	Asteraceae 12		
	<i>Eupatorium</i> sp.		Hierba
	<i>Koanophyllum</i> sp.		Hierba/
	<i>Parthenium hysterophorus</i>		Arbusto
			Hierba

CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE LAS MIELES DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Familia	Nombre científico	Nombre local (maya/español)	Forma Biológica
	<i>Pluchea</i> sp. <i>Trixis inula</i> <i>Vernonia</i> sp. <i>Viguiera dentata</i>	 <i>Sak tah</i> <i>Tah, tahonal</i>	Hierba/ Arbusto Hierba Hierba/ Arbusto Hierba
Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i> <i>Ceiba pentandra</i> <i>Pseudobombax ellipticum</i>	<i>Ch'oooh</i> , pochote <i>X ya'ax-che'</i> , ceiba <i>X k'uuyche'</i> , amapola	Árbol Árbol Árbol
Boraginaceae	<i>Bourreria pulchra</i> <i>Cordia gerascanthus</i> <i>Tournefortia gnaphalodes</i>	<i>Bakal che'</i> <i>Bohom</i> , anacahuita <i>Sikimay</i> , tabaquillo	Árbol Árbol Arbusto
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	<i>Chakàah</i>	Árbol
Combretaceae	<i>Bucida buceras</i> <i>Bucida</i> sp. <i>Conocarpus erectus</i>	<i>Pukte'</i> <i>Taab che', k'aan che'</i>	Árbol Árbol
Commelinaceae	<i>Commelina elegans</i>	<i>Kabal siit</i>	Hierba
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i> <i>Ipomoea crinicalyx</i> <i>Jacquemontia pentantha</i> <i>Merremia aegyptia</i>	<i>Tso'ots tsíul</i> <i>Is' ak'el</i> <i>Ak'il xíiw</i> <i>Tso'ots kab</i>	Hierba Hierba Hierba Hierba
Cyperaceae	<i>Rynchospora nervosa</i> Cyperaceae 1		Hierba Hierba
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus souzae</i> <i>Croton campechianus</i> <i>Croton fragilis</i> <i>Croton</i> sp.	<i>X tsàah</i> , chaya silvestre <i>Susub yuk</i> <i>Táan che'</i>	Arbusto Arbusto Arbusto
Fabaceae	<i>Acacia angustissima</i> <i>Acacia collinsii</i> <i>Acacia gaumeri</i> <i>Acacia pennatula</i> <i>Aeschynomene americana</i> <i>Aeschynomene fascicularis</i> <i>Bauhinia divaricata</i> <i>Bauhinia unguolata</i> <i>Caesalpinia gaumeri</i> <i>Caesalpinia yucatanensis</i> <i>Dalbergia glabra</i> <i>Desmodium</i> sp. <i>Diphysa carthagenensis</i> <i>Haematoxylon campechianum</i> <i>Leucaena leucocephala</i> <i>Lysiloma latisiliquum</i> <i>Mimosa albida</i>	<i>Xáax</i> <i>Subiin</i> <i>Box káatsim</i> <i>Ch'i'imay</i> <i>Kabal piich</i> <i>Kaba pik</i> <i>Sak ts'ulub tòok'</i> <i>Chak ts'ulub tòok'</i> <i>Kitim che'</i> <i>Taákin be'</i> <i>Ah muk</i> <i>Susuk, xbalalche'</i> <i>Palo de tinte</i> <i>Waxim, Huaxin</i> <i>Tsalam</i> <i>Heech, bèech'</i>	Árbol Árbol Árbol Árbol Hierba Hierba Árbol Árbol Árbol Árbol Árbol Árbol/ Arbusto Hierba Árbol Árbol Árbol Árbol Arbusto

Familia	Nombre científico	Nombre local (maya/español)	Forma Biológica
	<i>Mimosa bahamensis</i> <i>Mimosa pigra</i> <i>Mimosa pudica</i> <i>Piscidia piscipula</i> <i>Senna undulata</i> <i>Vigna</i> sp.	<i>Sak káatsim</i> <i>Kuka, motita</i> <i>Xmùuuts'</i> <i>Ha'abin</i> Quelite de caballo <i>X péelon</i>	Árbol Hierba Hierba Árbol Árbol Hierba
Lamiaceae	<i>Hyptis pectinata</i> <i>Salvia coccinea</i>	<i>Xolte'xnùuk</i> <i>Suuk, chak lol</i>	Hierba Hierba
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> <i>Heteropteris beecheyana</i>	<i>Chi', nance</i> <i>Chak aanil kaab</i>	Árbol Liana
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> <i>Sida acuta</i>	<i>Hol, ho'ol</i> <i>Chi'ichi'beh</i>	Árbol Arbusto
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> <i>Cecropia peltata</i>	<i>Oox, Ramón</i> <i>K'áaxil, guarumbo</i>	Árbol Árbol
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i> <i>Eugenia</i> spp. <i>Psidium guajava</i>	<i>Pichi' che'</i> <i>Pichi', guayaba</i>	Árbol Árbol
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	<i>Béeb</i>	Árbol
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i>	<i>Hamay, Xpuuts'</i>	Hierba
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.		Enredadera
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	<i>Xma'k'ulan, Cardamomo</i>	Arbusto
Poaceae	<i>Panicum</i> sp. Poaceae 2 <i>Zea mays</i>	<i>Suk</i> <i>Nal, maíz</i>	Hierba Hierba
Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i> <i>Gymnopodium floribundum</i>	<i>Bóob</i> <i>Ts'its'ilche'</i>	Árbol Árbol
Rhamnaceae	<i>Gouania lupuloides</i>	<i>X om ak', chebes ak'</i>	Liana
Rubiaceae	<i>Borreria</i> sp. <i>Randia aculeata</i> <i>Spermacoce tenuior</i>	 <i>X pech kitam</i> <i>Ta'uulmil</i>	Hierba Arbusto Hierba
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> <i>Citrus sinensis</i> <i>Pilocarpus racemosus</i>	<i>Limón</i> <i>Ch'uhuk pak'aal,</i>	Árbol Árbol Árbol
Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp. <i>Serjania</i> sp. <i>Talisia floresii</i> <i>Talisia olivoiformis</i> <i>Thouinia paucidentata</i>	 <i>Kolok</i> <i>Wayúum, Huaya nativa</i> <i>K'an chunúup</i>	Liana Trepadora Árbol Árbol Árbol
Sapotaceae	<i>Cryosophyllum mexicanum</i> <i>Dipholis salicifolia</i> <i>Pouteria</i> sp.	<i>Chi keeh</i> <i>Ts'its'il ya'</i> 	Árbol Árbol/ arbusto Árbol
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.		Arbusto
Sterculiaceae	<i>Ayenia pusilla</i>	<i>P'ixt'oon ch'iich'</i>	Arbusto

Familia	Nombre científico	Nombre local (maya/español)	Forma Biológica
	<i>Helicteres baruensis</i>	<i>Sutup</i>	Árbol/ arbusto
Ulmaceae	<i>Celtis iguanaea</i> <i>Trema micrantha</i>	<i>X-muk, Bolon káax</i> <i>Sak pixòoy</i>	Arbusto Árbol
Verbenaceae	<i>Priva lappulacea</i>	<i>Pak'un pak'</i>	Hierba

La riqueza florística de Campeche y Quintana Roo que se ha reportado, es mayor que la de Yucatán (Durán y Olmsted, 1999) así, se esperaba un número mayor de palinomorfos en las mieles de los dos primeros estados, sin embargo, éste fue encontrado en Yucatán, lo que se explica por el tipo de vegetación en el que se ubica el apiario, (Instituto de la Miel del Caribe, 2007) por las asociaciones vegetales que se encuentren en ellos y, adicionalmente, por el manejo tradicional que el campesino-apicultor hace de las selvas en la Península. Por ejemplo, en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, cada muestra de miel presentó un mayor número de tipos polínicos en los meses de febrero a abril, y a pesar de la falta de muestras de los meses de mayo y junio, el número de familias botánicas representadas por el polen fue mayor que las de Yucatán. Asimismo, el número de especies identificadas, incluyendo el de los palinomorfos, se aproxima al de este Estado.

La flora de la Península de Yucatán ha sido reconocida por su importante contribución a la apicultura, hecho documentado en diversos estudios (Flores, 1990; Villanueva, 1999; Villanueva, 2002; Porter-Bolland, 2003). En éstos se han reportado numerosas especies de plantas que son visitadas por las abejas. Según la base de datos florísticos de la Península de Yucatán del Herbario UADY (BAFLOPY) y de la CONABIO (2008) son alrededor de 900 especies. Por otra parte, Arana (2002) registró aproximadamente 250 tipos de polen, de las especies que contribuyeron con la formación de mieles en el ciclo apícola. El polen de las especies identificadas, permitió en este trabajo, relacionar geográficamente los distintos tipos de miel producidos en la Península de Yucatán, al parecer, en estrecha relación con la distribución de la vegetación potencial

y el manejo tradicional humano. Por ejemplo, en el estado de Yucatán, donde el 70% de la vegetación ha sido transformada (Durán y Olmsted, 1999), el *tahonal* y *ts'íits'ilche'* fueron las especies características de las etapas tempranas e intermedias de la sucesión de la selva baja (Mizrahi *et al.*, 1997; González-Iturbe *et al.*, 2002), cosechándose mieles de estas dos especies principalmente. En contraste, las mieles de *pukte'* (*Bucida buceras*) fueron representativas de los estados de Campeche y Quintana Roo y provienen de las asociaciones vegetales inundables poco o nada transformadas de la selva baja subperennifolia y perennifolia (figura 7). Estas asociaciones, conocidas como pucteales, han sido reportadas por Miranda (1958) y Durán y Olmsted (1999).

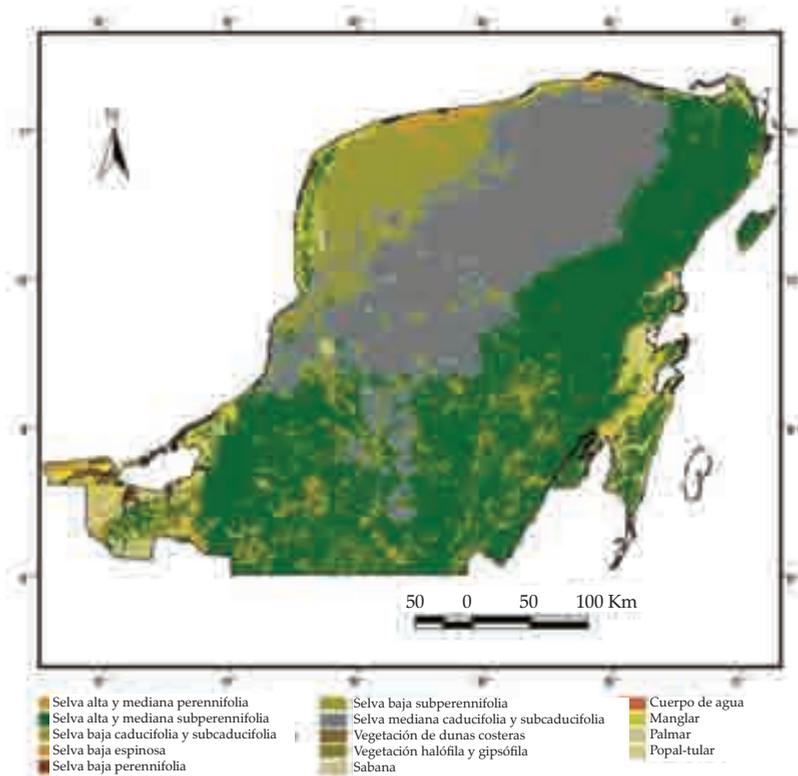


Figura 7. Mapa de la vegetación potencial de la Península de Yucatán. Fuente: Secaira *et al.* (2004)

Si bien un gran número de plantas contribuyen con néctar en la producción de miel peninsular, se considera que un número selecto también aporta polen a las colmenas para su mantenimiento durante el ciclo apícola. Entre éstas se encontraron las enredaderas (Convolvulaceae), el *tahonal* (*Viguiera dentata*) y el *ts'uits'ilche'* (*G. floribundum*), también están el *chakàah* (*Bursera simaruba*), *ha'abin* (*Piscidia piscipula*) y *k'an chunúup'* (*Thouinia paucidentata*) (Villanueva, 2002; González-Acereto y Viera, 2004).

Por medio de estos estudios melisopalinológicos se pudo conocer qué tan bien representada está una especie de planta en las muestras de miel. El *tahonal* fue una especie importante y bien representada tanto en las mieles uniflorales como en las multiflorales, en contraste, el *ts'uits'ilche'*, estuvo subrepresentado, ya que se encontró por lo general como una especie secundaria, de importancia menor o minoritaria y sólo fue predominante en el 3% de las mieles uniflorales de la Península de Yucatán (Alfaro *et al.*, 2007). Esto indica que es una especie nectarífera y que su producción de polen es menor respecto a la de *tahonal* y *chakàah*. Estudios posteriores acerca de la biología reproductiva de *Gymnopodium floribundum* explicarían esta tendencia a la subrepresentación.

En el espectro polínico de algunas mieles uniflorales se presentó en abundancia el polen de especies anemófilas no nectaríferas de las familias Poaceae y Cyperaceae, probablemente utilizadas por las abejas como fuente protéica complementaria. Esto se observó en las mieles de *wayúum* (*Talisia oliviformis*) del municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, que contenía más granos de polen de ciperáceas que de *T. oliviformis*, esta última fuente de néctar. La presencia de ciperáceas puede ser indicio de que el apiario está cerca de alguna sabana en donde predominan las familias antes señaladas.

La regularidad del aporte de néctar y polen de algunas especies vegetales durante el ciclo de cosechas también se pudo conocer a través de esta investigación. El *chakàah* (*Bursera simaruba*) resultó ser muy importante al proporcionar néctar y polen en abundancia durante gran parte del período de cosecha, esta regularidad de aporte de polen y néctar del *chakàah* también ha sido señalada por Villanueva (2002) y Alfaro *et al.* (2007), sugiriendo la posibilidad de que el polen de esta planta probablemente está sobrerrepresentado en las muestras analizadas.

La presencia de mieles extraflorales (de mielada o ligamasa) no ha sido confirmada en la Península, aunque es muy probable encontrarlas debido a la abundancia de fabáceas en la región (Flores, 1990), familia botánica con especies que poseen nectarios extraflorales. Las zonas cañeras del estado de Campeche representan espacios aprovechables por los apicultores (Porter-Bolland, com.per.), quienes podrían obtener mieles extraflorales.

6. FICHAS MELISOPALINOLÓGICAS DE LAS MIELES MÁS FRECUENTES EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Las fichas melisopalinológicas que se presentan se elaboraron con dos tipos de información, una primaria, resultado del proyecto de investigación en el que se basa este trabajo, y de un segundo proyecto sobre análisis fisicoquímicos, melisopalinológicos y sensoriales, llevado al cabo en la Facultad de Ingeniería Química de la UADY (Burgos *et al.*, 2008). Además se hizo una revisión bibliográfica seleccionando los análisis fisicoquímicos más aproximados de las mieles que se identificaron en este trabajo, para completar las características de aquellas mieles aún no investigadas de forma detallada o, en su caso, se menciona que carecen de tales análisis.

Entre las fichas melisopalinológicas, cinco corresponden a mieles uniflorales que han sido estudiadas con mucho detalle (cuadro 11) y, por consiguiente, tienen la información fisicoquímica sensorial y melisopalinológica completa, aunque correspondan a diversas fuentes; puntualizando que falta caracterizar por análisis complementarios las 13 restantes. Cabe aclarar que estas mieles, aunque son las más frecuentes, no son las únicas en la Península, es posible encontrar más tipos de acuerdo con la diversidad florística de la zona y a la ubicación de los apiarios.

Cuadro 11
Tipos de análisis de las mieles
de la Península de Yucatán

Tipo de miel	Origen botánico	Clasificación	*F.M.C	*I.D
Tahonal	<i>Viguiera dentata</i>	Unifloral	Si	FQ,S,M
Chakàah	<i>Bursera simaruba</i>	Unifloral	Si	FQ,S,M
K'an chunùup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Unifloral	Si	FQ,S,M
Ts'íits'ilche'	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Multifloral/Unifloral	Si	FQ,S,M
X mùuts',				
X wenel xítw	<i>Mimosa pudica</i>	Unifloral	Si	S
Pukte'	<i>Bucida buceras</i>	Unifloral	Si	M
Ha'abin	<i>Piscidia piscipula</i>	Multifloral/Unifloral	Si	M
Xa'an o Huano	<i>Sabal yapa</i>	Unifloral	Si	FQ
Box káatsim	<i>Acacia gaumeri</i>	Unifloral/Multifloral	Si	M
Táan che'	<i>Croton fragilis</i>	Unifloral/Multifloral	Si	M
Sak tah	<i>Trixis inula</i>	Unifloral/Multifloral	Si	M
Pichi' che'	<i>Eugenia sp.</i>	Unifloral/Multifloral	No	M, FQ
Chéechem	<i>Metopium brownei</i>	Unifloral/Multifloral	No	M
Wayúum	<i>Talisia oliviformis</i>	Unifloral/Multifloral	No	M
Kuka	<i>Mimosa pigra</i>	Unifloral	No	M
Tsalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Multifloral	Si	FQ, S, M
Enredaderas	Convolvulaceae	Multifloral	No	M
Sak pixòoy	<i>Trema micrantha</i>	Multifloral	No	M

*FMC= Ficha melisopalinológica completa, I.D.= Información disponible, S= Sensorial, FQ= Físicoquímico, M=Melisopalinológico

6.1 Mieles uniflorales

6.1.1 MIEL DE CHAKÀAH (*Bursera simaruba*). Figura 8.

Características visuales: Miel de color ámbar. En el laboratorio se determinó que le corresponde el rango de ámbar extra ligero a ámbar ligero (38-68 mm Pfund). Es una miel densa, con cierta tendencia a cristalizar.

Características olfativas: Aroma herbal.

Características gustativas: Dulce, caramelo, cera de abejas, picante.

Clasificación melisopalínológica: Unifloral (45-85%) tendencia a la sobre-representación, enmascarando las mieles sub-representadas que coinciden en su tiempo de floración como el *ts'íits'ilche'* y el *ha'abin* entre otras.

Origen botánico: *Bursera simaruba* (Burseraceae).

Forma biológica: Árbol.

Hábitat: Ampliamente distribuido, forma parte tanto de la vegetación natural como secundaria de la Península.

Otros tipos de polen presentes: *Ts'ii ts'il che'* (*G. floribundum*), *ha'abin* (*P. piscipula*), *béeb* (*P. aculeata*), *k'an chunùup* (*T. paucidentata*) y *tsalam* (*L. latisiliquum*).

Período estimado de cosecha: Abril-junio.



Figura 8. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de *Chakàah* (*B. simaruba*=Bur), Cro=Croton, Lys= *L. latisiliquum*

6.1.2 MIEL DE TAHONAL (*Viguiera dentata* var. *helianthoides*). Figura 9.

Características visuales: Miel de color amarillo claro, consistencia ligera y líquida. En pruebas de laboratorio el rango de color que le corresponde varía del blanco al ámbar ligero (22-54 mm Pfund). Cristaliza parcialmente con el almacenamiento y la disminución de la temperatura ambiente.

Características olfativas: Aroma herbal, floral.

Características gustativas: Dulce, suave, caramelo.

Clasificación melisopalinológica: Unifloral.

Origen botánico: *Viguiera dentata* var. *helianthoides*: (Asteraceae).

Forma biológica: Hierba.

Hábitat: Planta nativa característica de la vegetación secundaria de zonas perturbadas de la Península de Yucatán. La distribución geográfica de la variedad *helianthoides* está restringida a la región, por lo que tiene potencial como marcador del origen geográfico de la miel peninsular.

Otros tipos de polen presentes: *Pichi' che'* (*Eugenia axillaris*), altanisa (*Parthenium hysterophorus*), *k'an chunúup*, (*Thouinia paucidentata*), *kabal piich* (*Aeschynomene americana*), *sak káatsim* (*Mimosa bahamensis*), *kuka* (*M. pigra*), *ts'íts'ilche'* (*Gymnopodium floribundum*), *béeb* (*P. aculeata*), *chak tsits* (*Salvia coccinea*), *sak pixóoy* (*Trema micrantha*), etcétera.

Período estimado de cosecha: Enero-febrero en Yucatán, Campeche y Quintana Roo, a partir de febrero o marzo.

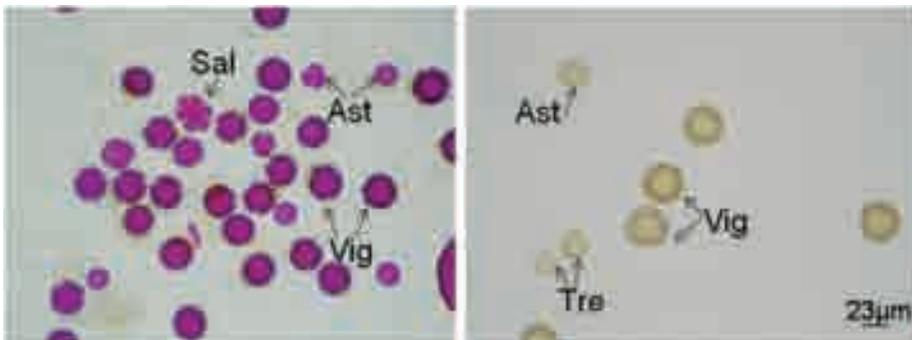


Figura 9. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de Tahonal (*V. dentata*=*Vig*), *Ast*= Asteraceae, *Sal*=*S. coccinea*, *Tre*= *T. micrantha*

6.1.3 MIEL DE K'AN CHUNÚUP (*Thouinia paucidentata*). Figura 10.

Características visuales: Miel de color amarillo claro. En el laboratorio se determinó que le corresponde la categoría de color blanco a ámbar extra-ligero (25-40 mm Pfund), con tendencia a la cristalización homogénea.

Características olfativas: Aroma floral, herbal.

Características gustativas: Dulce, suave.

Clasificación melisopalinológica: Unifloral.

Origen botánico: *Thouinia paucidentata* (Sapindaceae). El polen de ésta especie alcanza la categoría I (>45%) en la época de cosechas; sin embargo, en las mieles obtenidas en la precosecha (noviembre-diciembre), para el estado de Yucatán, se encuentran en la categoría de polen secundario (16-45%).

Forma biológica: Árbol.

Hábitat: Vegetación primaria y secundaria perturbada de la península de Yucatán.

Otros tipos de polen presentes: Entre las especies más comunes que se presentan en estas mieles están el tahonal (*V. dentata*), altanisa (*P. hysterophorus*), sak tah (*Trixis inula*), chakàah (*B. simaruba*), cítricos (*Citrus spp.*) y algunas leguminosas (*Lonchocarpus sp.*).

Período estimado de cosecha: Diciembre (multifloral), enero (unifloral).

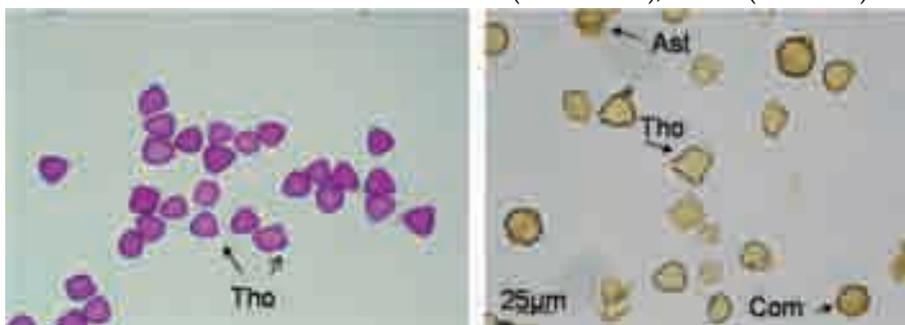


Figura 10. Sedimentos polínicos de la miel unifloral no acetolizada y acetolizada de *K'an chunúup* (*T. paucidentata*=Tho), Ast=Asteraceae, Com= Combretaceae

6.1.4 MIEL DE *Ts'íits'ILCHE'* (*Gymnopodium floribundum*). Figura 11.

Características visuales: Miel ámbar, en pruebas de laboratorio su rango de color va del ámbar extra ligero al ámbar ligero (38-68 mm Pfund), transparente, ligeramente más oscura y densa que la del *Tahonal*. En la región peninsular no cristaliza.

Características olfativas: Aroma floral intenso y característico de la planta que le da origen a veces enmascarado por el olor a caramelo.

Características gustativas: Dulce, acaramelado, persistente.

Clasificación melisopalinológica: Escasamente unifloral. La subrepresentación de su polen hace que parezca una especie secundaria o de importancia menor.

Origen botánico: *Gymnopodium floribundum* (Polygonaceae).

Forma biológica: Arbusto o árbol.

Hábitat: Planta característica de la vegetación natural y secundaria, en zonas perturbadas de la Península de Yucatán. Al igual que el *tahonal* puede ser utilizado como marcador del origen geográfico de la miel.

Otros tipos de polen presentes: Algunas de las especies asociadas que se presentan en la miel de *ts'íits'ilche'* son, el *tahonal* (*V. dentata*), *chakàah* (*B. simaruba*), *ha'abin* (*P. piscipula*), *béeb* (*P. aculeata*), *ek' balam*, (*Croton* sp.). En Campeche y Quintana Roo, *sak pixoy* (*T. micrantha*) y *kabal piich* (*A. americana*), *beeb* (*Pisonia aculeata*).

Período estimado de cosecha: Marzo a junio.

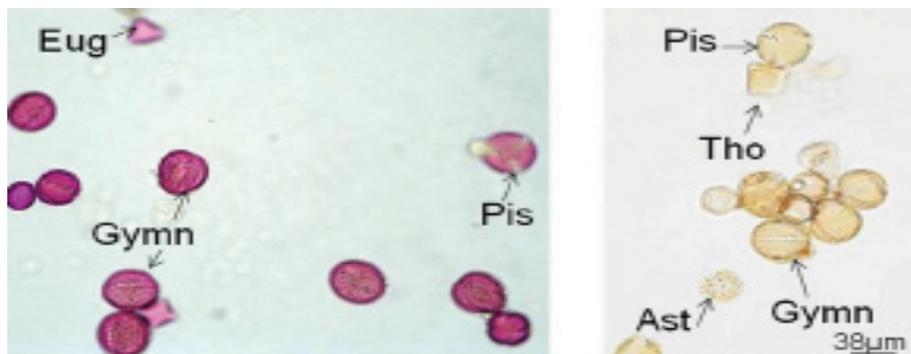


Figura 11. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de *Ts'íits'ilche'*, (*G. floribundum*=Gymn), Ast=Asteraceae, Pis= *P. aculeata*, Tho= *T. paucidentata*

6.1.5 MIEL DE *X MÙUTS'*, *X WENEL XÍW*, VERGONZOSA (*Mimosa pudica*). Figura 12.

Características visuales: Miel de color amarillo claro. En la escala Pfund le corresponden las categorías del blanco a ámbar extra ligero (38-58 mm). Presenta una densidad baja.

Características olfativas: Herbal.

Características gustativas: Sabor dulce, ligeramente ácido.

Clasificación melisopalinológica: Claramente unifloral (55.2-69.8%).

Origen botánico: *Mimosa pudica* (Fabaceae).

Forma biológica: Hierba postrada.

Hábitat: Planta característica de la vegetación natural y secundaria de la Península de Yucatán. Localizada particularmente en el oriente y sur de Yucatán, en Champotón, Campeche y en Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

Otros tipos de polen presentes: Escasamente representados los de *kaba pik* (*A. fascicularis*), *béeb* (*P. aculeata*) y *chak tsits* (*S. coccinea*), en cambio se presentan abundantes fungosporas y algunas veces fragmentos de hifas.

Período estimado de cosecha: Diciembre-marzo en el estado de Campeche. En el oriente y sur del estado de Yucatán, en diciembre.

