



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS TABASCO**

POSTGRADO EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO

**DETERMINACIÓN GEOGRÁFICA Y BOTÁNICA DE MIEL DE  
ABEJA (*Apis mellifera* L.) DEL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO**

**CLAUDIA IVETTE CORDOVA CORDOVA**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS**

H. Cárdenas, Tabasco

2009

La presente tesis titulada: **Determinación geográfica y botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) del Estado de Tabasco, México**, realizada por la alumna **Claudia Ivette Córdova Córdova**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS  
PRODUCCION AGROALIMENTARIA EN EL TROPICO

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



Dr Juan Manuel Zaldivar Cruz

ASESOR:



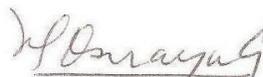
Dr. José Francisco Juárez López

ASESOR:



Dr. Adolfo Bucio Galindo

ASESOR:



Dra. María Mónica Leticia Osnaya González

ASESOR: :



M. en C. Virginia Manuela Pérez Flores

Cárdenas, Tabasco, México, 7 de diciembre de 2009

---

## **RESUMEN**

Para caracterizar la miel existen diferentes métodos destructivos y no destructivos, donde se puede obtener información útil sobre las sustancias que la componen. Los métodos destructivos que se utilizaron en esta investigación fueron el análisis fisicoquímico y el análisis melisopalinológico.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar mieles tabasqueñas procedentes de diferentes regiones geográficas y diferente vegetación, mediante las técnicas antes mencionadas. Se analizaron 12 tipos de mieles; para el análisis melisopalinológico se utilizaron 12 muestras, una por cada localidad con la finalidad de describir el tipo de polen presente en estas mediante análisis cualitativos, así como la cantidad de polen a través de análisis cuantitativos; para el análisis fisicoquímico se analizaron 88 muestras.

Los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos, se analizaron mediante el programa de Excel graficando los valores obtenidos de los diferentes análisis y los análisis melisopalinológicos se sometieron a un conteo para calcular el porcentaje y el tipo de cada polen presente a la miel y determinar así el origen botánico de las mismas.

Palabras clave: Miel, análisis melisopalinológicos, Análisis Fisicoquímicos.

---

## **ABSTRACT**

In order to characterize the honey there are several destructives and non destructives methods, where it can get useful information about the substances content in it. Two kind of methods ere used here, physicochemical and melissopalynological analysis.

The objective in this research was to characterize several kind of honey from Tabasco, coming from different geographic regions and types of vegetation through techniques cited before.

It was analyzed 12 types of honey and were used 12 tests for the melissopalynological analysis, one for each community for describing the pollen present in this by using a quantitative analysis; and a quantitative analysis in order to know how much pollen was present. It was taken 88 tests to make the physicochemical analysis.

Results gotten through physicochemical analysis were analyzed by using an Excel's program graphing the values gotten from different kind of analysis. The melissopalynological analyses were summated to a cont to calculate percentages and type of honey and to determine their Botanical origin.

Key words: Honey, melissopalynological analysis, physicochemical analysis.

---

**Dedico esta tesis a:**

Jehová Dios, por concederme la dicha de estar viva, haciendo lo que más me gusta y tener a mi familia a mi lado.

Mis padres Daniel y Damaris, por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida, y que gracias a su apoyo fue posible llevar a cabo este proyecto.

Haziel Augusto e Iván que son lo que me motiva día a día y son el motor que impulsa mi existencia.

Carlos Augusto a quien Amo y con quien empecé este camino que hoy se concluye, por tu apoyo, amor y comprensión mil gracias.

A mis hermanos Geraldine y Daniel Andrés y mi sobrino Luisito, a quienes quiero muchísimo y siempre los tengo presente.

¡A todos ustedes mil gracias de todo corazón!

---

## **Agradecimientos:**

Al Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, por permitir realizar mi tesis dentro de sus instalaciones y haberme brindado todas las facilidades necesarias para llevar a cabo esta investigación.

Al Dr. Juan Manuel Zaldívar Cruz que confió en mí y me invitó a este proyecto maravilloso, agradezco mucho su apoyo incondicional, excelente profesor y gran amigo, ¡Juan Manuel Gracias por todo!

A mis asesores: Dr. José Francisco Juárez López, Dr. Adolfo Bucio Galindo, Dra. María Mónica Leticia Osnaya González y M en C Virginia Manuela Pérez Flores por todo el apoyo brindado durante el tiempo que duro el desarrollo de esta investigación, por su paciencia y su grata amabilidad hacia mi persona ¡Muchas gracias!.

A la Dra. Elia Ramírez Arriaga y el Dr. Enrique Martínez Hernández a quienes admiro y respeto por haberme guiado en el estudio de polen en mi estancia en la UNAM, por su disponibilidad de tiempo y por el apoyo brindado para la realización de esta tesis.

Al Dr. Ángel Sol Sánchez que me apoyo en la revisión del abstract así como sus aportaciones y conocimientos científicos sobre la flora presente en el Km-21

Al Dr. Carlos Freddy Ortiz García y al personal de apoyo del laboratorio de fitopatología por las facilidades prestadas para la utilización de sus instalaciones y microscopio para llevar a cabo este proyecto.

A la M. en C .María de los Ángeles Guadarrama Olvera y Dra. Silvia Capello García por permitirme trabajar con ejemplares herborizados del herbario de la

---

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco donde obtuve los botones florales de la palinoteca.

A los apicultores del Estado de Tabasco, que nos apoyaron con las muestras de mieles y espero que este trabajo sea de su utilidad.

A mis profesores del Campus Tabasco, que me formaron como Maestra en Ciencias y en especial al Dr. Wilder Camacho Chiu que nos enseñó a que todo se logra con perseverancia y amor.

A mis amigos del PROPAT generación 2007-2008 por su amistad incondicional y el gran apoyo que siempre me brindaron; en especial a Lore, Gina, Aurora, Lupita, Toño, Carlitos, Alberto, Vinicio y Pedro.

A la Lic. Elsy y la T.S. Celia de Servicios Escolares quienes siempre me apoyaron en mis trámites escolares e hicieron mi estancia en el colegio más placentera.

A los Técnicos de LASPA y por haberme brindado su amistad.

A mis Amigas y Hermanas que siempre están conmigo en las buenas y en las malas a pesar del tiempo y la distancia: Arely, Chuy, Day, Mil y May las quiero mucho ¡y que siga el floculo toda la vida!

A los millones de mexicanos (as) que pagan impuestos, quienes, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Colegio de Postgraduados, han financiado parte de mi formación académica.

A todos y cada uno de ustedes **MIL GRACIAS.**



Este trabajo fue financiado por la Fundación Produce Tabasco A.C. con el proyecto 27-2006-05-03 "Clasificación del tipo de miel por floración, región y época del año en el Estado de Tabasco (FP7-02)



---

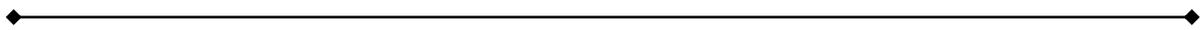
## CONTENIDO

<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XV</b>
<b>INDICE DE CUADROS .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1. MIEL.....	5
2.1.1. Elaboración de miel .....	5
2.1.2. Clasificación de miel de acuerdo a la NMX-F-036-1997.....	7
2.1.2.1. Miel de flores o néctar .....	7
2.1.2.2. Miel de mielada .....	8
2.1.2.3. Miel en panal.....	8
2.1.3. Clasificación de miel de acuerdo a su contenido polínico.....	8
2.1.3.1. Miel monofloral ó unifloral.....	8
2.1.3.2. Miel multifloral o polifloral .....	9
2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, SENSORIALES Y COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA MIEL 10	
2.2.1. Características fisicoquímicas de la miel .....	12
2.2.1.1. Acidez.....	12
2.2.1.2. Contenido de humedad .....	12
2.2.1.3. Carbohidratos.....	13
2.2.1.4. Cenizas .....	13
2.2.1.5. Conductividad eléctrica .....	14
2.2.1.6. Hidroximetilfurfural (HMF) .....	14
2.2.1.7. Índice de diastasa. ....	15
2.2.1.8. Prolina .....	15
2.2.1.9. Flavonoides.....	16
2.2.1.10. Determinación colorimétrica.....	16
2.2.1.11. Invertasa.....	17
2.3. REGIONES DE PRODUCCIÓN APÍCOLA EN LA REPÚBLICA MEXICANA .....	18
2.3.1. Regiones florísticas en la República Mexicana .....	19
2.3.1.1. Regiones cálidas .....	19
2.3.1.2. Regiones templadas.....	20
2.3.2. Áreas para la producción de la miel.....	21
2.3.2.1. Producción de miel en México.....	22
2.3.2.2. Producción de miel en el Estado de Tabasco .....	22
2.4. FLORA NECTARÍFERA Y POLINÍFERA DEL ESTADO DE TABASCO .....	24
2.4.1. Polen .....	25

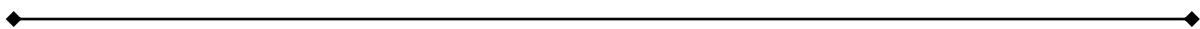
2.4.2. Morfología polínica .....	27
2.4.2.1. Polaridad y simetría.....	27
2.4.2.2. Forma y tamaño de polen.....	28
2.4.2.3. Pared del grano de polen. ....	28
2.4.2.4. Estructura, escultura y ornamentación .....	29
2.4.2.5. Aberturas, número y posición.....	30
2.5. PALINOLOGÍA.....	33
2.5.1. Melisopalinología .....	35
<b>3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....</b>	<b>39</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	39
3.1.1. Objetivos específicos.....	39
3.1.1.1. Determinar el origen botánico de las mieles de las diferentes regiones del estado de Tabasco mediante técnicas melisopalinológicas. ....	39
3.1.1.2. Caracterizar fisicoquímicamente las mieles de las diferentes regiones del estado de Tabasco.....	39
3.2. HIPÓTESIS .....	39
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
4.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	41
4.2. ORIGEN DE LAS MUESTRAS DE MIEL.....	41
4.3. TÉCNICAS MELISOPALINOLÓGICAS .....	42
4.3.1. Identificación taxonómica de flora melífera tropical del estado de Tabasco .....	42
4.3.2. Contenido polínico .....	42
4.3.2.1. Preparación de polen de referencia .....	42
4.3.2.2. Obtención de polen en miel acetolizada.....	43
4.3.3. Georreferenciación de los sitios de muestreo.....	43
4.4. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS .....	43
4.4.1. Potencial de hidrógeno (pH) .....	43
4.4.2. Conductividad eléctrica.....	44
4.4.1. Sólidos totales disueltos .....	45
4.4.2. °Brix .....	45
4.5. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS .....	45
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>47</b>
5.1. DESCRIPCIONES PALINOLÓGICAS .....	47
5.2. MATERIAL DE PALINOTECA.....	47
5.2.1. ACANTHACEAE.....	47
5.2.1.1. <i>Bravaisia integerrima</i> (Sprengel) Standl. (Canacoíte) .....	47

5.2.1.2. <i>Ruellia nudiflora</i> (Engelm & A. Gray) Urban (Hoja de sapo).....	48
5.2.2. AMARANTHACEAE .....	49
5.2.2.1. <i>Amaranthus spinosus</i> L. (Amaranto espinoso).....	49
5.2.3. ANACARDIACEAE .....	50
5.2.3.1. <i>Anacardium occidentale</i> L. (Marañón).....	50
5.2.4. BORAGINACEAE .....	51
5.2.4.1. <i>Cordia alliodora</i> Ruiz & Pavón Cham (Bojón).....	51
5.2.5. BIGNONIACEAE .....	52
5.2.5.1. <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC . (Macuilís) .....	52
5.2.5.2. <i>Tabebuia guayacan</i> L. (Guayacán) .....	53
5.2.6. BURSERACEAE.....	54
5.2.6.1. <i>Bursera simarruba</i> (L) Serg. (Palo mulato).....	54
5.2.7. BOMBACACEAE .....	55
5.2.7.1. <i>Pachira aquatica</i> Aubl. (Zapote de agua) .....	55
5.2.8. CAPRIFOLIACEAE.....	56
5.2.8.1. <i>Sambucus mexicana</i> Presl. (Saúco blanco) .....	56
5.2.9. CARIACACEAE .....	57
5.2.9.1. <i>Carica papaya</i> (Papaya).....	57
5.2.10. COCHLOSPERMACEAE .....	58
5.2.10.1. <i>Cochlospermum vitifolium</i> (willd) Spreng (Pochote).....	58
5.2.11. CUCURBITACEAE .....	59
5.2.11.1. <i>Momordica charantia</i> L.(Cundeamor).....	59
5.2.11.2. <i>Citrillus lanatus</i> (thumb) Mats & Nakai (Sandía).....	60
5.2.12. EUPHORBIACEAE.....	61
5.2.12.1. <i>Alchornea latifolia</i> Sw. (Pozol agrio).....	61
5.2.12.2. <i>Jathropa curcas</i> L. (Piñón) .....	62
5.2.12.3. <i>Jathropa integerrima</i> Jacq. (Besito).....	63
5.2.13. ELAEOCARPACEAE.....	64
5.2.13.1. <i>Muntigia calabura</i> L.(Capulín) .....	64
5.2.14. ASTERACEAE.....	65
5.2.14.1. <i>Aldama dentata</i> Llave. (Mariposa).....	65
5.2.14.2. <i>Ambrosia cumanensis</i> HBK. (Artemisa) .....	66
5.2.14.3. <i>Bidens pilosa</i> L.(Manzanilla cimarrón).....	67
5.2.14.4. <i>Melanthera nivea</i> L. Small. (Mulito) .....	68
5.2.14.5. <i>Thitonia diversifolia</i> (Hemsl) A. Gray. (Arnica).....	69
5.2.14.6. <i>Vernonia patents</i> HBK.....	70
5.2.14.7. <i>Tagetes erecta</i> L.(Cempoal).....	71
5.2.14.8. <i>Neurolaena lobata</i> (L) R Br.....	72
5.2.14.9. <i>Melampodium divaricatum</i> L. Rich DC. (Golondrina) .....	73

5.2.14.10.	<i>Parthenium hysterophorus</i> L. (Altamisa)	74
5.2.14.11.	<i>Polymnia maculata</i> var. <i>adenochrita</i> Blake. (Mirasol)	75
5.2.14.12.	<i>Ocinum basilicum</i> L. (Albahaca)	76
5.2.15.	FABACEAE=LEGUMINOSAE	77
5.2.15.1.	<i>Chamaecrista nictinans</i> (Plumaje)	77
5.2.15.2.	<i>Cassia fistula</i> L. (Lluvia de oro)	78
5.2.15.3.	<i>Acacia angustissima</i> . Benth. (Acacia)	79
5.2.15.4.	<i>Acacia cornigera</i> (L) Willd (Cornezuelo)	80
5.2.16.	MIMOSACEAE	81
5.2.16.1.	<i>Enterolobium ciclocarpum</i> (Jacq.) Griseb. (Guanacaste)	81
5.2.16.2.	<i>Inga paterno</i> . Harms. (Jinicuil)	82
5.2.16.3.	<i>Inga punctata</i> . Willd. (Chelele)	83
5.2.16.4.	<i>Inga pinetorum</i> Pittier. (Jaboncillo)	84
5.2.16.5.	<i>Mimosa pudica</i> L.(Dormilona)	85
5.2.16.6.	<i>Mimosa albida</i> L.(Zarza)	86
5.2.16.7.	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Hum & Bompl) Benth(Cola de lagarto)	87
5.2.16.8.	<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.) Benth(Saman)	88
5.2.16.9.	<i>Gliricidia sepium</i> Jacq.(Cocohite)	89
5.2.16.10.	<i>Lonchocarpus hondurensis</i> . Benth(Gusano amarillo)	90
5.2.17.	MYRTACEAE	91
5.2.17.1.	<i>Psidium guajava</i> L.(Guayaba)	91
5.2.18.	MALPIGHIACEAE	92
5.2.18.1.	<i>Byrsonima crassifolia</i> (Nance)	92
5.2.19.	RHIZOPHORACEAE	93
5.2.19.1.	<i>Rizophora mangle</i> (Mangle)	93
5.2.20.	RUBIACEAE	94
5.2.20.1.	<i>Coffea arabica</i> L.(Café)	94
5.2.21.	RUTACEAE	95
5.2.21.1.	<i>Citrus sinensis</i> (Naranja valenciana)	95
5.2.22.	VERBENACEAE	96
5.2.22.1.	<i>Lantana camara</i> L.(Cinco negritos)	96
5.2.23.	PALMAE (Monocotiledónea)	97
5.2.23.1.	<i>Cocus nucifera</i> L.(Coco)	97
5.2.23.2.	<i>Sabal mexicana</i> Roeder(Guano)	98
5.3.	ANALISIS MELISOPALINOLÓGICOS.	99
5.3.1.	Granos de polen más representativos en muestras de mieles	101
5.3.1.1.	Leguminosae	101
5.3.1.2.	<i>Bursera simaruba</i>	102



5.3.1.3. <i>Spondias mombin</i> .....	102
5.3.1.4. <i>Diphyssa</i> sp.....	103
5.3.1.5. <i>Acalypha</i> sp.....	103
5.3.1.6. <i>Quercus</i> sp.....	104
5.3.1.7. <i>Citrus</i> sp.....	104
5.3.1.8. Compositae.....	105
5.3.1.9. <i>Cocos nucifera</i> .....	105
5.3.1.10. <i>Mimosa orthocarpa</i> var. <i>Berlandieri</i> .....	106
5.3.1.11. <i>Psidium</i> sp.....	106
5.3.1.12. <i>Graminae</i> sp.....	107
5.3.1.13. <i>Celtis</i> sp.....	107
5.3.1.14. <i>Cecropia</i> sp.....	108
5.3.2. Muestra de miel H-135.....	108
5.3.3. Muestra de miel H-136.....	109
5.3.4. Muestra de miel H-137.....	110
5.3.5. Muestra de miel H-433.....	111
5.3.6. Muestra de miel H-434.....	112
5.3.7. Muestra de miel H-435.....	113
5.3.8. Muestra de miel H-437.....	114
5.3.9. Muestra de miel H-438.....	115
5.3.10. Muestra de miel H-440.....	116
5.3.11. Muestra de miel H-441.....	117
5.3.12. Muestra de miel H-443.....	118
5.3.13. Muestra de miel H-444.....	119
5.4. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS.....	120
5.4.1. pH.....	120
5.4.2. Conductividad eléctrica (CE).....	121
5.4.3. Sólidos totales disueltos (STD).....	123
5.4.4. Grados Brix (°Brix).....	124
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>127</b>
<b>7. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>130</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>139</b>
8.1. ANEXO 1.....	139
8.2. ANEXO 2.....	147



---

## INDICE DE ABREVIATURAS

°Brix	Grados Brix
CE	Conductividad Eléctrica
HMF	Hidroximetilfurfural
rpm	Revoluciones por minuto
STD	Sólidos Totales Disueltos
pH	Potencial de hidrógeno

---

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Principales regiones apícolas de México.	18
2	Distribución de la superficie territorial por regiones apícolas	23
3	Municipios del Estado de Tabasco con mayor actividad apícola	23
4	Descripción de eje y simetría de un grano de polen	28
5	Tipos de forma de polen	28
6	Pared polínica	29
7	Ornamentación y estructura de la pared de un grano de polen	31
8	Tipos de aberturas	31
9	Disposición de las aberturas	32
10	Número de aberturas	33
11	Sitios de muestreo de apiarios	44
12	Vista meridional de Leguminoseae.	101
13	Estructura de la pared de Leguminoseae .	101
14	Ornamentación presente en <i>Bursera simaruba</i>	102
15	Vista meridional de <i>Bursera simaruba</i>	102
16	Vista polar de <i>Spondias mombin</i>	102
17	Vista meridional de <i>Spondias mombin</i> técnica contraste de fases	102
18	Vista meridional de <i>Diphysa</i> sp.	103
19	Corte óptico, técnica contraste de fases	103
20	Vista polar de grano de polen de <i>Acalypha</i> sp	103
21	Vista polar de grano de polen de <i>Acalypha</i> sp técnica contraste de fases	103
22	Vista polar de <i>Quercus</i> sp	104
23	Vista polar de <i>Quercus</i> sp técnica contraste de fases	104