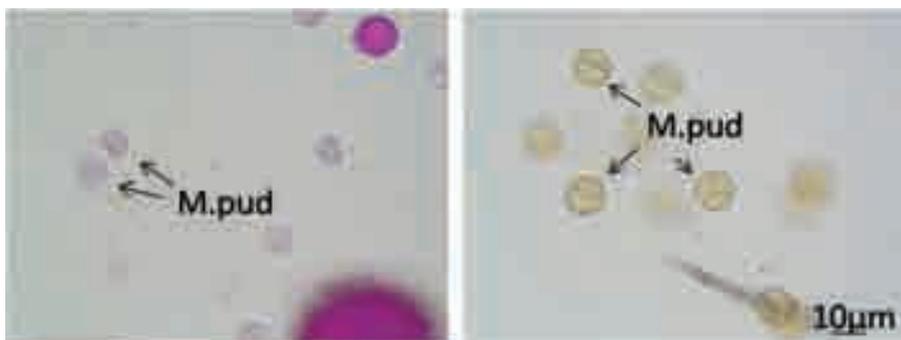


Figura 12. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de *X mùuts'* (*M. pudica*=*M. pud*)

6.1.6 MIEL DE *PUKTE'* (*Bucida buceras*). Figura 13.

Características visuales: Miel de color ámbar oscuro sin mediciones de laboratorio disponibles, presenta bajo contenido de humedad.

Características olfativas: Aroma a polen.

Características gustativas: Dulce, medicinal, ligeramente amargo al retrogusto.

Clasificación melisopalinológica: Unifloral.

Origen botánico: *Bucida buceras* (Combretaceae).

Forma biológica: Árbol.

Hábitat: Se distribuyen por la selva inundable de la Península, la cual forma parte de la selva mediana, con abundancia en las zonas de vegetación más conservada (sur del estado de Yucatán; estados de Campeche y Quintana Roo).

Otros tipos de polen presentes: *Tabche'* (*C. erectus*), *chi keej* (*C. mexicanum*) entre otros.

Período estimado de cosecha: Enero-marzo en las zonas de selva inundable, principalmente en Campeche y Quintana Roo.

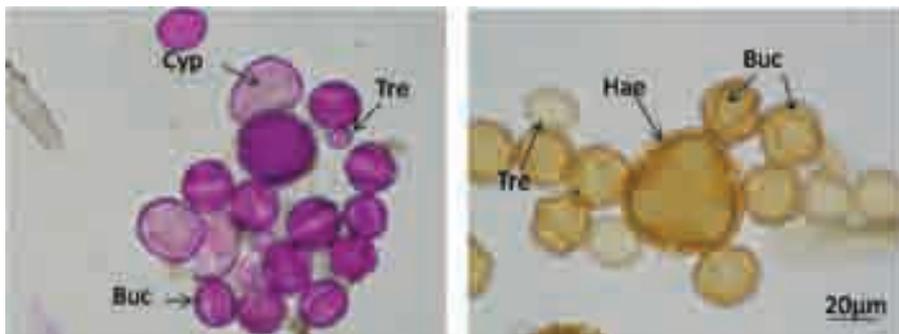


Figura 13. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de miel unifloral de *Pukte'* (*B. buceras*=Buc), Cyp=Cyperaceae, Hae=*H. campechianum*, Tre=*T. micrantha*

6.1.7 MIEL DE HA'ABIN (*Piscidia piscipula*). Figura 14.

Características visuales: Miel ámbar. En el laboratorio le corresponde la categoría de color ámbar ligero a ámbar (49-87 mm Pfund). Consistencia densa y lenta tendencia a la cristalización.

Características olfativas: Aroma floral, a caramelo.

Características gustativas: Muy dulce, caramelo, ligera acidez, picante.

Clasificación melisopalinológica: Generalmente multifloral, escasamente unifloral. En el análisis melisopalinológico de las mieles de la Península es frecuente encontrarla entre el 3-16% en los meses de marzo, abril y mayo.

Origen botánico: *Piscidia piscipula* (Fabaceae).

Forma biológica: Árbol.

Hábitat: De amplia distribución; en la Península de Yucatán forma parte de la vegetación natural y la secundaria, en los distintos tipos de selvas.

Otros tipos de polen presentes: Las principales especies acompañantes que pueden llegar a ser dominantes y secundarias respectivamente en este tipo de miel son el *chakàah* (*B. simaruba*) y el *ts'ùts'ilche'* (*G. floribundum*).

Período estimado de cosecha: Abril-mayo.



Figura 14. Polen encontrado en sedimentos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de *Ha'abin*, (*P. piscipula*=Pisc), Ast=Asteraceae, Met=*M. brownii*

6.1.8 MIEL DE XA'AN, HUANO (*Sabal yapa*). Figura 15.

Características visuales: De color amarillo-claro. En la escala de Pfund le corresponde el rango del blanco al ámbar extra ligero. Tiene baja densidad y tendencia a una cristalización rápida.

Características olfativas: Aroma herbal, ligeramente ácido, fermentado.

Características gustativas: Ácida.

Clasificación melisopalinológica: Unifloral o multifloral.

Origen botánico: *Sabal yapa* (Arecaceae).

Forma biológica: Palma.

Hábitat: De amplia distribución por toda la Península, forma parte tanto de la vegetación natural como secundaria, muy abundante en el oriente del estado de Yucatán, y también por Champotón, en el estado de Campeche.

Otros tipos de polen presentes: Asteráceas y fabáceas.

Período estimado de cosecha: Febrero-marzo en el oriente del estado de Yucatán y Champotón, Campeche.

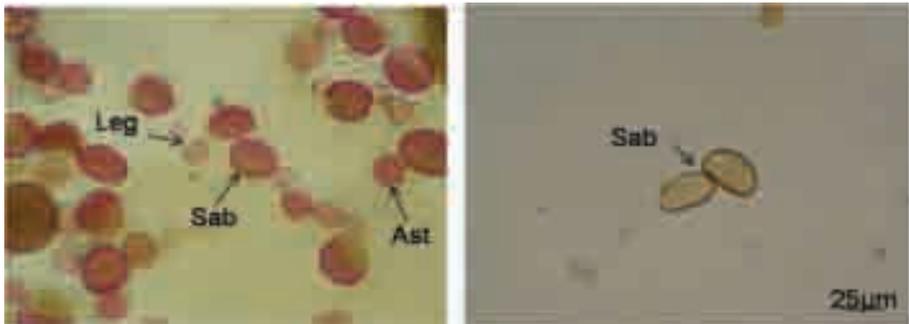


Figura 15. Polen en sedimentos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de Xa'an, huano (*S. yapa*=Sab), Ast=Asteraceae, Fab=Fabaceae

6.1.9 MIEL DE BOX KÁATSIM: (*Acacia gaumeri*). Figura 16.

Características visuales: Miel ámbar, cuyo rango de color varía del ámbar extra ligero a ligero (44-54 mm Pfund), presenta baja densidad y tendencia a la cristalización lenta. Formación característica de espuma al agitarse.

Características olfativas: Aroma ácido a hierbas.

Características gustativas: Dulce, ligeramente ácida, sabe a cera de abeja.

Clasificación melisopalínológica: Multifloral, usualmente en la categoría de importancia menor (3-16%), escasamente unifloral.

Origen botánico: *Acacia gaumeri* (Fabaceae).

Forma biológica: Árbol.

Hábitat: Vegetación natural y secundaria perturbada.

Otros tipos de polen presentes: *Ts'úits'ilche'* (*G.floribundum*), *chakàah* (*B. simaruba*), *béeb* (*P. aculeata*). En la zona oriente del estado de Yucatán, acompañando al *táan che'* (*C. fragilis*). El polen de estas especies se presenta en las categorías secundaria, minoritaria importante, y abundantes, respectivamente.

Período estimado de cosecha: Julio-agosto.

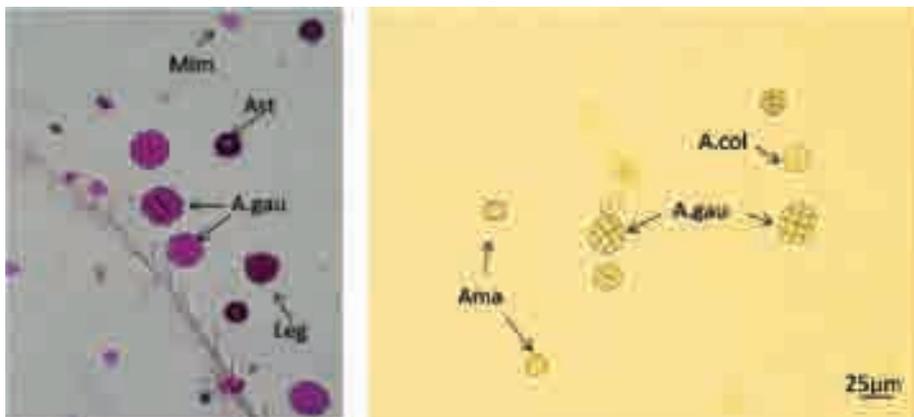


Figura 16. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados de la miel unifloral de *Box káatsim* (*A. gaumeri*=A.gau). A.col=*A. collinsii*, Ama= *Amaranthus*, Ast=Asteraceae, Fab=Fabaceae, Mim=*M. bahamensis*

6.2 Mieles uniflorales sin análisis complementarios

Las mieles uniflorales que a continuación se presentan han sido caracterizadas melisopalínológicamente en localidades específicas, pero carecen de los análisis sensoriales y físicoquímicos respectivos, así que se presenta una apreciación de sus características organolépticas.

6.2.1 MIEL DE TÁAN CHE' (*Croton fragilis*). Figura 17.

Características visuales: Miel de color ámbar oscuro sin mediciones de laboratorio disponibles. Alto contenido de humedad.

Características olfativas: Aroma penetrante, poco agradable.

Características gustativas: Dulce, medicinal, picante.

Clasificación melisopalinológica: Multifloral o unifloral.

Origen botánico: *Croton fragilis* (Euphorbiaceae).

Forma biológica: Arbusto.

Hábitat: Se distribuye en la selva baja caducifolia de la zona oriente del estado de Yucatán (Izamal, Tunkás Tizimín).

Otros tipos de polen presentes: *Box káatsim* (*Acacia gaumeri*) en la categoría de especie secundaria, *tsalam* (*Lysiloma latisiliquum*) en la categoría minoritaria, al igual que el *sak pixòoy* (*Trema micrantha*) y las Asteráceas en las categorías minoritaria o minoritaria importante.

Período estimado de cosecha: Junio.

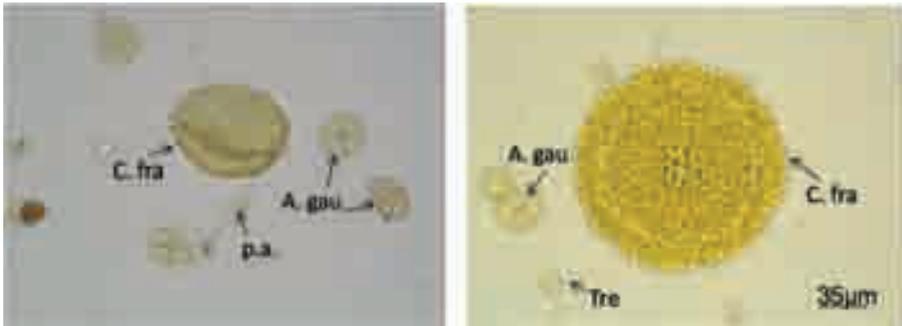


Figura 17. Sedimentos acetolizados de las mieles de Táan che' (*Croton fragilis*=C. fra), del estado de Yucatán, A. gau=*A. gaumeri*, Tre=*T. micrantha*, p.a.=pelo de abeja

6.2.2 MIEL DE SAK TAH (*Trixis inula*). Figura 18.

Características visuales: Miel ámbar claro de consistencia ligera. Contenido de humedad (<20%), presentando cierta tendencia a la cristalización. No se cuenta con mediciones sensoriales o físicoquímicas propias.

Características olfativas: Dulce, caramelo.

Características gustativas: Sabor dulce.

Clasificación melisopalinológica: Unifloral. Usualmente en la categoría de dominante (>45%) o secundaria (16-45%).

Origen botánico: *Trixis inula* (Asteraceae).

Forma Biológica: Hierba.

Hábitat: Vegetación secundaria de áreas perturbadas de la Península de Yucatán.

Otros tipos de polen presentes: *Tahonal* (*V. dentata*) y otras Asteráceas (polen secundario).

Período estimado de cosecha: Enero-marzo.



Figura 18. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados en la miel unifloral de *Sak tah* (*T. inula*=*Trix*), *Comm*=*C. elegans*, *Cro*=*Croton* sp., *Gymn*=*G. floribundum*, *Pis*=*P. aculeata*, *Tho*=*T. paucidentata*, *Vig*=*V. dentata*

6.2.3. UNIFLORALES POCO FRECUENTES

Las mieles uniflorales siguientes fueron halladas en una sola muestra y se encontraron en municipios de la zona oriente (Tizimín) y el cono sur del estado de Yucatán (Tekax), así como en los municipios de José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. Se presentan las imágenes de los sedimentos.

***Kuka* (Fabaceae: *Mimosa pigra*) Tizimín, Yucatán**



***Pichi' che'* (Myrtaceae: *Eugenia* sp.) Becanchén, Yucatán**



Figura 19. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados en las mieles uniflorales de *Kuka* (*M. pigra*=Mpi) y *Pichi' che'* (*Eugenia* sp.=Eug). Ast=Asteraceae, Cro=Croton, Lev=levaduras, Malv=Malvaceae, Pis=*Pisonia*, Polyg=Polygonaceae, Sab=*Sabal*, Tre=*T. micrantha*, Vig=*Viguiera*

***Chi keej* (Sapotaceae: *Chrysophyllum mexicanum*) Morelos, Q Roo.**



***Chéechem* (Anacardiaceae: *Metopium brownei*) Felipe Carrillo Puerto, Q.Roo**



Figura 20. Sedimentos polínicos no acetolizados y acetolizados en las mieles uniflorales de *Chi keej* (*C. mexicanum* = Chry) y *Chéechem* (*Metopium brownei* = Met). Ast= Asteraceae, Cro= *Croton*, Mer= *Merremia*, sp= especie no identificada

6.3 Mieles multiflorales

Las mieles multiflorales se caracterizaron por la presencia del polen de varias especies, con porcentajes de ocurrencia por debajo del 45%. Usualmente se clasifican como secundarias (16-45%) y en su mayoría son las mismas especies que dieron origen a las mieles uniflorales al iniciar o finalizar su tiempo de floración, coincidiendo con el de otras especies.

Asimismo, algunas especies vegetales consideradas solamente poliníferas probablemente aportaron poco néctar floral o extrafloral (*Cecropia peltata* y *Mimosa* spp.) a las abejas, y se encontraron presentes en las

mieles durante gran parte del período de cosechas, ya que aparecieron en los sedimentos como especies secundarias o minoritarias importantes de las mieles multiflorales.

Del mismo modo, el polen de cultivos comerciales de especies introducidas (*Citrus* spp.) llegó a formar parte de las mieles en la categoría de minoritario importante (3-16%), encontrándose poco representado tanto en las mieles uniflorales como en las multiflorales.

Esporádicamente se encuentra el polen de cultivos tradicionales como el *x' péelon* (*Vigna* sp.), maíz (*Zea mays*) y, más raramente, de hortalizas. Al parecer, éstas son utilizadas por las abejas posiblemente como fuentes complementarias de los recursos provistos por las especies silvestres. Las asociaciones más representativas en la miel multifloral peninsular por estado se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12
Composición del espectro polínico
de las mieles multiflorales representativas
por estado

Estado	Composición de especies (identificadas palinológicamente)
Campeche	<i>Bucida-Diphysa-Poaceae, M.pudica-Heliocarpus-Cecropia, Chrysophyllum-Bucida-Conocarpus, Diphysa-Conocarpus-Bursera, Piscidia-Croton-Bursera, Bursera-Celtis-Talisia, Croton-G. floribundum-Bucida</i>
Quintana Roo	<i>T. paucidentata-T. micrantha-C. peltata, Aeschynomene sp.- B. simaruba,-B. buceras, T. oliviformis-T. floresii, C. mexicanum - M. pudica</i>
Yucatán	<i>B. simaruba-L. latisiliquum, Citrus spp.-E. axillaris, A. gaumeri-Asteraceae, B. simaruba-P. piscipula, V. dentata-Serjania sp., G. floribundum-P. piscipula-Arecaceae, Citrus spp., G. floribundum-Serjania sp., V. dentata-Asteraceae, T. paucidentata-A. americana</i>

Para estas mieles multiflorales, la caracterización físicoquímica y sensorial podría ser más difícil, ya que son el resultado de mezclas naturales de néctar y sus propiedades varían de acuerdo con su composición, que

dependerá a su vez de la vegetación circundante. Por lo general el apicultor asigna a la miel, el nombre local de aquella especie cuya floración domine en el paisaje y se relacione con la entrada de néctar en las colonias, pero algunas veces el origen botánico no corresponda a dicha especie.

Esto fue común en las mieles de enredaderas de la familia Convolvulácea como: el *xtabentun* (*Turbina corymbosa*), el *tso'ots kàab* (*Merremia aegyptia*) y el *ak'il xíiw* (*Jacquemontia pentantha*) o en el *tsalam* (*Lysiloma latisiliquum*) especies con el polen típicamente subrepresentado, encontrándose en la categoría de minoritario o traza (<3%) y rara vez como minoritario importante (3-16%). Aunque los apicultores reconozcan estas especies como el origen de sus mieles, melisopalínológicamente no es posible clasificarlas como uniflorales.

El hecho de que se reporten mieles uniflorales de estas especies, responde a su abundancia en la zona, la época en que se cosecha y la observación del uso de la misma por las abejas. En estos casos particulares, donde el análisis del polen no permite una clasificación apropiada, las mieles son clasificadas como multiflorales. Sin embargo, es probable que sus características fisicoquímicas y sensoriales permanezcan constantes, por lo que sería conveniente estudiar la posibilidad de caracterizarlas fisicoquímicamente y sensorialmente. De esta manera y a través del perfil físicoquímico y sensorial de cada tipo de miel se encontrarían los valores mínimos (porcentajes de polen) a considerar para la unifloralidad de las mieles procedentes de especies subrepresentadas.

Entre las mieles multiflorales con características propias, que se encontraron con cierta frecuencia en este trabajo, pero que aún no han sido estudiadas a profundidad, y en las que el espectro polínico está dado por un conjunto de especies asociadas más al tipo de vegetación del que provienen, se distinguieron las siguientes:

6.3.1 MIEL DE *TSALAM* (*Lysiloma latisiliquum*) Figura 21.

Características visuales: Es una de las mieles más claras, en la escala de Pfund le corresponde el color blanco a ámbar extraligero (31-38 mm). Presenta baja densidad y tendencia a la cristalización.

Características olfativas: Dulce, ácido.

Características gustativas: Sabor dulce semejante al azúcar, ácido, picante.

Clasificación melisopalinológica: Multifloral, usualmente en la categoría de minoritaria (<3%), subrepresentada y asociada con otras leguminosas.

Origen botánico: *Lysiloma latisiliquum* (Fabaceae).

Forma biológica: Árbol.

Hábitat: Se distribuye en los distintos tipos de selvas de la Península, siendo más abundante en la selva baja caducifolia y la selva mediana subcaducifolia, aunque también es parte de los elementos de la vegetación secundaria.

Otros tipos de polen presentes: *Box káatsim* (*A. gaumeri*), *ts'úits'ilche'* (*G.floribundum*), *chakàah* (*B. simaruba*).

Período estimado de cosecha: Mayo-junio.

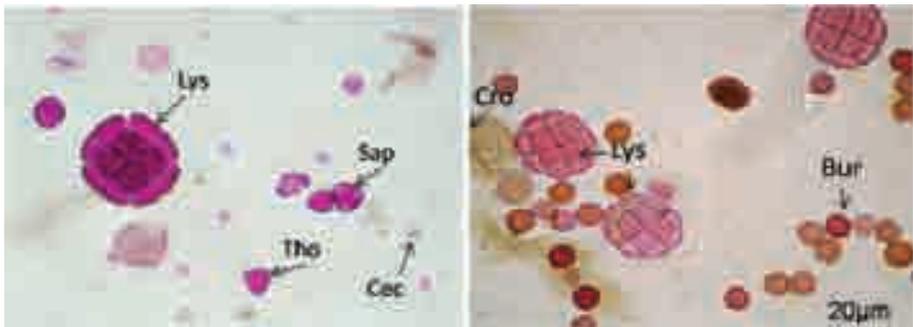


Figura 21. Sedimentos polínicos no acetolizados de miel multifloral de *Tsalam* (*L. latisiliquum*=Lys), Bur=*B. simaruba*, Cec=*C. peltata*, Sap=Sapindaceae, Tho=*T. paucidentata*, Cro=*Croton*, Gym=*G. floribundum*, Pis=*P. piscipula*

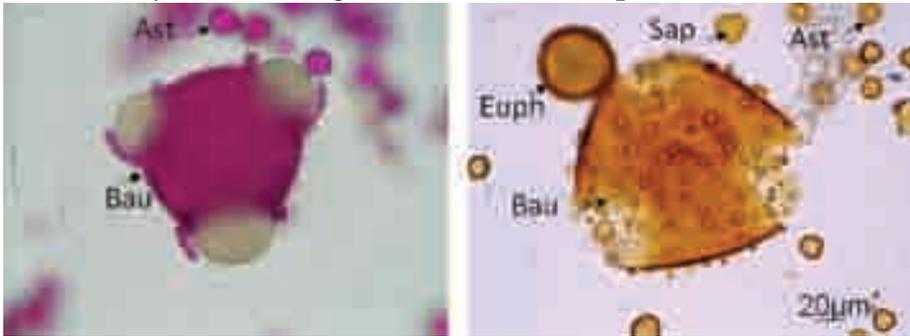
6.3.2 MIELES MULTIFLORALES FRECUENTES

En la figura 22 se presentan las imágenes de sedimentos polínicos que corresponden a las mieles multiflorales frecuentes de la Península

Enredaderas (Convolvulaceae) estado de Yucatán



Asteraceas y *Bauhinia unguolata* estado de Campeche



Wayúum (*Talisia oliviformis*) estado de Quintana Roo

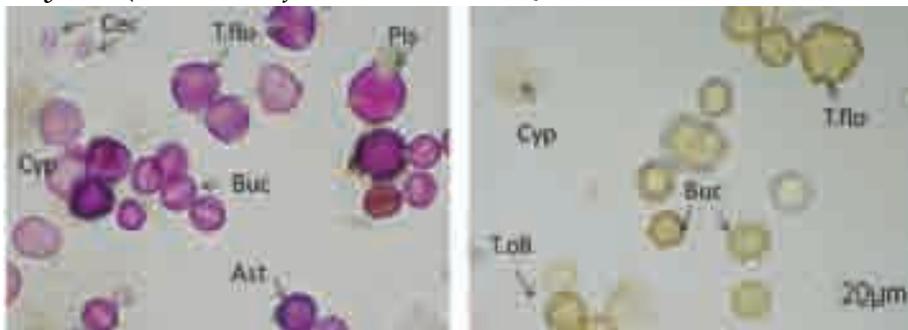


Figura 22. Sedimentos polínicos de la miel multifloral no acetolizada y acetolizada. Ast=Asteraceae, Bau=*B. unguolata*, Buc= *B. buceras*, Conv=Convolvulaceae, Cec=*C. peltata*, Cyp=Cyperaceae, Euph=Euphorbiaceae, Leu=*L. leucocephala*, Jac=*J. pentantha*, Mer=*Merremia*, Pis=*P. aculeata*, Sap=Sapindaceae, Toli= *T. oliviformis*, T.flo= *T. floresii*

de Yucatán, a pesar de su frecuencia no se cuenta con información físico-química y sensorial suficiente para su caracterización.

7. ELEMENTOS DISTINTOS DEL POLEN PRESENTES EN LA MIEL PENINSULAR

Como ya se ha mencionado, la miel es el resultado de la recolección del néctar de las flores o de las secreciones azucaradas de insectos (áfidos) que a través de un proceso de adición de enzimas de las abejas obreras, almacenaje y maduración, se transforma en miel (Crane, 1990; Sawyer, 1988). Este proceso de recolección es muy intenso para las abejas en la época de floraciones o secreciones extraflorales masivas.

En el néctar floral además de azúcares, agua y oligoelementos, habitan también levaduras que participan en el desdoblamiento de la sacarosa hasta azúcares más simples como la glucosa y fructosa (Salamanca *et al.*, 2004). Las levaduras durante el acopio de néctar son acarreadas y depositadas en las celdas de almacenamiento, concentrándose junto con el néctar.

Lo mismo sucede con las partículas presentes en el ambiente, que pasan de manera fortuita al néctar o al agua que recolectan las abejas. Los elementos más comunes, aparte de las levaduras, son las esporas de hongos, y algunas veces fragmentos de hifas. La presencia de estos elementos en mieles europeas es indicativa de un origen extrafloral o de mielada, situación que se da especialmente en climas templados (Sawyer, 1988; Sáenz y Gómez, 2000), en la Península, aún no han sido reportados.

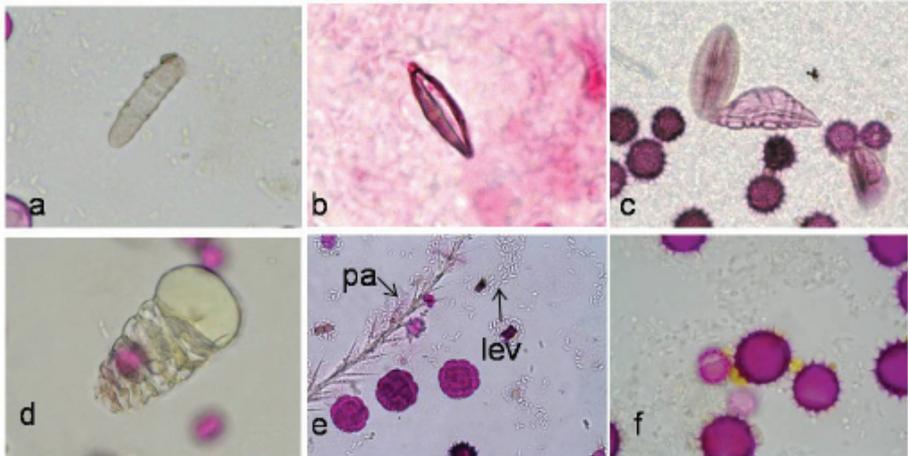
En la miel peninsular se encontraron esporas de hongos (figura 23), algunas de ellas pertenecientes a las familias Moniliaceae y Dematiaceae (M. Reyes, comunicación personal), aunque la mayoría permanecen sin identificar. La presencia de las fungosporas en la miel, sugiere,

aunque no necesariamente indica, que el origen sea la mielada, como ocurre en la miel europea de los bosques templados (Sawyer, 1988). En el trópico cálido-húmedo se favorece el desarrollo de todo tipo de hongos en el ambiente, por ejemplo, los descomponedores de la madera, o los que causan enfermedades de las plantas (tizones), cuya liberación de esporas puede llegar al néctar. También el uso de panales viejos que hayan contenido polen y hubieran sido infestados por la polilla de la cera suele favorecer la proliferación de gran cantidad de hongos, lo que explica la presencia de hifas y un mayor número de esporas que pasan a la miel.



Figura 23. Tipos de esporas de hongos comúnmente encontrados en los sedimentos de miel no acetolizada

La Península se caracteriza por poseer gran cantidad de cuerpos de agua dulce, llamados cenotes y aguadas, en cuyas cercanías es común instalar los apiarios. Así, las abejas al recolectar agua, pueden transportar organismos del plancton dulceacuícola, como son las microalgas (diatomeas, cianofitas, etc.), dinoflagelados y probablemente estadios larvales de otros microorganismos (Sánchez, comunicación personal), que se han encontrado en las muestras de miel peninsular, principalmente del estado de Quintana Roo (figura 24). Otras estructuras presentes en la miel fueron los pelos de abeja, tejidos vegetales, gránulos de arena, aceites, almidón vegetal, y cristales de azúcares.



8. CONCLUSIONES

La importancia de la apicultura en la Península de Yucatán es indiscutible desde cualquier punto de vista, sea histórico, social, económico o biológico. Desde el punto de vista histórico, la aceptación de una especie de abeja introducida se debió al antecedente cultural maya de la meliponicultura. La diferencia se encuentra en que esta actividad tradicional sigue siendo practicada para la producción de una miel, a la que se le atribuyen propiedades medicinales, usándose también en ritos

cermoniales mayas. En contraste la miel de *Apis mellifera* se produce con propósitos meramente comerciales.