<b>FIGURA</b>		<b>PAGINA</b>
24	Vista meridional de <i>Citrus</i> sp	104
25	Vista meridional de <i>Citrus</i> sp técnica contraste de fases	104
26	Vista meridional de Compositae	105
27	Vista meridional de Compositae técnica contraste de fases	105
28	Vista meridional de <i>Cocos nucifera</i>	105
29	Vista meridional de <i>Cocos nucifera</i> técnica contraste de fases	105
30	Polen de <i>Mimosa orthocarpa</i> var. Berlandieri	106
31	Polen de <i>Mimosa orthocarpa</i> var. Berlandieri técnica contraste de fases	106
32	Vista polar de <i>Psidium</i> sp	106
33	Vista polar de <i>Psidium</i> sp técnica contraste de fases	106
34	Grano de polen de Graminae	107
35	Grano de polen de Graminae técnica contraste de fases	107
36	Grano de polen de <i>Celtis</i> sp	107
37	Grano de polen de <i>Celtis</i> sp técnica contraste de fases	107
38	Grano de polen de <i>Cecropia</i> sp	108
39	Grano de polen de <i>Cecropia</i> sp técnica contraste de fases	108
40	Taxas importantes en muestra de miel H-135	109
41	Taxas importantes en muestra de miel H-136	109
42	Taxas importantes en muestra de miel H-137	110
43	Taxas importantes en muestra de miel H-433	111
44	Taxas importantes en muestra de miel H-434	112
45	Taxas importantes en muestra de miel H-435	113
46	Taxas importantes en muestra de miel H-437	114
47	Taxas importantes en muestra de miel H-438	115
48	Taxas importantes en muestra de miel H-440	116
49	Taxas importantes en muestra de miel H-441	117
50	Taxas importantes en muestra de miel H-443	118

---

<b>FIGURA</b>		<b>PAGINA</b>
51	Taxas importantes en muestra de miel H-444	119
52	Diagrama de dispersión aplicado a pH en muestras de miel.	121
53	Diagrama de dispersión aplicado a CE en muestras de miel	122
54	Diagrama de dispersión aplicado a STD en muestras de miel	124
55	Diagrama de dispersión aplicado a °Brix en muestras de miel	126

---

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PAGINA</b>
1	Especificaciones fisicoquímicas de la miel	11
2	Clasificación de color de la miel según la lectura de la escala de Pfund (mm) departamento de agricultura de los Estados Unidos.	17
3	Volumen de producción de miel en México de 1998-2003.	22
4	Existencia de colmenas en el Estado de Tabasco por municipio	24
5	Sitios donde se colectaron las muestras de mieles	41
6	Caracterización botánica de 12 mieles procedentes del estado de Tabasco y cantidad absoluta de granos de polen	99
7	Clasificación de las especies cultivadas	139
8	Clasificación de árboles	140
9	Clasificación de arbustos	142
10	Clasificación de enredaderas	143
11	Clasificación de los arbustos	144

---

**1**

# **INTRODUCCIÓN**

---

# 1. INTRODUCCIÓN

La miel es un producto natural de origen animal ampliamente apreciado desde la antigüedad, y en la actualidad México es el tercer productor a nivel mundial de este producto, sin embargo los apicultores mexicanos a pesar de obtener buenos volúmenes de producción de este producto no pueden ver reflejado en sus ingresos la venta de la cosecha. En particular los apicultores de las regiones no exportadoras se ven afectados. La miel mexicana es ampliamente apreciada en países Europeos y ellos son los principales consumidores de esta, en Europa a partir de la mitad de este siglo la miel que se comercializa en su territorio debe tener denominación de origen geográfico y botánico, las mieles que cumplen tales requisitos se llegan a cotizar a precios elevados (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1998). Una de las principales limitantes de los productores mexicanos es que su miel la comercializan a granel sin saber la denominación de origen geográfico y botánico, es decir no cumplen con la normatividad del origen floral de sus mieles, establecida por la Comisión de Botánica Apícola establecida por el IBRA (International Bee Research Association) por lo que la miel Mexicana a pesar de ser de buena calidad en sabor y aroma, no tiene el valor agregado que resultaría de la certificación del origen floral por medio de análisis melisopalínológicos (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1998). En general para saber la denominación de origen geográfico y botánico de la miel se pueden utilizar diversos métodos de tipificación. De los cuales los principales son los siguientes:

- Análisis palinológico
- Análisis sensorial
- Análisis físico-químicos y
- Métodos instrumentales modernos como la aplicación de espectroscopia de reflectancia de infrarrojo cercano (NIRS) y la quimiometría para la

---

interpretación de los datos obtenidos en la aplicación de NIRS(Reyes-Sánchez,2009)

La aplicación de estos métodos dependerá, del laboratorio donde se procesen las muestras ya que la aplicación de la última es inaccesible para la mayoría de los laboratorios por la adquisición del equipo que es muy costoso, aunque presenta algunas ventajas ya que el método es no destructivo, es decir, que la muestra no sufre alguna modificación o tratamiento químico para procesarla; además que actualmente, presentan un gran interés principalmente por su velocidad de análisis(Reyes-Sánchez, 2009). Sin embargo el análisis palinológico es un método seguro y eficaz para conocer el origen botánico de las mieles a tratar, ya que por medio de un tratamiento químico a la miel se puede obtener el polen presente en esta y observarla al microscopio, para posteriormente determinar el porcentaje contenido de polen y asignarle la denominación de origen botánico. El análisis fisicoquímico permite al analista conocer las propiedades físicas y químicas de la miel por métodos destructivos y se pueden realizar a los mismos análisis cuantitativos y cualitativos, con el propósito de estudiarlos y caracterizarlos a detalle.

Esta investigación fue realizada para caracterizar las mieles tabasqueñas procedentes de diferentes regiones geográficas del Estado de Tabasco, a partir de información obtenida de los análisis melisopalínológicos y fisicoquímicos realizados a muestras de mieles; ya que a pesar de su importancia, para Tabasco no se ha llevado a cabo una clasificación de mieles por criterios melisopalínológicos.

---

**2**

**REVISIÓN**

**DE**

**LITERATURA**

---

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Miel**

La miel es la sustancia dulce natural producida a partir del néctar de las flores o de secreciones o de otras partes vivas de la planta, que las abejas recogen, transforman, combinan con sustancias específicas propias y almacenan en panales; de los cuales se extrae el producto sin ninguna adición de otras sustancias. En la elaboración de la miel las abejas percoreadoras llamadas también obreras recolectan la materia prima, la almacenan en su buche melario, donde la airean con el propósito de reducir agua e invertir los azúcares, posteriormente almacenan el néctar para su transformación a miel en celdillas del panal y su ventilación para la consiguiente reducción de contenido de agua y finalmente ocurre el operculado de la miel madura (Saínz-Laín y Gómez-Ferreras, 2000).

#### **2.1.1. Elaboración de miel**

La abeja obrera colecta alimentos sólidos y líquidos a través de su aparato bucal, en los cuales son convertidos dentro del buche melario y el intestino de ésta. Estos órganos son diferentes entre los tres tipos diferentes de castas de abejas tales como son, la abeja reina, la abeja obrera y el zángano (Crane, 1975).

El buche melario o el estómago está ubicado entre el esófago y el intestino, en este se recibe y se transportan los alimentos, además de que se mezcla el alimento con secreciones ricas en enzimas que están presentes en estas. El proventrículo es otro órgano importante en la anatomía de la abeja, donde se retiene y aglomera moléculas sólidas como polen y esporas, entre otros, que se encuentran en el interior del estómago, donde después de formarse en paquetes que son producto de los movimientos peristálticos y que serán transportados hacia el intestino medio (Ortiz-Valbuena, 1992). El polen contenido en el néctar es reducido aproximadamente de un tercio a la mitad en un promedio de 16 a 30 minutos (Ortiz-Valbuena, 1992; cita a Soehngen & Jay. 1972).

---

La elaboración de la miel empieza cuando la abeja obrera deposita una gota de néctar de su buche melario en una abeja que se encuentra en el interior de la colmena y esta a su vez la deposita en el aparato bucal de otra y así sucesivamente, esto dependerá del tamaño de la colonia y la fuerza de ésta. En el transcurso de intercambio de néctar de una abeja a otra, el néctar se enriquece con secreciones enzimáticas (amilasas como la diastasa, glucosa oxidasa y glucosa invertasa) que favorecen la conversión de éste a miel. En este proceso la materia prima ya diluida y mezclada con secreciones características, es almacenada como producto apto, resultado de la eliminación de agua y así permanece para utilizarlo como producto de reserva.

Para la transformación del producto de néctar a miel se requieren dos fases, en la primera fase la abeja es parte activa del proceso, mientras que la segunda fase consiste en la evaporación de agua en las celdillas de la colmena o la concentración de los componentes.

El proceso que se lleva a cabo en la primera fase consiste en que las abejas que se encuentran en el interior de la colmena, regurgitan el néctar contenido en su buche melario, que ya ha estado en contacto con secreciones enzimáticas contenidas en este en la trompa, y la exponen al calor producido en la colmena y así sucesivamente por varios minutos hasta evaporar el agua contenida en el néctar.

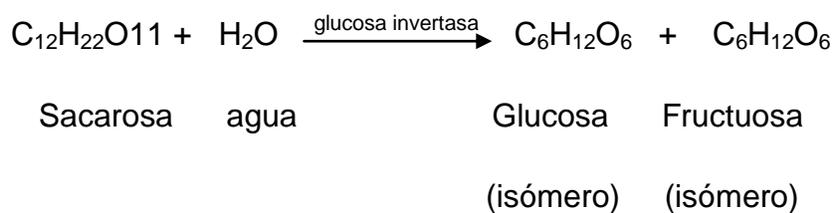
Cuando la abeja considera que la cantidad de agua que ha sido evaporada es suficiente, ésta deposita las gotas de néctar en la celdilla donde se deslizarán hacia abajo y en esta fase sigue ocurriendo una evaporación de agua nuevamente; la abeja seguirá repitiendo esta operación, las veces necesarias hasta que llene la celdilla de un tercio a una cuarta parte de su capacidad, a menos de que haya mucha actividad o falta de celdillas esta la llenará de un medio a tres cuartas partes; finalmente cuando este néctar ya ha alcanzado el contenido

---

de humedad correcto, las abejas proceden a realizar el mismo ciclo hasta llenar la celdilla.

Cuando las celdillas estén totalmente llenas, las abejas las sellarán con un opérculo de cera, al principio esta será de color claro y se oscurecerá cuando la miel toque la cara interna del opérculo por deslizamiento.

La transformación química del néctar a miel se lleva a cabo por la siguiente reacción química.



La enzima glucosa invertasa actúa sobre las moléculas de sacarosa y agua para obtener como productos los isómeros de glucosa y fructuosa (Ortiz-Valbuena, 1992)

## 2.1.2. Clasificación de miel de acuerdo a la NMX-F-036-1997

Según la Norma Mexicana NMX-F-036-1997, la miel se puede clasificar de la siguiente manera:

### 2.1.2.1. Miel de flores o néctar

Miel de Flores o Néctar: procede directamente de los néctares de las flores.

---

### **2.1.2.2. Miel de mielada**

Procede principalmente de secreciones de partes vivas de las plantas. Estas no proceden del néctar de las flores, si no de secreciones o exudaciones de otras partes vivas de las plantas o que están presentes sobre de ellas por la acción de ciertos insectos. Estas mieles son dextrorrotatorias (Acquarone, 2004).

### **2.1.2.3. Miel en panal**

Es la miel que no ha sido extraída de su almacén natural de cera y puede consumirse como tal.

### **2.1.3. Clasificación de miel de acuerdo a su contenido polínico**

Las mieles se clasifican según la principal fuente donde las abejas recolectan el néctar. Aunque las abejas trabajan solamente en una clase de planta a la vez, es muy probable que se encuentre néctar de varios tipos de plantas en la mayoría de las mieles (Dadant, 1975). Según diversos estudios realizados en la Unión Europea la miel se clasifica como:

- Miel monofloral o unifloral
- Miel multifloral o polifloral

Esta clasificación se basa en tres criterios, que son: origen botánico de la miel, características melisopolinológicas y grado de comercialización (Saínez-Laín y Gómez-Ferreras, 2000). Las diferentes proporciones de néctar incorporado a la miel dependen del tipo de vegetación, del periodo de floración de las plantas, así como del tiempo en el que la miel es almacenada por el apicultor.

#### **2.1.3.1. Miel monofloral ó unifloral**

Las mieles monoflorales son producidas en lugares, donde las especies de las plantas producen néctar predominante (Rouff, 2006). Estas mieles son producidas dependiendo de la región geográfica y las condiciones climáticas. Es importante

---

mencionar que las mieles absolutamente monoflorales puras no existen, es decir la abeja nunca percorea en una sola especie vegetal.

Para determinar si una miel es monofloral, el tipo de polen que la caracteriza debe de estar presente en el sedimento en un 45%, salvo algunas excepciones, en las cuales la miel provenga de plantas cuyas flores son pobres en polen, como en algunos casos de cítricos o que posean una particular biología floral (como es el caso de la alfalfa), y también para aquellas plantas cuyas flores son ricas en polen, como sucede en el eucalipto o castaño (Tellería, 2001).

En estudios realizados por la UNAM, se han encontrado como mieles monoflorales en México, la miel de mezquite, de campanilla, de aguacate y de pajonal; otras mieles provenientes de varias especies de Citrus también han sido reportadas, como por ejemplo, mieles del estado de Veracruz provenientes de la especie *Citrus sinensis* con 45% de granos de polen; en Chiapas se ha reportado miel unifloral de *A. mellifera* L. que percorean en cultivos de café y sandía, así como miel unifloral de *Mimosa pudica*, con frecuencias de granos de polen cerca del 100% (Ramírez-Arriaga, 2001). En Europa se han realizado estudios similares y se han encontrado mieles uniflorales de la especie *Brassica*, *Castanea*, *Citrus*, *Eucalyptus*, *Lavandula* (*L. vera*, *L. latifolia*, *L. langustifolia x latifolia*), *Rhododendron*, *Rosmarinus*, *Taraxacum*, *Thymus* y algunas mieles de mielada (Piazza, Perssano-Oddo, 2004).

### **2.1.3.2. Miel multifloral o polifloral**

Saéiz-Laín (2000) menciona que las mieles multiflorales son aquellas que, procediendo del néctar de diversas especies vegetales, o al menos de dos, no predomina ninguna forma polínica sobre las demás, como sucede en las monoflorales.

Como ejemplos de mieles multiflorales se tiene la miel de tabche (Mangle rojo: *Rizophora mangle*), este contiene en abundancia granos de polen de *Rizophora*

---

pero no cumple con los estándares requeridos (de más del 45% de granos de polen) para denominarla miel unifloral. Otro ejemplo de miel multifloral es la miel de Dzalam (*Lysiloma latisiliqua*) proveniente de la leguminosa Dzalam del estado de Yucatán (Ramírez-Arriaga, 2001).

En la miel se encuentran granos de polen en proporciones variables, procedentes de las plantas en las que han perorado las abejas, lo cual es un elemento importante, ya que es utilizado para indicar el origen botánico y geográfico de la misma (Mauricio, Loveaux *et al.*, 1978). La presencia de polen en la miel se debe a diversos factores de los cuales los más sobresalientes son la morfología de la flor, donde percorean las abejas; la posición de los nectarios; la posición y el número de estambres y la cantidad de polen en ellos, así como la distancia de la fuente del néctar a las colmenas, entre otros (Saínz-Laín, Gómez-Ferreras, 2000 .) Al estudio del polen se le denomina palinología y sirve para describir la morfología del polen, ya que este es único para cada especie vegetal, por lo que es posible determinar el origen botánico de éste, a través de técnicas de microscopía óptica y electrónica. Al estudio del polen en miel se le denomina melisopalinología, que permite determinar el origen de la miel a partir del estudio del polen contenido en esta.

## **2.2. Características físicas, sensoriales y composición fisicoquímica de la miel**

Según la Norma Mexicana de la miel MMX-F-036-1992 la miel deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

**Color:** Propio, característico. Variable de: blanca agua, extra blanca, blanca, extra clara ámbar, ámbar clara, ámbar y oscura.

**Olor:** Propio característico

**Sabor:** Dulce característico

La miel de abeja no debe tener sabor o aroma desagradables, absorbidos de materias extrañas durante su extracción, sedimentación, filtración y/o almacenamiento, ni síntomas de fermentación.

Cuadro 1. Especificaciones fisicoquímicas de la miel

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO
Contenido aparente de azúcar reductor expresado como % (g/100g) de azúcar invertido.	63.88	
Contenido de sacarosa % (g/100g).	-	5
Contenido glucosa % (g/100g).	-	38
Humedad % (g/100g)	-	20
Sólidos insolubles en agua % (g/100g)	-	0.30
Cenizas % (g/100g)	-	0.60
Acidez expresada como miliequivalentes de ácido/kg.	-	40
Hidrometilfurfural (HMF), expresado en mg/kg en miel envasada. De más de 6 meses.	-	80
Hidrometilfurfural (HMF), expresado en mg/kg en miel envasada. De menos de 6 meses.	-	40
Índice de diastasa.	-	8

Fuente: NMX-F-036-1992

\* Para 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/kg.

---

## **2.2.1. Características fisicoquímicas de la miel**

### **2.2.1.1. Acidez**

La acidez en la miel es un factor importante, ya que contribuye a la inhibición del crecimiento de los microorganismos; de hecho las abejas para madurar la miel añaden ácido fórmico para preservar a las mismas (Crane, 1975 cita König). Ortiz-Valbuena (1992) menciona que a mayor maduración, incrementa la acidez de la miel debido a la actividad enzimática; el ácido que se encuentra presente en mayor cantidad en miel es el ácido glucónico, que es producido por la dextrosa a partir de una enzima (Crane, 1975); éste ácido se encuentra en equilibrio con la lactona del ácido butírico o éster interno, lo cual hace que no se comporte como un ácido.

Los demás ácidos que se pueden encontrar en la miel están presentes en menor proporción y muchos de ellos son intermediarios en el ciclo de los ácidos tricarbónicos (Crane, 1975). Los siguientes ácidos pueden ser identificados en la miel: ácido acético, ácido butírico, ácido cítrico, ácido fórmico, ácido glucónico, ácido láctico, ácido maleíco, ácido málico, ácido oxálico, ácido pyroglutámico y ácido succínico. Para la determinación de acidez de la miel en el laboratorio Crane (1975) recomienda la titulación de esta con un álcali.

En un estudio realizado a mieles en Yucatán, por Moguel-Ordoñez *et al* (2005) determinaron la acidez libre a mieles de tres tipos de origen floral; de Tajonal con un resultado de  $27 \pm 7.9$ , de Tzitzilché con  $29.9 \pm 5.9$  y de árboles y enredaderas con valores de  $31.3 \pm 7.2$  mEq/kg, los cuales corresponden en su mayoría a lo que especifica la Comisión Europea de la Miel en el caso de miel de exportación, aunque en el proceso de producción y colecta se presentaron los datos fuera de la norma.

### **2.2.1.2. Contenido de humedad**

El contenido de humedad es un factor de importancia para determinar la calidad de las mieles, ya que el contenido de agua en una miel puede favorecer la

---

fermentación, el crecimiento bacteriano y la granulación (Ortiz-Valbuena, 1992). El contenido de agua dependerá de la zona geográfica donde se encuentren las colmenas, el clima, la humedad ambiental y edáfica, y la abundancia de la fuente de néctar, así mismo son determinantes las prácticas apícolas utilizadas para su obtención y comercialización (Saínz-Laín, Gómez-Ferreras, 2000). Este factor va a depender de las condiciones climáticas, edáficas, contenido de humedad en el ambiente, tipo de flora y finalmente el manejo que le dé el apicultor a sus colmenas. El contenido de agua no es indicador del origen botánico de las mieles (Rouff, 2006).

#### **2.2.1.3. Carbohidratos**

Los azúcares son los mayores constituyentes en materia seca en las mieles, cerca del 95%, en efecto estos azúcares son responsables de muchas de las propiedades físicas de la miel tales como viscosidad, hidroscopticidad, propiedades de granulación, entre otros (Crane, 1975), estos hidratos de carbono son la sacarosa, glucosa, fructosa, maltosa y otros azúcares con grupo aldehído libre.

Los azúcares reductores son aquellos que sometidos a un tratamiento de reducción por hidrólisis Ortiz (1992) los expresa como cantidad de azúcar invertido. La determinación de este parámetro según Ortiz (1992) cita a Honet & Hannout (1984) no es confiable, debido a que muchos apicultores incurren a la alimentación artificial de las abejas. Moguel-Ordoñez *et al* (2005.) realizaron un estudio en mieles yucatecas y concluyeron que el “contenido de sacarosa indica una mayor madurez en miel de panal y menor en miel de acopio”.