En el aspecto social y económico, puede mencionarse que el gran número de apicultores distribuidos por toda la región peninsular practican la apicultura como una actividad complementaria. A pesar de lo anterior, ésta representa una fuente de ingresos segura en cada ciclo de cosechas.

La apicultura en la región es una actividad relativamente reciente y su desarrollo se ha debido en gran parte a la diversidad de la flora melífera. Esta diversidad y la abundancia de especies melíferas en la vegetación primaria y secundaria contribuyeron en la formación de 18 diferentes tipos de miel que se pueden reconocer por su origen botánico, clasificándose 15 en uniflorales y tres en multiflorales. Asimismo e independientemente de su clasificación, las mieles de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, aunque comparten especies comunes, tienen particularidades propias en cuanto a la composición del polen.

El polen de las especies identificadas permitirá relacionar geográficamente los distintos tipos de miel producidos en la Península de Yucatán que guardan una estrecha relación con la distribución de la vegetación potencial y el manejo tradicional humano. En consecuencia, los distintos tipos de miel se podrán separar de acuerdo con la zona de producción, y etiquetar para garantizar el origen del producto, comercializándolas de acuerdo con las preferencias del mercado.

El carácter unifloral de alrededor del 50% de las mieles peninsulares puede ser reconocido por la melisopalinología. Además de los análisis melisopalinológicos, los fisicoquímicos y los sensoriales que se practican a las mieles, permitirán la caracterización para lograr una certificación oficial. Asimismo, la aplicación de la melisopalinología como herramienta

para caracterizar las mieles, será un primer paso para el desarrollo de trabajos interlaboratorios, que justifiquen la modificación de algunos parámetros en la norma de calidad de la miel producida por *Apis mellifera*.

Por otra parte, las fichas melisopalinológicas serán útiles para definir el espectro polínico para las mieles uni o multiflorales y relacionarlo con las características fisicoquímicas o sensoriales de las mismas. Sin embargo, la necesidad de continuar con el trabajo melisopalinológico se hace evidente al haber encontrado 18 tipos de miel, de los cuales, solo 5 han sido estudiados con detalle, quedando 13 carentes de algún tipo de información complementaria.

9. RECOMENDACIONES

En la caracterización melisopalinológica, fisicoquímica y sensorial de algunos tipos de miel, los análisis rutinarios son suficientes, sin embargo, otras requieren de análisis más complejos para una caracterización precisa.

Teóricamente, las mieles uniflorales están definidas por la presencia de más del 45% de un tipo de polen en sus sedimentos, sin embargo, en el caso de algunas mieles peninsulares importantes, el polen de las especies de origen, están subrepresentadas, probablemente, porque son más nectaríferas que poliníferas o porque el tiempo de maduración del polen no coincide con el de la producción de néctar. Por lo anterior, se recomienda estudiar la fenología de las siguientes especies: *Gymnopodium floribundum*, *Piscidia piscipula*, y enredaderas de la familia Convolvulaceae. Igualmente hace falta la determinación de los coeficientes de polen, que permitan determinar el porcentaje mínimo que permita reconocer las mieles como uniflorales.

Ante la escasa información sobre el origen botánico de las mieles de la península de Yucatán, se propone que se incluyan datos de análisis melisopalinológicos en la normativa requerida para la certificación de las mieles con distintivos de calidad. Esto para clasificar y caracterizar las mieles apropiadamente y transferir la información a etiquetas que permitan al consumidor reconocer el producto y familiarizarse con él.

El desarrollo de trabajos interlaboratorios es de crucial importancia ya que justificaría propuestas para modificar la norma de calidad aplicada a la miel, que está basada mayormente, en las características de las mieles europeas. Estos cambios son necesarios por las condiciones tropicales de la apicultura peninsular y permitirían establecer las diferencias de las mieles europeas con las de la región en función de la actualización de los requisitos fisicoquímicos ya existentes, y la modernización de la evaluación sensorial.

10. DESCRIPCIONES PALINOLÓGICAS DE LAS ESPECIES VEGETALES QUE CONTRIBUYEN CON LA PRODUCCIÓN DE MIEL PENINSULAR.

En el cuadro 13 se presenta la lista, fotomicrografías y descripciones palinológicas de 50 especies de referencia, seleccionadas por haber encontrado su polen en las mieles de la Península de Yucatán o porque la abeja melífera (*Apis mellifera*) ha sido observada en ellas.

Cuadro 13. Plantas melíferas de referencia descritas palinológicamente	
FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE LOCAL
ACANTHACEAE <i>Ruellia pereducta</i> Standl. ex Lundell	No reportado
ARECACEAE <i>Sabal mexicana</i> Mart. <i>Sabal yapa</i> C. Wright ex Becc. <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	<i>Bon xa'an</i> , huano <i>Xa'an</i> , huano <i>Ch'it</i>
ASTERACEAE <i>Bidens pilosa</i> L. <i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake <i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. <i>helianthoides</i> (Kunth) S.F. Blake	<i>K'an múul</i> <i>Suum</i> <i>Tahonal, tah, tajonal</i>
BOMBACACEAE <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	<i>Ya'ax che'</i> , ceiba
BURSERACEAE <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	<i>Chakàah</i> , palo mulato
COCHLOSPERMACEAE <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	<i>Chum, chimi', chimu'</i>
COMBRETACEAE <i>Bucida buceras</i> L. <i>Conocarpus erectus</i> L.	<i>Pukté</i> , almendra de río <i>Taab che'</i> , botoncillo
CONVOLVULACEAE <i>Ipomoea carnea</i> Jacq. <i>Ipomoea crinicalyx</i> S. Moore <i>Ipomoea triloba</i> L. <i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	<i>Chok'ob káat, k'as káat, ke'elil</i> <i>Is ak' el</i> <i>Mo'olt'u'ul</i> <i>Xtabentun</i>
EUPHORBIACEAE <i>Croton fragilis</i> Kunth <i>Croton punctatus</i> Jacq. <i>Croton reflexifolius</i> Kunth <i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss. <i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	<i>Táan che'</i> <i>P'eresk'uts, x kok che'</i> <i>Sak chuhum</i> <i>Sak chakàah</i> <i>Pomolche'</i>
FABACEAE <i>Acacia collinsii</i> Saff. <i>Acacia gaumeri</i> S.F. Blake	<i>Subiin</i> , cornezuelo <i>Box káatsim</i>

continuación cuadro 13	
<p><i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth. <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm. <i>Caesalpinia yucatanensis</i> Greenm. <i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq. <i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose <i>Haematoxylum campechianum</i> L. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit <i>Lonchocarpus longistylus</i> Pittier <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth. <i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. <i>Mimosa bahamensis</i> Benth. <i>Mimosa pudica</i> L. <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.</p>	<p><i>Ch'i'imáay</i> <i>Kitim che'</i> <i>Tak'inche'</i> <i>Ts'u ts' uk</i> <i>Chukum</i> <i>Tinta che', palo de Campeche</i> <i>Waxim, huaxin</i></p> <p><i>Tsalam, box' tsalam</i> <i>Jeech, beech, tapavergüenza</i> <i>Sak káatsim</i> <i>X' weneł xítw, dormilona</i> <i>Ha'abin, ja'abin</i></p>
<p>MALVACEAE <i>Abutilon permolle</i> (Willd.) Sweet</p>	<p><i>Sak mítsbil, sak xítw</i></p>
<p>MORACEAE <i>Cecropia peltata</i> L.</p>	<p><i>K'áaxil, xk'o'och, guarumbo</i></p>
<p>MYRTACEAE <i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr. <i>Psidium guajava</i> L. <i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.</p>	<p><i>Box pool, pimienta de Tabasco</i> <i>Pichi', guayaba</i> <i>X' pichi'che', guayabillo</i></p>
<p>NYCTAGINACEAE <i>Pisonia aculeata</i> L.</p>	<p><i>Béeb</i></p>
<p>POLYGONACEAE <i>Antigonon leptopus</i> Hook & Arn. <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe <i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake <i>Podopterus mexicanus</i> Bonpl.</p>	<p><i>Chak lòol makal, San Diego</i> <i>Ts'íts'ílche'</i> <i>Tsa' itsa', sak its'a'</i> <i>Púuts'mukuy, sak bàach</i></p>
<p>RUBIACEAE <i>Randia obcordata</i> S. Watson</p>	<p><i>Cruz k'i'ix</i></p>
<p>SAPINDACEAE <i>Talisia oliviformis</i> (Kunth) Radlk. <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.</p>	<p><i>Wayam, wayáum, huaya nativa</i> <i>K'an chunúup</i></p>
<p>ULMACEAE <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume</p>	<p><i>Sak pixoy, capulincillo</i></p>

*Colección Anexa (UADY-PAL) del herbario "Alfredo Barrera Marín", Universidad Autónoma de Yucatán. Los nombres locales (maya/español) fueron tomados de Sosa *et al.* (1985) y Durán *et al.* (2000). Para la escritura de los nombres en maya se usó el alfabeto simplificado (Barrera, 1980).

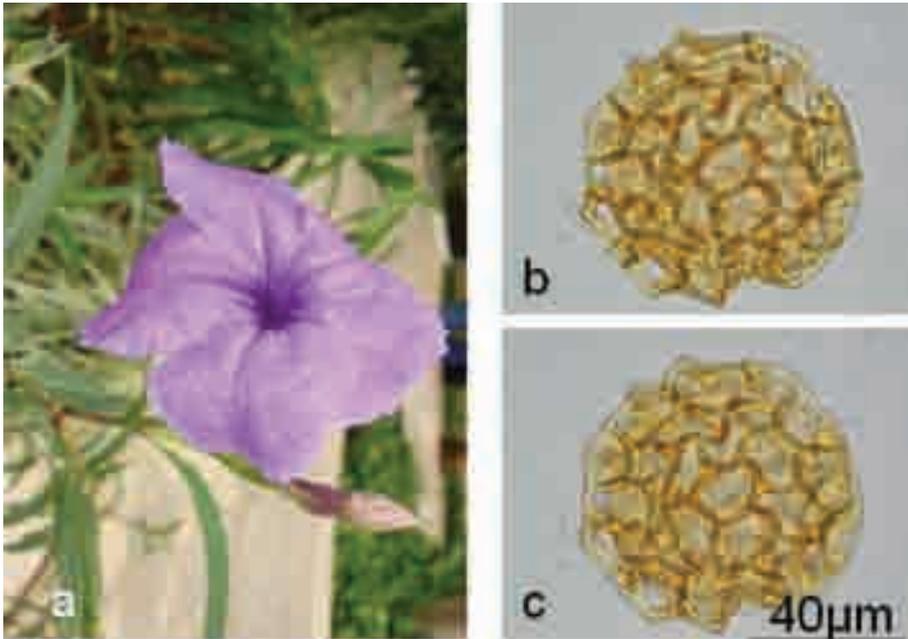


Figura 25. *Ruellia pereducta* (a) flor (b) polen en vista polar (c) superficie.
Fotografía: *R. G. Alfaro Bates

ACANTHACEAE

Ruellia pereducta Standl. ex Lundell

Polen: Esferoidal de 80(85.9)90 μm de diámetro.

Exina: De 9(11.8)14 μm de grosor. Sexina 8(10.3)13 μm , nexina 1(1.4)2 μm . Semitectada, eurreticulada; lúmenes irregulares, muros de 2 μm de grosor, compactos. Simplicolumelada, columelas densamente dispuestas en una hilera compacta, ampliándose desde la base, hasta ramificarse en forma de candelabro.

Aperturas: Tribrecolporado; poros de 7.6(10.8)14 μm de diámetro con verrugas gruesas bordeando la apertura. Las aperturas son difíciles de medir debido al retículo grande y profundo.

Floración: Todo el año

Forma biológica: Hierba

Localidad: El Palmar, Celestún, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz y G. Palma 2658 (UADY-PAL192).

Nombre local (maya/español): No reportado

* Todas las fotomicrografías del polen fueron tomadas por: R. G. Alfaro Bates

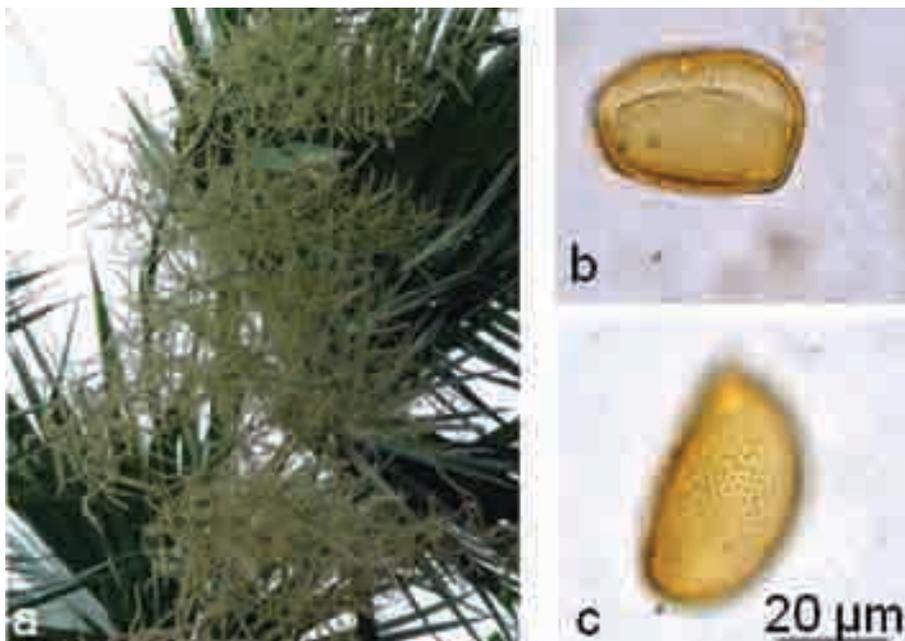


Figura 26. *Sabal mexicana* (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) superficie. Fotografía: *J. A. González Acereto

ARECACEAE

Sabal mexicana Mart.

Polen: De 20(27)31 μm en el eje polar x 35(39.6)43 μm en el eje ecuatorial. Vista polar elíptica.

Exina: De 1.5(2)2.5 μm de grosor. Sexina igual o ligeramente menor que la nexina. Semitectada, reticulada, heterobrocada.

Aperturas: Monosulcado. Sulco de 30(32.7)40 μm de largo x 4(6.3)10 μm de

ancho, del mismo largo que el eje mayor en la vista ecuatorial.

Floración: Diciembre

Forma biológica: Palma

Localidad: Palizada, Campeche

Ejemplar de referencia: I.G. Rodríguez 27. (UADY-PAL 244)

Nombre local (maya/español): *Bon xa'an*, huano

* Cuerpo Académico Apicultura Tropical (CAAT). Universidad Autónoma de Yucatán.

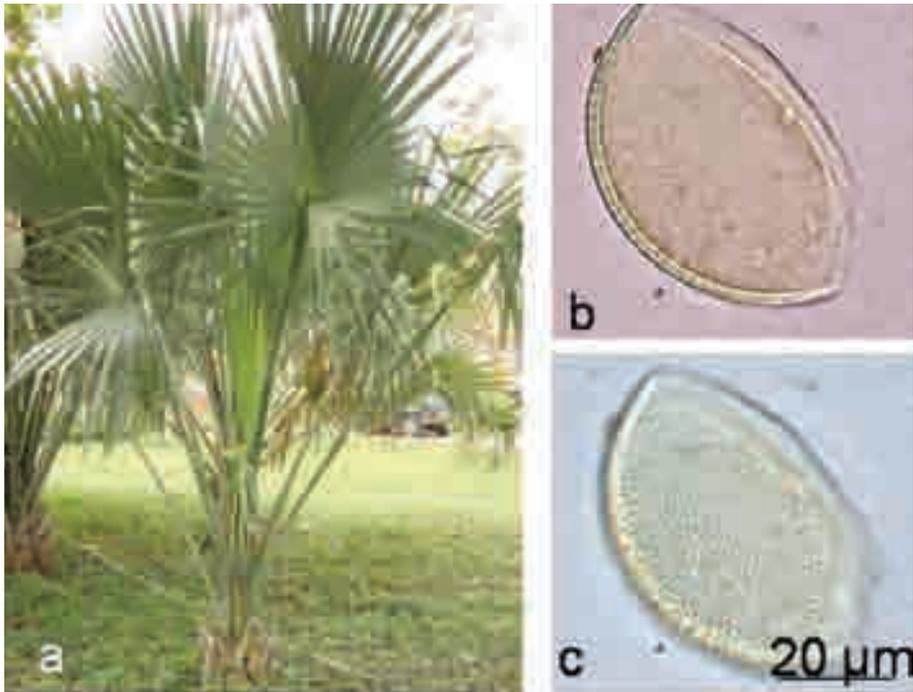


Figura 27. *Sabal yapa* (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) superficie. Fotografía: R. G. Alfaro Bates

ARECACEAE

Sabal yapa C. Wright ex Becc.

Polen: De 31(36)42 μm en el eje polar x 45(53.6)64 μm en su eje ecuatorial. Vista polar elíptica.

Exina: De 3(3.2)3.5 μm de grosor. Sexina ligeramente menor que la nexina. Semitectada, reticulada, heterobrocada.

Aperturas: Monosulcado. Sulco de 39(43.5)48 μm de largo x 4(6)8 μm de

ancho, del mismo largo que el eje mayor en la vista ecuatorial.

Floración: Noviembre-enero

Forma biológica: Palma

Localidad: El Palmar, Yucatán.

Ejemplar de referencia: C. Chan # 7647. (UADY-PAL-165)

Nombre local (maya/español): *Xa'an*, huano

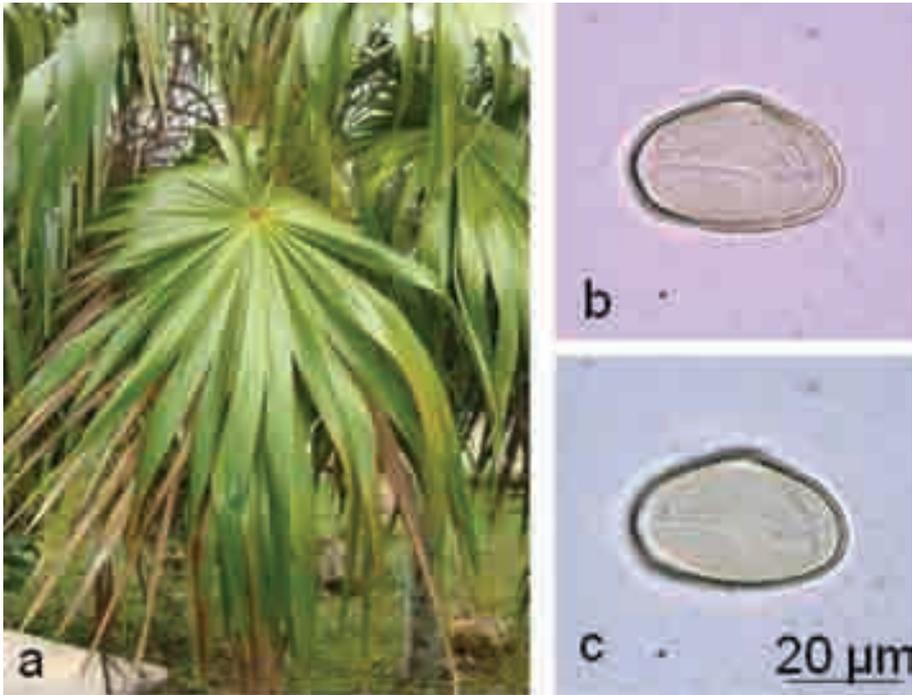


Figura 28. *Thrinax radiata* (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) superficie. Fotografía: **M. Peña-Chocarro

ARECACEAE

Thrinax radiata Lodd. ex Schult. & Schult. f.

Polen: De 22(25)27 μm en el eje polar x 30(34.6)36 μm en el eje ecuatorial. Vista polar elíptica.

Exina: De 1.5(2)2.5 μm de grosor. Sexina igual que la nexina. Semitectada, microrreticulada.

Aperturas: Monosulcado, sulco de 20(27.9)35 μm de largo x 2(4.5)7 μm de

ancho, del mismo largo que el eje mayor en la vista ecuatorial.

Floración: Febrero

Forma biológica: Palma

Localidad: Xmatkuil, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.C. Tun 482. (UADY-PAL-166).

Nombre local (maya/español): *Ch'it*

** The Natural History Museum (NHM) London.

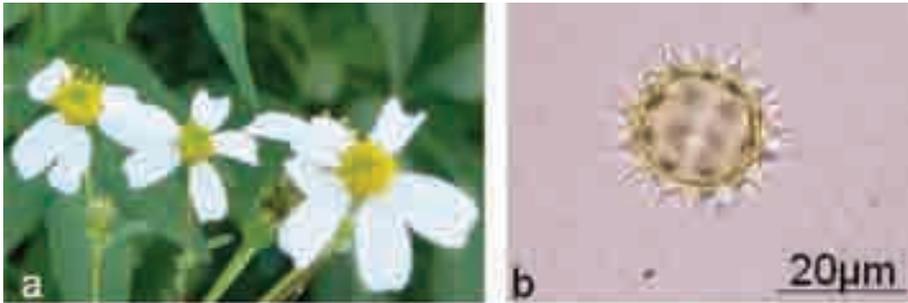


Figura 29. *Bidens pilosa* (a) inflorescencia (b) polen, vista ecuatorial mostrando el colporo. Fotografía: J. A. González Acereto

ASTERACEAE

Bidens pilosa L.

Polen: Esférico de 23(24.5)25 μm de diámetro. Vista polar circular de 24 (24.6)26 μm de diámetro sin considerar las espinas.

Exina: De 2(2.6)3 μm de grosor, sexina mayor que la nexina. Tectada, supraequinada. Espinas largas y puntiagudas de 5(5.3)6 μm de altura x 3(3.2)4 μm de ancho. La base de las espinas presenta columelas de tamaño variable. Distancia entre espina y espina de 8 μm .

Aperturas: Tricolporado, colpo meridional de 8(9.8)10 μm de largo x μm 1.5(2.3)3 μm de ancho. Endoapertura lalongada de 6(9.2)15 μm de largo x 1(1.5)2 μm de ancho. Distancia entre los colpos 11(12)13 μm . IAP: 0.49, media.

Floración: Todo el año

Forma biológica: Hierba

Localidad: Xmatkuil, Yucatán

Ejemplar de referencia: F. Martínez 10. (UADY-PAL 118)

Nombre local (maya/español): *K'an míul*, *k'aan mul*

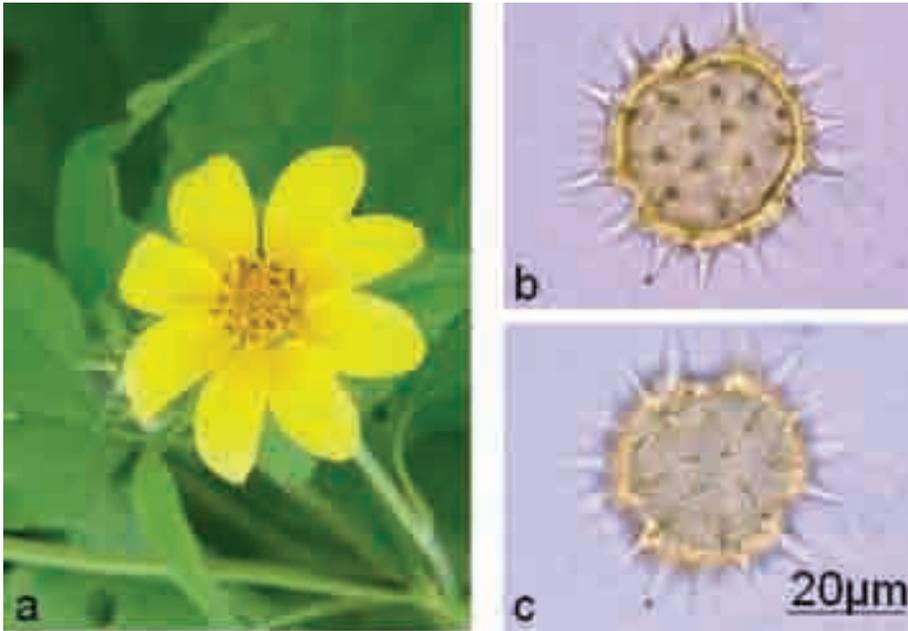


Figura 30. *Tithonia rotundifolia* (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) superficie equinada. Fotografía: J. A. González Acereto

ASTERACEAE

Tithonia rotundifolia (Mill.) S.F. Blake

Polen: Esférico de 25.5 (28.9)31.7 μm de diámetro. Vista polar circular de 22.5 (29.3)31.7 μm de diámetro sin considerar las espinas.

Exina: De 2(2.4)2.5 μm de grosor, sexina igual que la nexina. Tectada, supraequinada. Espinas largas y puntiagudas de 5.1 (6.9)7.6 μm de altura x 2.5 (2.9)4 μm de ancho en la base. La base de las espinas presenta columelas. Distancia entre espina y espina de 8 (8.8)9.6 μm

Aperturas: Tricolporado, colpos meridionales de 12.7 (18.2)25 μm x 2.5(3.5)5 μm . Endoapertura lalongada de 9.6 μm de largo x 4 μm de ancho. Distancia entre los colpos 13(15)18 μm . IAP= 0.51, media.

Floración: Octubre -noviembre

Forma biológica: Hierba

Localidad: San Antonio Hool, Mérida, Yucatán

Ejemplar de referencia: J. J. Ortiz, 2555. (UADY-PAL 44)

Nombre local (maya/español): *Sium*

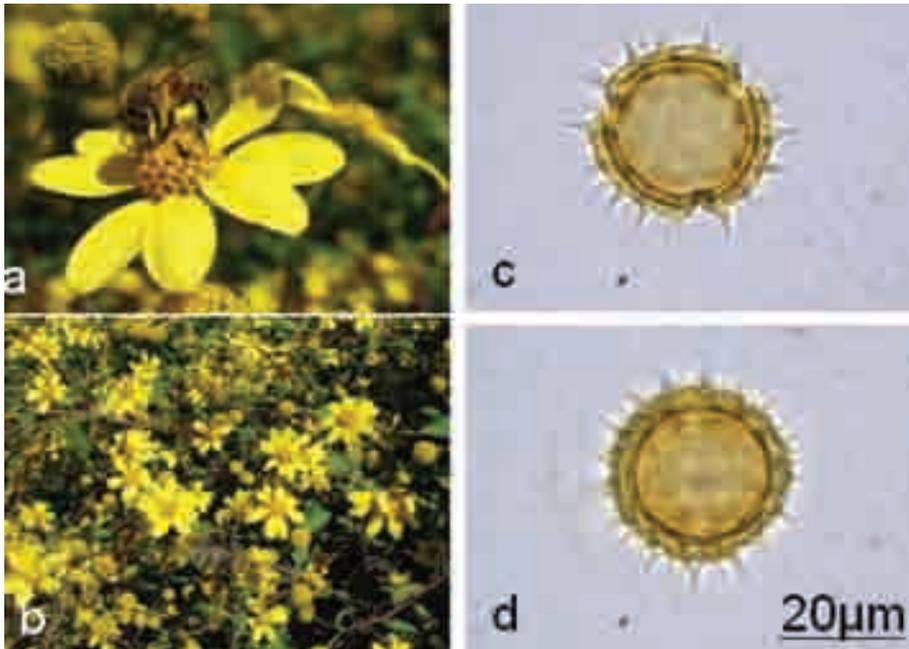


Figura 31. *Vigiera dentata* var. *helianthoides* (a-b) inflorescencia (c) polen en vista polar (d) vista ecuatorial. Fotografía: F. Irigoyen

ASTERACEAE

Vigiera dentata (Cav.) Spreng. var. *helianthoides* (Kunth) S.F. Blake

Polen: Esférico de 22.9 (24.9)25 μm de diámetro. Vista polar circular de 25 (25.6) 27.5 μm de diámetro sin considerar las espinas.

Exina: De 2.5 (3.7) 3.8 μm de grosor, cavada, sexina mayor que la nexina. Tectada, supraequinada. Espinas largas y puntiagudas de 3.8 (4.6)5 μm de altura x 2 (2.3)2.5 μm de ancho en la base. Distancia entre espinas 5.6 (6) 6.2 μm .

Aperturas: Tricolporado, colpos meridionales de 7.5 (10.2)12.5 μm x 1.25 (2.6)3 μm . Endoapertura lalongada de 8.8 (11.1)12.5 μm de largo x 1.5 (2.3)3 μm de ancho. Distancia entre los colpos 9(10)11 μm . IAP=0.39, media.

Floración: Noviembre-marzo

Forma biológica: Hierba

Localidad: Xmatkuil, Yucatán

Ejemplar de referencia: L. Ceballos, 015. (UADY-PAL 144)

Nombre local (maya/español): *Tah, tahonal, taj che'*

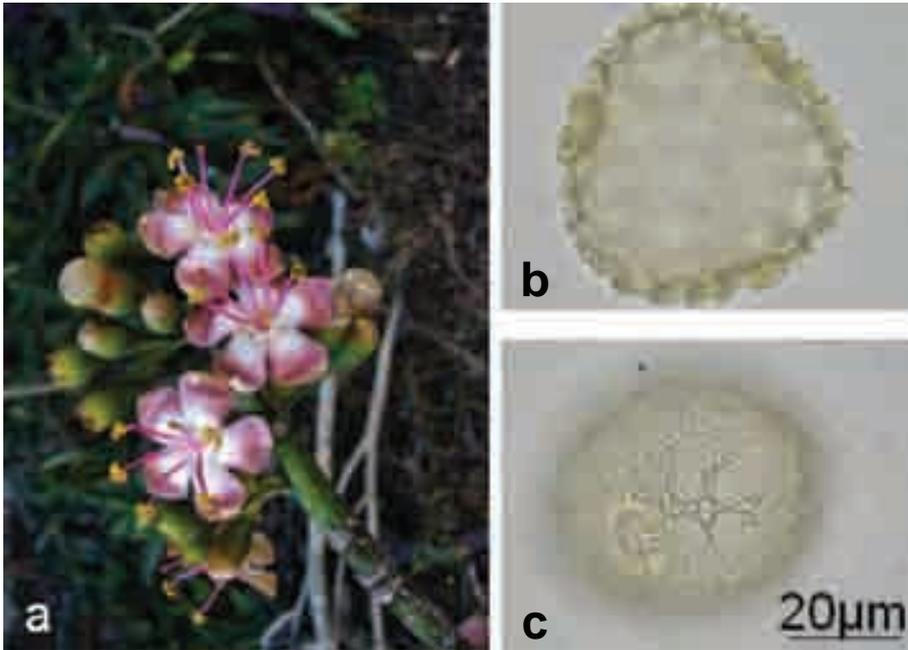


Figura 32. *Ceiba pentandra* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: ***J. Ortiz Díaz

BOMBACACEAE

***Ceiba pentandra* (L.) Gaertn**

Polen: Suboblato, de 41(44.2)47 μm x 50(53.3)56 μm . P/E= 0.82. Vista polar circular de 49(52.1)55 μm de diámetro.

Exina: De 2(2.8)3 μm de grosor. Nexina igual o mayor que la sexina. Semitectada, eurreticulada, heterobrocada, lúmenes pequeños de 2.4 a 3.2 μm , y grandes de 6.4 a 8 μm . Muros dupli o tri columelados, reduciéndose en algunos casos hasta formar un puente.

Aperturas: Tribrevicolporado, colpos delgados y angostos de de 14(16.7)21 μm de largo x 2(2.7)4 μm de ancho. Endoapertura circular de 7(9.5)11 μm de diámetro. Distancia entre los colpos 20 (30.2)40 μm . IAP= 0.58, grande

Floración: Diciembre-febrero

Forma biológica: Árbol

Localidad: Xmatkuil, Yucatán

Ejemplar de referencia: V.R. Bricker 474. (UADY-PAL-163)

Nombre local (maya/español): *Ya'ax che'*, ceiba

*** Cuerpo Académico Diversidad de los Recursos Florísticos de Mesoamérica (CADRF). Universidad Autónoma de Yucatán.

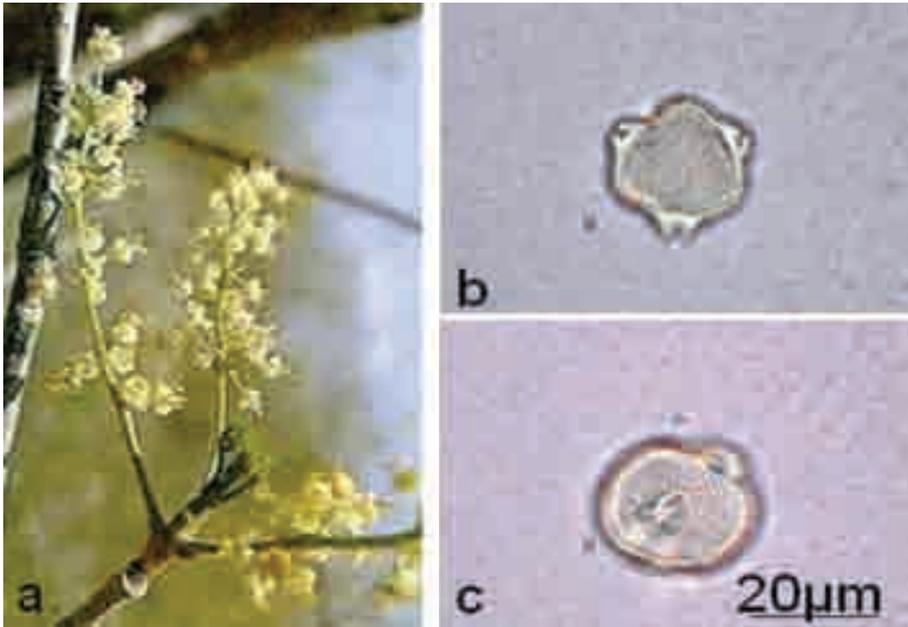


Figura 33. *Bursera simaruba* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. A. González Acereto

BURSERACEAE

Bursera simaruba (L.) Sarg

Polen: Oblato-esferoidal de 20.4 (21.7) 22.9 μm x 20.4 (22.62) 24 μm . P/E= 0.95. Vista polar circular de 21.6 (23.8) 26.7 μm de diámetro.

Exina: De 1.2 μm , de grosor, sexina ligeramente mayor que la nexina. La nexina se engrosa hacia la endoapertura. Semitectada, estriada-reticulada.

Aperturas: Triporado a tribrecolporado, colpos, poco perceptibles de 7.6 (9.2) 15.3 μm x 1.2 (2.4) 3.8 μm . Endoaperturas

aspidadas, lalongadas de 5.1 (6.7) 7.6 μm x 2.5 (3.7) 5.1 μm , situadas en la parte superior de las áspides. Distancia entre los colpos 12(13.2)14 μm IAP= 0.55, grande.

Floración: Abril-agosto

Forma biológica: Árbol

Localidad: San Antonio Hool, Mérida, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz 2450. (UADY-PAL 102)

Nombre local (maya/español): *Chakàah*, *chak chakàah*, palo mulato.

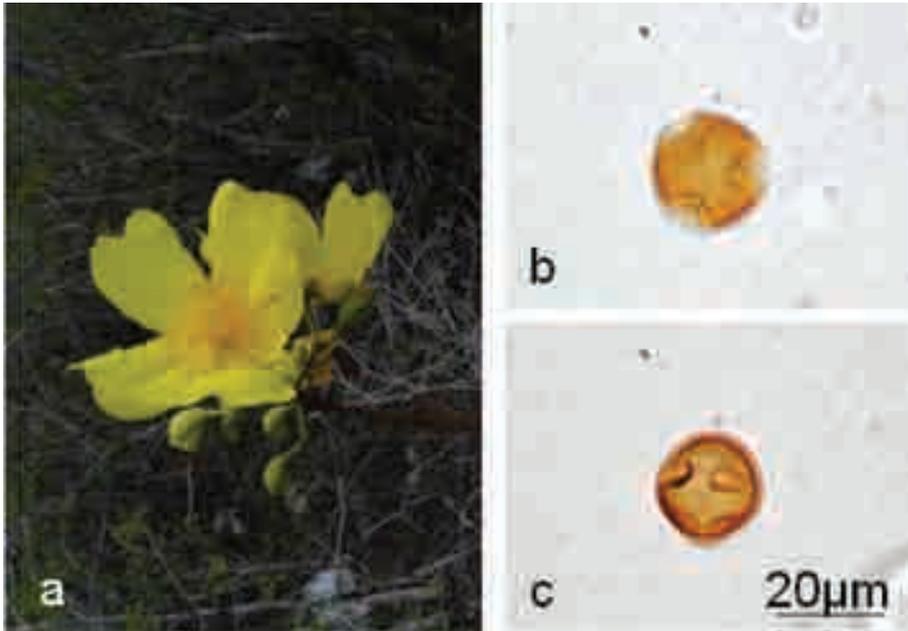


Figura 34. *Cochlospermum vitifolium* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

COCHLOSPERMACEAE

Cochlospermum vitifolium (Willd.)
Spreng

Polen: Oblato-esferoidal de 17 (18)19 μm
x 19 (19.6)22 μm . P/E=0.92. Vista polar
circular de 19(20)21 μm de diámetro.

Exina: De 1(1.1)1.5 μm de grosor, sexina
igual que la nexina. Tectada, psilada.

Aperturas: Tricolporoidado, colpos de
14(15.3)18 μm de largo x 3(3.6)5 μm de
ancho, constreñidos ecuatorialmente.

Distancia entre los colpos de 5(5.6)7 μm .
IAP=0.28, media.

Floración: Febrero

Forma biológica: Árbol

Localidad: Buctzotz, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz 2369.
(UADY-PAL 153)

Nombre local (maya/español): Chum,
chimi', chimu', ch' óoy chu'um

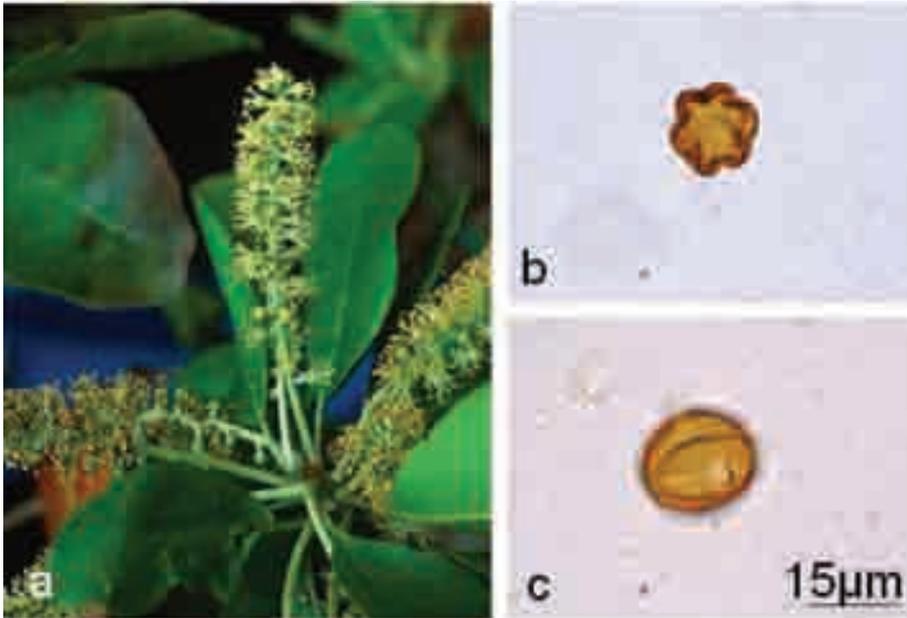


Figura 35. *Bucida buceras* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar, hexalobado (c) vista ecuatorial, colporo. Fotografía: M. Peña-Chocarro

COMBRETACEAE

Bucida buceras L.

Polen: Prolato esferoidal de 18 (20.5)21 μm × 18 (19.6)20 μm. P/E=1.04. Vista polar hexalobada de 18(18.9)20 μm de diámetro.

Exina: De 2(2)2 μm de grosor, sexina igual que la nexina. Tectada, con patrón ligeramente suparrugulado.

Aperturas: Tricolporado, heterocolpado, pseudotricolpado, colpos de 14(15.7)17 μm de largo × 1(1.5)2 μm de ancho.

Endoaperturas lalongadas de 3(3.2)4 μm de largo × 3.5 (4.1)5 μm de ancho. Distancia entre los colpos de 5(5.8)7 μm. IAP=.030, media.

Floración: Febrero

Forma biológica: Árbol

Localidad: Reforma Agraria, Champotón, Campeche

Ejemplar de referencia: I.G. Rodríguez 085. (UADY-PAL 239)

Nombre local (maya/español): Pukte', almendra de río

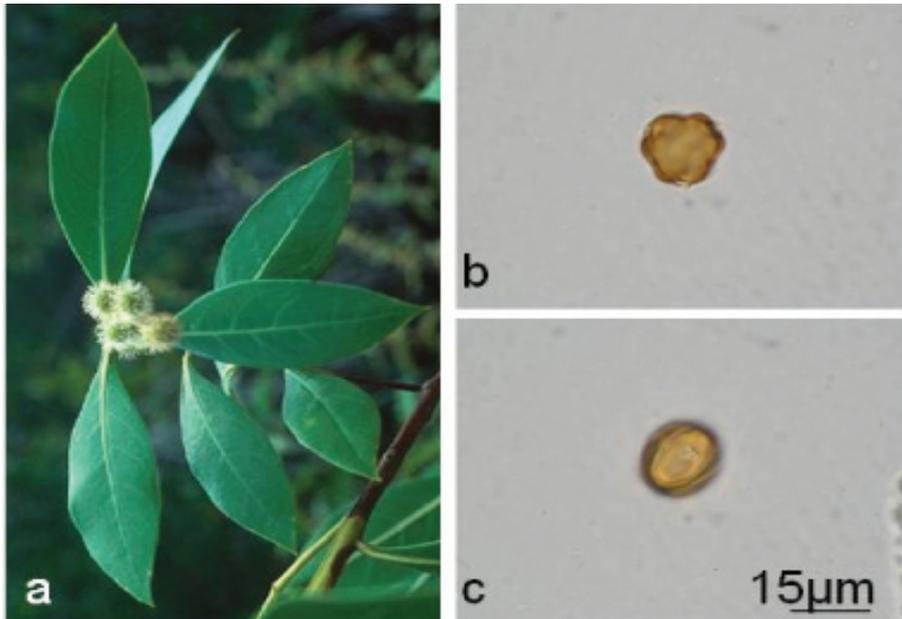


Figura 36. *Conocarpus erectus* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar, hexalobado (c) vista ecuatorial, colporo. Fotografía: M. Peña-Chocarro

COMBRETACEAE

Conocarpus erectus L.

Polen: Prolato esferoidal de $15(16)17 \mu\text{m} \times 14(14.9)15 \mu\text{m}$. P/E=1.07. Vista polar hexalobada de $14(14.2)15 \mu\text{m}$ de diámetro.

Exina: De $1.5(1.51)2 \mu\text{m}$ de grosor, sexina igual que la nexina. Tectada, psilada, con patrón suparrugulado.

Aperturas: Tricolporado, heterocolpado, pseudotricolpado, colpos de $9(11.3)14 \mu\text{m}$ de largo x $1(1.5)2 \mu\text{m}$ de ancho.

Endoapertura lalongada de $3(3.5)4 \mu\text{m}$ de ancho x $2 \mu\text{m}$ de largo. Distancia entre los colpos de $5(5.8)7 \mu\text{m}$. IAP=0.40. Media.

Floración: Abril

Forma biológica: Árbol

Localidad: El Corchito, Progreso, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz y D. Marrufo 2475. (UADY-PAL 244).

Nombre local (maya/español): Taab che', botoncillo, mangle, laurelillo



Figura 37. *Ipomoea carnea* (a) inflorescencia (b) polen. Fotografía: R. G. Alfaro Bates

CONVOLVULACEAE

Ipomoea carnea Jacq.

Polen: Esférico de 90 (96)102 μm de diámetro sin considerar las espinas.

Exina: De 4(4.6)5 μm de grosor, sexina menor que la nexina. Tectada, supraequinada. Espinas de 11 (12.4)14 μm de largo x 5.1 (7.1)8 μm de ancho, ampuliformes con el ápice redondeado. La base de las espinas presenta columelas de tamaño variable.

Aperturas: Pantoporado, 26(38)46 poros lalongados de 4 (5.4)7 μm de largo x

6(8.1)10 μm de ancho con restos de pseudo opérculos verrugados en los poros.

Floración: Todo el año

Forma biológica: Enredadera

Localidad: El Palmar, Hunucmá, Yucatán.

Ejemplar de referencia: J. J. Ortiz 2647. (UADY-PAL 105)

Nombre local (maya/español) *Chok'ob káat, k'as káat, ke'elil*

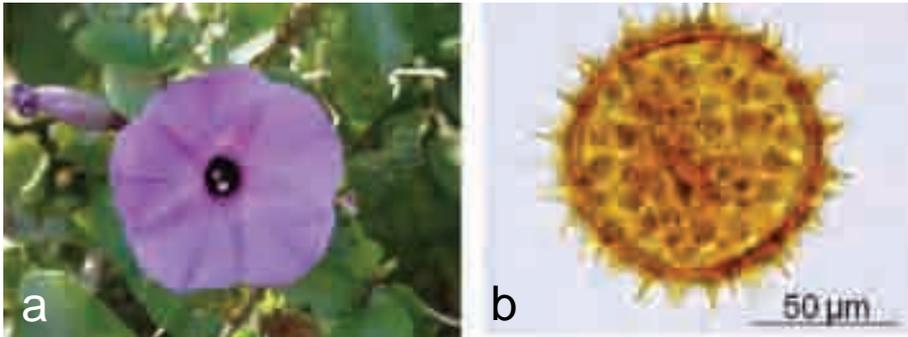


Figura 38. *Ipomoea crinalyx* (a) flor (b) polen pantoporado, equinado, espinas ampuliformes. Fotografía: R. G. Alfaro Bates

CONVOLVULACEAE

Ipomoea crinalyx S. Moore

Polen: Esférico de 99.5(113.9)127.5 μm de diámetro sin considerar las espinas.

Exina: De 4(4.6)5.6 μm de grosor, sexina 3 veces menor que la nexina. Tectada, supraequinada. Espinas de 16.6 (17.3)20.4 μm de altura x 6.4 (10.5)13.9 μm de ancho, ampuliformes con el ápice redondeado. La base de las espinas presenta columelas de tamaño variable.

Aperturas: Pantoporado, presenta más de 40 poros circulares de 6.4 (7.6)10.2 μm de diámetro, con pseudo opérculos verrugados sobre los poros.

Floración: Noviembre

Forma biológica: hierba trepadora

Localidad: San Antonio Hool, Mérida, Yucatán

Ejemplar de referencia: J. J. Ortiz 2547. (UADY-PAL 33).

Nombre local (maya/español): *Is ak' el*



Figura 39. *Ipomoea triloba* (a) flor (b) polen pantoporado, equinado, espinas ampuliformes. Fotografía: ***J. C. Tun Garrido

CONVOLVULACEAE

Ipomoea triloba L.

Polen: Esférico de 74(79.7)84 μm de diámetro sin considerar las espinas.

Exina: De 4(4.9)5.5 μm de grosor, sexina menor que la nexina. Tectada, supraequinada. Espinas de 7.6 (8)10.8 μm de largo x 3.8 (3.83) 4 μm de ancho, ampuliformes con el ápice redondeado. La base de las espinas presenta columelas de tamaño variable.

Aperturas: Pantoporado; 30- 40 poros de circulares a lalongados de 6.4(7.6)10.2 μm de diámetro, con restos de pseudo-opérculos verrugados en los poros.

Floración: Noviembre

Forma biológica: Enredadera

Localidad: San Antonio Hool, Mérida, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz 2549. (UADY-PAL 31)

Nombre local (maya/español): Mo'olt'u'ul

*** Cuerpo Académico Diversidad de los Recursos Florísticos de Mesoamérica (CADRF). Universidad Autónoma de Yucatán.

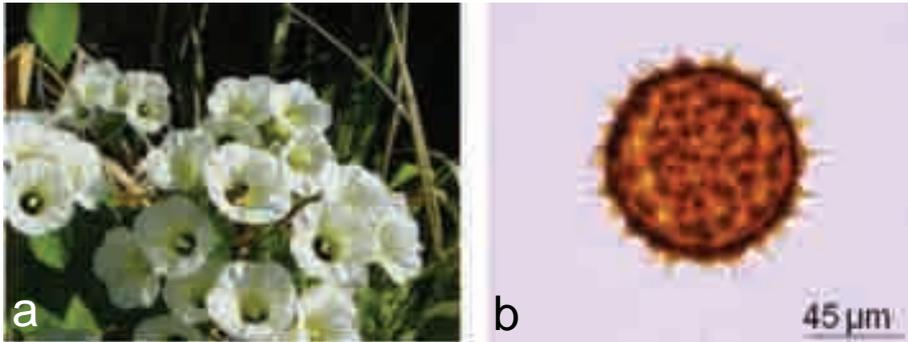


Figura 40. *Turbina corymbosa* (a) inflorescencia (b) polen. Fotografía: L. B. Martín Sosa

CONVOLVULACEAE

Turbina corymbosa (L.) Raf.

Polen: Esférico de $86.7(94.12)102 \mu\text{m}$ de diámetro sin considerar las espinas.

Exina: De $3(4.5)5.1 \mu\text{m}$ de grosor. Sexina menor que la nexina. Tectada, supraequinada, columelada, espinas ampuliformes con el ápice redondeado de $10.2(13.6)15.3 \mu\text{m}$ de largo x $3.8(4.5)5.1 \mu\text{m}$ de ancho. La base de las espinas presenta columelas de tamaño variable.

Aperturas: Pantoporado, aproximadamente $16(18)21$ poros circulares de $5.1(6.3)7.6 \mu\text{m}$ de diámetro. Pseudo opérculos verrugados sobre los poros.

Floración: Enero

Forma biológica: Hierba trepadora

Localidad: Yohaltun, Campeche.

Ejemplar de referencia: Chan 124. (UADY-PAL142).

Nombre local (maya/español): Xtabentun, tabentun, xtabentum

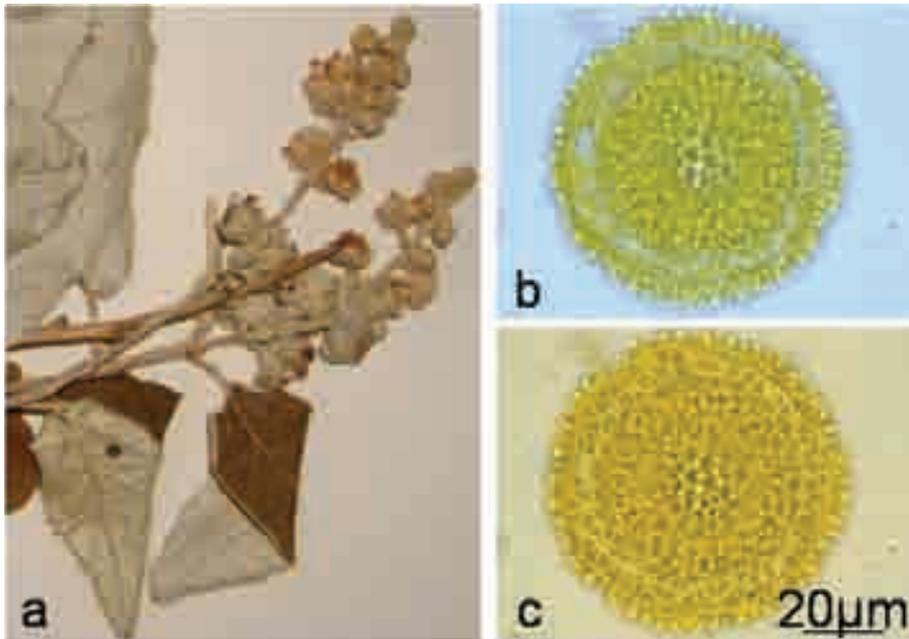


Figura 41. *Croton fragilis* (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) patrón crotonoide con rosetas gruesas. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

EUPHORBIACEAE

Croton fragilis Kunth

Polen: Esférico (con gran variabilidad en el tamaño) de $62(81.8)89.2 \mu\text{m}$ de diámetro, incluyendo los elementos esculturales. Éstos muy evidentes y gruesos.

Exina: De $5(5.2)6 \mu\text{m}$ de grosor, sexina 4 veces mayor que la nexina. Semitectada, clavada, patrón claramente crotonoide. Rosetas conformadas por $5(6)7$ clavas. Clavas de $4(5)5.1 \mu\text{m}$ de largo con las

cabezas triangulares de $3 \mu\text{m}$ de diámetro. Verrugas en los espacios entre rosetas.

Aperturas: Inaperturado, la exina puede abrirse en cualquier punto.

Floración: Febrero, junio

Forma biológica: Arbusto

Localidad: Sahcaba, Hocobá, Yucatán

Ejemplar de referencia: *F. Xuluc 11.* (UADY-PAL 134)

Nombre local (maya/español): *Táan che'*

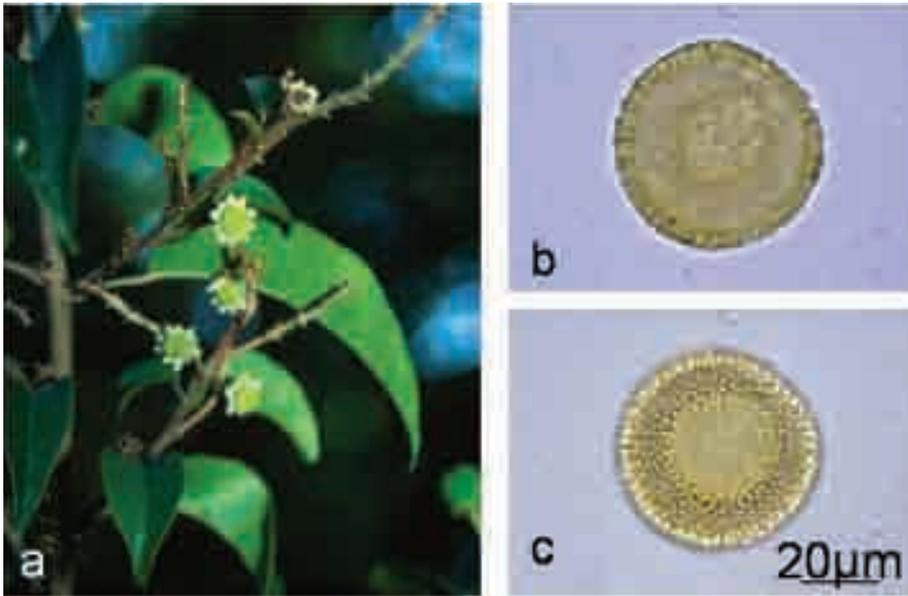


Figura 42. *Croton reflexifolius* (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) patrón crotonoide con rosetas gruesas. Fotografía: M. Peña-Chocarro

EUPHORBIACEAE

Croton reflexifolius Kunth

Polen: Esférico de $59(62.8)66 \mu\text{m}$ de diámetro.

Exina: De $4(4.9)6 \mu\text{m}$ de grosor, sexina igual que la nexina. Semitectada, clavada, patrón crotonoide uniforme. Rosetas conformadas por $5(6)7$ clavas. Clavas de $4 \mu\text{m}$ de alto con las cabezas angulares a circulares de $2 \mu\text{m}$ de diámetro.

Aperturas: Inaperturado, la exina puede abrirse en cualquier punto.

Floración: Marzo

Forma biológica: Arbusto

Localidad: Yokdzonot, Yucatán

Ejemplar de referencia: *Balam 001*. (UADY-PAL122).