#### **2.2.1.4. Cenizas**

El contenido de cenizas en la miel es posible debido a que en ella se han encontrado diversos elementos minerales, ya sea en cantidades considerables o en trazas; los más comunes son potasio (K), que constituye una tercera parte de cenizas totales, calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na), estos provienen de la planta nectarífera donde percorean las abejas y el polen presente en la miel” (Ortiz- Valbuena, 1992).

---

Ortiz (1992) cita a Persano-Oddo(1981), Huidobro & Simal (1984), mencionan que el contenido de cenizas es un indicador importante para la caracterización fisicoquímica y el origen botánico y geográfico de la miel. La importancia de los minerales en la miel para la caracterización de origen geográfico, se debe a que la presencia de los minerales en esta, depende del tipo de suelo en que estén situados las plantas donde percoren las abejas, ya que una miel que proviene de una especie floral, si esta misma proviene de otra planta de la misma especie pero situada en otra región geográfica, donde el tipo de suelo sea diferente, el contenido de minerales va a variar (Cuevas-Glory, 2007. cita a González *et al*, 2000; Mistry, 1989).

#### **2.2.1.5. Conductividad eléctrica**

El valor de la conductividad eléctrica está en función de la concentración de sales minerales, ácidos orgánicos, proteínas y posiblemente materiales como azúcares y polioles (Crane,1975). Crane (1975) cita a Stitz & Svigvart (1931) quienes realizaron un estudio de mieles en solución al 50% a 20.5°C y concluyeron que la conductividad eléctrica incrementa con el contenido de cenizas.

#### **2.2.1.6. Hidroximetilfurfural (HMF)**

El hidroximetilfurfural no es un componente natural de las mieles en la colmena, sin embargo puede ser formado por la descomposición de fructuosa en presencia de un ácido (Crane, 1975), la formación de HMF puede favorecerse por la presencia de aminoácidos por la reacción de Maillard (Cuevas-Glory. 2007., cita a Teege, 1984) por lo que su presencia afecta la coloración de estas, además que el olor y el sabor son modificados, este compuesto es un indicador de añejamiento en las mieles, se forma si estas son sometidas a una fuente de calor excesivo, sin embargo un almacenamiento en un lugar fresco puede retardar el incremento de este.

Ortiz (1992) cita a Pichler *et al* (1984) Lee y Nagy (1987,1988), donde se refiere al HMF como un aldehído cíclico que aparece en forma natural por una reacción favorecida por pH ácido, agua y monosacáridos; donde este se forma por una

---

deshidratación sucesiva en medio ácido de tres moléculas de agua a partir de glucosa o de fructuosa, especialmente esta última por ser más frágil. El HMF es un indicador de calidad en la miel.

#### **2.2.1.7. Índice de diastasa.**

La diastasa es una enzima digestora de almidón que pertenece al grupo enzimático de las hidrolasas. Se clasifican en dos grupos la  $\alpha$  amilasa que va cortando cadenas de almidón al azar, y la  $\beta$  amilasa, “encargado de la digestión de la dextrina y el almidón (amilasa y amilopectina, son hidrolizadas rápidamente originando maltosa y glucosa, maltotriosa y  $\alpha$ - dextrina) (Ortiz, 1992). La diastasa se encuentra en la secreción de las glándulas supracerebrales de la abeja (Cuevas-Glory.,2007) Ortiz (1992) cita a White & Pairent (1959) & Mohamedally (1979) donde menciona que la determinación de la diastasa según en el Codex Alimentarius Comisión (FAO/WHO) es muy laboriosa por lo que es preferible determinarla por técnicas analíticas de absorbancia.

#### **2.2.1.8. Prolina**

La mayoría de los alimentos, posee en su composición, una pequeña fracción de aminoácidos libres y aminoácidos constituyentes de las proteínas. Estos en conjunto con otros componentes de la miel dan aroma, sabor y características organolépticas propias de la misma.

La prolina es un aminoácido en la miel que principalmente proviene de las abejas, la importancia de la prolina en la miel radica en que según Ortiz-Valbuena (1992) cita a Davies (1975) permite detectar adulteraciones en la miel con otros productos azucarados, y de la misma manera permite determinar el origen geográfico (Ortiz-Valbuena, 1992 cita a Rodríguez-Otero, Paseiro y Simal, 1990).

El estudio de prolina en mieles frescas, ha sido utilizado como estudio alterno al análisis polínico, ya que se pueden medir los espectros de los aminoácidos en la miel, ya sea libres o ligados a proteínas (Ortiz, 1992), otra manera de medir este es por medio de la reacción en cadena de la polimerasa ; y el inmunoensayo esta

---

técnica es mucho más sensible para la determinación del origen botánico del polen (Rouff, 2000).

#### **2.2.1.9. Flavonoides**

La determinación de flavonoides en mieles, parece ser un indicador importante para determinar el origen geográfico de ésta.

Ortiz (1992) menciona que los flavonoides además de ser indicadores de origen geográfico son los responsables de contribuir al color y sabor de los alimentos.

Corbella (sin año) menciona que las mieles oscuras tienen mayor actividad antibacteriana debida al peróxido de hidrógeno y al poder antioxidante de los ácidos fenólicos. El contenido de antioxidantes en la miel se incrementa al aumentar la cantidad de pigmentos vegetales, como carotenoides y fundamentalmente, flavonoides .Sin embargo Ortiz (1992) hizo un estudio de flavonoides en cuatro muestras de mieles y los resultados fueron muy bajos por lo que concluyó que la medición de esta factor es muy impreciso para determinar el origen geográfico de las mieles.

#### **2.2.1.10. Determinación colorimétrica**

El color de la miel está relacionado con el origen botánico de ésta y otros componentes como sales minerales, polifenoles, carotenoides, aminoácidos (Ortiz, 1992) y algunos pigmentos vegetales (xantofilas, antocianinas, flavonas y flavonoides) (Cuevas-Glory. 2007). El color de la miel es un factor determinante de calidad además de clasificar a esta por su origen botánico. Para la determinación del color de la miel en el laboratorio se puede recurrir al análisis espectrofotométrico por colorimetría (Ortiz, 1992).

La miel según su color se puede clasificar desde claro hasta oscuro y este color dependerá del origen botánico de la misma.

Cuadro 2. Clasificación de color de la miel según la lectura de la escala de Pfund (mm) departamento de agricultura de los Estados Unidos.

Color	Mm
Blanco agua	0-8
Extra blanco	9-16
Blanco	17-34
Ámbar extra claro	35-50
Ámbar claro	51-85
Ámbar	86-114
Oscuro	115 en adelante

Fuente:(Cuevas-Glory. 2007).

#### **2.2.1.11. Invertasa.**

Es una enzima (sacarasa) responsable de muchos de los cambios químicos que se llevan a cabo cuando el néctar es convertida a miel. Esta enzima las abejas la añaden al néctar, y aún cuando la miel es cosechada esta sigue actuando en esta (Crane, 1975).

El sustrato de esta enzima es la sacarosa, que es hidrolizada eventualmente a glucosa y fructuosa. Son dos tipos de invertasa las que se conocen la fructoinvertasa y la glucoinvertasa.

### 2.3. Regiones de producción apícola en la República Mexicana

México posee diferentes regiones apícolas, debido a su gran diversidad geográfica, botánica, climática, orográfica e hidrológica; estos factores en conjunto influye directamente en el tipo de miel producida, dando como resultado diferentes sabores, texturas, colores y grados de humedad en las mieles (FUQROOP; 2004).

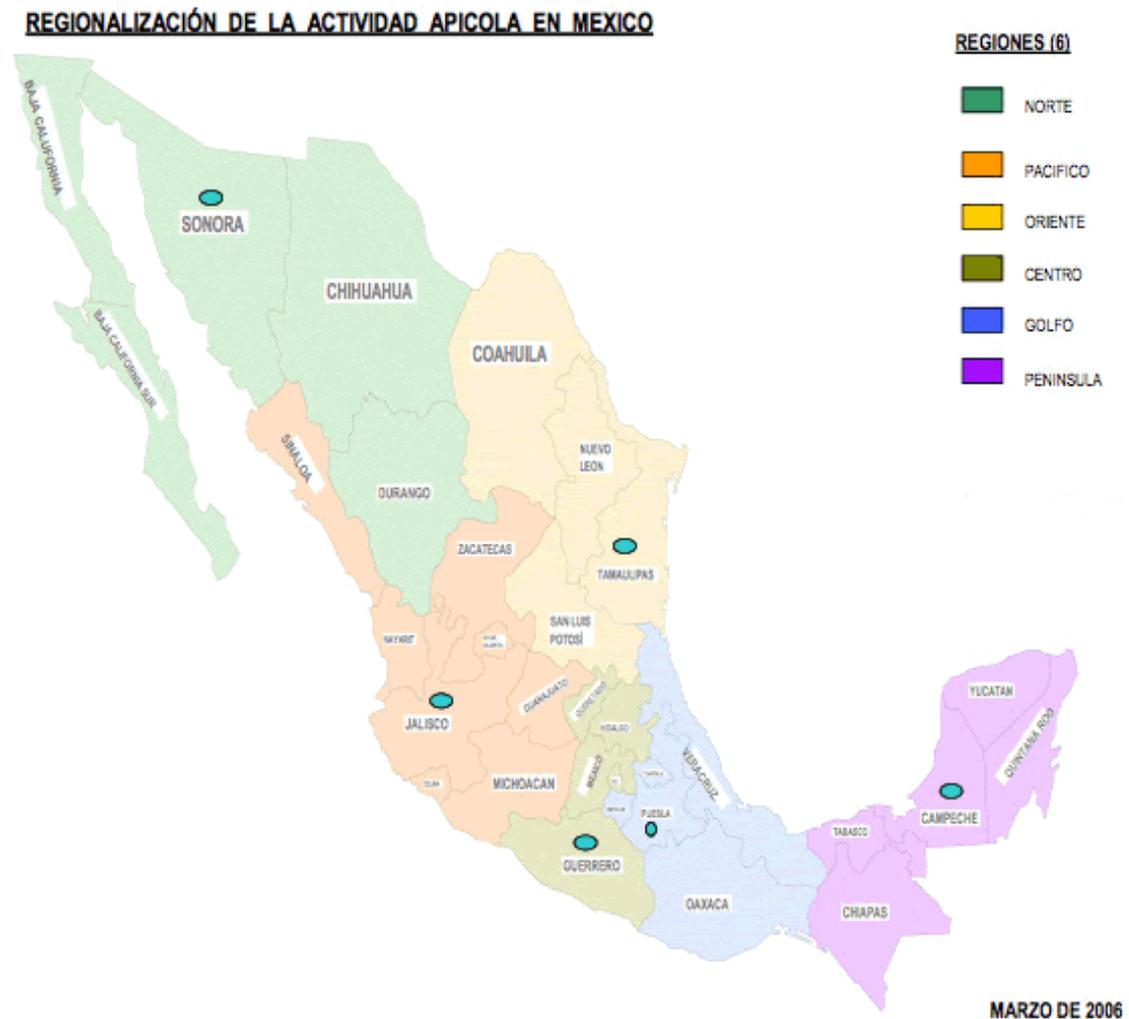


Figura 1. Principales regiones apícolas de México. Fuente: Asociación Nacional de Apicultores

---

### **2.3.1. Regiones florísticas en la República Mexicana**

Reyes-Carrillo & Cano-Ríos (sin año), hacen mención de las zonas florísticas en México las cuales se enlistan a continuación:

#### **2.3.1.1. Regiones cálidas**

Selva pluvial	(1500-500 mm de lluvia al año) Selva alta siempre verde, Chiapas, Tabasco, Campeche, Veracruz y Quintana Roo.
Selva húmeda	(900-2800 mm de lluvia al año) Bosque tropical húmedo de tierras altas Chiapas, Tamaulipas y Quintana Roo.
Selva baja	(600-1500 mm de lluvia al año) Bosque tropical seco de tierras altas caducifolia Sinaloa y Chiapas.
Bosque espinoso	Baja California, Guerrero, Golfo de México
Xerófito cactáceo	
Matorral seco de Xerófitas	(300-600 mm de lluvia al año) Monte bajo xerófilo, depresión de balsas Michoacán, Oaxaca.
Sabana	(1200 mm de lluvia al año) Pacífico, Veracruz, Tabasco, Campeche.
Zona del litoral	Manglares, cocoteros.

---

### 2.3.1.2. Regiones templadas

Zona desértica (200 mm de lluvia al año) Desiertos de cactus. Bolsón de Mapimí, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Baja California, San Luis y Puebla, Desierto de la Gobernadora (*Iarrea*)

Zona esteparia (400 mm de lluvia al año) Pradera mezquite

**a)** Zacatal (gramíneas) Durango, Zacatecas, San Luis Potosí.

**b)** Matorral crasicaule (Acacia) Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Mezquital (*Prosopis*)

Chaparral(clima mediterráneo)  
(*Adenostoma*) Baja California Norte

Bosque de Pino-Encino (450-1700 mm) (*Pinus Quercus*)

Bosque boreal (*Pinus*)(húmedo y frío)

Bosque nuboso o selva de montaña (1200-2000 mm) Sierra madre del sur y Chiapas

---

La zona con mayor producción de miel de acuerdo a las características pluviales, que es lo que origina que haya un gran desarrollo de diversa vegetación, es la región cálida que prácticamente se localiza al sur-sureste de la República Mexicana, según INEGI (2005) reporta una producción de 75 kg por colmena en promedio lo cual es una producción óptima.

La zona templada corresponde geográficamente al norte de la República y su capacidad florística es menor que la región cálida debido a que presenta inviernos bien definidos, poca precipitación, por lo que disminuye la actividad apícola.

Los bosques de pino encino boreales presentan una nula floración melífera, aunque es importante esta zona para la producción de propóleos (Reyes-Carrillo y Cano-Ríos. Sin año).

### **2.3.2. Áreas para la producción de la miel**

Reyes-Carrillo y Cano-Ríos (Sin año) clasifica las áreas de la producción de la miel de la siguiente forma:

Óptimas: 75 kg de miel o más de miel por colmena, precipitación pluvial 2000 mm. Selva húmeda, selva baja caducifolia, llanuras costeras, sureste.

Buenas: 50 a 75 kg

Moderadas: de 25 a 50 kg. Bosque espinoso, matorral seco, estepa, sabana, centro y norte del país.

Malas: de 25 kg o menos por colmena. Zonas de pino y encino, zona desértica, sabana sin vegetación arbórea.

---

### 2.3.2.1. Producción de miel en México

El volumen de producción de miel en México en el periodo de 1998-2003 fue el siguiente según INEGI 2004:

Cuadro 3. Volumen de producción de miel en México de 1998-2003.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Toneladas	55 297	55 323	58 935	59 069	58 890	57 045

Fuente: INEGI 2004. El sector alimentario en México.

Según SIAP para el año 2006 el valor estimado de miel producida en el país fue de 56 044 toneladas, para el año 2007 este mismo organismo estima una producción de 57 062 toneladas

### 2.3.2.2. Producción de miel en el Estado de Tabasco

En el Estado de Tabasco, se han identificado 8 regiones potencialmente apícolas (Figura 3), aunque cabe mencionar que el estado posee en la mayoría de su extensión territorial abundante vegetación, y condiciones climáticas donde se puede desarrollar en óptimas condiciones la actividad apícola.

La producción de miel según lo reportado en el anuario estadístico INEGI (2005) hasta el 31 de diciembre de 2004, en el Estado de Tabasco fue 2861.07 toneladas equivalente a 6 485.45 miles de pesos. A continuación se presenta la existencia de colmenas registradas en el Estado de Tabasco.

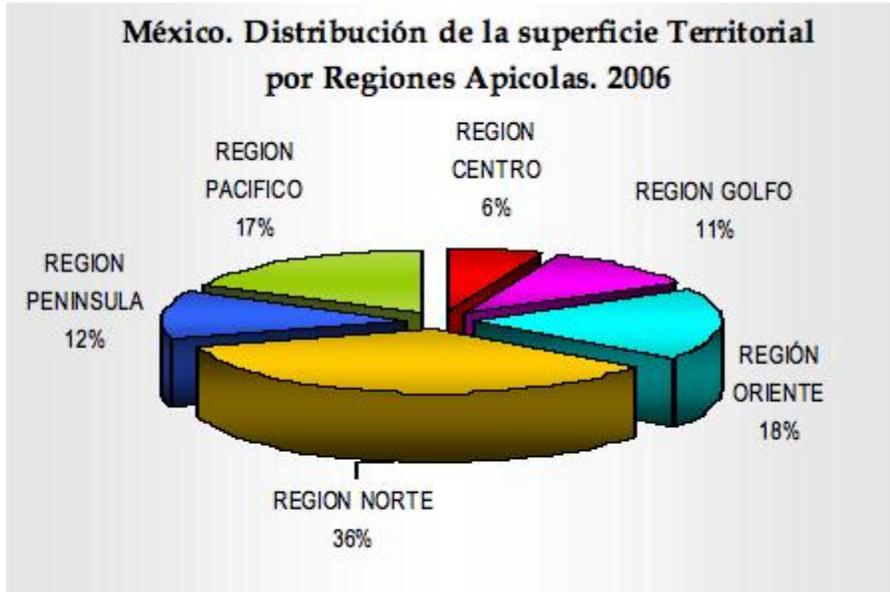


Figura 2. Distribución de la superficie territorial por regiones apícolas  
Fuente: Asociación Nacional de Apicultores



Figura 3. Municipios del Estado de Tabasco con mayor actividad apícola  
Fuente: Villegas-Duran, G. *et.al.*(2004).

Cuadro 4. Existencia de colmenas en el Estado de Tabasco por municipio.

<b>Municipio</b>	<b>Existencia de colmenas</b>	<b>Valor de existencia de colmenas(pesos)</b>
<b>Total</b>	<b>4394</b>	<b>6 591.0</b>
Balancán	773	1159
Cárdenas	284	426
Centla	131	196.5
Centro	97	145.5
Comalcalco	111	166.5
Cunduacán	185	277.5
Emiliano Zapata	320	480
Huimanguillo	576	864
Jalpa de Méndez	163	244
Jonuta	12	18
Macuspana	5	7.5
Nacajuca	6	9
Paraíso	305	457.5
Tacotalpa	451	676.5
Teapa	167	250.5
Tenosique	808	1212.0

Fuente: INEGI 2005. Anuario estadístico del Estado de Tabasco.

En el caso de producción de miel estimado a nivel estatal el SIAP indica un valor de 173 toneladas para el año 2007. En el año 2006 se estimó una producción de 173 toneladas, ocupando el trigésimo lugar a nivel nacional. (SIAP.2007)

#### **2.4. Flora nectarífera y polinífera del estado de Tabasco**

Tabasco debido a su localización geográfica, condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas posee una gran diversidad de especies florales, de las cuales las abejas melíferas obtienen su principal fuente de néctar y polen; algunas de estas especies mantienen su floración todo el año o la mayor parte de este.

---

Es muy importante conocer la flora melífera, ya que servirá para determinar el origen botánico de la miel. Por lo tanto la flora melífera es aquella vegetación que es visitada por la *Apis mellifera* L. para obtener polen y néctar para la elaboración de miel.

Villegas-Durán, y Rodríguez-Rodríguez, *et al* (2004) en su libro Flora nectarífera y polinífera del estado de Tabasco, hacen una clasificación de las plantas en especies cultivadas, árboles, arbustos y enredaderas. Esta clasificación se enlista en el anexo 1.

#### **2.4.1. Polen**

El polen es el plasma del germen masculino de las plantas, aparte de ser el componente principal para la fecundación de las plantas, en la apicultura es muy importante debido a que aporta proteínas, grasas y minerales en la dieta de la *Apis mellifera* L. y los apicultores lo aprovechan como un excedente en el apiario.