Nombre local (maya/español): *P'eresk'uts, x kok che'*

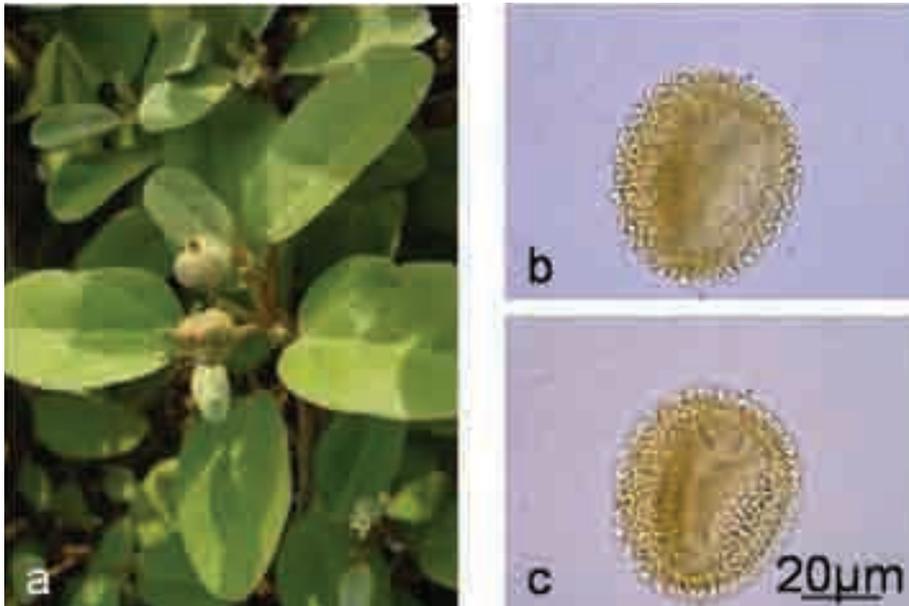


Figura 43. *Croton punctatus* (a) inflorescencia (b) polen, patrón crotonoide con rosetas gruesas (c) exina. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

EUPHORBIACEAE

Croton punctatus Jacq.

Polen: Esferoidal de 43.3(46.6)54.6 μm de diámetro.

Exina: De 2.5(2.6)3 μm de grosor, sexina igual que la nexina. Semitectada, clavada, patrón crotonoide. Rosetas conformadas por 4 (5)7 clavos. Clavos de 3(3.9)4 μm de alto con las cabezas triangulares menores de 2 μm de diámetro.

Aperturas: Inaperturado, la exina puede abrirse en cualquier punto.

Floración: Noviembre

Forma biológica: Arbusto

Localidad: Bocas de Dzilam, Yucatán

Ejemplar de referencia: S. Peraza, 20. (UADY-PAL 127)

Nombre local (maya/español): Sak chuhum, sak chum

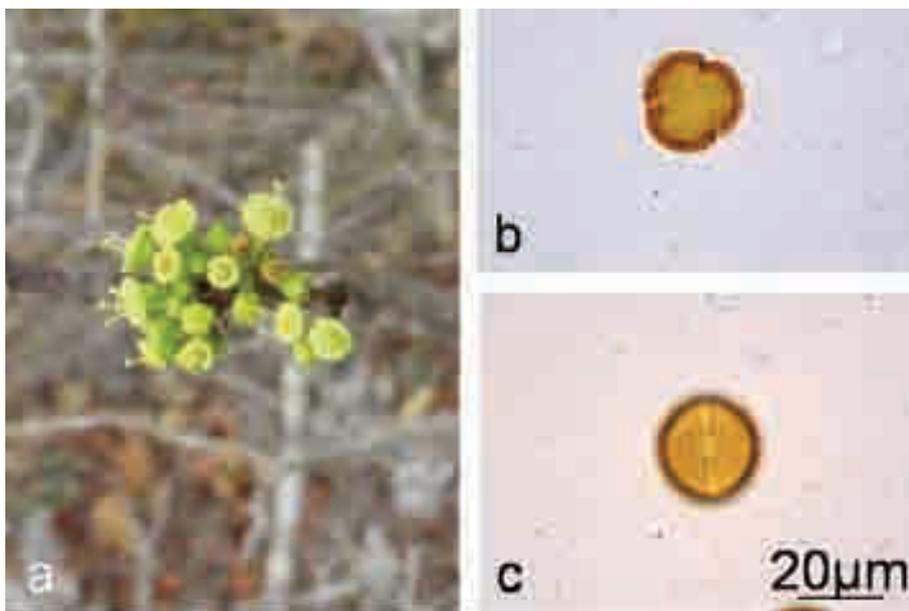


Figura 44. *Euphorbia schlechtendalii* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar, tricolporado (c) vista ecuatorial mostrando las aperturas. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

EUPHORBIACEAE

Euphorbia schlechtendalii Boiss

Polen: Prolato esferoidal de 26(28.6)31 μm x 22(25.6)29 μm. P/E=1.17, vista polar circular de 25(27)29 μm de diámetro.

Exina: De 2(2.4)2.5 μm de grosor. Sexina igual o mayor que la nexina. Semitectada, microrreticulada.

Aperturas: Tricolporado, colpi meridionales de 19 (21.3)25 μm de largo x 2(2.4)3 μm de ancho, con márgenes de 2-3 μm de ancho. Endoaperturas lalongadas

de 2(4)6 μm de largo x 7(8)9 μm de ancho. Distancia entre los colpi 9(9.5)12 μm. IAP= 0.35, media.

Floración: Febrero

Forma biológica: Árbol

Localidad: El Palmar, Sisal, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz y G. Palma 2657. (UADY PAL 229)

Nombre local (maya/español): Sak chakàah

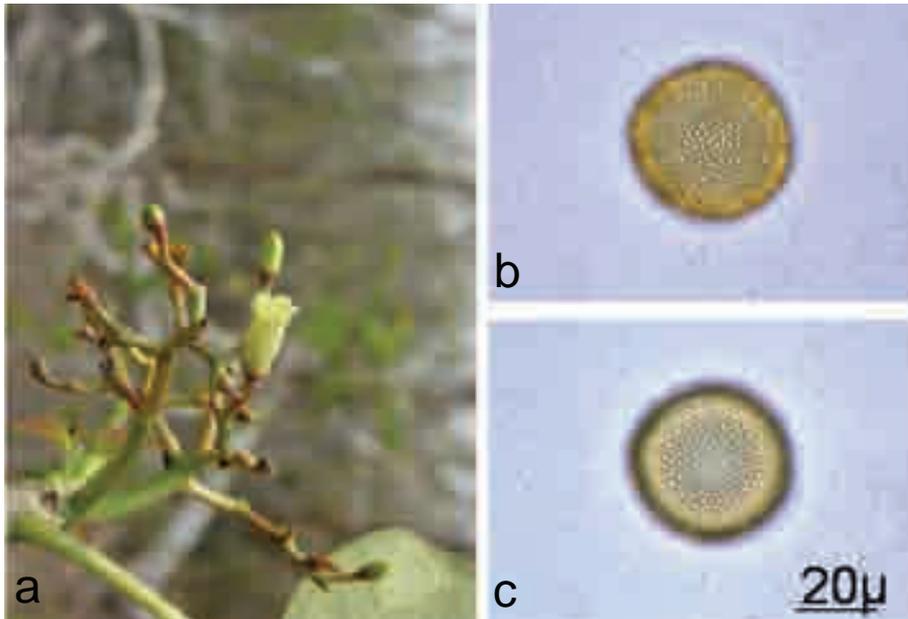


Figura 45. *Jatropha gaumeri* (a) inflorescencia (b) polen, sección de la exina (c) patrón crotonoide con rosetas delicadas. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

EUPHORBIACEAE

Jatropha gaumeri Greenm.

Polen: Esférico de $43.3 (50.3)56 \mu\text{m}$ de diámetro.

Exina: De $2.9(3.4)4 \mu\text{m}$ de grosor, sexina 2 o 3 veces mayor que la nexina. Semitectada, clavada, patrón crotonoide. Las rosetas que forman el patrón crotonoide están constituidas por 7 clavos de aproximadamente $0.8 \mu\text{m}$ de diámetro en las cabezas.

Aperturas: Inaperturado, la exina puede abrirse en cualquier punto.

Floración: Octubre

Forma biológica: Arbusto, arbolito

Localidad: Kiuic, Oxcutzcab, Yucatán

Ejemplar de referencia: *J. Hayden* 4621. (UADY-PAL 108)

Nombre local (maya/español):
Pomolche'

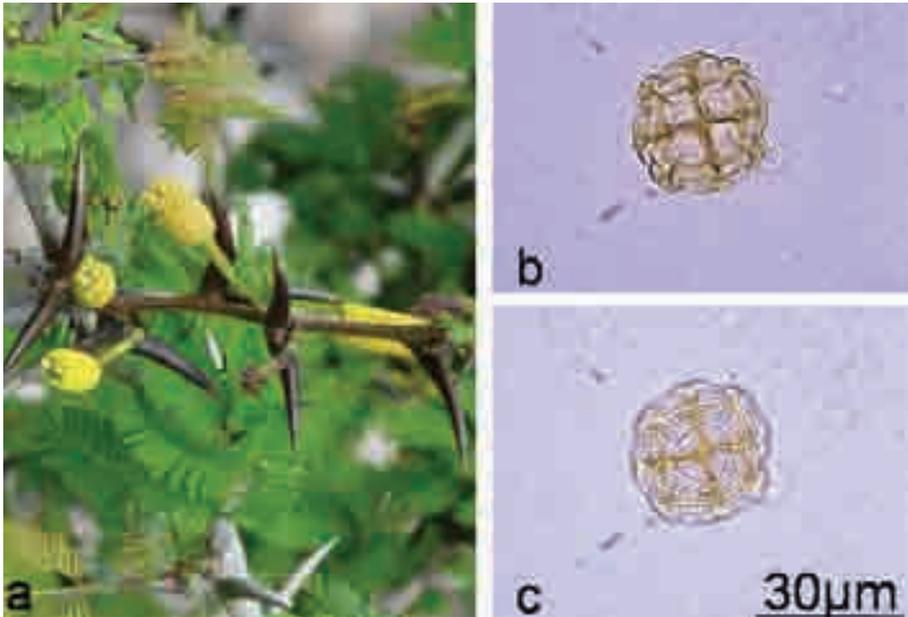


Figura 46. *Acacia collinsii* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en una políada (c) superficie con patrón microrreticulado. Fotografía: J. A. González Acereto

FABACEAE

Acacia collinsii Saff.

Polen: Políadas más o menos circulares de 28(30.7)33 μm de largo x 30 (33.2)35 μm de ancho, formadas por 16 granos de polen, 8 centrales y 8 periféricos. Mónadas tricolpadas, sincolpadas. Las centrales cuadrangulares a romboidales de 8(9.9)10 μm de largo x 8 (8.6) 9 μm de ancho. Mónadas periféricas rectangulares a trapezoidales de 9(9.7)11 μm de largo x 8 (9.1)10 μm de ancho.

Exina: De hasta 1 μm de grosor, sexina ligeramente mayor o igual que la nexina. Tectada, perforada, con patrón microrreticulado en la periferia de las mónadas.

Floración: Todo el año

Forma biológica: Árbol

Localidad: Mérida, Yucatán Parque Ecológico del Poniente

Ejemplar de referencia: R. González 27. (UADY-PAL 02)

Nombre local (maya/español): *Subiin*, cornezuelo.

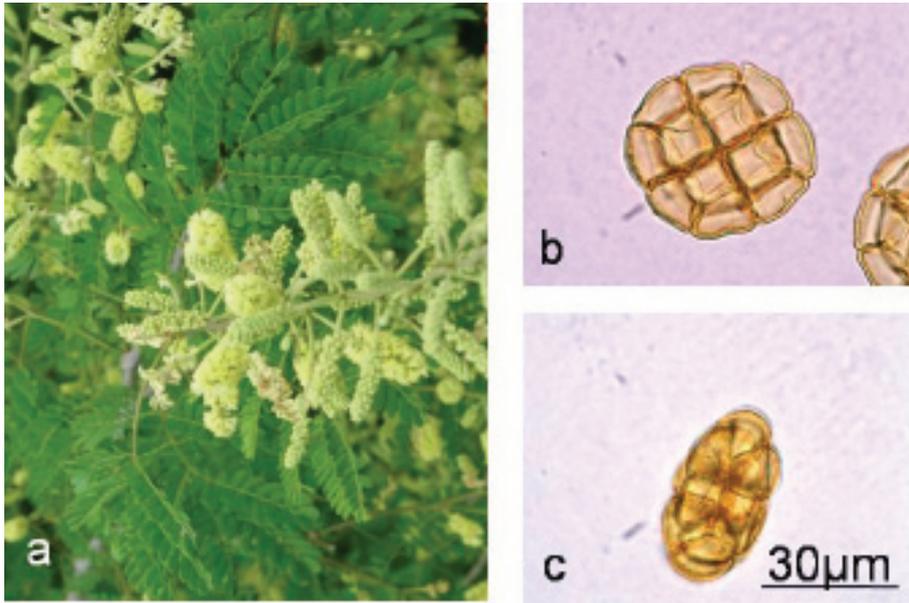


Figura 47. *Acacia gaumeri* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en una políada (c) vista lateral. Fotografía: J. A. González Acereto

FABACEAE

Acacia gaumeri S.F. Blake

Polen: Políadas más o menos circulares de 32 (34.9)37 μm de largo x 31(32.4)36 μm de ancho, formadas por 16 granos de polen, 8 centrales y 8 periféricos. Mónadas centrales cuadrangulares de 9(10.4)12 μm de largo x 10(11.2)13 μm de ancho. Mónadas periféricas rectangulares a trapezoidales de 6 (6.9) 8 μm de largo x 11(12.4)14 μm de ancho. Poros en las mónadas centrales localizados lateralmente, poco perceptibles.

Exina: De hasta 1 μm de grosor. Tectada, psilada.

Floración: Julio

Forma biológica: Árbol.

Localidad: Xoclán, Mérida, Yucatán.

Ejemplar de referencia: E. González 18. (UADY-PAL 03)

Nombre local (maya/español): *Box káatsim*



Figura 48. *Acacia pennatula* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en una políada; mónadas perforadas con patrón microrreticulado. Fotografía: ****W. J. Hayden

FABACEAE

Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.)
Benth.

Polen: Políadas más o menos circulares de 37 (36) 43 μm x 35 (36.7)39 μm , formadas por 16 granos de polen, 8 centrales y 8 periféricos. Monadas sincolpadas; las centrales cuadrangulares de 10 (11.2) 13 μm x 10 (10.7)12 μm . Las periféricas cuadrangulares a trapezoidales de 10(11.5)13 x 9(10.4)12 μm .

Exina: De 0.8 (0.9)1 μm de grosor, sexina igual a la nexina. Tectada, perforada, con

patrón microrreticulado en las intersecciones de las mónadas.

Aperturas: Tricolpados, sincolpados. La sincolpía sólo se observa en el polo distal.

Floración: Julio-agosto

Forma biológica: Árbol

Localidad: Othón P. Blanco, Quintana Roo

Ejemplar de referencia: J.S. Flores 12566. (UADY-PAL 154)

Nombre local (maya/español): Ch'i'imáay

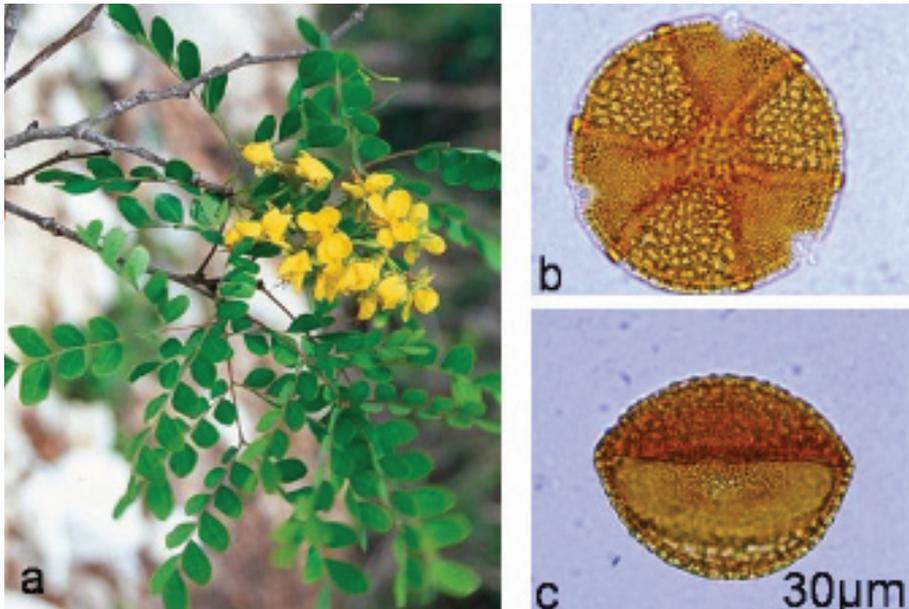


Figura 49. *Caesalpinia gaumeri* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro

FABACEAE

Caesalpinia gaumeri Greenm.

Polen: Esférico de 56(60)64 μm x 52(60)67 μm. P/E=1.0. Vista polar circular de 62(66.7)73 μm de diámetro.

Exina: De 3.2(4.6)5 μm de grosor, sexina 3 veces mayor que la nexina. Semitectada, eurriticulada, heterobrocada. Lumina verrugados.

Aperturas: Tricolporado, colpos de 45(45.8)47 μm de largo x 22(23)27 μm

de ancho, cerrados con membranas microrreticuladas. Márgenes de 4(5.7)6 μm de ancho. Endoaperturas lolongadas de 7(9.6)12 μm de largo x 2(3)4 μm de ancho. Distancia entre los colpos de 6(6.9)8 μm. IAP= 0.1, pequeña.

Floración: Marzo

Forma biológica: Árbol

Localidad: San Antonio Hool, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz 2596. (UADY-PAL 24).

Nombre local (maya/español): *Kitim che'*, *kitam che'*, *kitinché*

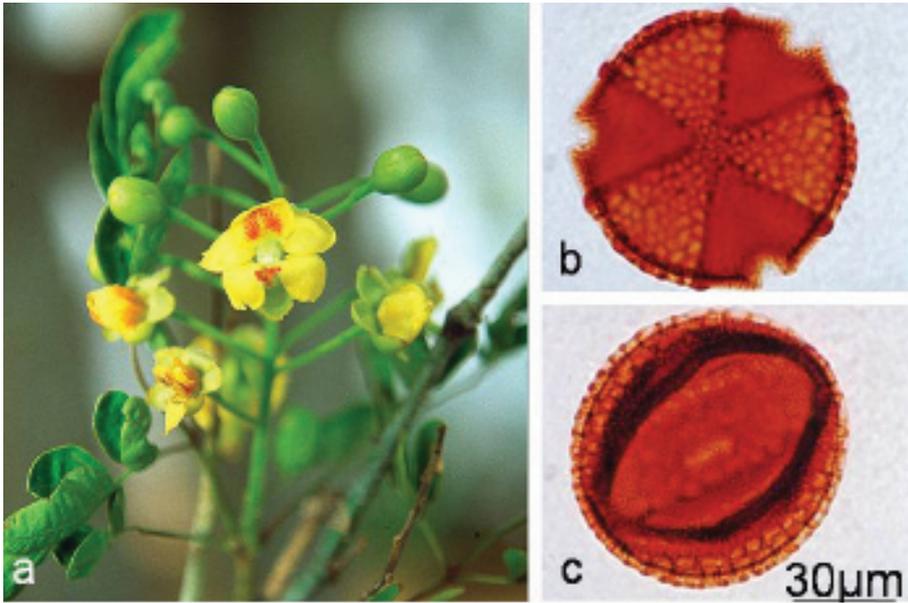


Figura 50. *Caesalpinia yucatanensis* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro

FABACEAE

Caesalpinia yucatanensis Greenm.

Polen: Oblato esferoidal de 68.9 (71)72.8 μm x 65 (67.3)72.8 μm . P/E=0.96
Vista polar circular de 70.2 (73.5)75.4 μm de diámetro.

Exina: De 4(3.8)5 μm de grosor, sexina 2(2.9)3 μm , nexina 1(1.6)2 μm . Semitectada, eurreticulada, heterobrocada.

Aperturas: Tricolporado, colpos de 31.2 (50.9)57.2 μm de largo x 20.8 (25.4)26 μm de ancho, cerrados con membranas semitectadas, microrreticuladas. Márgenes

de 3(3.6)4 μm de ancho. Endoaperturas lalongadas de 13(14.3)15.6 μm de largo x 3.9(5)5.2 μm de ancho. Distancia entre los colpos de 10(11.7)13 μm . IAP= 0.16, pequeña.

Floración: Marzo-mayo

Forma biológica: Árbol

Localidad: San Antonio Hool, Mérida, Yucatán

Ejemplar de referencia: J. J. Ortiz 2588a. (UADY-PAL 22)

Nombre local (maya/español): *Tak'inche'*, *top' lajum*, *top' k'úum*

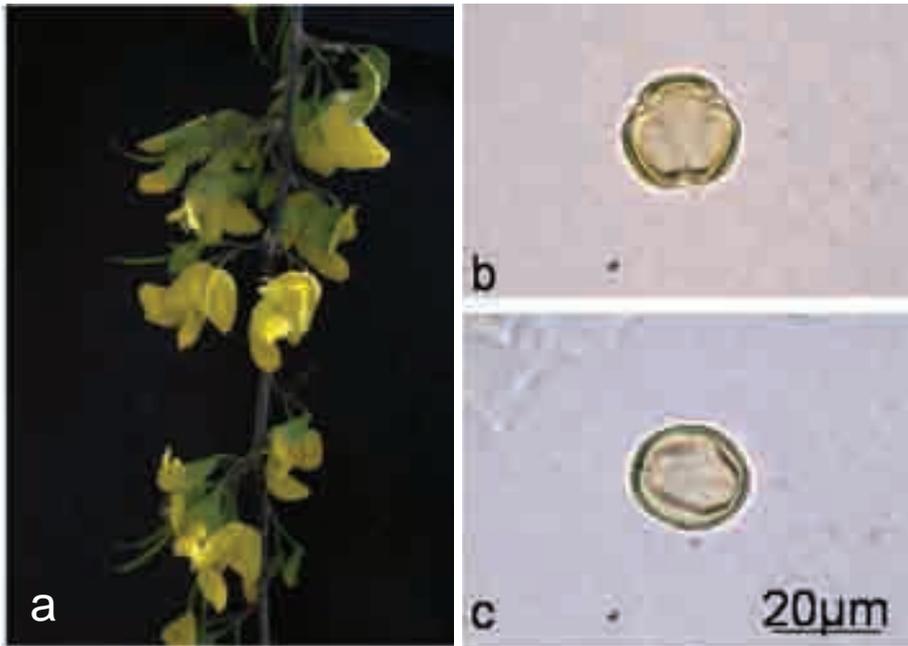


Figura 51. *Diphysa carthagenensis* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

FABACEAE

Diphysa carthagenensis Jacq.

Polen: Prolato esferoidal de 17 (17.8)18 μm x 15(16.5)17 μm P/E=1.08. Vista polar circular de 16(17.4)18 μm de diámetro.

Exina: De 1.5(1.53)1.8 μm de grosor; sexina menor que la nexina. Semitectada, microrreticulada.

Aperturas: Tricolporado, colpos de 13(13.6)15 μm de largo x 2(2.2)4 μm de ancho, con membranas lisas. Endoaperturas lalongadas de 4(4.6)6 μm de largo x 3(4.7)6

μm de ancho. Membrana de las endoaperturas, lisas. Distancia entre los colpos de 3(3.9)5 μm. IAP=0.22, pequeña.

Floración: Marzo

Forma biológica: Árbol

Localidad: San Antonio Hool, Mérida, Yuc.

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz, 2595. (UADY-PAL 26).

Nombre local (maya/español): Ts'ú ts'uk, Susuk

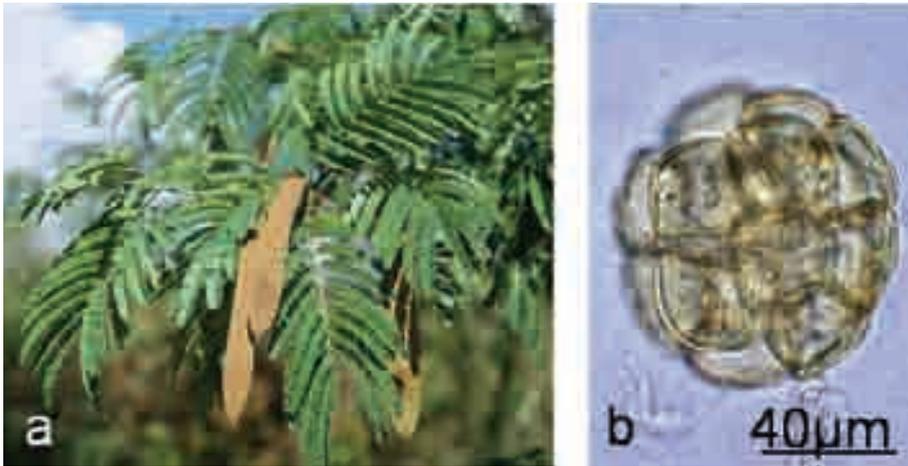


Figura 52. *Hovardia albicans* (a) inflorescencia (b) poliada, mónadas centrales pseudoaperturadas. Fotografía: M. Peña-Chocarro

FABACEAE

***Hovardia albicans* (Kunth) Britton & Rose**

Polen: Poliadas más o menos circulares de 75.1 (84.5)94.3 μm x 76.5 (79.6)91.8 μm , formadas por 16 granos de polen, 8 centrales y 8 periféricos. Mónadas centrales cuadrangulares, de 22.9 (25.5)28 μm ; mónadas periféricas cuadrangulares a trapezoidales de 22.9 (25) 33 x 22.9 (25.3) 30.5 μm .

Exina: De 1.2(1.3)2 μm de grosor, sexina igual a la nexina. Tectada, foveolada con patrón regulado en las mónadas periféricas.

Aperturas: Pseudoaperturado. Cada mónada central presenta una pseudoapertura con membrana areolada, que ocupa la cara distal casi por completo.

Floración: Julio-agosto

Forma biológica: Árbol

Localidad: Mayapán, Yucatán

Ejemplar de referencia: *E.L. Tatar y J. J. Ortiz 150.* (UADY-PAL 58)

Nombre local (maya/español): *Chukum*

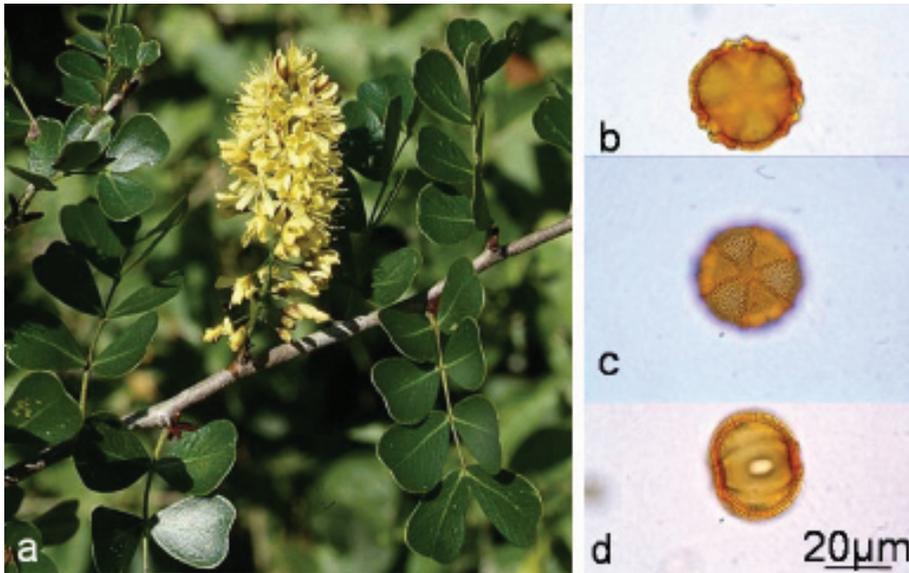


Figura 53. *Haematoxylum campechianum* (a) inflorescencia (b) polen, vista polar, sección de la exina (c) superficie (d) aperturas en vista ecuatorial
Fotografía: M. Peña-Chocarro

FABACEAE

Haematoxylum campechianum L.

Polen: Suboblato de 31.2(36.9)44.2 μm x 39(42.9)44.2 μm . P/E=0.86. Vista polar circular de 39(42.5)46.8 μm de diámetro.

Exina: De 2.6 (3.7)5.2 μm de grosor, sexina dos veces mayor que la nexina, engrosándose hacia las aperturas. Semitectada, eurreticulada, heterobrocada.

Aperturas: Tricolporado, colpos de 24.7(27.5)31.2 μm de largo x 15.6(16.5)18.2 μm de ancho. Las membranas de los colpos presentan un patrón finamente microrreticulado. Márgenes compactos

de 2(3.3)4 μm de ancho. Endoaperturas lolongadas de 5.2(5.9)7.8 μm de largo x 7.8(10.3)13 μm de ancho, con verrugas en los bordes. Distancia entre los colpos de 4(4.5)6 μm . IAP= 0.1, pequeña.