En las plantas con semillas (espermatófitos) el polen se origina en el saco polínico como consecuencia de la meiosis de las células madres del polen. En el interior del grano del polen, se desarrolla el gametófito masculino (Gómez-Ferreras y Sáinz-Laín. 2000)

El polen es rico en proteínas, que sirven de materia base para el crecimiento y restauración de tejidos. Sin embargo este puede variar de una especie floral a otra (Dadant, 1975). Dadant (1975) cita a Vivino (1944) y Standinfer (1966) mencionan que el polen es rico en lípidos de la misma forma cita a Auclaur (1948) y Bieberdof (1961) donde mencionan que también contiene aminoácidos libres, hidratos de carbono( azúcar, almidón y celulosa) minerales ( Calcio, magnesio, hierro, fósforo, hierro, sodio, potasio, aluminio, manganeso, azufre y cobre), vitaminas (ácido pantoteico, ácido nicotínico, tiamina, riboflavinas, ácido ascórbico y pequeñas cantidades de vitamina D y E), enzimas y coenzimas (Dadant, 1975), Dadant (1975) cita a Vivino (1944) donde menciona que la miel posee pigmentos

---

tales como la xantofila y carotina y cita a Standifer(1968) donde menciona que por análisis químicos realizados a la miel demuestra que esta contiene esteroides.

Al estudiar la fisiología del polen se toma en cuenta que es un objeto tridimensional, que se forma a partir de la meiosis, al finalizar esta los granos son liberados de forma individual, en algunos casos se libera la tétrada entera formando tétradas o el saco polínico completa formando polínides (Ortiz-Valbuena, 1992 ). Los granos de polen pueden ser polares, apolares, isopolares o heteropolares. De acuerdo a su simetría puede ser simétrico, asimétrico, radioasimétrico o bilateral. En relación al tamaño Ortiz-Valbuena (1992) cita a Erdtman(1945) el polen se clasifica según la longitud del eje más largo, en seis grupos:

Muy pequeño: Menos de 10 micras de diámetro.

Pequeño: Entre 10-24 micras

Mediano: Entre 25-49 micras

Grande: Entre 50-99 micras

Muy grande: Entre 100-200 micras

Gigante: Más de 200 micras.

El polen posee esporodermis que es la cubierta de este y es altamente resistente a la destrucción, la estructura de esta es variable de una especie floral a otra, su forma, color y estructura es lo que la diferencia de una especie a otra. El polen está constituido por dos componentes la intina, que está compuesta principalmente por celulosa y es la que le da la protección a la célula polínica y la exina que es la estructura más externa y rodea la intina; está constituida por esporopolenina; Ortiz(1992) cita a Faegri(1956) y menciona que a los granos de polen se les puede diferenciar dos estratos: la endexina y la ectexina.

---

En la miel se pueden encontrar granos de polen que provienen de las plantas donde han percorado las abejas, se pueden encontrar en diferentes proporciones y de diversos tipos, pero es fácil identificarlo mediante el análisis polínico.

#### **2.4.2. Morfología polínica**

El objetivo de los estudios realizados sobre la morfología del polen es el describir y clasificar los tipos polínicos, para llegar a este punto es necesario tener conocimiento sobre la morfología polínica por lo que se deben realizar descripciones claras y puntuales sobre el mismo.

Las características esenciales según Ramírez-Arriaga(1989) cita a Reitsma(1970), que se toman en cuenta son: polaridad y simetría, forma y tamaño, número y posición de las aberturas, estructura, escultura y ornamentación de la exina.

##### **2.4.2.1. Polaridad y simetría.**

Ramírez-Arriaga (1989) cita Reistma(1970) donde menciona que cuando los granos de polen se encuentran asociados en tétradas, se pueden diferenciar dos caras en cada uno de ellos: la cara polar proximal, orientada hacia el interior de la tétrada y la cara polar distal, situada al exterior de la tétrada. Menciona de igual manera que el eje ecuatorial es una línea recta imaginaria que separa ambas caras en cambio la recta imaginaria que atraviesa a través del centro de la mónada, hacia el centro de la tétrada, se le conoce como eje polar.

Los granos de polen pueden presentar apolaridad es decir sin una clara polaridad, o se les pueden llamar isopolares cuando no se diferencia el polo distal y el proximal, o heteropolares cuando existe una clara diferencia entre la cara proximal y distal (Ramírez-Arriaga, 1989. Cita a Erdtman, 1950)

La simetría que presentan los tipos polínicos puede ser bilateral con dos planos verticales de simetría o radial cuando existen más de dos planos verticales de simetría (Ramírez-Arriaga, 1989 cita a Erdtman, 1952 y Nilsson, 1978), ver figura 4.

**POLARIDAD**

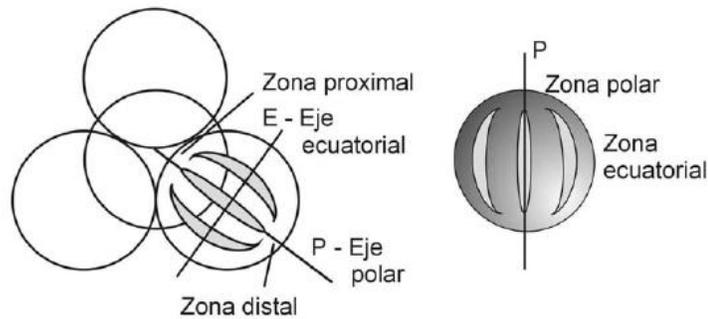


Figura 4. Descripción de eje y simetría de un grano de polen. (Belmonte J.2003)

**2.4.2.2. Forma y tamaño de polen**

Los granos de polen tienen forma tridimensional y esta va a variar de una taxa a otro. Para definir la forma, deben medirse el eje polar (P) y el eje ecuatorial (E). la relación P/E define la formas de los tipos polínicos; perprolatos, prolatos, subprolatos, esferoidales, suboblados, oblatos y peroblados(Ramírez-Arriaga, 1989 cita a Reitsma, 1970). Ver figura 5.

**FORMAS DEL POLEN**

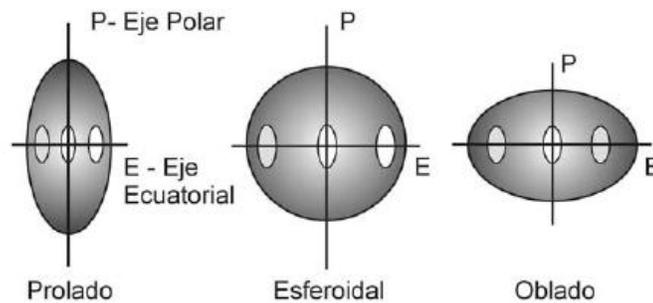


Figura 5. Tipos de forma de polen (Belmonte, J. 2003)

**2.4.2.3. Pared del grano de polen.**

La pared del grano del polen comprende una zona externa o exina y una interna o intina. La exina está constituida por materiales complejos, cuyo principal

componente es la esporopolenina, que es resistente a concentraciones ácidas como alcalinas y a temperaturas altas (Ramírez- Arriaga, 1989 cita a Echlin, 1970).

En la exina se diferencian dos capas, una externa o ectexina y una interna o endexina (Ramírez-Arriaga,1989 cita a Erdtman, 1978 y Faegri, 1956). Los principales estratos que forman la ectexina son: el tectum o techo, infratectum, constituidos por elementos en forma de pilares llamados columnelas y una capa basal (Ramírez-Arriaga cita a Iversen y Troels-Smith, 1950; Reitsman,1970).

Erdtman, utiliza los términos sexina y nexina para diferenciar morfológicamente las capas de la exina. Según Ramírez-Arriaga (1989) la sexina se interpreta como la parte estructurada de la exina y la nexina como parte interna no estructurada. Los granos de polen pueden ser tectados con techo completo, semitectados presenta un techo parcial o intectados no presenta techo. Ver figura 6.

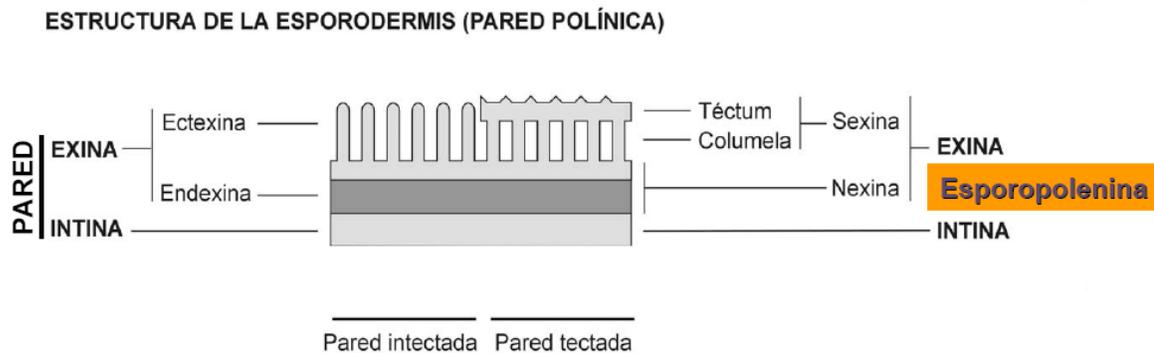


Figura 6. Pared polínica (Belmonte,J. 2003)

#### 2.4.2.4. Estructura, escultura y ornamentación

El estudio de la morfología que se encuentra en la capa de la exina, es de interés taxonómico.

En el estudio de la morfología de polen se conocen dos términos, estructura y escultura que fueron diferenciadas por Potonie(1943), Iversen y Troels-Smith, 1950 y Faegri y Iversen (1964) (Ramírez-Arriaga, 1989). En la que consideran que

---

la estructura corresponde a la arquitectura intraexinosa, mientras la escultura comprende las exoestructuras externas sin hacer referencia a la constitución interna de la pared del grano, es decir son elementos superficiales de la exina, que aparecen como relieve; y se le conoce como ornamentación (Ramírez-Arriaga, 1989). En la sexina pueden presentarse esculturas como son: clavos, gemas, verrugas, espinas, escabras, etc. Ver figura 7.

En los granos de polen intectados, la ornamentación superficial puede considerarse como escultura y estructura a la par; en los granos de polen subtectados se pueden observar varios tipos de ornamentación, las más comunes son reticulada, estriada y rugulada, entre otras. En cambio en tipos polínicos tectados, pueden presentarse varios patrones morfológicos, por ejemplo: patrón reticulado, producido por los elementos estructurales que se encuentran debajo del techo (Ramírez-Arriaga, 1989 cita a Praglowski y Raj, 1979).

#### **2.4.2.5. Aberturas, número y posición.**

Los granos de polen, generalmente presentan aberturas, aunque existen escasos granos de polen que son inaperturados. El término abertura está basado en criterios morfológicos (forma); estructurales (adelgazamiento o engrosamiento de la exina) y funcionales (germinación o harmomegata). (Ramírez-Arriaga, 1989 cita a Nilsson.1978).

Para indicar el nivel topográfico de las aberturas se utilizan los prefijos ecto- y endo- que indican respectivamente parte superior o interior de la exina (Ramírez-Arriaga, 1989 cita a Reitsma,1970).

Las aberturas simples: pueden ser suturas, sulcos, colpos o poros.

ORNAMENTACIÓN DE LA EXINA.  
 (A) VISIÓN DE LA SUPERFICIE. (B) SECCIÓN TRANSVERSAL

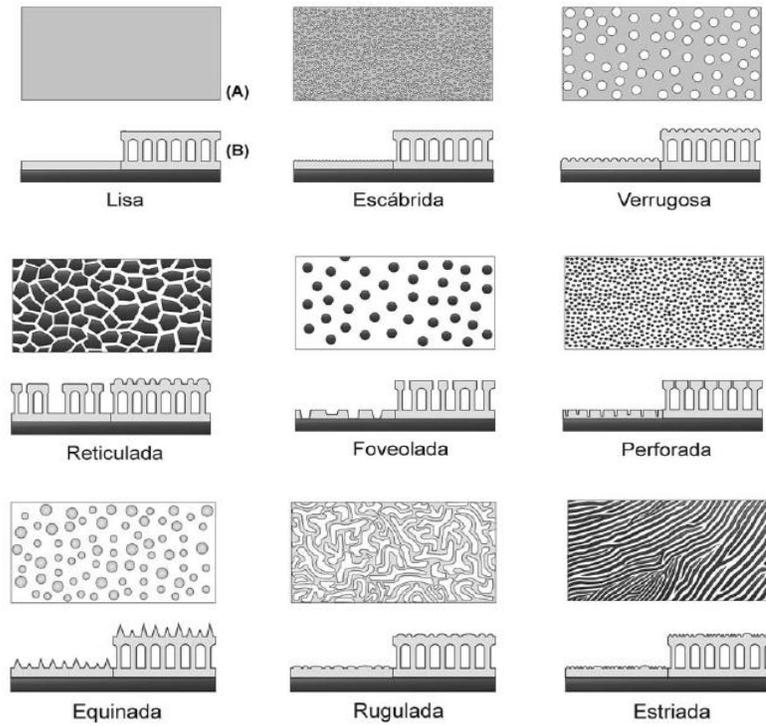


Figura 7. Ornamentación y estructura de la pared de un grano de polen  
 (Belmonte, J. 2003).



Figura 8. Tipos de aberturas (Martínez-Hernández, et al., 1993)

Para indicar su posición se usan convenientemente los prefijos peri-,panto-, zono-,etc. Las aberturas compuestas: son aberturas compuestas de una abertura exterior o ectoabertura, superpuesta sobre una abertura interior o endoabertura(Ramírez-Arriaga, 1989 cita a Nilsson, 1978). Ver figura 8.



Figura 9. Disposición de las aberturas (Belmonte,J. 2003)

Los granos de polen con aberturas compuestas son llamados colporados si la ectoabertura es un colpo y pororado si la ectoabertura es un poro. Si se considera el tamaño de la endo abertura, respecto a la ectoabertura, se tienen dos posibilidades:

Endoabertura lalongada, cuando el eje mayor de la endoabertura es perpendicular al eje mayor de la ectoabertura y endobertura lolongada, cuando el eje más corto de la endoabertura es perpendicular al eje mayor de la ectoabertura (Ramírez-Arriaga, 1989 cita a Reitsma, 1970).

El número de aberturas en el grano de polen se indican con los prefijos mono-, di-, tri- tetra-, penta-, hexa-, antes de los términos: sulcado, colporado, porado, colporado y poroporado. Más de seis aberturas se utiliza el término poli-(Ramírez-Arriaga, 1989 cita a Reitsma, 1970). Ver figura 10.

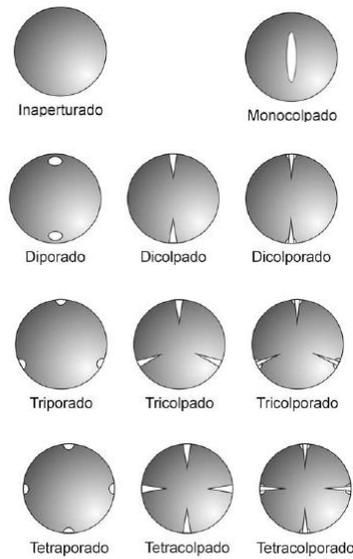


Figura 10. Número de aberturas (Belmonte,J. 2003)

El arreglo de las ectoaberturas en la superficie del grano puede ser zonal (ecuatorial), o bien, estar distribuidas regularmente en toda la superficie del grano, para indicar este tipo de distribución, Erdtman *et al.*(1961) utiliza el prefijo panto- y Faegri y Iversen (1950,1964), usan los prefijos estefano-, y peri-(Ramírez-Arriaga, 1989).

Las aberturas pueden presentar membrana colpal, membrana del poro etc. Un adelgazamiento o engrosamiento de la sexina alrededor del ectoporo es llamado anillo y margo en el caso de los colpos(Ramírez-Arriaga, 1989 cita a Reitsma, 1970).

## 2.5. Palinología

La palinología es la ciencia que tiene como objeto de estudio el polen, por lo que es una rama que tiene aplicación en diversos campos tales como taxonomía vegetal, climatología, limnología, paleobotánica, arqueología, medicina, etc. La palinología fue ampliamente utilizada en la paleobotánica ya que este componente es muy durable y no se descompone fácilmente a través del tiempo, un ejemplo es

---

que se han encontrado muestras de polen en depósitos cuaternarios en plantas hoy día existente (Salvat, 1976).

Los granos de polen pueden ser transportados de las plantas ya sea por acción del viento (plantas anemófilas y en algunos casos árboles entomófilas) o por animales o insectos polinizadores, como es el caso de la abeja *A. mellifera* L. y los pájaros. Estos animales cooperan eficazmente en la fecundación de las plantas transportando el polen que, voluntaria o involuntariamente, se adhieren a su cuerpo durante las visitas que realizan a las flores (Gómez-Ferreras y Sáinz-Laín. 2000).

La cantidad y el tipo de polen en la miel pueden ayudar a determinar el origen botánico de éste.

Tellería, (2001) clasifica el contenido de polen según el contenido polínico en mieles como:

- Polen dominante es aquel que se encuentra en un porcentaje superior al 45%
- Polen secundario es aquel que constituye del 15% al 45% del total
- Polen de menor importancia al que representa de 3% al 15% del total
- Polen en traza que esta presente en un porcentaje inferior al 3% del total

Rouff, (2006) hizo un estudio palinológico a diferentes mieles provenientes de Suiza, Alemania, Italia, Francia y Dinamarca, obteniendo resultados favorables, que les permitió conocer el origen floral de cada una de ellas.

Gómez-Ferreras y Sáinz-Laín(2000) realizaron estudios que permitieron identificar el origen botánico de las mieles españolas, de la misma forma Ortiz(1992) determinó el origen botánico de las mieles de Alcarria, España.

En Latinoamérica se realizaron estudios similares en lugares como Chile donde se estudió la relación entre el origen geográfico y botánico de las mieles chilenas y el contenido de metales pesados (Fredes-González, 2004), en el (2003) Castro-

---

Feria, realizó un trabajo similar en la zona árida de Chile donde utilizó la palinología para determinar el origen botánico de las mieles de esa zona.

### **2.5.1. Melisopalinología**

La melisopalinología es la rama de la palinología que estudia el polen contenido en la miel, esta técnica es muy útil para determinar el origen botánico y geográfico de esta, ya que permite saber por medio del polen, en qué tipo de flores percurren las abejas, este método está basado en la centrifugación de las mieles, según Mauricio, Loveaux y Vorwuhl (1970) la importancia de la metodología radica en que hay que elaborar una palinoteca, es decir se tiene que identificar la flora nectarífera y polinífera que se encuentra cerca de las colmenas, posteriormente las muestras se llevan al laboratorio para obtener el polen de referencia (Ortiz. 1992) y se comparan con el polen encontrado en las muestras de mieles que son tratadas por acetólisis según metodología de Erdtman (1943).

Sáenz-Lain y Gómez-Ferreras (2000) Caracterizaron e identificaron mieles Españolas mediante el análisis de polen cualitativo y cuantitativo obteniendo buenos resultados. Ortiz (1992) realizó análisis melisopalinológicos para la identificación de mieles de Alcarria, España. En Buenos Aires se obtuvieron resultados de los análisis melisopalinológicos de las mieles de la región donde analizaron 13 especies, comprendidas en 8 familias botánicas, que crecen como nativas espontáneas o cultivadas en la región del Chaco en Argentina (Montenegro y Chifa ,sin año).

De igual manera en la India se realizaron estudios en 14 muestras de mieles uniflorales de las cuales cinco correspondieron a *Eucalyptus* sp. dos a miel de *Psidium* sp. dos a miel de *Brassica* sp. y una muestra respectivamente de miel de *Syzygium* sp, de *Cassia* sp de *Muntingia* sp de *Artemisia* sp. y de *Guizotia* sp (Mari-Scinthia, & Agashe. 2006). Los mismos estudios se han realizado para la determinación botánica aunque con la especie *Apis cerana* en el distrito de Thally, India. En este experimento se observó que de las 269 muestras de miel, 255

---

correspondían a mieles uniflorales y 14 a mieles biflorales, donde se concluye que la abeja *Apis cerana* muestra fidelidad a una sola especie floral (Mari-Scinthia, y Agashe. 2006).

De la especie *Apis mellifera* L. Forcone (2006) realizó un estudio melisopalinológico con el fin de conocer las fuentes de néctar de esta en la provincia de Chubut en Argentina. Las muestras fueron procesadas por análisis melisopalinológicos convencionales y sedimento de polen acetolizado; se analizaron 139 muestras, de las cuales se identificaron 137 tipos polínicos pertenecientes a 53 familias. Del total de muestras analizadas 47% fueron clasificadas monoflorales, estas provinieron de los siguientes taxa: *Tamarix gallica* (Tamaricaceae): 15%; Rosaceae: 6%; *Trifolium* sp. (Fabaceae): 6%; *Melilotus* sp. (Fabaceae): 5%; *Medicago sativa* (Fabaceae): 4%; *Aristotelia chilensis* (Elaeocarpaceae): 3%; *Discaria-Colletia* (Rhamnaceae): 2%; *Escallonia* sp. (Saxifragaceae): 1%; *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae): 1%; Myrtaceae: 1%; *Phacelia secunda* (Hydrophyllaceae): 1%; *Prosopidastrum globosum* (Fabaceae): 1%; *Schinus patagonica* (Anacardiaceae): 1%. El 32% del polen identificado correspondió a la flora nativa, y el resto a plantas introducidas, principalmente de origen europeo y asiático.

En Argentina Andrada, *et al.* (1998) realizaron estudios de polen en mieles sin realizarles tratamiento acetolítico, estas muestras fueron provenientes de la Sierra Austral de la provincia de Buenos Aires, obteniendo buenos resultados, se identificó que los tipos predominantes corresponden a *Eucalyptus* sp., *Helianthus annuus* y *Diplotaxis tenuifolia*. Los resultados obtenidos indican que siete muestras fueron monoflorales de *Eucalyptus* sp. Otras ocho fueron biflorales (cuatro de *Eucalyptus* sp.- *Centaurea* sp., dos de *Eucalyptus* sp.- *Helianthus annuus*, una de *Helianthus annuus*-*Centaurea* sp. y una de *Centaurea* sp.-*Diplotaxis tenuifolia*, mientras que 19 muestras mostraron origen floral mixto. Las familias más representadas son Fabaceae, Asteraceae y Brassicaceae.

---

La melisopalinología para determinar el origen geográfico es muy útil, ya que una miel que proviene de una misma especie floral, variara sus propiedades dependiendo de la región geográfica de donde proviene esta (Karabournioti, *et al.* 2006 cita a Zimmerman, 1988.) Karabournioti, *et al.* (2006) menciona que la determinación de contenido de metales, ácidos orgánicos y composición química es importante para la determinación geográfica. En estudios realizados por Karabournioti, *et al.* (2006) cita a Bogdanov y Martin. (2002) donde menciona que la diferencia de espectros de polen entre diferentes mieles de diferentes territorios y zonas climáticas son fáciles de detectar siempre y cuando la zona geográfica de una misma especie floral no esté muy cerca de una zona geográfica diferente, en ese caso las variaciones no son tan fáciles de detectar. El análisis cuantitativo de polen es un factor importante para la distinción geográfica de las mieles de mismo origen botánico. Mauricio y Loveaux (1970) mencionan que ocasionalmente el origen geográfico puede ser determinado por la presencia de polen característico limitado a cierta región de hecho sugieren que la región donde la miel fue producida puede ser determinada por la presencia de la combinación de ciertos tipos de polen encontrados en la miel (Mauricio y Loveaux. 1970).

---

**3**

**OBJETIVO**

**E**

**HIPÓTESIS**

---

## **3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **3.1. Objetivo General**

Establecer el origen geográfico y botánico de las mieles del estado de Tabasco, México.

#### **3.1.1. Objetivos específicos**

3.1.1.1. Determinar el origen botánico de las mieles de las diferentes regiones del estado de Tabasco mediante técnicas melisopalinológicas.

3.1.1.2. Caracterizar fisicoquímicamente las mieles de las diferentes regiones del estado de Tabasco.

### **3.2. Hipótesis**

El análisis melisopalinológico y fisicoquímico de las mieles permite precisar el origen geográfico y botánico de las mismas.

---

**4**

**MATERIALES**

**Y**

**MÉTODOS**

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Delimitación del área de estudio

Se seleccionaron en primera instancia cinco municipios del Estado de Tabasco: Huimanguillo, Cárdenas, Paraíso, Centla y Tacotalpa en base a que según el inventario apícola del Estado de Tabasco, son los municipios con mayor actividad apícola (Villegas-Durán *et.al.*, 2004)

### 4.2. Origen de las muestras de miel.

Cuadro No.5. Sitios donde se colectaron las muestras de mieles

Municipio	Localidad	Productor	Muestra	Coordenadas
Cárdenas	Km.21 carretera federal Cárdenas- Coatzacoalcos	Colegio de postgraduados Campus- Tabasco	R-135	X 438244 Y 1988709
Tacotalpa	Ranchería Guayal	Fernando Martínez Gómez	R-136	X 531929 Y 1921667
Huimanguillo	Ejido Mercedes Gamas	Ing. Pedro Peregrino Ramos	R-137	X 439124 Y 1939392
Centla	Ranchería Jalapita	Isaac Torres Luciano	H-433	X 499372 Y 2036974
Centla	Ranchería Emiliano Zapata	Isaac Torres Luciano	H-434 y H-435	X 506140 Y 2037958 X 506140 Y 2037958
Huimanguillo	Estación Chontalpa	Adán Broca Quevedo	H-437	X 461065 Y 1979478
Huimanguillo	Ejido Mercedes Gamas	Ing. Pedro Peregrino Ramos	H-438	X 439124 Y 1939392
Paraíso	Ejido Las Flores	M.V.Z. Adolfo Molina Acuña	H-440	X 474639 Y 2038086
Tacotalpa	Zunu y Patastal	M.V.Z. Eusebio Rojo Lara	H-441	X 532260 Y 1922973
Tacotalpa	Madero 2da. Sección	Fernando Martínez Gómez	H-443	X 532267 Y 1922974

---

### **4.3. Técnicas melisopalinológicas**

Para determinar el origen botánico de las mieles de las diferentes regiones del estado de Tabasco mediante técnicas melisopalinológicas, se procedió a la identificación taxómica de plantas melíferas y a la extracción de polen por acetolización en muestras de miel y plantas, utilizando las siguientes técnicas:

#### **4.3.1. Identificación taxonómica de flora melífera tropical del estado de Tabasco**

Se visitaron apiarios de diferentes regiones del estado de Tabasco, donde se colectó la miel a analizar, se obtuvieron muestras completas de flores que se consideraban melífera según bibliografía (Villegas-Duran, *Et al.* 2004) en un radio de 300 metros, se fotografiaron y colocaron en una prensa, se identificaron las muestras con los datos correspondientes tales como localidad, fecha, hora, nombre común de la especie, y nombre del colector. Se realizó la identificación taxonómica por comparación con ejemplares del herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. De igual manera se hizo una colecta de material herborizado del herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de las plantas melíferas que no estaban en floración en la fecha en que se llevo a cabo el muestreo.

#### **4.3.2. Contenido polínico**

##### **4.3.2.1. Preparación de polen de referencia**

Se colocaron las anteras de las flores colectadas sobre un vidrio de reloj, se colocaron en un tubo de vidrio y se procedió a realizar la técnica de acetólisis de Erdtman levemente modificada por Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga(1989). Las laminillas obtenidas se observaron al en un objetivo de 100X en aceite de inmersión, en un microscopio de contraste de fases Carl Zeiss Axiostar plus, se describieron los granos de polen observados en el laboratorio de fitopatología del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco.

---

#### **4.3.2.2. Obtención de polen en miel acetolizada.**

Esta técnica es utilizada para observar con claridad la estructura de la exina en el polen, este análisis es cualitativo y se basa en la identificación de polen presente en la miel utilizando polen de referencia o testigo y contando la frecuencia de polen presente en la miel, dando como resultado datos sobre el origen botánico de esta (Ortiz- Valbuena, 1992). Las muestras de miel, se procesaron de acuerdo a Loveaux *et al.* (1970) levemente modificada por Hernández-Martínez y Ramírez-Arriaga (1989). Ver anexo 2, en el laboratorio de palinología del Instituto de Geología de la UNAM. Las laminillas obtenidas se observaron en un objetivo de 100X, con un microscopio de contraste de fases Carl Zeiss, se describieron y realizaron los conteos de polen observados.

#### **4.3.3. Georreferenciación de los sitios de muestreo**

Se georreferenciaron los apiarios donde se colectaron las muestras de miel y de flores, con un GPS marca GARMIN, anotando la altitud, latitud, ubicación. Posteriormente se manejaron los datos por medio del programa ArtView para así obtener un mapa polínico del Estado de Tabasco.

### **4.4. Análisis fisicoquímicos**

A las muestras colectadas se les realizaron las siguientes determinaciones, usando las técnicas fisicoquímicas que a continuación se describen, esto con el objetivo de corroborar su origen botánico y geográfico. En total fueron 12 tipos diferentes de mieles y se analizaron 8 muestras por cada tipo de miel.

#### **4.4.1. Potencial de hidrógeno (pH)**

Se disolvieron 10 g de miel en 75 ml de agua destilada libre de dióxido de carbono en un recipiente de vidrio de 250 ml. Se agitó la muestra vigorosamente con agitador magnético. Se introdujo el electrodo del potenciómetro en la solución y se registró el pH (Ortiz-Valbuena, 1992).

#### 4.4.2. Conductividad eléctrica

Esta medida es una de los mejores para determinar el origen botánico de las mieles (Bogdanov, 2000) y está estrechamente relacionada con el contenido de cenizas y la acidez presente en estas. Bogdanov, (2000) menciona que el contenido de cenizas y la conductividad eléctrica tienen una relación lineal y lo representa en la siguiente ecuación:

$$C = 0.14 + 0.74 A$$

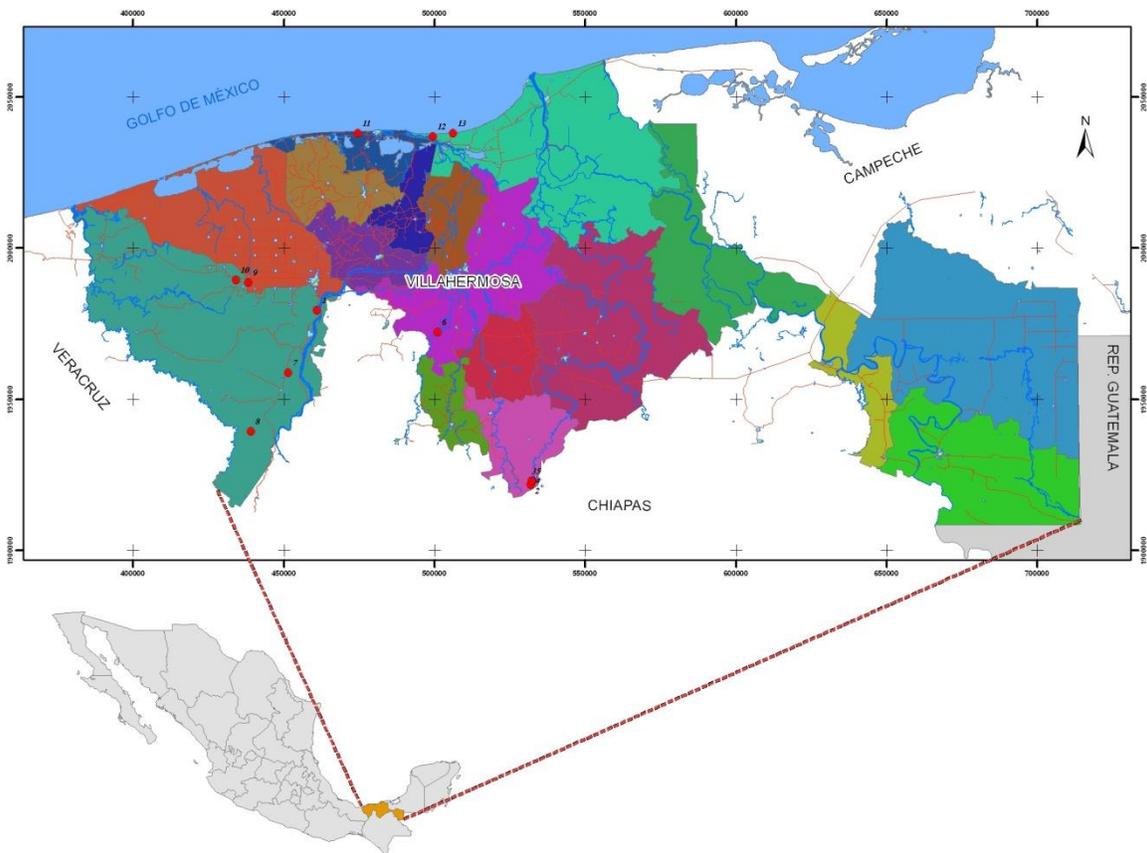


Figura 11. Sitios de muestreo de apiarios

Donde:

C: es la conductividad eléctrica en mili Siemens  $\text{cm}^{-1}$

A: el contenido de cenizas en g/100 g.

---

La conductividad eléctrica varía de una miel a otra (Bogdanov, 2000).

Este parámetro fue incluido recientemente al Codex Alimentario, 2001; y la Comisión Europea (2002) reemplazando a la medición de contenidos de cenizas en miel (Bogdanov, *et al*, 2004)

Para medir la conductividad eléctrica fué necesario estandarizar la celda del conductímetro en una solución de cloruro de potasio 0.1 M. En un recipiente graduado se colocaron 20 gramos de extracto seco de miel y se aforó a 100 ml con agua destilada. Se colocó 40 ml de la muestra en un recipiente y se llevó a baño María a 20°C; se introdujo la celda del conductímetro a la muestra y se midió la conductividad eléctrica en mS después de que la muestra alcanzó la temperatura del baño María (Bogdanov, 2002). Para la medida de conductividad eléctrica en miel se utilizó un conductivímetro YSI 300 conductivimeter.

#### **4.4.1. Sólidos totales disueltos**

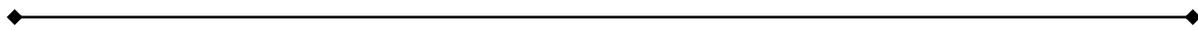
Se colocaron 20 gramos de extracto seco de miel y se aforó a 100 ml con agua destilada. Se colocó 40 ml de la muestra en un recipiente y se puso a baño María a 20°C, la lectura se efectuó en el mismo equipo donde se midió la conductividad eléctrica, la unidad de medida en que se reportó fue en Mg/L.

#### **4.4.2. °Brix**

Para la determinación de °Brix en miel se midió su índice de refracción a 20°C mediante un refractómetro de Abbe , marca Attago, posteriormente el cálculo de humedad se efectuó utilizando la tabla de Chataway (NMX-F-036-1992) La expresión de los resultados se reportó en tanto por ciento%.

#### **4.5. Análisis y tratamiento estadístico de los datos**

Se empleo hoja de cálculo Excel de Office 2007 de Microsoft. Se calculó con el paquete Excel la media y la desviación estándar de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados.

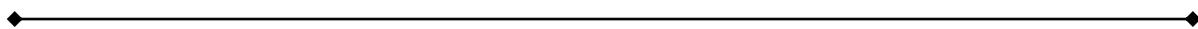


# **5**

# **RESULTADOS**

# **Y**

# **DISCUSIÓN**



---

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presentación de los resultados y su discusión se realiza exponiendo los resultados de la palinoteca y los análisis melisopalinológicos para determinar el origen botánico de la miel y de los análisis fisicoquímicos de la misma con el objeto de tipificarla.

### 5.1. Descripciones palinológicas

A continuación en primer lugar se describe los caracteres morfológicos de los granos de polen de las plantas de la palinoteca (Flora melífera y material herborizado); posteriormente se detallan las descripciones palinológicas de los *Taxa* de mayor importancia en las mieles analizadas ( $\geq 10\%$ ) siguiendo un orden alfabético por familia. La terminología palinológica empleada está basada en Erdtman (1972). Se tomaron en cuenta los siguientes caracteres morfológicos del polen: abertura, exina, ornamentación, asociación, polaridad, simetría, forma, eje polar (P), eje ecuatorial (E), diámetro mayor (D) y diámetro menor (d). Las muestras de flores para el estudio del polen del material de la palinoteca fueron colectadas en el Herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas (DAC-BIOL) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) y procesadas en el Colegio de Postgraduados Campus Tabasco.

### 5.2. Material de palinoteca

#### 5.2.1. ACANTHACEAE

##### 5.2.1.1. *Bravaisia integerrima* (Sprengel) Standl. (Canacoíte)

Ejemplar del herbario (DACBiol-UJAT) No.colecta: 59. Colectó: C.M. Burelo; J.A. Cruz. Determinó: M.A. Guadarrama. Fecha: 13-05-99.

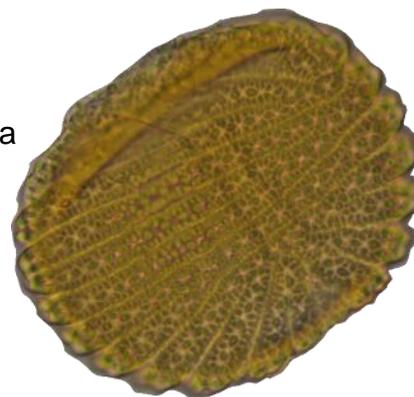
Abertura: Colporado

Exina: Subtectada, columnelada, ornamentación estriada

Asociación: Mónada

Polaridad: Isopolar, bilateral

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

**5.2.1.2. *Ruellia nudiflora* (Engelm & A. Gray) Urban (Hoja de sapo)**

Ejemplar de herbario (DACBIOL-UJAT) Determinó: SG Ramírez Hernández. Fecha: 25-08-03. Ubicación: Rivera alta, Centla.

Abertura: Porado

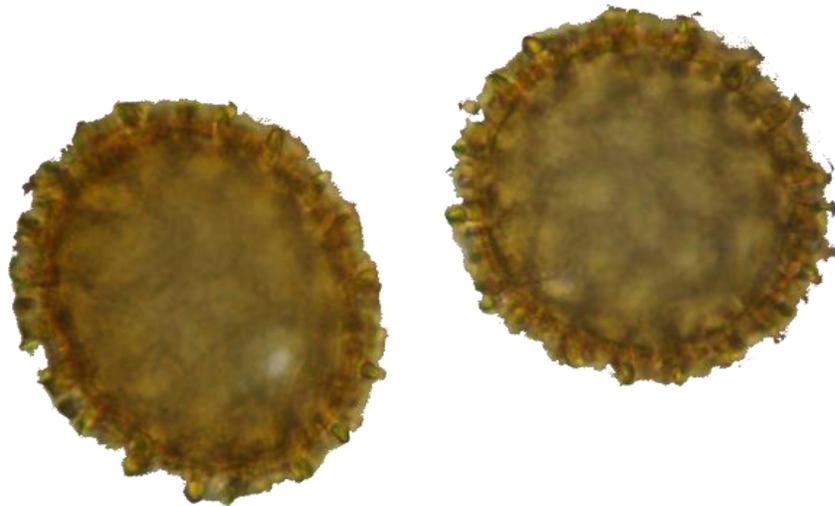
Exina: Subtectado, ornamentación reticulado

Asociación: Mónada

Polaridad: Isopolar

Forma: ( P= 57.51 E= 54.14) prolato-esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

## 5.2.2. AMARANTHACEAE

### 5.2.2.1. *Amaranthus spinosus* L. (Amaranto espinoso)

Ejemplar de herbario (DACBiol-UJAT) No.colecta: 6597. Colectó: M.A. Guadarrama *et al.* Determinó: G. Ortiz G. Fecha: 14-05-99. Ubicación: 18°32'57'' Lat N. 92°34'45'' Lon. O.

Abertura: periporado.

Exina: tectada, ornamentación psilada.

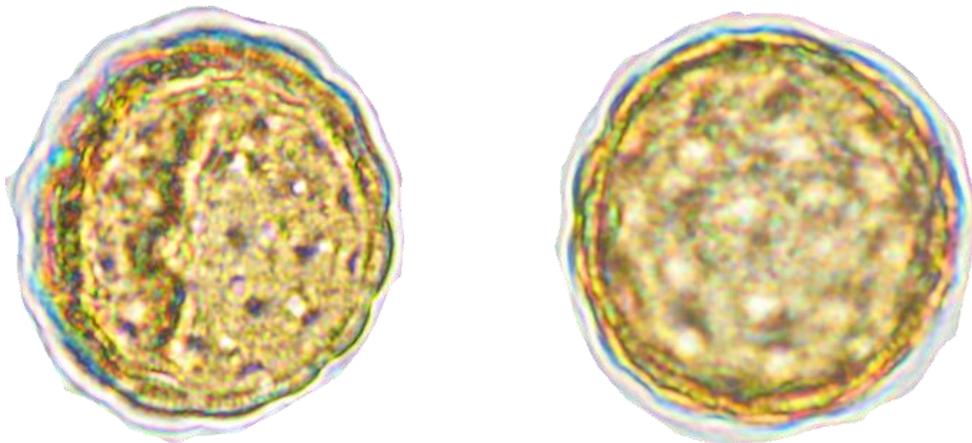
Asociación: mónada

Simetría: asimétrico

Forma: (P= 23.65. E= 22.57) prolato esferoidal

Número de poros: relación C/D= .40  $\mu\text{m}/3\mu\text{m}$ . = 0.13  $\mu\text{m}$  más de 149 poros (Mc Andrews y Swanson, 1967).