Floración: Abril

Forma biológica: Árbol

Localidad: Xmaben, Campeche

Ejemplar de referencia: J. J. Ortiz 2445. (UADY-PAL 19)

Nombre local (maya/español): *Bon che'*, *éek'*, *tinta che'*, palo de tinte, palo de Campeche

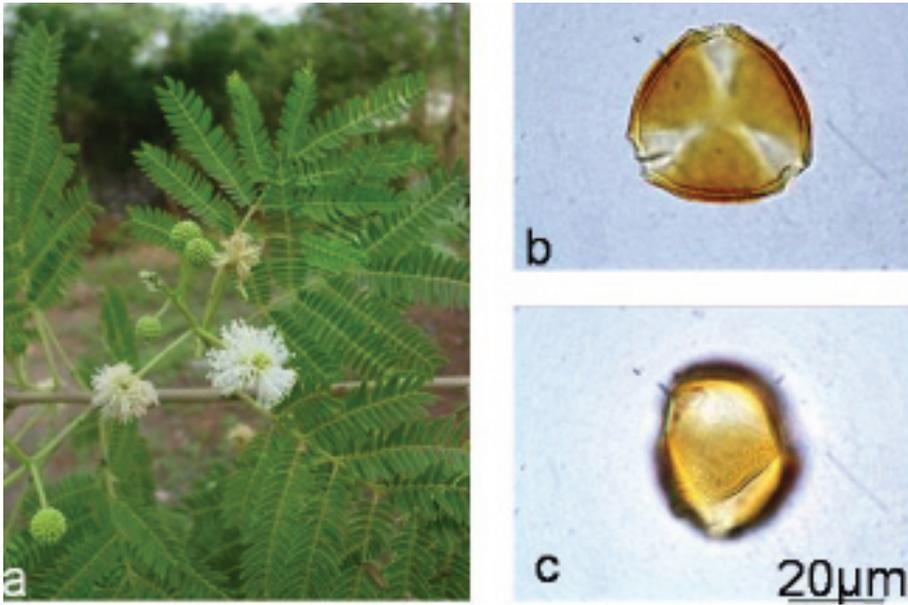


Figura 54. *Leucaena leucocephala* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

FABACEAE

Leucaena leucocephala (Lam.) De Wit

Polen: Oblato esferoidal de 46(52.8)61 μm x 44(58.6)63 μm . P/E=0.90. Vista polar circular de 56(60)63 μm de diámetro.

Exina: De 4(4.2)5 μm de grosor. Sexina de 2(2.3)3 μm , nexina 1(1.7)2 μm . Tectada, con patron microrreticulado y endofisuras en la nexina; algunos granos presentan perforaciones y equínulas dispersas.

Aperturas: Tricolporado, colpos 30(37.1)42 μm de largo x de 7(11.6)15 μm de ancho

con membranas lisas. Endoaperturas circulares de 7 (10.3)12 μm de diámetro. Distancia entre los colpos de 5 (8.3)10 μm . IAP= 0.13, pequeña.

Floración: Todo el año

Forma biológica: Árbol

Localidad: Xmatkuil, Yucatán

Ejemplar de referencia: *Ocaña 06.* (UADY-PAL 95).

Nombre local (maya/español): *Huaxin, waxim*

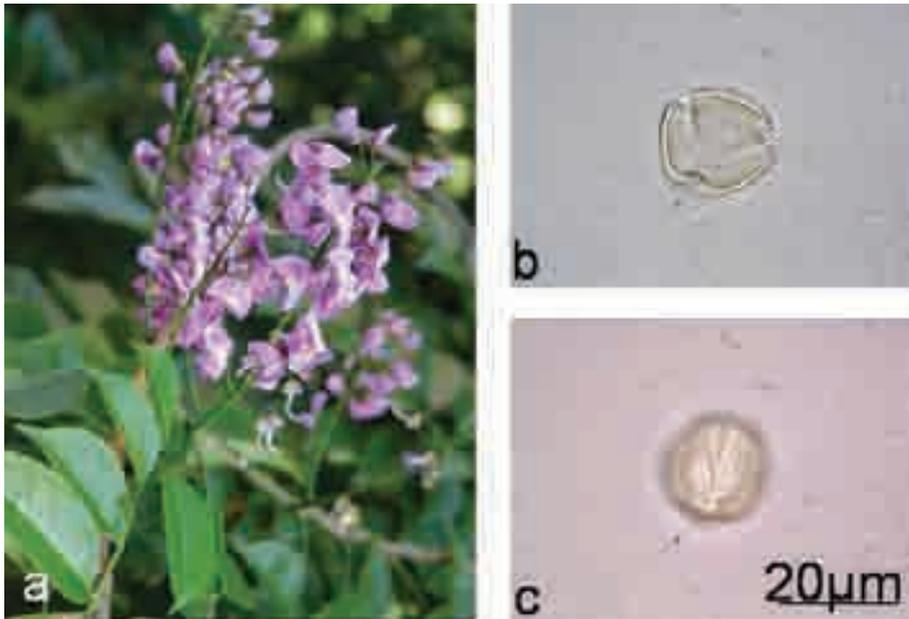


Figura 55. *Lonchocarpus longistylus* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. A. González Acereto

FABACEAE

Lonchocarpus longistylus Pittier

Polen: Esferoidal de 25(27)30.5 μm x 30.5 (32.2)34.2 μm . P/E=0.88. Vista polar circular de 26.7(31.6)38 μm de diámetro.

Exina: De 2 μm de grosor, sexina de igual grosor que la nexina. Tectada, foveolada a semitectada, microrreticulada en el área polar.

Aperturas: Tricolporoidado a tricolporado, colpos de 15.3(16.8)20.4 μm de largo x 6 (7.3)10.2 μm de ancho con membranas

lisas. Cuando presentes, las endoaperturas van de circulares a lalongadas de 3.8 (4.6)7.6 μm de largo x 5.1(7.7)10.2 μm de ancho. Distancia entre los colpos 7.6 (10.7)12.7 μm . IAP=0.33, mediana.

Floración: Octubre-noviembre

Forma biológica: Árbol

Localidad: Xmatkuil, Yucatán

Ejemplar de referencia: B. Ávila No. 8. (UADY-PAL 92)

Nombre local (maya/español): *Báalche'*

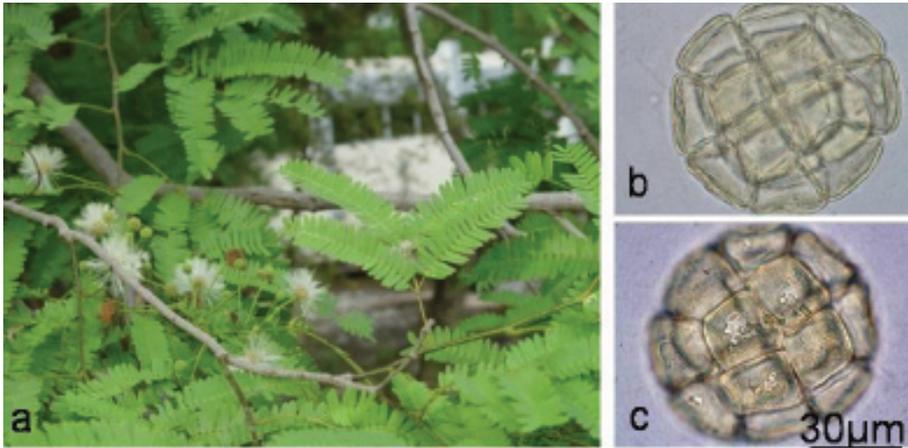


Figura 56. *Lysiloma latisiliquum* (a) inflorescencia (b) poliada, sección de la exina (c) mónadas centrales pseudoaperturadas. Fotografía: J. A. González Acereto

FABACEAE

Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.

Polen: Poliadas más o menos circulares de $79 (87.7)96.9 \mu\text{m} \times 76.5 (88.6)94.3 \mu\text{m}$, formadas por 16 granos de polen, 8 centrales y 8 periféricos. Mónadas centrales cuadrangulares de $22.9 (25.5)28 \mu\text{m} \times 25.5 (27.6)30.5 \mu\text{m}$, mónadas periféricas cuadrangulares a trapezoidales de $22.9 (27.4) 31.7 \times 22.9 (26) 30.5 \mu\text{m}$.

Exina: De $1.2(1.7)2 \mu\text{m}$ de grosor, sexina igual a la nexina. Tectada, psilada con patrón rugulado en las mónadas periféricas.

Aperturas: Pseudoaperturado. Cada mónada central, presenta una pseudoapertura circular o cuadrangular con membrana areolada.

Floración: Marzo a junio

Forma biológica: Árbol

Localidad: Zona militar, Campeche

Ejemplar de referencia: C. Gutiérrez, 5357. (UADY-PAL 57)

Nombre local (maya/español): *Tsalam, dzalam, box' tsalam*

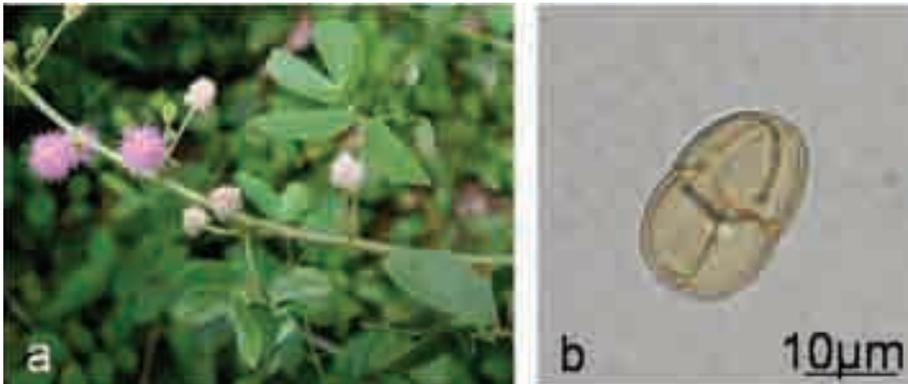


Figura 57. *Mimosa albida* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en una tétrada elíptica, con poros en las mónadas. Fotografía: W. J. Hayden

FABACEAE

***Mimosa albida* Humb. & Bonpl. ex Willd.**

Polen: Agrupado en tétradas tetragonales, de la forma cruzada, aplanada y elíptica de 22.9 (24.57)28 μm en el eje mayor x 10.2(12.9)15.3 μm en el eje menor. Mónadas triangulares de 10.2(12.8)15.3 μm de largo x 9(9.5)11.6 μm de ancho.

Exina: De hasta 1 μm de grosor, sexina y nexina no observadas. Tectada, psilada, con patrón microrreticulado.

Aperturas: Triporadas. Poros de 1.5(2.1)3 μm de diámetro dispuestos en los ángulos, hacia el centro de la tétrada.

Floración: Abril

Forma biológica: Arbusto

Localidad: Xmabén, Campeche

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz 237. (UADY-PAL 103)

Nombre local (maya/español): *Jeech*, *beech*, tapa vergüenza

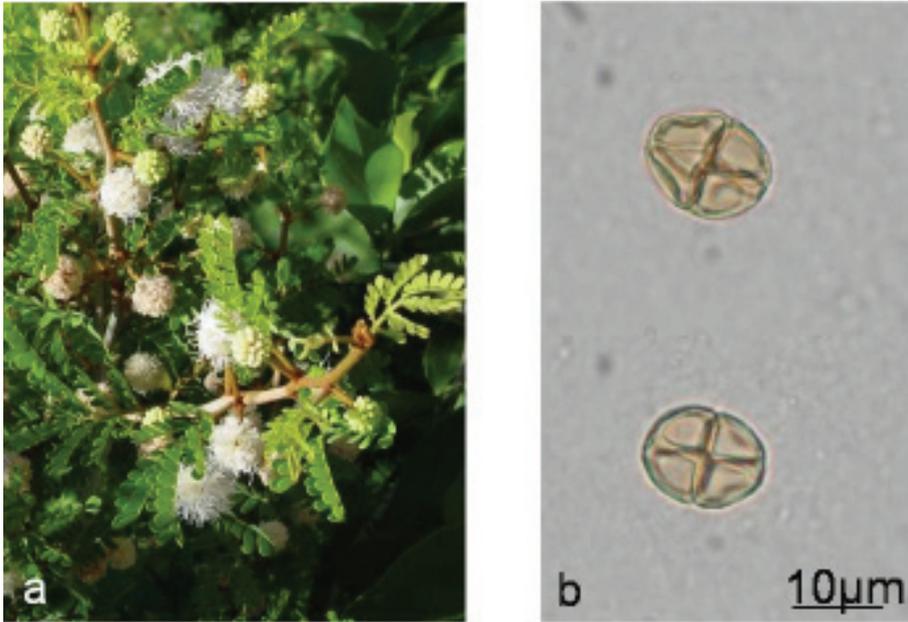


Figura 58. *Mimosa bahamensis* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en óctadas.
Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

FABACEAE

***Mimosa bahamensis* Benth.**

Polen: Agrupado en octadas elipsoidales de $14(15.2) 16 \mu\text{m}$ en el eje mayor x $11(11.75)12 \mu\text{m}$ en el eje menor. Mónadas de $7(8)7.6 \mu\text{m} \times 5(5.5)6 \mu\text{m}$.

Exina: De $0.8 \mu\text{m}$ de grosor, sexina y nexina no diferenciadas. Tectada, psilada.

Aperturas: No observadas

Floración: Julio, octubre-noviembre

Forma biológica: Arbusto, árbol pequeño

Localidad: Dzibilchaltún, Yucatán

Ejemplar de referencia: *D. L. Ávila* # 33. (UADY-PAL 18)

Nombre local (maya/español):
Sak káatsim, sak káatsin

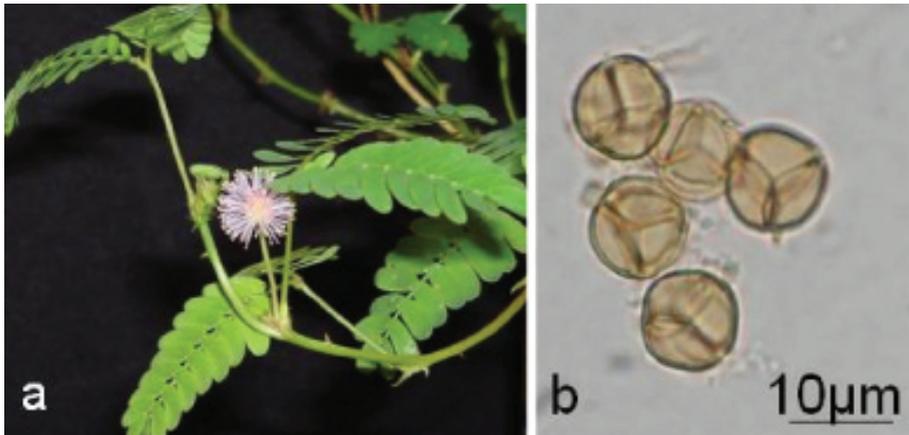


Figura 59. *Mimosa pudica* (a) inflorescencia (b) polen agrupado en tétradas tetraédricas. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

FABACEAE

***Mimosa pudica* L.**

Polen: Agrupado en tétradas tetraédricas circulares a romboidales de $10.5(11)12\mu\text{m}$ x $10.5(10.65)11\mu\text{m}$. Mónadas triangulares de $5(5.4)6\mu\text{m}$ de altura x $8(8.9)11\mu\text{m}$ de base.

Exina: Menor que $1\mu\text{m}$ de grosor, sexina y nexina no diferenciable. Tectada, psilada.

Aperturas: Poros poco perceptibles

Floración: Diciembre-febrero

Forma biológica: Hierba

Localidad: Comalcalco, Tabasco

Ejemplar de referencia: *M. A. Magaña 642.* (UADY-PAL 147)

Nombre local (maya/español): *X wenel xíiw, xmu'uts', x mu'muts',* dormilona, vergonzosa



Figura 60. *Piscidia piscipula* (a) inflorescencia (b) polen. Fotografía: J. A. González Acereto

FABACEAE

Piscidia piscipula (L.) Sarg.

Polen: Prolato esferoidal de 22(23.8)25 μm x 21(23.4)25 μm P/E=1.01 Vista polar circular de 22(23.5)26 μm de diámetro.

Exina: De 2(2.2)2.5 μm de grosor, sexina mayor que la nexina. Tectada, psilada a semitectada microrreticulada.

Aperturas: Tricolporado, colpos de 11(17.1)20 μm de largo x 2(2)2 μm de ancho con membranas lisas y margo de 1.6 μm de ancho. Poros lalongados de

6(6.9)9 μm de largo x 3(4.6)6 μm de ancho. Distancia entre los colpos 6 (7.8)10 μm . IAP= 0.33, mediana

Floración: Abril

Forma biológica: Árbol

Localidad: Circuito Colonias, Mérida, Yucatán

Ejemplar de referencia: *L. Miss # 8.* (UADY-PAL 99)

Nombre local (maya/español): *Ha'abin, ja'abin*

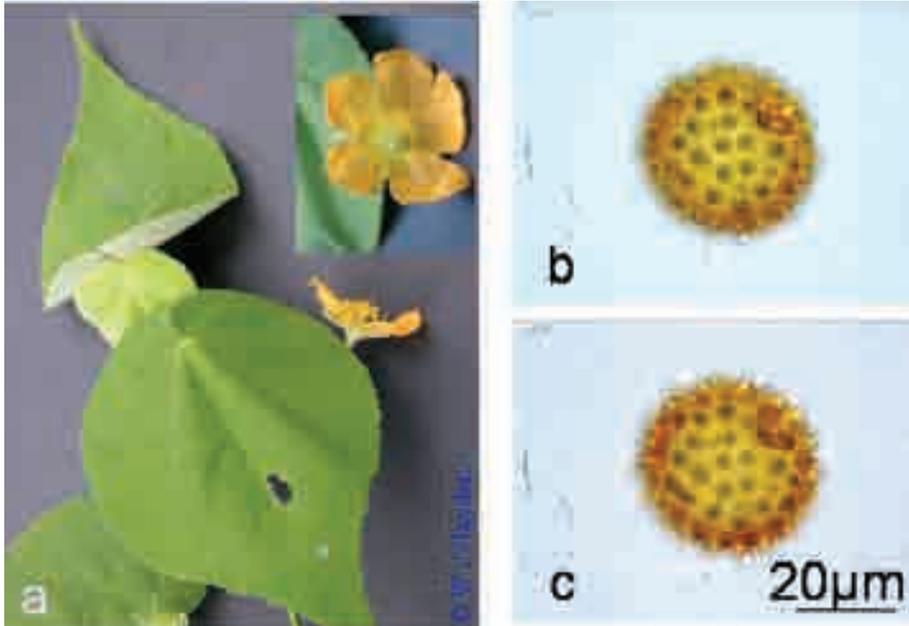


Figura 61. *Abutilon permolle* (a) flor (b-c) polen equinado. Fotografía: W. J. Hayden

MALVACEAE

Abutilon permolle (Willd.) Sweet

Polen: Esférico de 45(49.8)55 μm de diámetro, sin considerar las espinas.

Exina: De 2(2.3)3 μm de grosor, sexina igual a la nexina. Tectada, perforada, supraequinada. Espinas ampuliformes de 2.5 (4)5 μm de alto x 3(5.6)8 μm de ancho, insertadas en una base de columelas gruesas.

Aperturas: Tribrevicolporado, colpos cortos y angostos de 4(6.7)9 μm de largo x 1 μm de ancho. Endoapertura

circular de 3(4.3)6 μm de diámetro. Costa-endoapertura 3(4.4)6 μm de ancho. Distancia entre los colpos. IAP=0.5, grande.

Floración: Mayo, diciembre

Forma biológica: Hierba

Localidad: Maxcanú, Yucatán

Ejemplar de referencia: L.M. Ortega 326. (UADY-PAL 219)

Nombre local (maya/español): *Sak m'íisbil, sak x'íiw, x le'm'íisib*

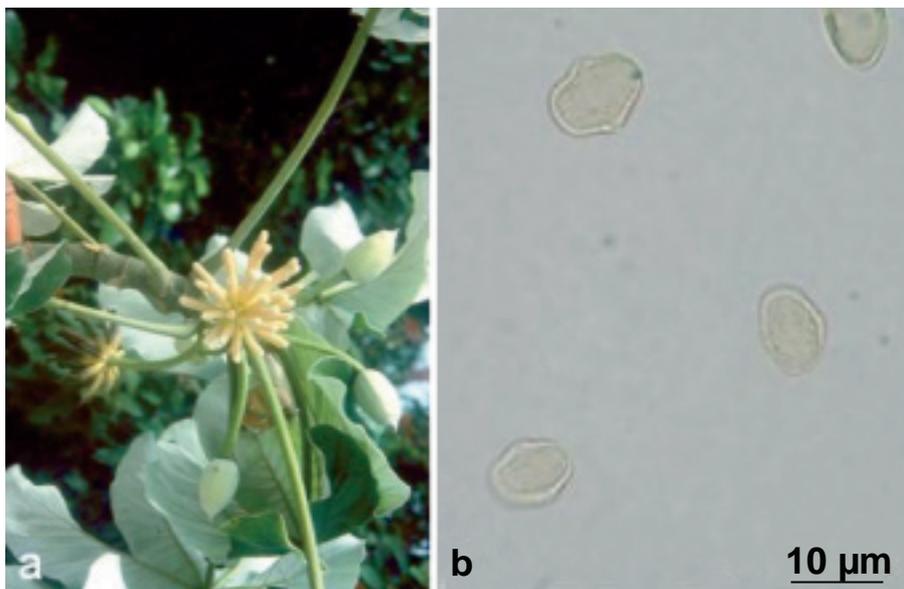


Figura 62. *Cecropia peltata* (a) inflorescencia (b) granos de polen en vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

MORACEAE

Cecropia peltata L.

Polen: Prolato de $12(12.6)14\mu\text{m} \times 7(8.4)9.5\mu\text{m}$. P/E=1.5. Vista polar circular de $9\mu\text{m}$ de diámetro.

Exina: Delgada, $<1\mu\text{m}$, engrosándose sobre las aperturas. Sexina igual a la nexina. Tectada, psilada a supramicro- verrugosa.

Aperturas: Diporado, poros circulares de $1.5(2)2.5\mu\text{m}$ de diámetro, situados ecuatorialmente.

Floración: Todo el año

Forma biológica: Árbol

Localidad: Champotón, Campeche

Ejemplar de referencia: C. Gutiérrez 4326. (UADY-PAL 289)

Nombre local (maya/español): *K'áaxil*, *xk'o'och*, guarumbo

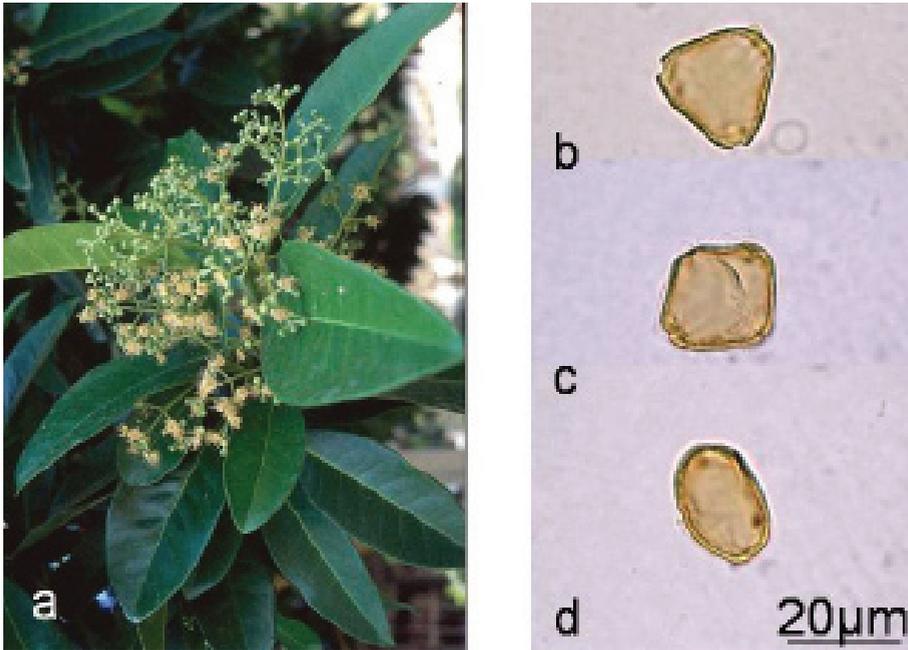


Figura 63. *Pimenta dioica* (a) inflorescencia (b–c) polen en vista polar (d) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro

MYRTACEAE

Pimenta dioica (L.) Merr.

Polen: Oblato, de 11(14.5)17 μm x 20(21.6)23 μm . P/E=0.67. Vista polar triangular de 19(20.5)22 μm de diámetro.

Exina: De 1.5 μm de grosor, sexina igual a la nexina. Tectada, psilada, con patrón microrreticulado.

Aperturas: Tricolporado, sincolpado, heteropolar. Colpos de 5(9.2)14 μm de largo x 1(1.6)3 μm de ancho, con membranas psiladas. Endoapertura lalongada de 3(4)7 μm de largo x 1(1.4)2.5 μm de

ancho. En la cara opuesta a la sincolpia, la distancia entre los colpos es de 2(3.2)5 μm . IAP= 0.15, pequeña.

Floración: Mayo-agosto

Forma biológica: Árbol

Localidad: Ejido Caobas, Othón P. Blanco, Quintana Roo

Ejemplar de referencia: J.L. Calzada 10518. (UADY-PAL 222)

Nombre local (maya/español): Box' pòol, nukuch pòol, pimienta de Tabasco

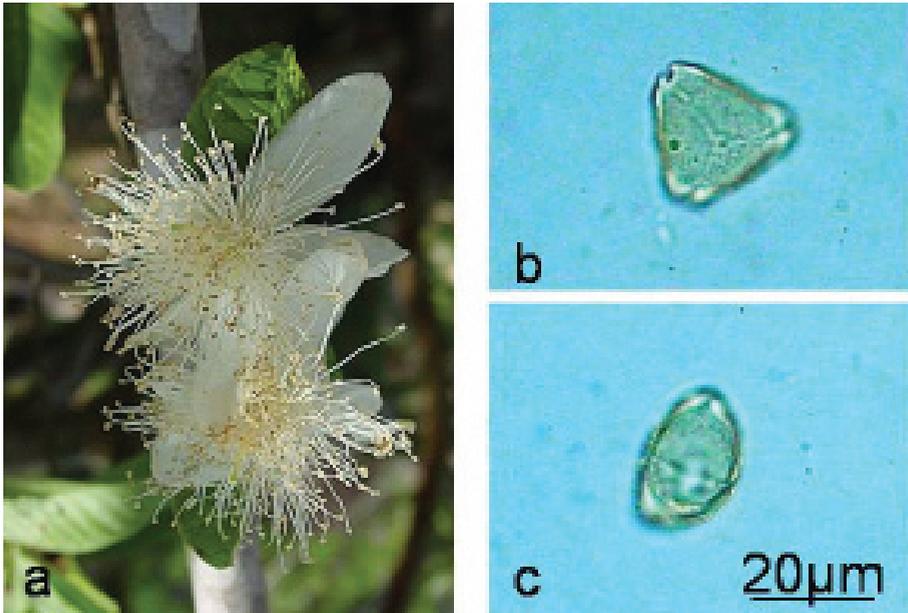


Figura 64. *Psidium guajava* (a) flores (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro

MYRTACEAE

Psidium guajava L.

Polen: Oblato, de $12(14)25 \mu\text{m} \times 20(23)28 \mu\text{m}$. P/E=0.60. Vista polar triangular de $20(22.2)25 \mu\text{m}$ de diámetro.

Exina: Delgada, menor que $1 \mu\text{m}$ de grosor, sexina igual que la nexina. Tectada, psilada, con patrón finamente microrreticulado.

Aperturas: Tricolporado, sincolpado, heteropolar; colpos de $9(11.4)13 \mu\text{m}$ de largo \times $1(1.8)3 \mu\text{m}$ de ancho. Endoaper-

tura circular de $3(2.1)3 \mu\text{m}$ de diámetro. En la cara opuesta a la sincolpia, distancia entre los colpos $2(3.2)4 \mu\text{m}$. IAP= 0.14, pequeña.

Floración: Julio-agosto

Forma biológica: Árbol

Localidad: Mérida, Yucatán

Ejemplar de referencia: *A. España 03.* (UADY-PAL11)

Nombre local (maya/español): *Pichi'*, guayaba



Figura 65. *Psidium sartorianum* (a) frutos (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

MYRTACEAE

Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.