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

### 5.2.3. ANACARDIACEAE

#### 5.2.3.1. *Anacardium occidentale* L. (Marañón)

Ejemplar de herbario (DACBIOL-UJAT) No.colecta: 756.Colectó: A. Guadarrama, G. Ortiz. Determinó: D.I. Quiroz. Fecha: 1986. Ubicación: Huimanguillo, Tabasco.

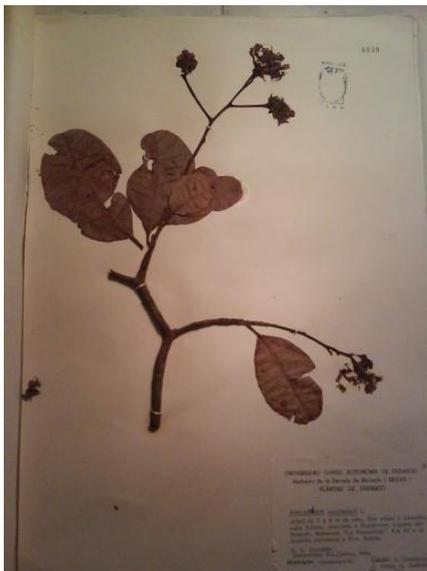
Abertura: tricolporado.

Exina: subtectada reticulada estríada.

Asociación: mónada. Isopolar.

Forma prolato esferoidal.

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

## 5.2.4. BORAGINACEAE

### 5.2.4.1. *Cordia alliodora* Ruiz & Pavón Cham (Bojón)

Ejemplar de herbario (DACBiol-UJAT) No.colecta: 717.Colectó: A. Guadarrama.

Determinó: G. Ortiz. Fecha: 16-03-86. Ubicación: Huimanguillo, Tabasco.

Abertura: tricolporada

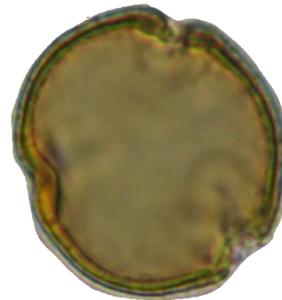
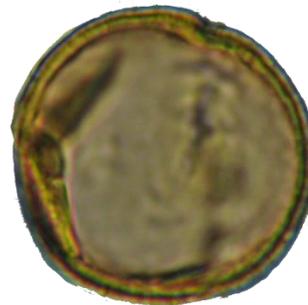
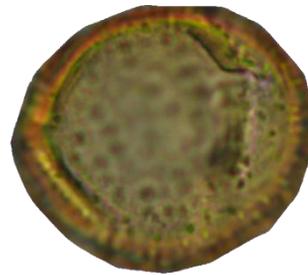
Exina: tectada, supraquinada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: oblato-esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

## 5.2.5. BIGNONIACEAE

### 5.2.5.1. *Tabebuia rosea* (Bertol) DC . (Macuilís)

Ejemplar de herbario (DACBIOL-UJAT) .No.colecta: 242.Colectó: P. Cazares C.

Determinó: P. Cazares C. Fecha: 24-04-98. Ubicación: NE.

Abertura: tricolpado

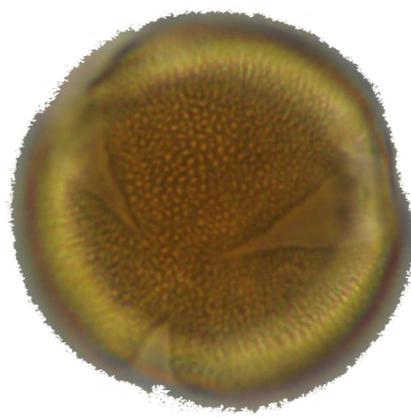
Exina: psilado, tectado columnelado

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: prolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

### 5.2.5.2. *Tabebuia guayacan* L. (Guayacán)

Ejemplar de herbario (DACBIOL-UJAT). No.colecta: 28.Colectó: I. Madrigal.  
Determinó: M.A. Guadarrama. Fecha: 30-05-1987. Ubicación: Tenosique,  
Tabasco.

Abertura: tricolpado

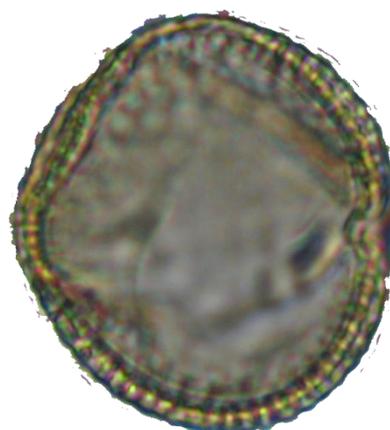
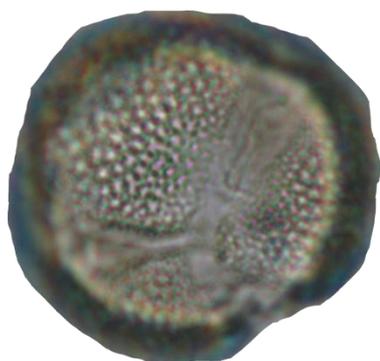
Exina: subtectada, microreticulada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: oblato-esferoidal

Fotografió: Córdoba-Córdoba, C.I.



## 5.2.6. BURSERACEAE

### 5.2.6.1. *Bursera simarruba* (L) Serg. (Palo mulato)

Ejemplar de herbario (DACBIOL-UJAT )No.colecta: 233.Colectó: A. Ramírez B.

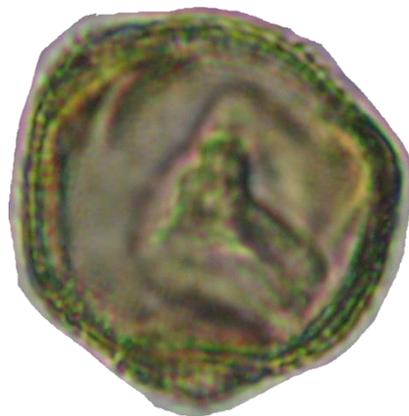
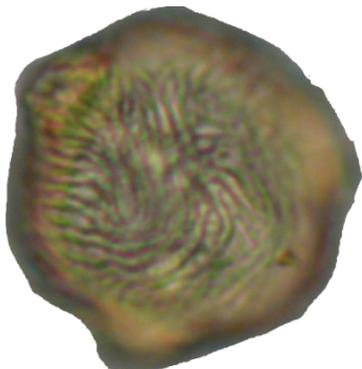
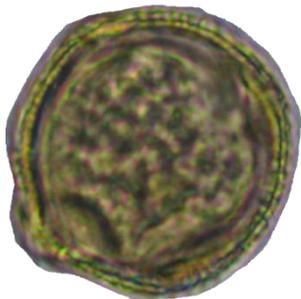
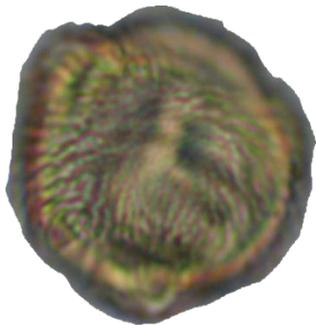
Determinó: A. Ramírez B. Fecha: 31-03-98. Ubicación: NE.

Abertura: tricolporada

Exina: subtectada columnelada

Asociación: mónada. Polaridad: apolar. Forma: esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

## 5.2.7. BOMBACACEAE

### 5.2.7.1. *Pachira aquatica* Aubl. (Zapote de agua)

Ejemplar de herbario (DACBiol-UJAT). Colectó: L. Córdova. Determinó: A. Solórzano. Número de ingreso: 3844. Ubicación: Huimanguillo, Tabasco.

Abertura: colgado

Exina: subtectada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radiosimétrica

Forma: subprolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

## 5.2.8. CAPRIFOLIACEAE

### 5.2.8.1. *Sambucus mexicana* Presl. (Saúco blanco)

Ejemplar de herbario (DACBIOL-UJAT ) No.colecta:04. Colectó: Adriana C. Velox M. Determinó: Adriana C. Velox M. Fecha: 16-09-2000. Ubicación: Oxolotán, Tacotalpa, Tabasco,

Abertura: tricolpado

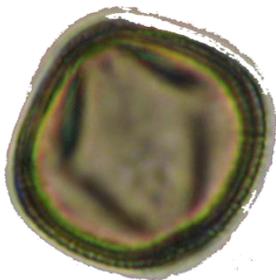
Exina: subtectada, microrreticulada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: subprolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

## 5.2.9. CARIACACEAE

### 5.2.9.1. *Carica papaya* (Papaya)

No.colecta: 52.Colectó: E. Zárate L.Determinó: E. Zárate L.Fecha: 1985.

Ubicación: Jardines recinto CSAT Huimanguillo, Tabasco.

Abertura: tricolpada

Exina: tectada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: prolato-esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.10. COCHLOSPERMACEAE

5.2.10.1. *Cochlospermum vitifolium* (willd) Spreng (Pochote)

No.colecta: 662.Colectó: G. Ortiz. Fecha: 27-03-86.Ubicación: Cárdenas, Tabasco.

Abertura: tricolpado

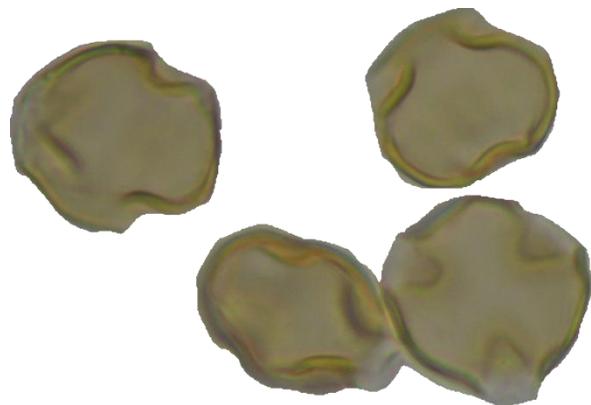
Exina: tectada, psilada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: subprolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

**5.2.11. CUCURBITACEAE**

**5.2.11.1. *Momordica charantia* L.(Cundeamor)**

No.colecta:45.Colectó: Luis U. Hernández Hernández. Determinó: G.V. Ruiz.

Fecha: 22-02-99. Ubicación: Col. Jacinto López, Huimanguillo, Tabasco.

Abertura: colpada

Exina: subtectada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.





5.2.12. EUPHORBIACEAE

5.2.12.1. *Alchornea latifolia* Sw. (Pozol agrio)

No.colecta: 841. Determinó: Sol, S. Ubicación: San José de los Rieles.

Abertura: tricolporado

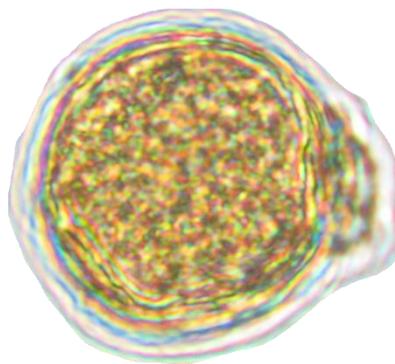
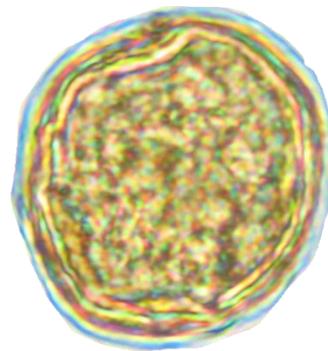
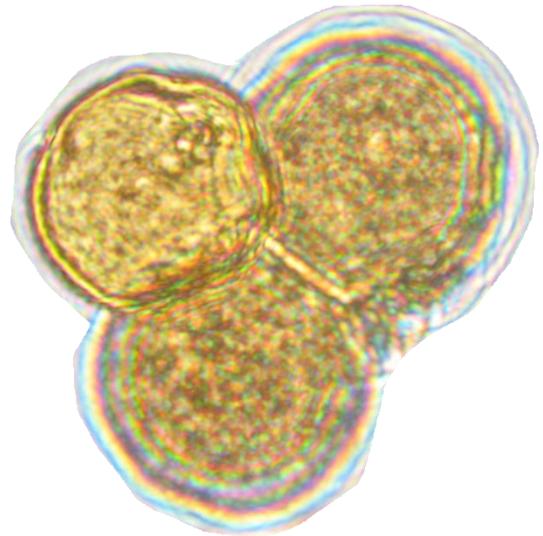
Exina: tectado, psilado con patrón reticulado

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: prolato-esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.12.2. *Jathropa curcas* L. (Piñón)

No.colecta: 17.Colectó: V. Pérez C.Determinó: G. Ortiz G.Fecha: s/f

Ubicación: San José Puyacatengo, Teapa, Tabasco. Coordenadas Lat. 17°30'38"

N Long. 93°00'97" W

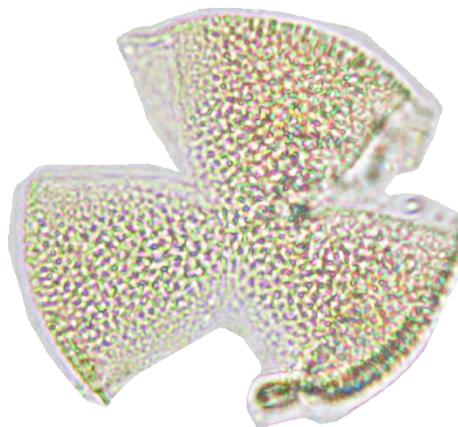
Abertura: tricolpado

Exina: subtectada, reticulada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.12.3. *Jathropa integerrima* Jacq. (Besito)

No.colecta:5077.Colectó: G. Ortiz.Determinó: M.A. Magaña. Fecha: 11-02-2003.

Ubicación: Simón Sarlat, Centla, Tabasco.

Abertura: inaperturado

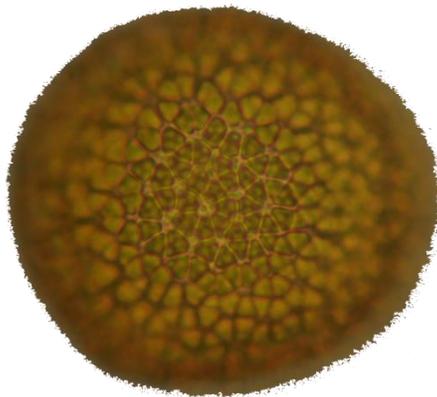
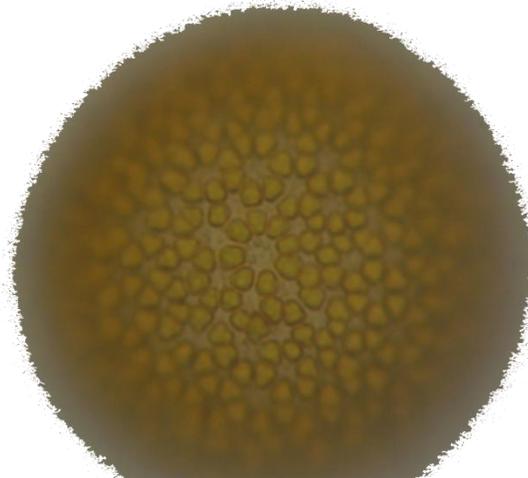
Exina: subtectada, crotonado con 5 a 7 clavas en roseta

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: prolato-esferpoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

**5.2.13. ELAEOCARPACEAE**

**5.2.13.1. *Muntingia calabura* L.(Capulín)**

No.colecta: 30.Colectó: José A. Germán A.Determinó: G. Ruiz L.Fecha: 22-02-1999.Ubicación: Macuspana, Tabasco.

Abertura: tricolporada

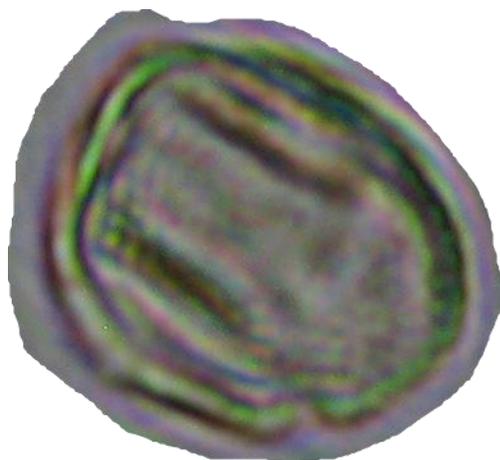
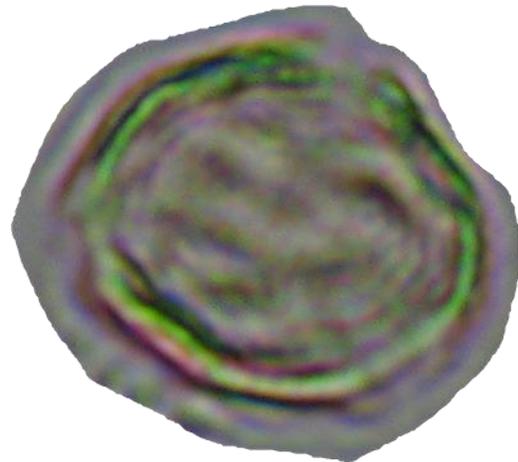
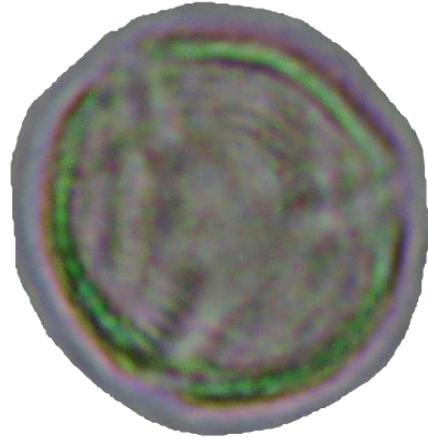
Exina: subtectada, con patrón microrreticulado

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar radiosimétrica

Forma: subprolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

## 5.2.14. ASTERACEAE

### 5.2.14.1. *Aldama dentata* Llave. (Mariposa)

No.colecta: 5322.Colectó: M.A. Guadarrama O.Determinó: M.A. Magaña A.

Fecha: 18-06-1999.Ubicación: Jonuta, Tabasco. Coordenadas Lat. N 17°57'

Long. O. 92°16'

Abertura: tricolporada

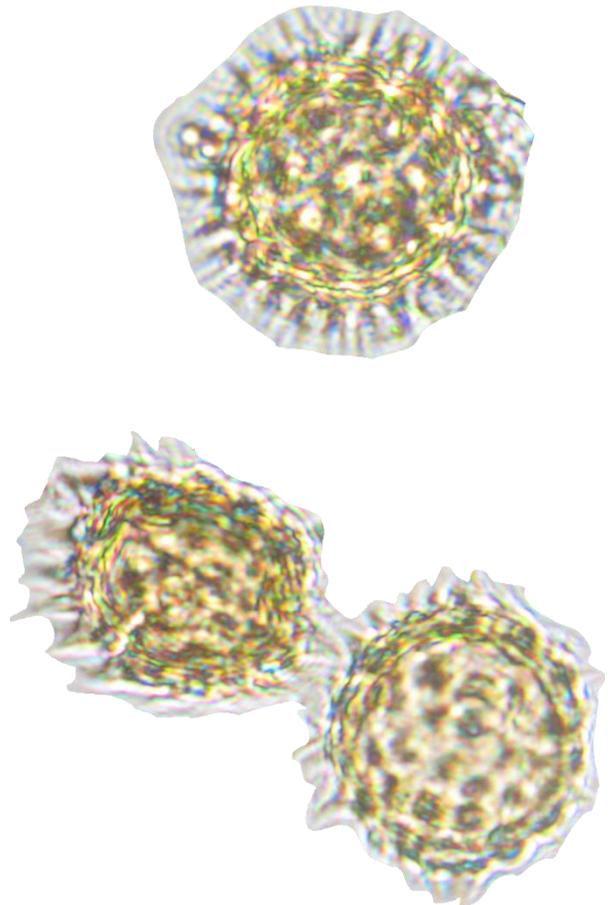
Exina: tectada con patrón microrreticulado, ornamentación supraquinada, base de las espinas columneladas

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radiosimétrica

Forma: oblato esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.14.2. ***Ambrosia cumanensis* HBK. (Artemisa)**

No.colecta: 5001.Colectó: M.A. Magaña.Determinó: M.A. Magaña.Fecha: 20-05-1987. Ubicación: Villahermosa, Tabasco.

Abertura: tricolporado

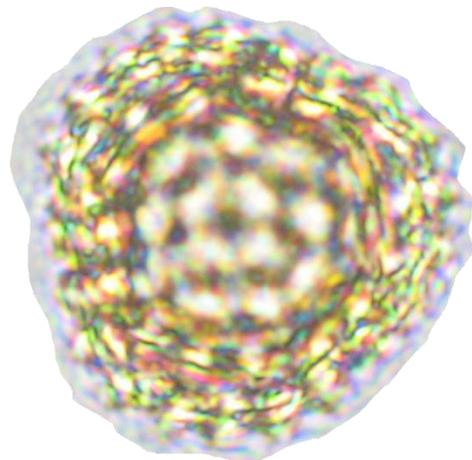
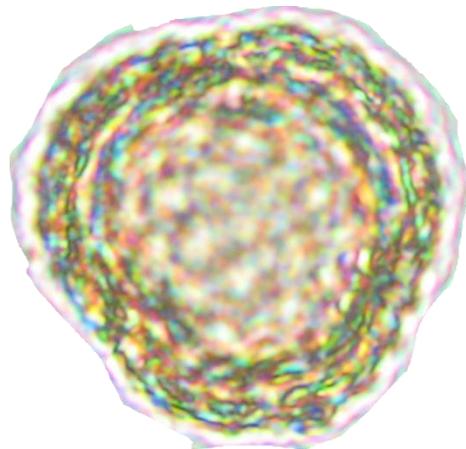
Exina: tectada, con patrón microrreticulado, ornamentación supraquinada,

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radiosimétrica

Forma: oblato- esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.14.3. ***Bidens pilosa* L.(Manzanilla cimarrón)**

No.colecta: 1248.Colectó: M.A. Guadarrama. Determinó: M.A. Magaña. Fecha: 11-11-1985.Ubicación: Centla, Tabasco.

Abertura: tricolporado

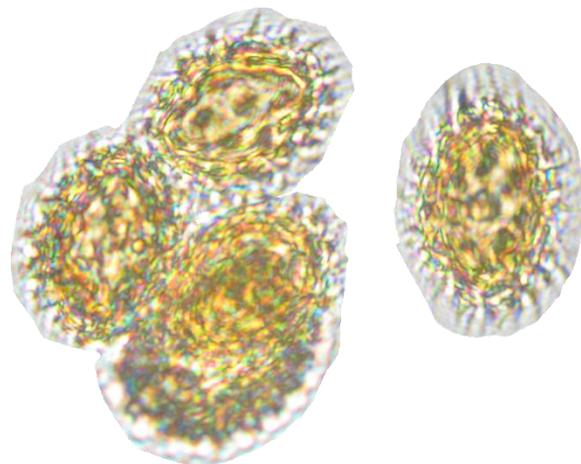
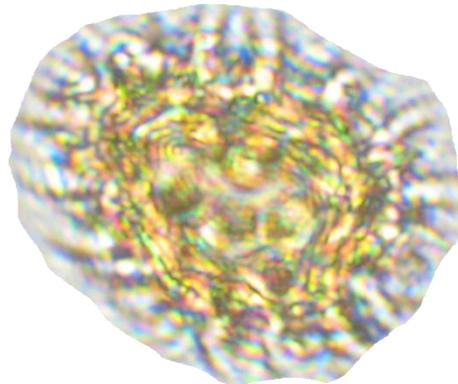
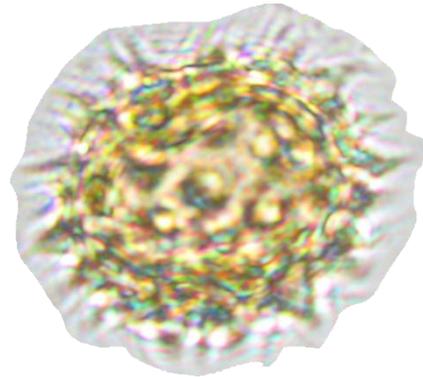
Exina: tectada, ornamentación supraquinada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radiosimétrica

Forma: prolato-esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.14.4. ***Melanthera nivea* L. Small. (Mulito)**

No.colecta: 9.Colectó: Ofelia Castillo. Determinó: M.A. Magaña.Fecha: Junio de 1997. Ubicación: Centro, Tabasco.

Abertura: tricolporada

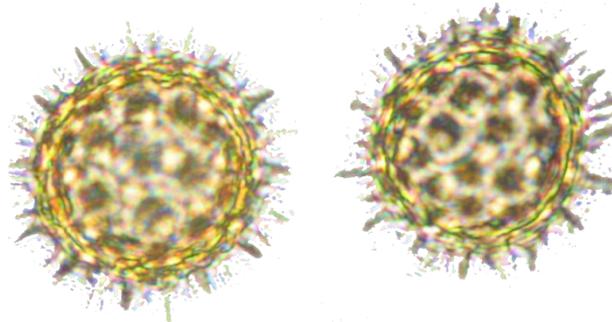
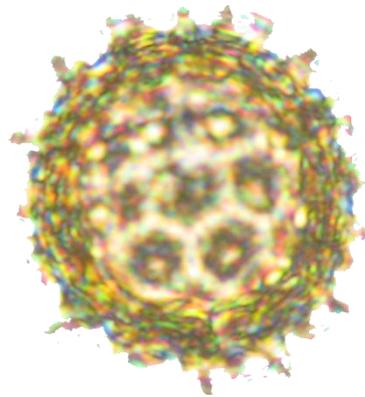
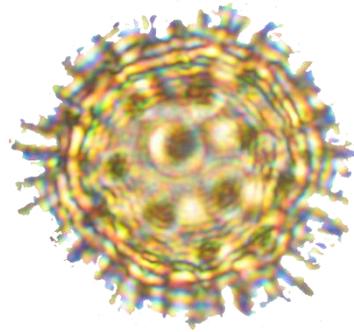
Exina: tectada, columnelada, con ornamentación supraquinada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radiosimétrica

Forma: esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.14.5. *Thitonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. (Arnica)

No.colecta: 259.Colectó: S. Zamudio. Determinó: José Luis Villaseñor. Fecha: 13-11-1982. Ubicación: Tacotalpa, Tabasco. 12 msnm.

Abertura: tricolporado

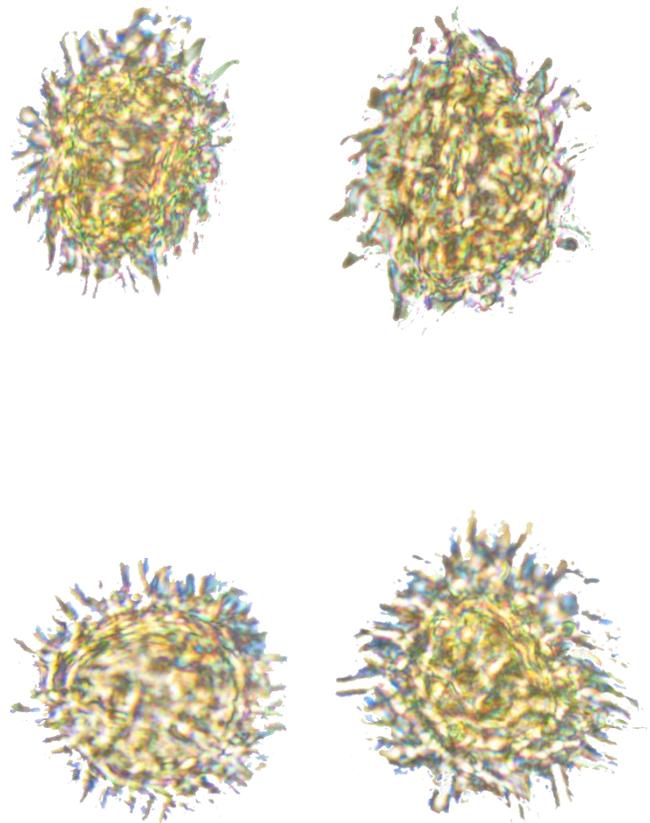
Exina: tectada, con patrón microrreticulado, supraquinado

Asociación: mónada

Polaridad:isopolar, radiosimétrica

Forma: oblato-esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.14.6. ***Vernonia patents* HBK**

No.colecta: 951.Colectó: A. Espejo *et al.* Determinó: A. Espejo *et al.*Fecha: 1984.

Ubicación: Tacotalpa, Tabasco.

Abertura: tricolporado

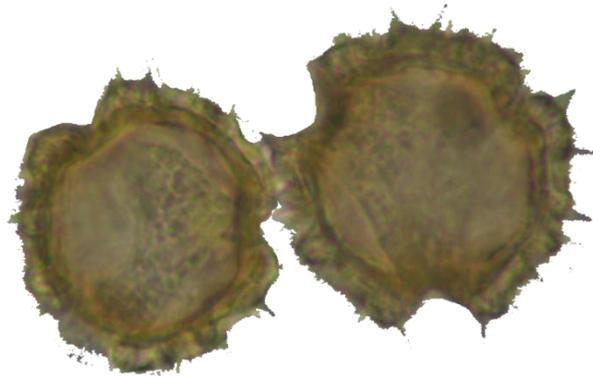
Exina: tectada, supraquinada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radiosimétrica

Forma: prolato esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.







---

**5.2.14.9. *Melampodium divaricatum* L. Rich DC. (Golondrina)**

No.colecta: 105.Colectó: Erasto Vázquez Pérez. Determinó: José Luis Villaseñor.

Fecha: julio de 1995. Ubicación: 200 m al este del recinto, Huimanguillo, Tabasco.

12 msnm

Abertura: colpado

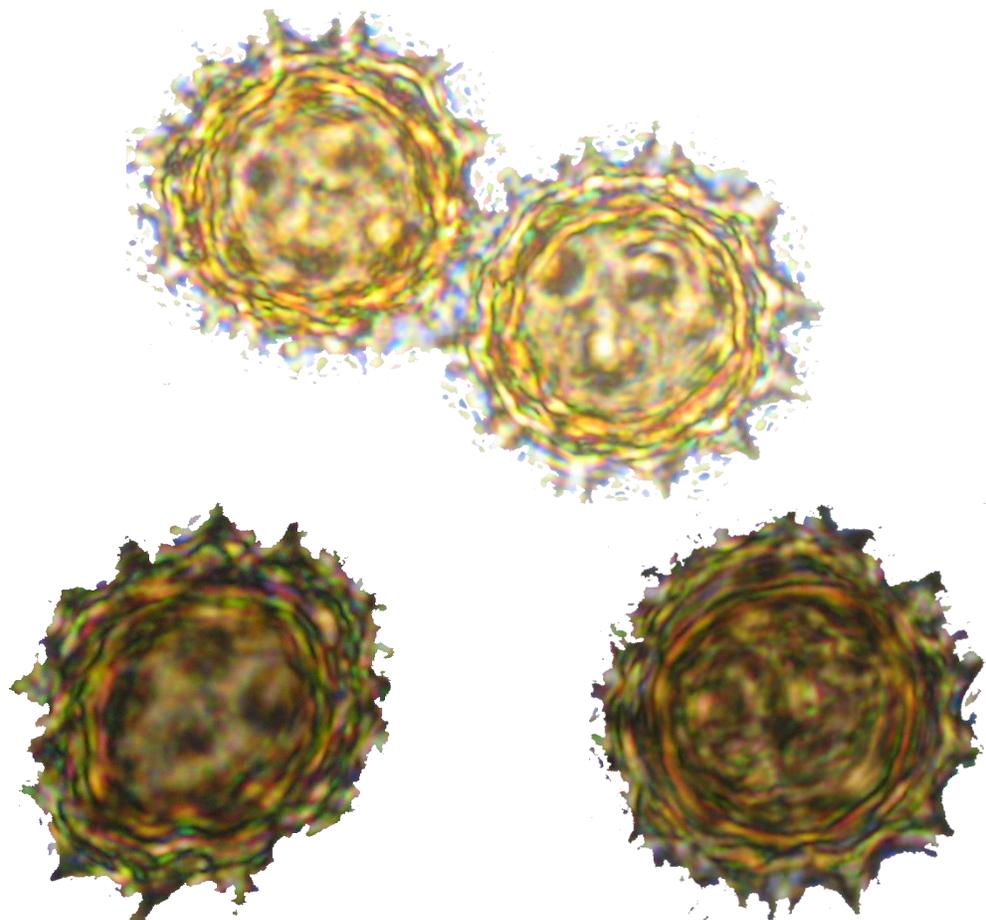
Exina: tectado, supraquinado

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: prolato esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.14.10. *Parthenium hysterophorus* L. (Altamisa)

No.colecta: 42.Colectó: Ofelia Castillo *et al.*Determinó: M.A. Guadarrama O.

Fecha: Junio de 1997.Ubicación: Centro, Tabasco. Vegetación Acahual.

Abertura: tricolporada

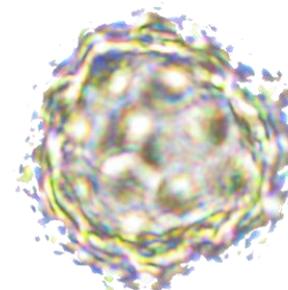
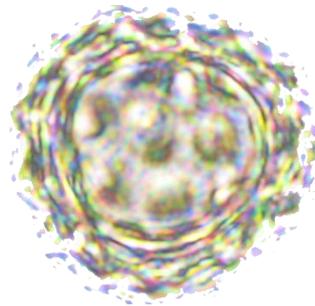
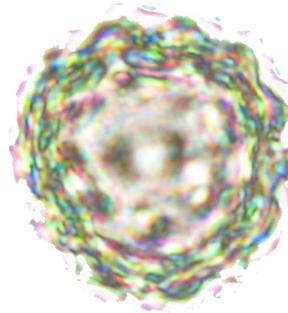
Exina: tectada, escabrada, supraquinada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.14.11. *Polymnia maculata* var. *adenochrita* Blake. (Mirasol)

No.colecta: 1301.Colectó: M.A. Magaña.Fecha: 9-10-1985.Ubicación: Tacotalpa, Tabasco.

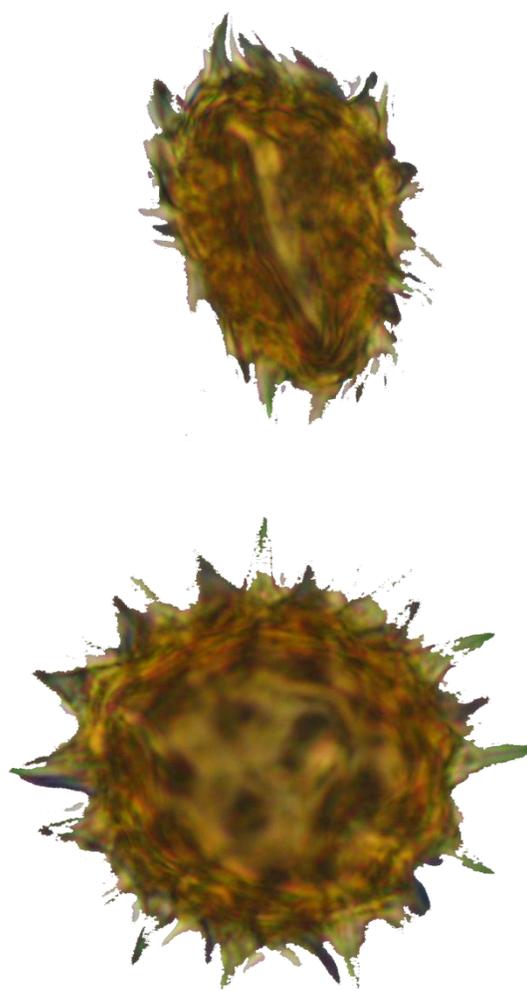
Abertura: colpada

Exina: tectada, supraquinada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.14.12. ***Ocimum basilicum* L. (Albahaca)**

Colectó: Blanca E. Navarro RelchyDeterminó: M.A. Magaña A.Ubicación: El cedro, Nacajuca, Tabasco. Coordenadas Lat. N 18°01'51" Long. O 92°56'47". Altitud 10 msnm.

Abertura: colpada

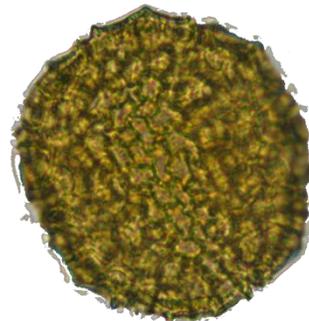
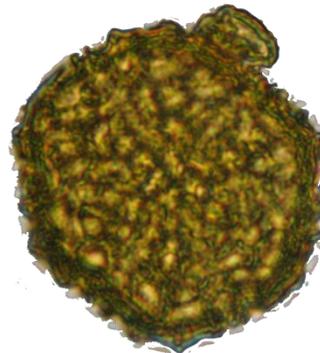
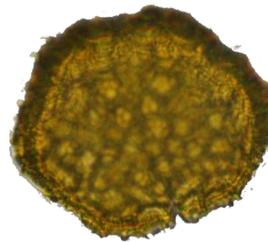
Exina: subtectada columnelada, reticulada, suprabaculada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: subprolato

Fotografió: Córdoba-Córdoba, C.I.



5.2.15. **FABACEAE=LEGUMINOSAE**

5.2.15.1. ***Chamaecrista nictinans*(Plumaje)**

No.colecta: 23. Colectó: J. Lanche P. Determinó: M. Sousa. Fecha: 13-04-1985.

Ubicación: Cárdenas, Tabasco. 12 msnm.

Abertura: tricolporado

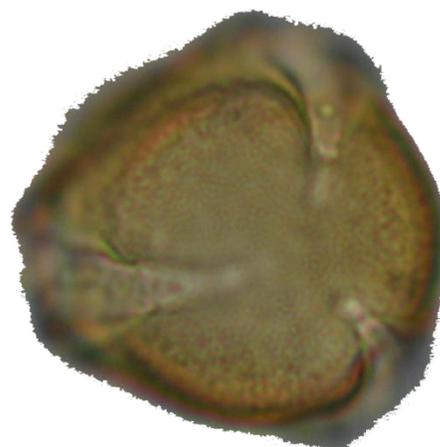
Exina: tectada columnelada, psilada, con patrón microrreticulado

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radiosimétrica

Forma: prolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.







---

**5.2.15.4. *Acacia cornigera* (L) Willd (Cornezuelo)**

Colectó: M.A. Guadarrama O. *et al.* Determinó: C.M. Burelo. Fecha: 21-05-1999

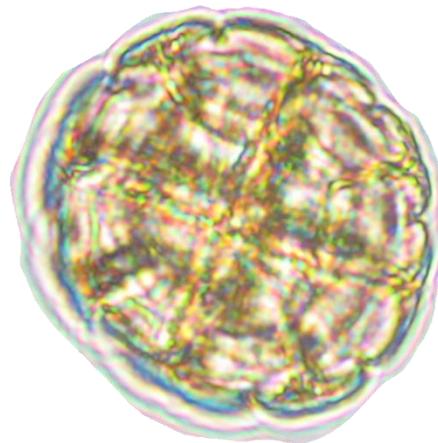
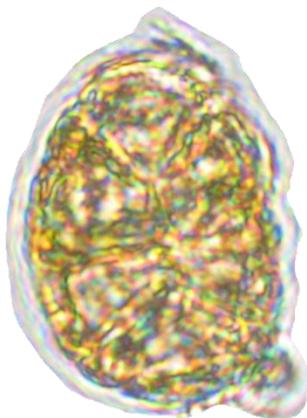
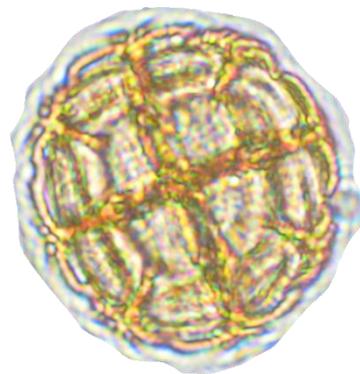
Ubicación: Tacotalpa, Tabasco.Lat. N 17°36.445' Long. O 92°51.776'

Abertura: sincolpado

Exina: tectada, psilada con patrón microrreticulado

Asociación: poliada, con 16 mónadas

Fotografió: Córdoba-Córdoba, C.I.