Polen: Oblato de $10(11.3)13 \mu\text{m} \times 18(18.6)20 \mu\text{m}$. P/E=0.61. Vista polar triangular de $18(19.8)22 \mu\text{m}$ de diámetro.

Exina: Delgada, menor que $1 \mu\text{m}$ de grosor, sexina igual a la nexina. Tectada, psilada.

Aperturas: Tricolporado, sincolpado, heteropolar, colpos delgados de $3(4)5 \mu\text{m}$ de largo $\times 2(2.3)3 \mu\text{m}$ de ancho con membranas psiladas a escabrosas. Poros poco

perceptibles operculados, difíciles de medir. Distancia entre los colpos $3(3.6)5 \mu\text{m}$. IAP= 0.18, pequeña.

Floración: Junio

Forma biológica: Árbol

Localidad: Oxcutzcab, Yucatán

Ejemplar de referencia: W.J.Hayden 4718. (UADY-PAL 221)

Nombre local (maya/español):

X pichi'che', guayabillo

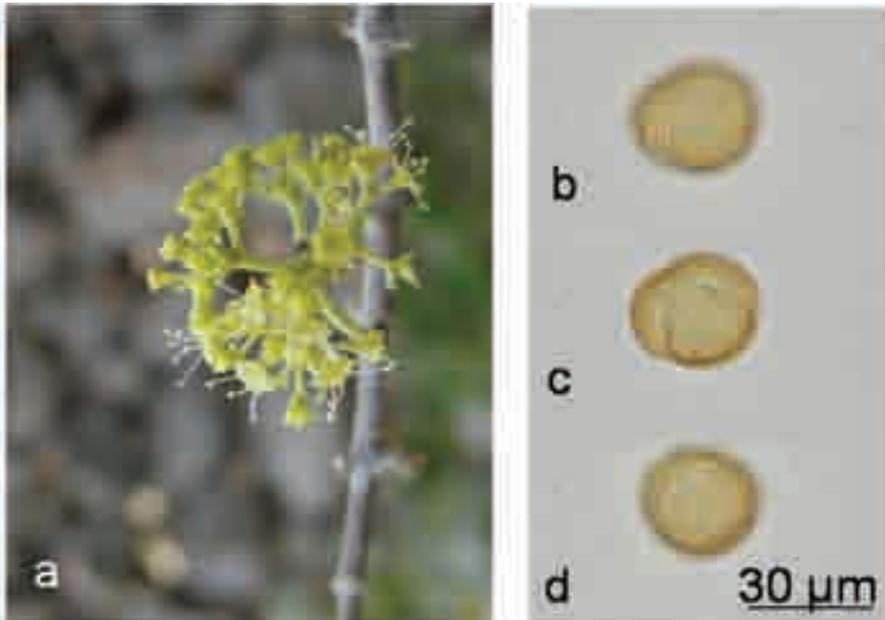


Figura 66. *Pisonia aculeata* (a) inflorescencia (b-c) polen en vista polar (d) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

NYCTAGINACEAE

Pisonia aculeata L.

Polen: Suboblato, de 25(26.6)28 μm x 29(30.7)32 μm . P/E = 0.86. Vista polar circular de 30(32)36 μm de diámetro.

Exina: De 2 μm de grosor, sexina igual o ligeramente menor que la nexina. Semitectada, microrreticulada.

Aperturas: Tricolpado a tetracolpado. Colpos de 15(19.2)23 μm de largo x 2(3.5)5 μm de ancho. Colpos con membranas

verrugadas. Distancia entre los colpos 10(12.9)22 μm . IAP=0.40, mediana.

Floración: Marzo-abril

Forma biológica: Arbusto, arbolito

Localidad: Parque Ecológico Lagunas de Yalahau, Tekit, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz, 2577. (UADY-PAL55)

Nombre local (maya/español): Béeb

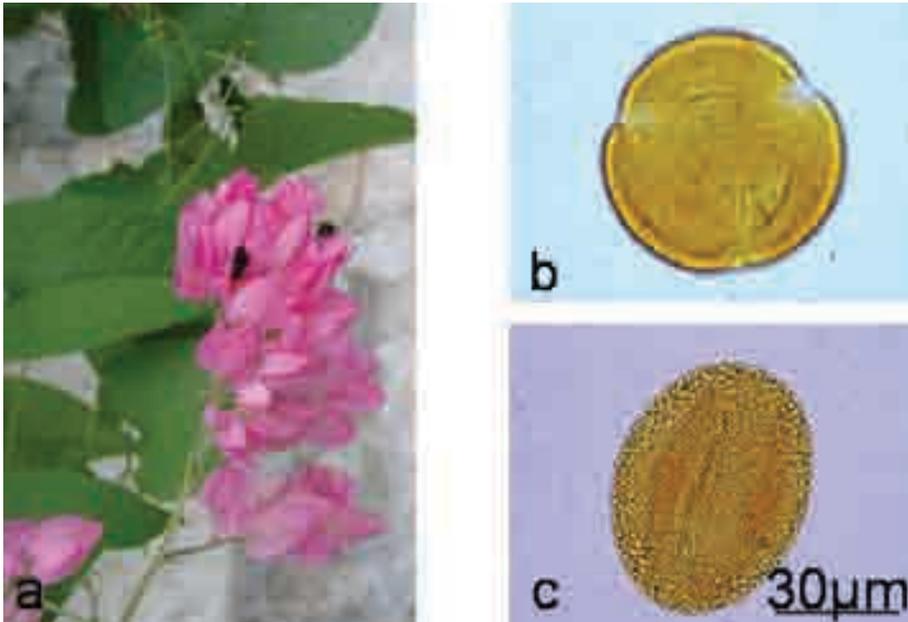


Figura 67. *Antigonon leptopus* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. A. González Acereto

POLYGONACEAE

***Antigonon leptopus* Hook & Arn.**

Polen: Esferoidal de 63.7 (72.87)86.7 μm x 61.2 (68) 71.4 μm . P/E=. Vista polar circular de 66.3 (68.02) 73.9 μm de diámetro.

Exina: De 2.5 (2.9) 4 μm de grosor, sexina 2 veces mayor que la nexina. Semitectada, eurreticulada.

Aperturas: Tricolporado, colpos membranosos de 50.1 (55.3)61.2 μm de

largo x 3.8 (6.7)7.6 de ancho. Membranas escabrosas. Poro circular de 5.1 (9.3)12.7 μm de ancho. Distancia entre los colpos: 12.7 (15.2)17.8 μm . IAP= 0.22, pequeña.

Floración: Abril-noviembre

Forma biológica: Hierba trepadora

Localidad: Xmatkuil, Yucatán

Ejemplar de referencia: F. Martínez y F. Irigoyen, 16. (UADY-PAL117)

Nombre local (maya/español): *Chak lòol makal*, flor de San Diego

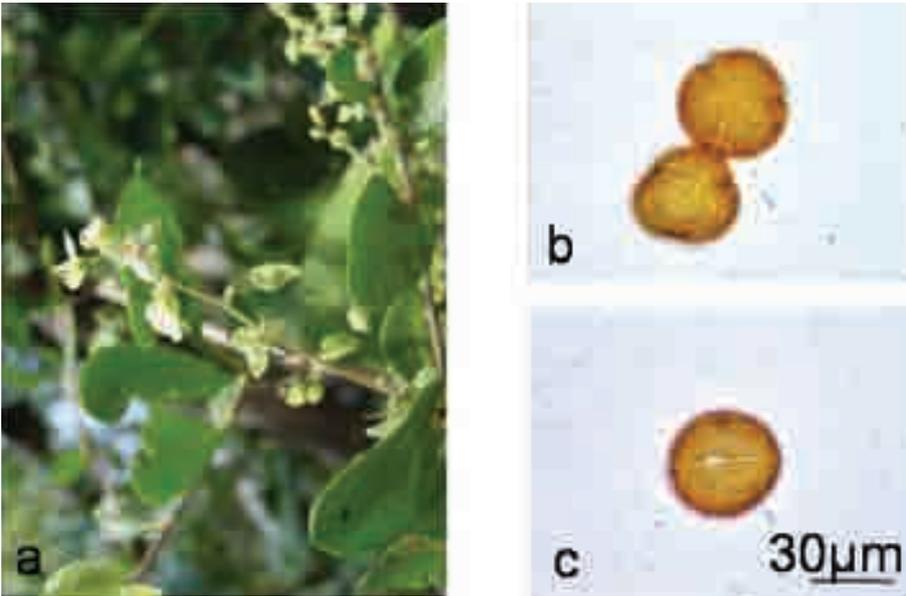


Figura 68. *Gymnopodium floribundum* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

POLYGONACEAE

Gymnopodium floribundum Rolfe

Polen: Subprolato, de $40.5(49.4)56.6 \mu\text{m}$ x $34.5(38.8)45.8 \mu\text{m}$. P/E = 1.2. Vista polar circular de $40.5(46)48.5 \mu\text{m}$ de diámetro.

Exina: De $2(2.5)3 \mu\text{m}$ de grosor, sexina mayor o igual que la nexina. Semitectada, reticulada, perforada.

Aperturas: Tricolporado. Colpos delgados de $29.5(38.1)43.3 \mu\text{m}$ x $1(1.25)2.5$. Endoapertura lalongada de $2.5(6.8)10.2 \mu\text{m}$, observado en algunos granos, otros

sin endoapertura aparente o con una pequeña fisura transversal sobre el colpo. Distancia entre los colpos $7.6(9.5)10.4 \mu\text{m}$. IAP = 0.21 pequeña.

Floración: Diciembre a junio

Forma biológica: Arbusto, árbol

Localidad: Sabana Chacho Lugo Becanchén, Yuc.

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz, 2478. (UADY-PAL143)

Nombre local (maya/español): Ts'íts'ilche'

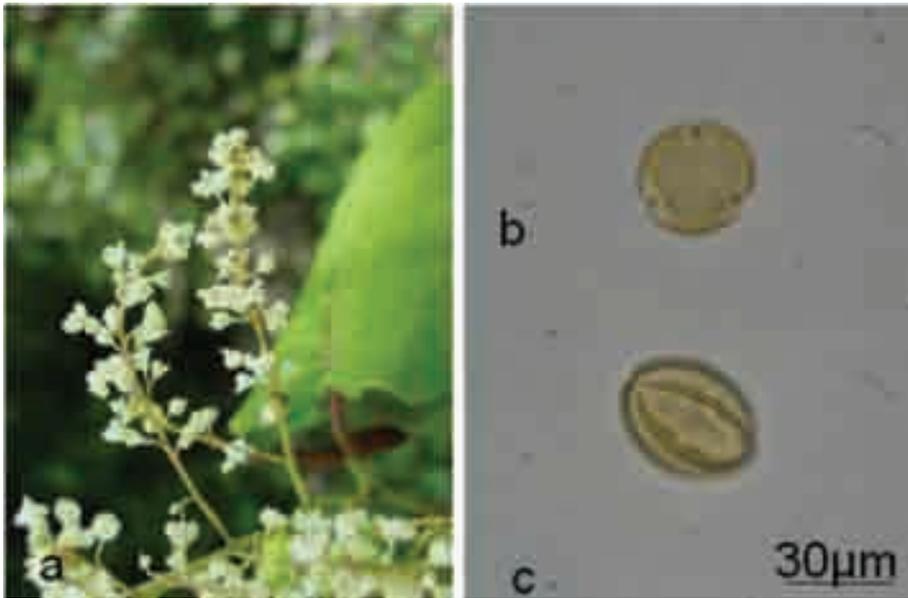


Figura 69. *Neomillspaughia emarginata* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

POLYGONACEAE

Neomillspaughia emarginata (H. Gross)
S.F. Blake

Polen: Subprolato de 32(35.6)41 µm x 22.9 (27.15)33 µm. P/E=1.3. Vista polar circular de 30.5(35.4)43.3 µm de diámetro.

Exina: De 2.5(3.3)3.5 µm de grosor, sexina 2 veces mayor que la nexina. Semitectada, microrreticulada.

Aperturas: Tricolporado. Colpos delgados de 22.9 (28.2)33.3 µm x 1.2 (2.1)3.7 µm. En-

doaperturas finas, lalongadas de 2.5(4.9)7.6 µm de largo. Distancia entre los colpos 10.2(14.3)20.4 µm. IAP=0.40, media.

Floración: Mayo-julio; agosto-noviembre

Forma biológica: Arbusto, árbol

Localidad: Campeche, Campeche

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz, 518. (UADY-PAL 248)

Nombre local (maya/español): Sak itsa', tsa' itza'

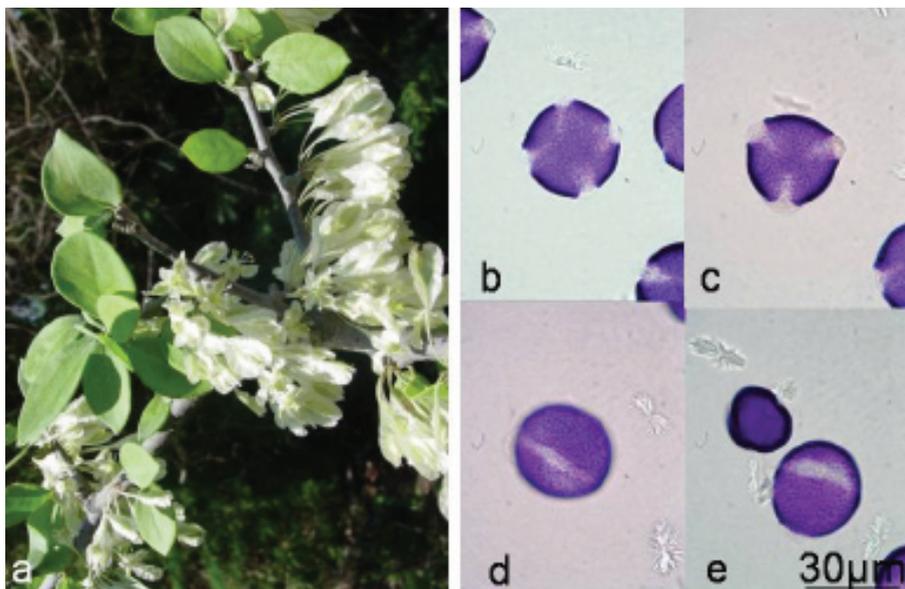


Figura 70. *Podopterus mexicanus* (a) inflorescencia (b-c) polen en vista polar (d-e) vista ecuatorial. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

POLYGONACEAE

Podopterus mexicanus Bonpl.

Polen: Esferoidal, de 30.5 (37.4) 43.3 μm x 30.5 (39.1) 43.3 μm . P/E=0.95. Vista polar circular a ligeramente cuadrangular, de 35.5 (38)40.5 μm de diámetro.

Exina: De 2(2.1)2.5 μm de grosor, sexina igual o ligeramente mayor que la nexina. Semitectada, microrreticulada.

Aperturas: Tricolporado o tetracolporado en igual proporción. Colpos de 25.5 (29.2)33 μm x 5.1 (8.9)12.7 μm , con

membranas granulares. Endoaperturas circulares de 5.1 (10.1) 16.6 μm de diámetro. Distancia entre los colpos 5.1 (6.1) 7.6 μm . IAP=0.13, pequeña.

Floración: Marzo-mayo

Forma biológica: Arbusto, árbol pequeño.

Localidad: Carretera Dzemul-Telchac Puerto, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz 939. (UADY-PAL 69)

Nombre local (maya/español): Púuts'mukuy, sak bàach

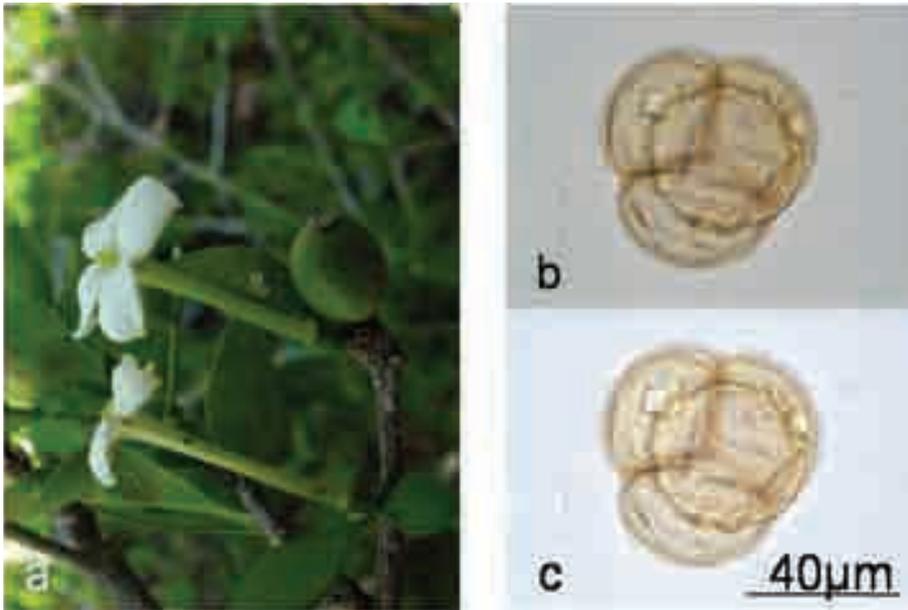


Figura 71. *Randia obcordata* (a) flor (b) polen agrupado en tétradas (c) poros anillados. Fotografía: J. J. Ortiz Díaz

RUBIACEAE

***Randia obcordata* S.Watson**

Polen: Agrupado en tétradas tetraédricas de 63.7 (72.9)73.9 μm de diámetro. Mónadas esféricas de 38(47.4)48.5 μm de diámetro.

Exina: Delgada 1(1.7)2.5 μm de grosor. Sexina igual que la nexina. Tectada, psilada con patrón microrreticulado.

Aperturas: Mónadas triporadas, poros

anillados de 7.6 (8.1)10.2 μm de diámetro. Annuli de 2(2.3)3 μm de grosor.

Floración: Diciembre-marzo

Forma biológica: Arbusto

Localidad: San Antonio Hool, Dzitya, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J.Ortiz 2587. (UADY-PAL 87)

Nombre local (maya/español): Cruz k'i'ix

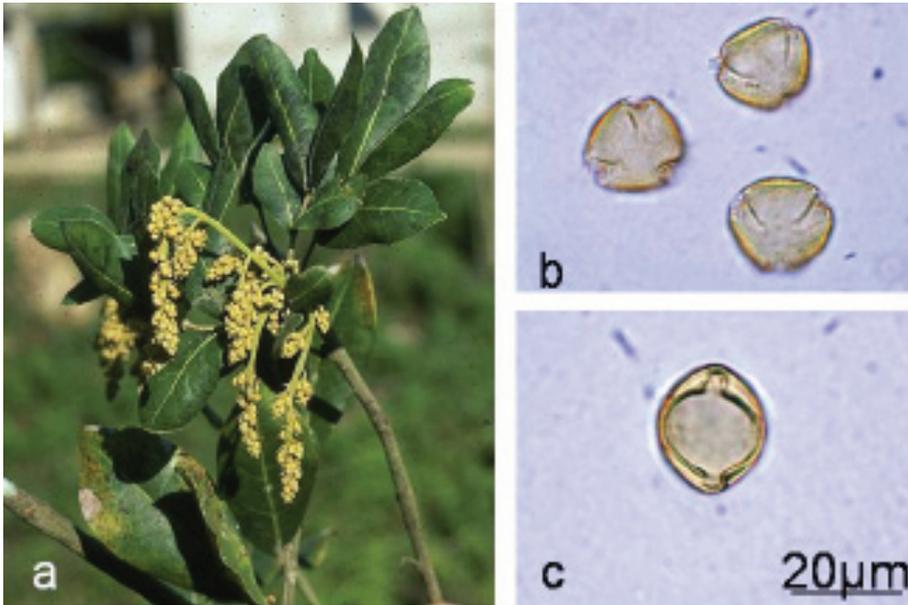


Figura 72. *Talisia oliviformis* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro

SAPINDACEAE

Talisia oliviformis (Kunth) Radlk.

Polen: Suboblato de 17.8(19.6)20.4 μm x 22.9 (24) 25.5 μm . P/E=0.82. Vista polar triangular de 22.9(23.2)25.5 μm de diámetro.

Exina: De 1.5(1.8)2 μm de grosor, adelgazándose hacia las aperturas; sexina y nexina difíciles de diferenciar. Tectada, foveolada ligeramente suprarrugulada. Patrón finamente estriado-microrreticulado.

Aperturas: Tricolporado, colpos de 14(16.5)17.8 μm de largo x 5(5.3)7.6 μm de

ancho con membranas escabrosas; Márgenes delgados, endoaperturas circulares de 3.8(4.5)5 μm de diámetro. Distancia entre los colpos 14(16.3)16.3 μm . IAP= 0.26, mediana.

Floración: Abril

Forma biológica: Árbol

Localidad: Solares de Chuburná, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz 2598. (UADY-PAL 36)

Nombre local (maya/español): Wayam, wayúum pais, huaya nativa



Figura 73. *Tohuinia paucidentata* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar, tricolporado (c) tetracolporado (d) vista ecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro

SAPINDACEAE

***Tohuinia paucidentata* Radlk.**

Polen: Oblato, de 17 (21.4)26 µm x 27 (30.3) 32 µm. P/E=0.71 Vista polar triangular a cuadrangular de 23(25.6)28 µm de diámetro.

Exina: De 1.2 a 1.6 µm de grosor, sexina igual o menor que la nexina. Semitectada, reticulada-estriada.

Aperturas: Tricolporado a tetracolporado colpos de 4(4.5)5 µm de largo x 1 (1.5)2 µm de ancho. Endoaperturas pequeñas y

circulares menores que 1µm de diámetro. Distancia entre los colpos 14(19.5)24 µm. IAP= 0.76, muy grande.

Floración: Noviembre-enero

Forma biológica: Árbol

Localidad: San Antonio Hool, Mérida, Yucatán

Ejemplar de referencia: J.J. Ortiz 2597. (UADY-PAL 34)

Nombre local (maya/español): *K'an chunúup*



Figura 74: *Trema micrantha* (a) inflorescencia (b) polen en vista polar (c) vista semiecuatorial. Fotografía: M. Peña-Chocarro

ULMACEAE

***Trema micrantha* (L.) Blume**

Polen: Oblato-esferoidal, de 19 (20.5)23 μm x 20(21.4)23 μm de diámetro. P/E=0.95

Exina: De 1.5 (1.6)2 μm engrosándose hacia las aperturas. Sexina igual o ligeramente mayor que la nexina. Tectada, supramicroverrugosa con patrón microreticulado.

Aperturas: Diporado, poros circulares de 3(3.4)4 μm de diámetro, vestibulados.

Floración: Todo el año

Forma biológica: Árbol

Localidad: Champotón, Campeche

Ejemplar de referencia: *L.M. Ortega & E. Ucán* 976. (UADY-PAL 290).

Nombre local (maya/español): *Sak pixòoy*, capulincillo

11. LITERATURA CITADA

- Alfaro, R., González-Acereto, J., López, E., Martínez, E., Ortiz, J. 2007. Orígenes botánicos de la miel del estado de Yucatán, México. En Memoria del XXI Seminario Americano de Apicultura. Mazatlán, Sinaloa. ONA, Gobierno del Estado de Sinaloa. pp:40-50.
- Alfaro, R., González-Acereto, J., Ortiz, J López, E., Martínez, E., Ramírez, E. 2008. Orígenes botánicos de las mieles comerciales del estado de Campeche, México. En Memoria del XXII Seminario Americano de Apicultura. Mérida, Yucatán. ONA. Gobierno del Estado de Yucatán. pp:151-157.
- Arana, G. 2002. Relación entre el análisis fisicoquímico y el análisis palinológico de las mieles de la península de Yucatán. Tesis en opción al grado de Maestro en Ciencias. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. 98p.
- Ballinas, N. 2004. Evaluación de la calidad fisicoquímica de la miel de abeja (*Apis mellifera*) recolectada en el estado de Yucatán. Tesis en opción al grado de Maestro en Ciencias. Facultad de Ingeniería Química. UADY. 58 p.
- Barrera, A.1980. Diccionario maya Cordemex. Maya-español/español-maya. Ed. Cordemex.Mérida, Yucatán. 360 p.
- Bogdanov, S., Martín, P., Lüllman, C. 1997. Harmonised Methods of the European Honey Commission. Apidologie extra issue. pp: 1-59.
- Burgos, A., Angulo, O., Rivas, I., Centurión, A., Zaldivar, J., Cuevas, L. y Sauri. E. 2008. Análisis descriptivo cuantitativo de mieles monoflorales de *Apis mellifera* de la península de Yucatán México. En: Memorias del V Simposio Iberoamericano de Evaluación Sensorial. SENSIBER. Bogotá, Colombia, SEO-6.
- Calkins, Ch. (1975) Introducción de las Abejas (*Apis mellifera*) a la península de Yucatán. Apicultura en México. Año 5 No. 4. Julio – agosto: 13-17.
- Casares G. Cantón, R.; Duch, J.; Zavala, S. 1998. Yucatán en el tiempo. Enciclopedia Alfabética. Tomo I: 254-263 Mérida, Yucatán, México.

- Castillo Calero A. 1977. Yucatán tierra de fibras y miel. Ediciones del Gobierno del Estado de Yucatán: 83 p. Mérida, Yucatán, México.
- CODEX STAN 12, 1981. CODEX NORMA PARA LA MIEL CODEX STAN 12-1981.
- CODEX STAN 1, 1985. NORMA GENERAL PARA EL ETIQUETADO DE LOS ALIMENTOS PREENVASADOS CODEX STAN 1-1985.
- CONABIO, 2008. Miel Peninsulares y diversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Corredor Biológico Mesoamericano. México, segunda edición, México.
- Crane, E. 1975. Honey: A comprehensive Survey. Heinemann, London. pp 207-239.
- Crane, E. 1990. Bees and Beekeeping. Science, Practice and World Resources. Heinemann Newnes. Suffolk. U.K. pp: 3-21, 355-400
- Durán, R., Olmsted, I. 1999. "Vegetación de la Península de Yucatán". En Atlas de procesos Territoriales de Yucatán. UADY. Facultad de Arquitectura. pp: 183-194.
- Durán, R., Campos, G., Trejo, J. C., Simá, P., May, F., Juan-Quí, M. 2000. Listado Florístico de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán. PNUD, FMAM. 259 p.
- Echazarreta, C., Quezada, J., Medina, L., Pasteur, K. (1997). Beekeeping in the Yucatan Peninsula: Development and current status. Bee World 78(3):115-12.
- Erdtman, G. 1969. Handbook of Palynology. An Introduction to the study of pollen grains and spores. Munksguard, Copenhagen pp: 208-216.
- Flores, J. S. 1990. "The Flowering Periods of Leguminosae in the Yucatán Peninsula in Relation to Honey Flows". Journal of Apicultural Research. 29 (2): 82-88.
- González-Acereto, J.A., Viera, F. A. 2004. Manual de producción de jalea real. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Serie Manuales. pp. 44-45.

- González-Acereto, J., De Araujo, Ch. 2005. Manual de Meliponicultura Mexicana. Ed. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Fundación Produce Guerrero A.C. pp: 5–12.
- González-Iturbe, J. A., Olmsted, I.; Tun-Dzul, F. 2002. "Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatan, Mexico". *Forest Ecology and Management* 167: 67-82.
- Güemes, F. J., Pat, J. M. 2001. Condiciones actales de la Apicultura en el estado de Campeche. SISIERRA, ECOSUR, UQROO. Campeche. 32 p.
- Güemes, F, Echazarreta, C., Villanueva, R. 2004. Condiciones de la apicultura en Yucatán y del mercado de sus productos. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. pp. 42-43.
- Guzmán, B. 2003. Efecto del almacenamiento sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica de la miel de abeja producida en el estado de Yucatán. Tesis en opción al grado de maestro en Ciencias. Facultad de Ingeniería Química. UADY. 66 p.
- Instituto de la Miel del Caribe. 2007. Propuesta e implementación de planes piloto del buen manejo apícola vinculados a una propuesta de ordenamiento apícola y monitoreo de la calidad de la miel en las áreas focales del CBM-M en el estado de Quintana Roo y sus áreas de influencia. IMC-CONABIO, CBM-M. 110 p. www.cbm.gob.mx/consultorias.php
- Labougle, J., Zozaya, A. 1985. La Apicultura en México. Ciencia y Desarrollo. México. 69: 17-36.
- Louveaux, J., Maurizio, A., Vorwhol, G. 1978. Methods of Melissopalinalogy. *Bee World* 59:139-157.
- Lüllman, C. 1998. Quality Problems in Honey. En: Memorias del XII Seminario Americano de Apicultura. Mérida, Yucatán, México. Unión Nacional de Apicultores. Gobierno del estado de Yucatán. pp. 25-26.
- Martínez-Hernández, E., Cuadriello-Aguilar, J., Téllez-Valdez, O., Ramírez-Arriaga, E., Sosa-Nájera, M., Medina-Camacho, M.; Lozano-García, M. 1993. Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel de la región del Tacaná, Chiapas, México. Instituto de Geología. México, D.F. 105 p.

- Martínez, F. 1984. Apicultura. Con un apéndice sobre la abeja africanizada. Octava edición. Ed. Productos Martínez. Mérida, Yucatán, México. pp. 5-18.
- Miranda, F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. En: Beltrán, E. (Ed.) Los recursos Naturales del Sureste y su aprovechamiento. IMERNAR, A.C. México, D.F. pp. 213-271.
- Mizrahi, A., Ramos, J. M., Jimenez, J. 1997. Composition, structure and management potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned henequen plantations of Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management* 94: 79-88.
- Moguel, Y., Echazarreta, C., Mora, R. 2005. Calidad fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración. *Tec. Pec. Mex.* 43(3): 323-334.
- Moore, P. D., Webb, J. A., Collinson, M. E. 1991. *Pollen Analysis. Second Edition.* Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 44-78.
- Naturland, 2005. Normas de Naturland para la apicultura orgánica. www.Naturland.de. 10 p.
- Norma Mexicana, NMX-F-036-NORMEX-2006, ALIMENTOS-MIEL-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.
- Orellana, R., Balam, M., Bañuelos, I. 1999. Mapa del Balance Ombrotérmico de la Península de Yucatán. En: Atlas de los procesos territoriales de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Arquitectura. pp. 175.
- Palacios, R., B. Ludlow-Wiechers, R. Villanueva. 1991. Flora palinológica de la Reserva de la Biosfera de Sian' Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo CIQRO. 321 p.
- Piana, M. L., Persano, L., Bentabol, A., Bruneau, E., Bogdanov, S., Guyot-Declerck, C. 2004. Sensory analysis applied to honey: State of the art. *Apidologie* 35 (Suppl.) S26-S37
- Porter-Bolland, L. 2003. La apicultura y el paisaje maya. Estudio sobre la fenología de floración de las especies melíferas y su relación con el ciclo apícola en la Montaña, Campeche, México. En: Estudios Mexicanos. Vol. No. 19(2). pp. 303-330.

- Punt, W., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A. 1994. Glossary of pollen and spore terminology. LPP Contribution Series No 1. LPP Foundation, Utrecht. 71 p.
- Quezada-Euán, J. J. G., Medina, L., González, J., Moo, H. 2001. Biología de las abejas sin aguijón... En Memorias del curso Biología, Reproducción y manejo de las abejas sin aguijón. Departamento de Apicultura. Universidad Autónoma de Yucatán. Capítulo I. pp. 1-6.
- Roubik, D. W., Moreno, J. E. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. Monographs in Systematic Botany. Missouri Botanical Garden. Vol. 36 152 p.
- Sáenz, C., Gómez, C. 2000. Mielles españolas. Características e identificación mediante el análisis de polen. Ediciones Mundiprensa. Madrid. pp. 125-129.
- Salamanca, G., Henao, A., Moreno, I., Luna, A. 2004. Características microbiológicas de las mieles tropicales de *Apis mellifera*. En: www.beekeeping.com/articulos.caracteristicas_microbiologicas_mielles.htm.
- Sauri-Duch, E. y A. Mangas. 1986. Estudio de algunos factores de calidad de la miel de Tahonal recolectada en Yucatán. *Gestión Tecnológica* 4: 45-52.
- Sauri-Duch, E., Hernández-Chavez, J. 1994. Caracterización de mieles de flores (*Viguiera dentata* var. *helianthoides*) y tzitzilche (*Gymnopodium antigonoides*, Blake) por su contenido mineral utilizando análisis discriminante. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de alimentos*. 34(4) 450-457.
- Sauri-Duch, E., Hau, E. 1998. Most important melliferous plants in the Yucatan Peninsula (Mexico) and Main characteristics of their pollen I. *Ecology and Peninsular Environment*. *Apiacta* 33: 22-30.
- Sawyer, R. 1988. Honey Identification. Cardiff Academic Press. Cardiff, U. K. pp. 55-73.
- Secaira, F., García G., Merman, J., Sabido, W. Castillo, J. 2004. Mapa de vegetación potencial de la Península de Yucatán. Mapa Sistemas Ecológicos Potenciales. Escala 1:250,000. Pronatura Península de Yucatán a través del Plan Ecorregional de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca. Programme for Belice, Fundación Defensores de la Naturaleza, El Colegio de la Frontera Sur, Wildlife Conservation Society, Conservación Internacional, The Nature Conservancy.

- Sosa, V., Flores, J. S., Rico-Gray, V., Lira, R., Ortiz, J. J. 1985. "Etnoflora Yucatanense". *Lista Florística y Sinonimia Maya*. Fascículo 1. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Jalapa, Ver., México. 225 p.
- Villanueva, R. 1999. "Pollen resources used by european and africanized honeybees in the Yucatan peninsula, Mexico". *Journal of Apicultural Research* 38(1-2): 105-111(1999).
- Villanueva, R. 2002. "Polliferous plants and foraging strategies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the Yucatan Peninsula. *Rev. Biol. Trop.* 50(3-4)10 p.
- Vit, P., Hernández, J. y Mercado, R. 2006. "Revisión sobre el conocimiento de las mieles uniflorales venezolanas". *MedULA, Revista de la Facultad de Medicina*, Universidad de los Andes. Vol. 15 No. 1. Mérida, Venezuela. pp. 29-39.
- Von Der Ohe, W. 1994. *Unifloral Honey: chemical conversion and pollen reduction*. Grana, 33: 292-294.
- Von Der Ohe, W., Persano, L., Piana, M.L., Morlot M., Martin, P. 2004. "Harmonized Methods of Melissopalynology". *Apidologie* 35 (2004) S18-S25.
- Winston, M.L. 1987. *The Biology of the Honeybee*. Harvard University Press. Massachusetts, USA. 281 p.
- Zozaya, R., Espinosa, L. (2001). Las abejas indígenas en las antiguas culturas mesoamericanas. En: Memoria del II Seminario sobre abejas sin aguijón... una visión sobre su biología y cultivo. UADY. FMVZ.

12. GLOSARIO

Las siguientes definiciones se presentan con el propósito de facilitar la comprensión de la terminología usada en las descripciones del polen; fueron traducidas de Punt, *et al.*, (1994).

Annulus (pl. annuli, adj., anulado): Un área de la sexina rodeando un poro, que es marcadamente diferente de la exina restante, en ornamentación o en grosor.

Areola (pl. areolae, adj., areolado): Característica de la ornamentación en la cual la ectexina /sexina está compuesta de áreas circulares o poligonales, separadas por espacios que forman un retículo negativo.

Aspis (pl. aspides, adj., aspido): Engrosamiento de la exina protuberante alrededor de un poro. Un aspis es una forma especial de un annulus, representada por un engrosamiento más que por un adelgazamiento.

Brevi: prefijo para corto.

Cavea (pl. cavae, adj., cavado): Cavidad entre 2 capas de la exina extendiéndose hasta el margen del colpo, donde las 2 capas convergen.

Clava (pl. clavae, adj., clavado): Elemento de la ectexina/sexina $> 1 \mu\text{m}$, con el diámetro más pequeño que la altura y el ápice más grueso que la base.

Colporo (pl. colpori; adj., colporado): Apertura compuesta de un ectocolpo con una o más Endoaperturas.

Colpos (pl. colpi, adj., colpado): Apertura elongada con la proporción largo/ancho es > 2 .

Columela (pl. columelae, adj., columelado): Elemento de la ectexina/sexina en forma de columna, que sostiene el tectum o termina en un ápice expandido (caput). La diferencia entre columelas y báculas es que estas últimas son elementos esculturales libres mientras que las columelas son estructuras de soporte.

Duplicolumelado (adj.) Con columelas en 2 filas bajo cada muro.

Ecto: prefijo para externo.

Endo: prefijo para interno.

Espina: elemento escultural largo y puntiagudo que excede $1 \mu\text{m}$.

Estriado (adj.): Término utilizado en palinología para designar a los elementos alargados, generalmente paralelos, separados por surcos. Se puede referir a los elementos positivos de una ornamentación estriada, como los muros.

Estriado-reticulado: Ornamentación en la cual los muros paralelos o subparalelos se entrecruzan para formar un retículo en los surcos. Las conexiones entre los muros están en uno o varios niveles diferentes.

Eu: Prefijo para verdadero.

Exina (pl. exinas): Capa externa de la pared del polen, que es altamente resistente a los ácidos fuertes; se compone primariamente de esporopolenina.

Foveola (pl. foveolae, adj., foveolado): Característica de la ornamentación que consiste de depresiones más o menos redondeadas o de lúmenes $>1 \mu\text{m}$ de diámetro. La distancia entre éstas debe ser mayor que su ancho.

Gema (pl. gemmae, adj. gemado): Elementos de la sexina constreñidos en la base, mayores que $1 \mu\text{m}$ e iguales en su altura y ancho.

Gránulo (pl. granula; adj., granular, granuloso): Elemento muy pequeño y redondeado de la ectexina/sexina $<1 \mu\text{m}$ en todas direcciones.

Heterobrocado (adj.): Describe un retículo con los brochi o lumina de diferentes tamaños.

Heterocolpado: Describe a los granos de polen con colpos simples y compuestos.

Heteropolar: Polen o esporas en los cuales las caras proximal y distal de la exina son diferentes, sea en forma, ornamentación o aperturas.

Homobrocado (adj.): Describe un retículo con brochi o lumina de igual tamaño.

Lumen (pl. lumina): Espacio encerrado por los muros.

Margo (pl. márgenes, adj., marginado): Área de la exina alrededor de un ectocolpo, que se diferencia de la sexina restante sea por la ornamentación o por el grosor.

Mónada: Un grano de polen o espora disgregada hasta una unidad individual. Las asociaciones de 2 granos son díadas, las de 4 tétradas, y más de 8, políadas.

Muro (pl. muri): Cresta que es parte de la ornamentación y separa la lúmina en un grano de polen reticulado o las estrías en los estriados.

Nexina: La capa interna sin ornamentación de la exina que esta debajo de la sexina.

Perforado (adj.): Con presencia de hoyos o perforaciones menores que $1\ \mu\text{m}$ de diámetro generalmente situados en el tectum.

Políada: Unidad de dispersión que comprende más de cuatro granos de polen.

Poros (pl. pori, adj., porado): Término general aplicado a las aperturas circulares o elípticas con la relación largo/ancho menor que 2. (Sin., apertura, porus, ulcus)

Psilado (adj.): Liso.

Pseudo: Prefijo para falso.

Punctum (pl. puncta; adj., punctado): Perforaciones del tectum elongadas o redondeadas $<1\ \mu\text{m}$ en diámetro.

Reticulo (pl. reticula, adj., reticulado): Con patrón en forma de red; consiste de lumina o de otros espacios $>1\ \mu\text{m}$, bordeada por elementos más estrechos que las lúmenes.

Rugulado (adj.) Ornamentación que consiste de elementos de la sexina elongados $>1\ \mu\text{m}$ en un patrón irregular intermedio entre estriado y reticulado.

Semitectado (adj.): Tectum parcialmente discontinuo, en el cual, las perforaciones tectales son iguales o más amplias que los muros y usualmente $>1\ \mu\text{m}$ en diámetro.

Sexina: La capa más externa y ornamentada de la exina, que descansa sobre la nexina.

Simplicolumelado (adj.): Con una sola fila de columelas debajo de cada muro.

Sulco (pl. sulci, adj., sulcado): Ectoapertura elongada y latitudinal, situada en el polo proximal o distal de un grano de polen.

Supra: prefijo para sobre.

Tectum (pl. tecta, adj., tectado; sin., tegilado): La capa de la sexina que forma un techo sobre las columelas, gránulos u otros elementos infratectales.

Tétrada: Agrupación de cuatro granos de polen o esporas en una unidad de dispersión o en un estado de desarrollo. Las tétradas pueden ser uniplanares (lineales, romboidales, tetragonales y en forma de T), o multiplanares (decuradas o tetraédricas).

Verruga (pl. verrugas; adj., verrugado): Elemento de la sexina que es $>1 \mu\text{m}$ de ancho y es más ancho que alto y no está constreñido en su base.

13. ANEXO

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE MIEL Y REACTIVOS PARA LOS ANÁLISIS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS (LOUVEAUX, 1978; SAWYER, 1988).

Análisis cualitativo

1. Homogeneizar la miel. Calentar si es necesario.
2. Pesar 10 g de miel en un matraz de 50 ml.
3. Añadir agua para tener hasta 30 ml de solución. Calentar y agitar hasta una disolución completa. Si la miel es rica en coloides, usar una solución acuosa de ácido sulfúrico (5 g/l) en lugar de agua destilada. Verter la solución en 2 tubos de ensayo de fondo cónico de 15 ml.
4. Centrifugar de 5 a 10 minutos a 2,000-2,500 rpm.
5. Decantar el líquido en ambos tubos. Agregar agua hasta la mitad a uno de ellos y verter la suspensión en el otro tubo para reunir ambos. Agitar y centrifugar por 3-5 minutos a la misma velocidad (rpm).
6. Decantar el líquido del tubo conteniendo el sedimento. Homogeneizar con la punta de una pipeta Pasteur tratando de mantener el sedimento en la parte inferior de la pipeta con una ligera presión en el bulbo.
7. Transferir el sedimento a una lámina y dispersarla sobre un área ligeramente menor a la del cubreobjetos.
8. Secar el sedimento en una placa de calentamiento.
9. Añadir una gota de gelatina glicerinada al centro del sedimento seco.
10. Colocar un cubreobjetos en diagonal para minimizar la formación burbujas.
11. Calentar en una placa por 10 minutos para estabilizar la preparación.
12. Dejar enfriar y limpiar con papel absorbente y agua el sobrante de gelatina. Sellar los extremos con barniz de uñas.

Análisis cuantitativo

El primer método propuesto consiste en:

1. Calcular el área de un campo del microscopio usando el objetivo de 40x y dividirla entre el área del cubreobjetos. El resultado debe dar un número cercano a los 4,000, valor constante a usar para el mismo arreglo óptico.
2. Contar las partículas requeridas en 10 campos al azar. El promedio será multiplicado por la constante ya calculada. Si el área del sedimento no abarca por completo la del cubreobjetos, multiplicar sólo por la fracción estimada.

El segundo método se basa en el uso de polen o esporas exóticas acetolizado de los géneros *Lycopodium*, o *Corylus* para realizar los conteos. Cada tableta contiene un número conocido de granos de polen o esporas. Las de *Lycopodium* se aproximan a 10,000, el procedimiento es el siguiente:

- 1 Disolver la tableta de *Lycopodium* con los 10 g de miel usando ácido sulfúrico diluido (5 g/l) en lugar de agua.
- 2 Seguir el procedimiento para sedimentos de miel hasta obtener la preparación final. La frecuencia de las esporas de *Lycopodium* se compara con la de los elementos requeridos, contando 10 campos al azar para este propósito.
- 3 La proporción obtenida, multiplicada por el número conocido de esporas por tableta, nos dará el número de partículas presentes.

Preparación de la gelatina glicerizada (Sawyer, 1988)

1. Se disuelven 7 g de grenetina comercial (la marca Knox está disponible en supermercados), en 42 ml de agua destilada fría, se calienta la mezcla a temperatura moderada, agitándola con una varilla de vidrio hasta disolver completamente (sin llegar a hervir).
2. Se adicionan 50 ml de glicerina más 0.5 g de cristales de fenol (o 10 gotas de una solución de fenol al 80%). Agitar nuevamente hasta homogeneizar.

Fucsina básica

1. Agregar 0.1 g de fucsina básica a 10 ml etanol absoluto agitando suavemente la mezcla hasta que el colorante se disuelva completamente.
2. Tomar un tercio de la gelatina-glicerizada y añadir gota a gota el colorante hasta obtener un tono rosa claro (aproximadamente 5 gotas).

Montaje de los sedimentos polínicos de la miel

1. Tomar con la punta de una pipeta Pasteur la cantidad suficiente de sedimento para dispersarla poco a poco sobre un portaobjetos limpio y desengrasado en un área ligeramente menor a la del tamaño del cubreobjetos (19 mm). En caso de que el sedimento sea muy abundante se dividirá equitativamente entre el número de láminas que sean necesarias.
2. Secar en una placa de calentamiento a 40 °C aproximadamente.
3. Añadir al cubre objetos una gota de gelatina glicerizada fundida y colocarlo cuidadosamente en forma inclinada sobre el sedimento para evitar la formación de burbujas. Dejar sobre la placa de calentamiento por 10 minutos para que la gelatina se disperse uniformemente y se establezca la preparación.
4. Dejar solidificar por unas horas o hasta el día siguiente. Limpiar cualquier resto de gelatina con agua fría y papel. Secar y sellar las orillas del cubreobjetos con barniz de uñas. Examinar en microscopio óptico.

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE MIEL PARA ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO (VON DER OHE *ET AL.*, 2004)

Análisis cualitativo

1. Pesar 10 (+/- 0.1) g de miel con su duplicado en tubos de plástico de fondo cónico, graduados, de 50 ml.
2. Añadir a la miel 20 ml de agua destilada tibia (cerca de 40 °C), agitando suavemente hasta la disolución completa.
3. Centrifugar a 2500-3000rpm por 10 minutos y decantar con cuidado de no perder el sedimento.
4. Resuspender el sedimento en 20 ml de agua destilada tibia y centrifugar nuevamente a la misma velocidad por 5 minutos. Decantar.
5. Transferir cada sedimento con una pipeta Pasteur nueva a un portaobjetos para su montaje o a un microtubo de 1.5 ml de capacidad para su acetólisis.

Aunque Von Der Ohe *et al.* no incluyen la acetólisis de los sedimentos polínicos de la miel, ésta es necesaria, ya que permite observar las características estructurales de los granos de polen y su identificación acertada.

Análisis cuantitativo

1. En un matraz de 125 ml, pesar 10 g de miel libre de residuos de cera u otras partículas (es recomendable filtrar con una malla de 2 mm de apertura).
2. Añadir 40 ml de agua destilada tibia (40 °C). Agitar suavemente hasta disolver la miel completamente.
3. Añadir 3-5 gotas de fucsina básica (0.1 g/10 ml de etanol P/V). Agitar nuevamente hasta uniformizar el color.
4. Filtrar a través de un Sistema Millipore utilizando membranas de ésteres de celulosa de 47 mm de diámetro y 3µm de tamaño de poro (catálogo Millipore SSWPO4700).
5. La muestra se filtra al vacío, las membranas se retiran del embudo por medio de unas pinzas finas y se dejan secar en cajas de Petri (etiquetadas) sobre una placa de calentamiento a una temperatura de 40 °C (No. 2 en placas Cole-Parmer).
6. Recortar los filtros dejando solo el área que contenga sedimento y dividirla a la mitad, colocando cada pieza en un portaobjetos.
7. Se utilizan 2-3 gotas de aceite de inmersión en un cubreobjetos largo. Colocar el cubreobjetos con el aceite sobre la membrana sin dispersar el polen, cuidando que la abarque por completo. Observar al microscopio a 40 x.

Conteo y cálculo de elementos totales

1. Dividir el área de distribución de los sedimentos de polen (área del cubreobjetos) en 5 líneas horizontales equidistantes y seleccionar al menos 10 campos en cada línea.

- 2 Contar todos los elementos presentes sean esporas, tejidos vegetales, hifas, etc., con el objetivo de 40x. En caso de no completar el número de granos de polen que deben contarse (500 a 1000), se procederá a contar campos adicionales entre líneas hasta llegar al número requerido.

El criterio seleccionado para la cuantificación (número de elementos a contar), dependerá de la precisión que el trabajo requiera, considerando que <500 nos permite estimar, mientras que entre 500 y 1000 determinar. El cálculo de elementos totales presentes en la miel se realiza con las siguientes fórmulas:

$$NGP/10g = \frac{S \times nGP \times 10}{s \times a \times p} \quad (I)$$

$$EDM/10g = \frac{S \times nEDM \times 10}{s \times a \times p} \quad (II)$$

donde:

S = área del filtro que contiene el sedimento (mm²)

s = área de un campo microscópico al aumento utilizado

nGP = Número total de granos de polen contados

$nEDM$ = Total de elementos contados en las mieles extraflorales.

a = Número de campos contados

p = peso de la miel

Según Von Der Ohe *et al.* (2004), "el número de constituyentes vegetales (N) en 10g de miel es la suma de los resultados calculados por medio de las fórmulas (I y II). Los resultados se expresan en miles (10^3) redondeando hasta el valor más cercano a mil (por ejemplo: $N/10g = 26342$ se expresa como 26×10^3)".

De acuerdo con el número total de elementos vegetales presentes en la miel, éstas se dividen en las siguientes clases:

- Clase I: $Nd \times 10^3$, que incluye mieles uniflorales con granos de polen sub-representados.
- Clase II: $21 \times 10^3 d \times Nd \times 100 \times 10^3$, que incluye la mayoría de las mieles multiflorales, mieles extraflorales y mezclas de mieles florales y extra florales.
- Clase III: $101 \times 10^3 d \times Nd \times 500 \times 10^3$, que incluye mieles uniflorales con polen sobre-representado y mieles extraflorales.
- Clase IV: $501 \times 10^3 d \times Nd \times 10^6$, que incluye mieles uniflorales con granos de polen fuertemente sobre-representados y algunas mieles prensadas.
- Clase V: $N > 10^6$, que incluye solo mieles prensadas.

ACETÓLISIS (ERDTMAN, 1969)

La acetólisis consiste en la destrucción de la celulosa y el contenido celular de los granos de polen por medio de ácidos para limpiarlos y permitir el reconocimiento de las estructuras útiles en su identificación (Erdtman, 1969; Moore *et al.*, 1991, Sáenz y Gómez, 2000). Las adecuaciones que se han realizado a la acetólisis han sido con el propósito de utilizar menores volúmenes de reactivos, contar con mayor seguridad al procesar las muestras y obtener buenos resultados. El procedimiento que se describe es tanto para material de referencia, como para los sedimentos de miel:

1. Los sedimentos polínicos recuperados de la miel o el polen de las flores, se centrifugan y decantan nuevamente en caso de que estén suspendidos en agua o alcohol al 70%. A partir de este paso es indispensable el uso de una campana de extracción de gases y equipo de protección adicional (lentes y guantes desechables).
2. Resuspender el sedimento en 1ml de ácido acético glacial, cerrar el tubo y agitar suavemente hasta homogeneizar.
3. Centrifugar a 2500-3000 rpm por 5-6 minutos.
4. Decantar vertiendo los desechos ácidos en un frasco apropiado que después deberá ser neutralizado para desecharlos con seguridad.
5. Adicionar 1 ml de la mezcla acetolítica (9 partes de anhídrido acético por una de ácido sulfúrico) de preparación reciente (el mismo día).
6. Cerrar el tubo y agitar para homogeneizar. Llevar a un baño de agua a ebullición por 5 minutos. Si los granos de polen son delicados y se rompen o si la exina es muy gruesa y se sobre acetoliza disminuir la temperatura, y aumentar el tiempo en el baño de agua (90 °C por 10 minutos). Retirar y centrifugar.
7. Decantar con cuidado y descartar el sobrenadante, teniendo en cuenta que en este punto el sedimento se encuentra más disperso.
8. Agregar de 1 a 1.5 ml de agua destilada con sumo cuidado, cerrar el tubo, agitar, centrifugar y decantar. Añadir dos o tres gotas de una mezcla de glicerina agua (al 50%).
9. Repetir el paso 8 sin añadir las gotas de glicerina.
10. Transferir el sedimento con una pipeta Pasteur a un portaobjetos limpio y desengrasado para el montaje.
11. Los sedimentos polínicos de la miel se depositan de manera uniforme sobre un área menor que la del cubreobjetos. El polen de referencia (material de herbario) se resuspende tomando una gota que se deposita al centro del portaobjetos.
12. Dejar secar sobre la placa de calentamiento, con la temperatura cercana a 40 °C (o graduar al nivel 2).
13. Proceder con el montaje y sellado de las láminillas.

ACERCA DE LOS AUTORES

Rita G. Alfaro Bates: Licenciatura en Ciencias Químicas Biológicas y Agropecuarias por la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán. Diplomado en Apicultura Tropical por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la misma Universidad. Realizó sus estudios de maestría (MSc.) en la Universidad de Reading, Gran Bretaña. Ha desarrollado proyectos de investigación en el área de melisopalinología, particularmente sobre los orígenes botánicos de las mieles de la Península de Yucatán en el Departamento de Apicultura de la UADY y Secretaría de Desarrollo Rural y Pesca (actual Fomento Agropecuario y Pesquero) del Gobierno del Estado de Yucatán.

Jorge Ángel González Acereto: Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Cuenta con una amplia trayectoria en el área apícola tanto en los campos de capacitación y asistencia técnica al sector rural, como en el de investigación. Ha laborado en instituciones tales como la SARH y BANRURAL. Desde 1986 es Profesor de Carrera Titular "A" del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA) de la UADY, donde desarrolla proyectos de investigación, cursos escolarizados, talleres de apicultura y meliponicultura. Es autor de numerosos artículos, dos manuales y dos libros sobre meliponicultura.

Juan Javier Ortiz Díaz: Biólogo por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Maestría en Ciencias por el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB); Doctorado en Botánica por la Universidad de Reading, Gran Bretaña. Ha trabajado en la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de coeficientes de Agostadero (COTECOCA) y el INIREB. Desde 1989 labora en la Licenciatura en Biología del CCBA de la Universidad Autónoma de Yucatán donde es Profesor de Carrera Titular "B" impartiendo las asignaturas Diversidad Vegetal, Sistemática y Botánica Forestal. Sus líneas de investigación son: Sistemática de la Familia Poaceae (Gramineae), Florística y Ecología de las Comunidades Vegetales de la Península de Yucatán. Autor de nueve artículos y siete libros en el área de sistemática.

Flor Alicia Viera Castro: Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la Universidad Autónoma de Yucatán. Realizó estudios de posgrado en la Universidad de Gales, Gran Bretaña, donde obtuvo el grado de Master of Philosophy. Se ha desempeñado como investigadora en el área apícola el Campo Experimental Pecuario de Mocochoá perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias; docente en el Departamento de Apicultura de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y Jefe de Departamento Apícola en el Gobierno del Estado.

Ana Isabel Burgos Pérez: Licenciatura en Ingeniería Química por el Instituto Tecnológico de Mérida. Realizó sus estudios de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos en la Universidad Autónoma de Yucatán y el Doctorado en Ciencia Bioquímica, en el Instituto Tecnológico de Mérida. Es Profesor Investigador Titular en la Facultad de Ingeniería Química desde 1994. Entre sus líneas de investigación más recientes se encuentran los Análisis descriptivos cuantitativos, sensoriales y fisicoquímicos para la diferenciación de las mieles del estado de Yucatán.

Enrique Martínez Hernández: Licenciatura en Biología y Maestría en Geología por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Doctorado por la Michigan State University, U.S.A. Es investigador titular "A" del Instituto de Geología, Departamento de Paleontología en la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es jefe de proyecto de la base de datos palinológica "Modern y Fosilia". Sus líneas de investigación más relevantes son: la melisopalinología, aeropalinología, mareas rojas producidas por dinoflagelados, aplicaciones de la palinología en el área de criminología.

Elia Ramirez Arriaga: Licenciatura en Biología y Maestría en Ciencias por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Doctorado en Ciencias Biológicas por el Instituto de Geología de la UNAM. Actualmente es Técnico Académico Titular "C" del Instituto de Geología, Departamento de Paleontología de la Universidad Nacional Autónoma de México, encargada del diseño y mantenimiento de la base de datos palinológica "Modern y Fosilia" Sus líneas de investigación son: Palinoestratigrafía, melisopalinología y aerobiología.

COLOFÓN