5.2.16. MIMOSACEAE

5.2.16.1. *Enterolobium ciclocarpum* (Jacq.) Griseb. (Guanacaste)

No.colecta: 763. Colectó: A. Guadarrama. Determinó: NE. Fecha: 15-04-1986.

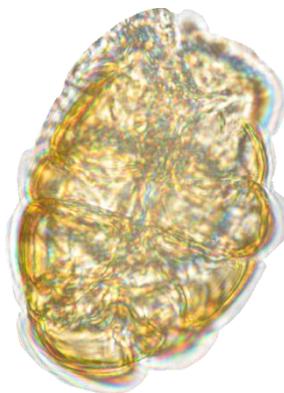
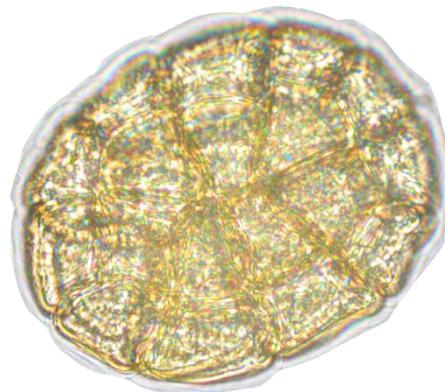
Ubicación: Teapa, Tabasco.

Abertura: inaperturado

Exina: tectado, psilado

Asociación: poliada, 24 granos

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



**5.2.16.2. *Inga paterno*. Harms. (Jinicuil)**

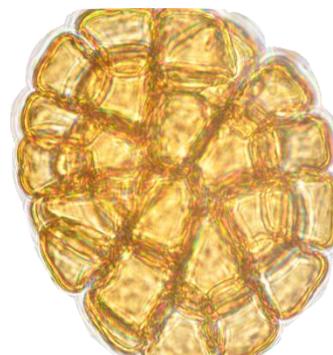
No.colecta: ND.Colectó: N.H. García B. *et al.*Determinó: N.H. García B. Fecha: 10-03-2004. Ubicación: Ejido Agua blanca, Tacotalpa Tabasco.

Abertura: inaperturado

Exina: tectada, psilada

Asociación: poliada

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



**5.2.16.3. *Inga punctata*. Willd. (Chelele)**

No.colecta: 750. Colectó: A. Guadarrama, G. Ortiz y R. Andrade.Determinó: NE.

Fecha: 16-03-1986. Ubicación: km 19.5 a Francisco Rueda, Huimanguillo Tabasco.

Abertura: periporada

Exina: tectada, psilada

Asociación: poliada

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.





5.2.16.5. *Mimosa pudica* L.(Dormilona)

No.colecta: 21292. Colectó: Jorge Calónico. Determinó: M. Sousa. Fecha: 2002

Ubicación: Huimanguillo, Tabasco; 2.64 km al SO de Malpasito.

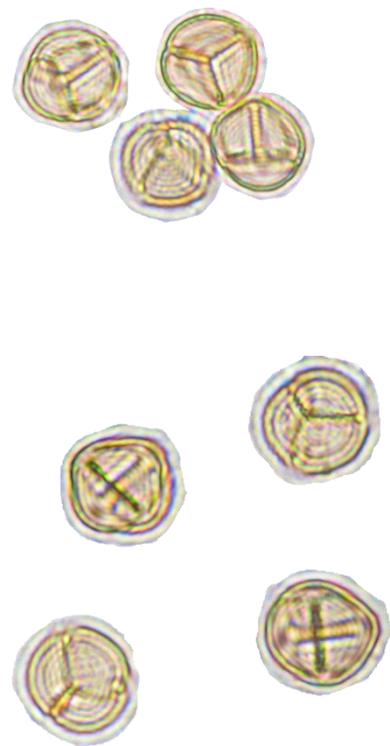
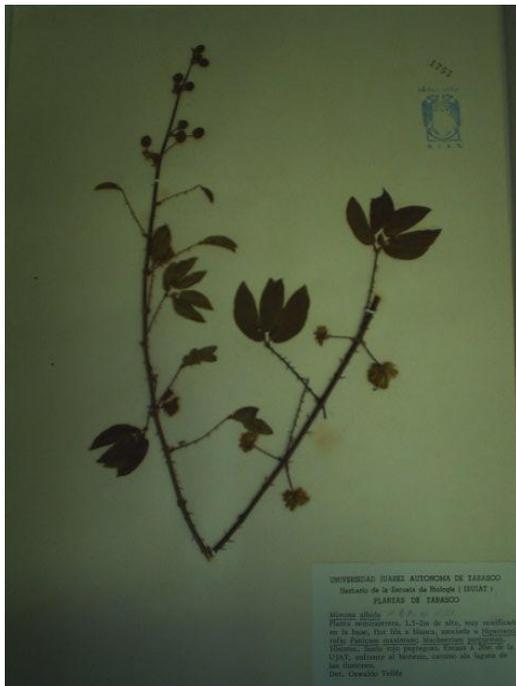
Abertura: triporado

Exina: tectada, psilada con patrón microrreticulado

Asociación: tétrada tetrahédrica,

Polaridad: las mónadas son heteropolares, radiosimétricos

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

**5.2.16.6. *Mimosa albida* L.(Zarza)**

No.colecta: 518. Colectó: O. Castillo. Determinó: O. Telloz. Fecha: 8-11-1986

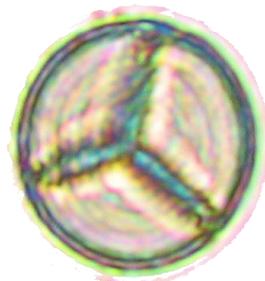
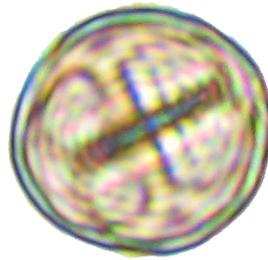
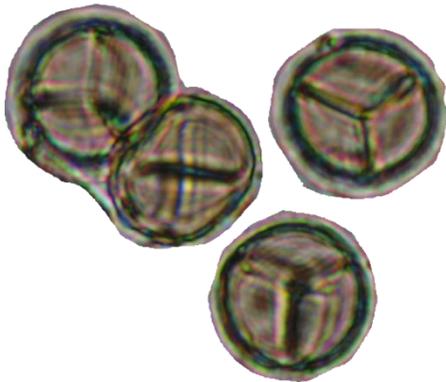
Ubicación: Centro, Tabasco.

Abertura: porada, en los vértices de la tétrada

Exina: tectada, psilada

Asociación: tétradas tetraédricas

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.16.7. *Pithecellobium lanceolatum* (Hum & Bompl) Benth(Cola de lagarto)

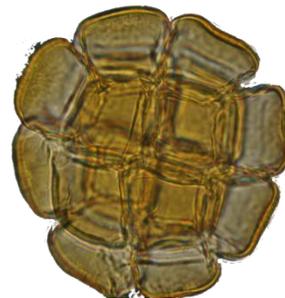
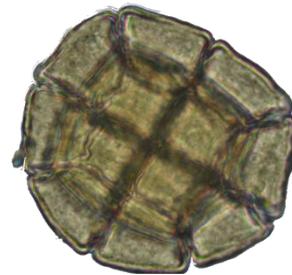
No.colecta: 2259. Colectó: M.A. Magaña. Determinó: M.A. Magaña. Fecha: 23-11-1990. Ubicación: Paraíso, Tabasco

Abertura: sincolpado

Exina: tectado, psilado con patrón microrreticulado

Asociación: poliada, con 16 mónadas

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

**5.2.16.8. *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth(Saman)**

No.colecta: 598.Colectó: O. Castillo. Determinó: R. Díaz. Fecha: 28-04-1986.

Ubicación: Carretera Teapa- Tapijulapa, Tabasco. Nombre común: Samán

Abertura: diporado

Exina: tectada, psilada

Asociación: poliada con 32 mónadas

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.16.9. ***Gliricidia sepium* Jacq.(Cocohite)**

No.colecta: 236. Colectó: A. Ramírez. Determinó: A. Guadarrama O. Fecha: 31-03-1998. Ubicación: Balancán, Tabasco.

Abertura: tricolporado

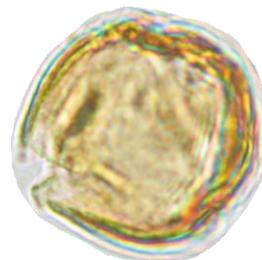
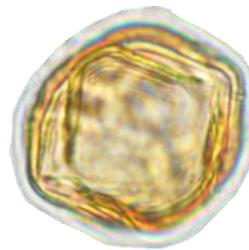
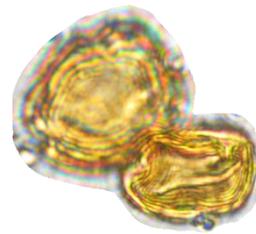
Exina: tectado, psilado

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radiosimétrica

Forma: subprolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.16.10. *Lonchocarpus hondurensis*. Benth(Gusano amarillo)

No.colecta: 1750. Colectó: M.A. Magaña. Determinó: M.A. Magaña. Fecha: 20-03-1987. Ubicación: Jonuta, Tabasco.

Abertura: tricolporado

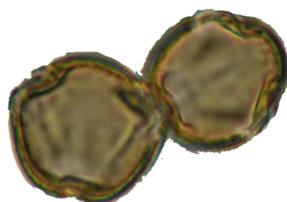
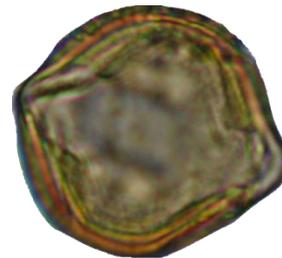
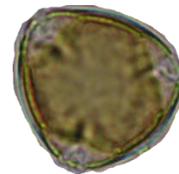
Exina: tectada, psolada, con patrón microrreticulado

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radiosimétrico

Forma: subprolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.17. MYRTACEAE

5.2.17.1. *Psidium guajava* L.(Guayaba)

No.colecta: 306. Colectó: A. Ramírez. Determinó: A. Ramírez. Fecha: 19-04-1998.

Ubicación: Balancán. Tabasco.

Abertura: tricolpado, vestibulado

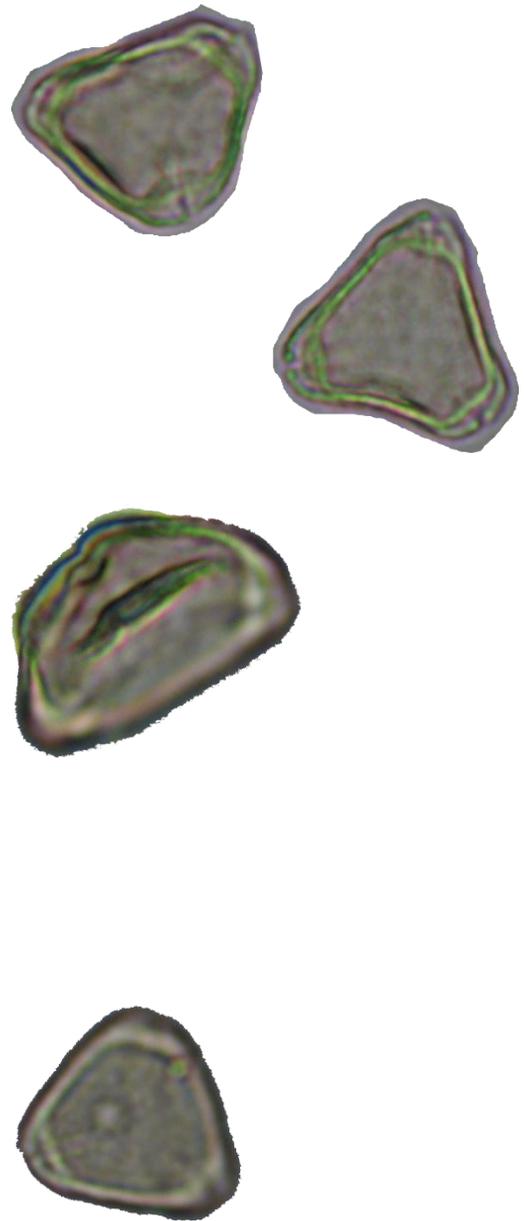
Exina: tectada, psilada, ligeramente escabrada

Asociación: mónada

Polaridad: heteropolar, radiosimétrica

Forma: peroblato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.18. MALPIGHIACEAE

5.2.18.1. *Byrsonima crassifolia*(Nance)

No.colecta: 1768. Colectó: M.A. Magaña. Determinó: M.A. Magaña. Fecha: 8-05-1987. Ubicación: Centro, Tabasco.

Abertura: tricolporado

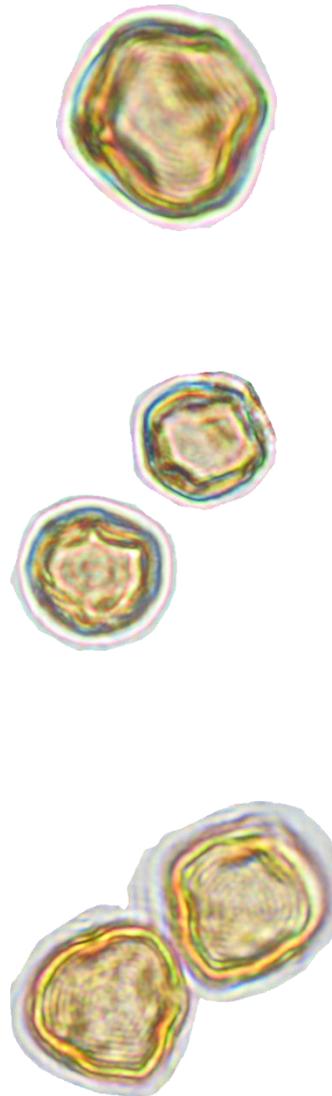
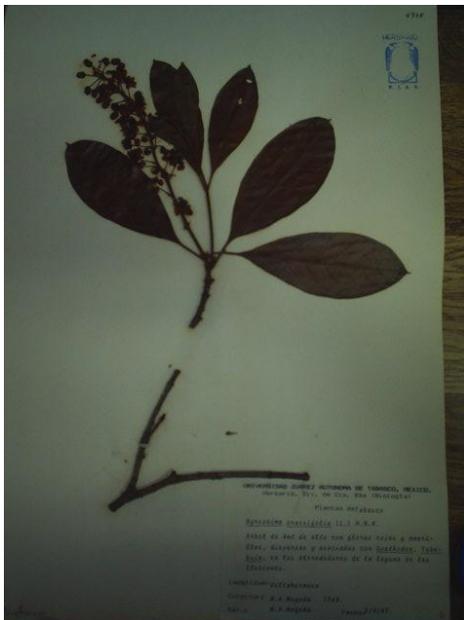
Exina: tectada, escabrada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radiosimétrica

Forma: subprolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

**5.2.19. RHIZOPHORACEAE**

**5.2.19.1. *Rizophora mangle*(Mangle)**

No.colecta: 1498. Colectó: M.A. Magaña. Determinó: NE. Fecha: 7-05-1986.

Ubicación: Paraíso, Tabasco.

Abertura: tricolporado

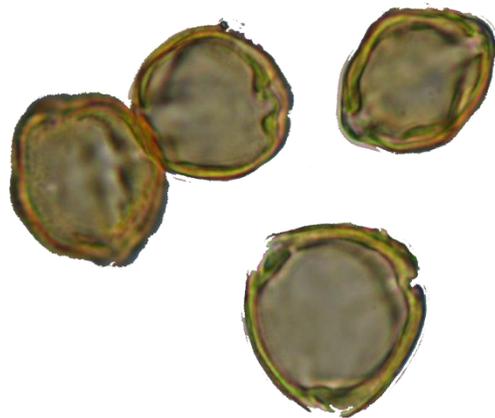
Exina: tectada, psilada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.20. RUBIACEAE

5.2.20.1. *Coffea arabica* L.(Café)

No.colecta:8921. Colectó: Galguera R.J. Determinó: Galguera R.J. Fecha: 13-04-1985. Ubicación: ND.

Abertura: tricolporado

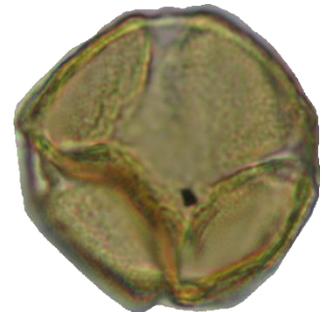
Exina: tectado, foveolado con patrón microrreticulado

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar, radial

Forma: oblato esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.21. RUTACEAE

5.2.21.1. *Citrus sinensis*(Naranja valenciana)

No.colecta: 686. Colectó: A. Guadarrama y G. Ortiz. Determinó: A. Guadarrama

Fecha: ND. Ubicación: Cárdenas, Tabasco.

Abertura: 4 a 5 colporos

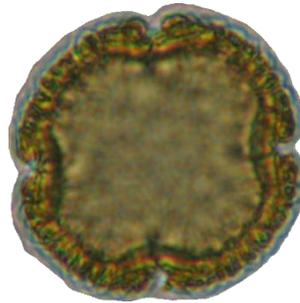
Exina: subtectada, reticulada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: subprolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



---

**5.2.22. VERBENACEAE**

**5.2.22.1. *Lantana camara* L.(Cinco negritos)**

No.colecta: 1938. Colectó: M.A. Magaña. Determinó: M.A. Magaña. Fecha: 19-02-1988. Ubicación: Paraíso, Tabasco.

Abertura: tricolporado

Exina: tectada, rugulada

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: prolato esferoidal

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.23. PALMAE (Monocotiledónea)

5.2.23.1. *Cocos nucifera* L.(Coco)

No.colecta: 32. Colectó: Carmen Domínguez. Determinó: G. Ortiz G. Fecha: Octubre de 1996. Ubicación: Paraíso, Tabasco.

Abertura: monosulcado

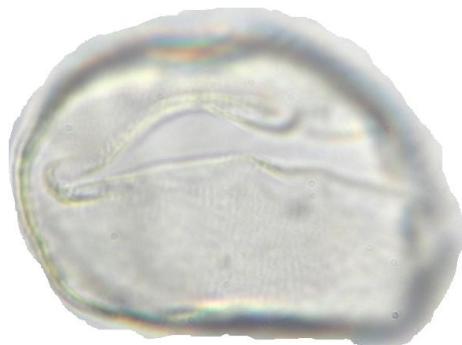
Exina: tectada, foveolado, con patrón microrreticulado

Asociación: mónada

Polaridad: heteropolar

Forma: peroblato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



5.2.23.2. ***Sabal mexicana* Roeder(Guano)**

No.colecta: 2342. Colectó: Novelo R.A. y Ramos V.C. Determinó: Quero Rico Hermilo. Fecha: 25-11-1998. Ubicación: Centla, Tabasco.

Abertura: monosulcada

Exina: tectada, psilada con patrón reticulado

Asociación: mónada

Polaridad: isopolar

Forma: subprolato

Fotografió: Córdova-Córdova, C.I.



### 5.3. ANALISIS MELISOPALINOLOGICOS.

Se analizaron 12 muestras de miel para determinar el origen botánico de las mieles del Estado de Tabasco, en el Laboratorio de Palinología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), estas muestras fueron provenientes de diferentes regiones geográficas y correspondieron a las temporadas de cosecha de los años 2006-2007.

A todas las muestras se les sometió a la técnica de acetólisis de Erdtman modificada, con el fin de aislar los granos de polen que se encontraban en la miel y se les realizó análisis cuantitativos y cualitativos.

En el Cuadro 6 se muestran los datos generales sobre la caracterización y cantidad absoluta de granos de polen presentes en 10 gramos de miel.

Cuadro 6. Caracterización botánica de 12 muestras de mieles procedentes del estado de Tabasco y cantidad absoluta de granos de polen.

MUESTRA	DATOS DE REGISTRO	CARACTERIZACIÓN	No. de granos de polen en 10 g de miel
H-135	Km 21 noviembre 2007	<b>Miel multifloral:</b> Leguminosae, <i>Bursera simaruba</i> , <i>Spondias mombin</i> y <i>Diphysa</i> sp	22349.3
H-136	abril-mayo 2006 Subregión de la Sierra Guayal Tacotalpa	<b>Miel bifloral:</b> <i>Acalypha</i> sp y <i>Bursera simaruba</i>	2311.9
H-137	Huimanguillo abril	<b>Miel multifloral:</b> <i>Quercus</i> , <i>Citrus</i> sp y	1791.7

	2007	Compositae	
H-433	Miel de manglar 25 de julio de 2006, Centla	<b>Miel polifloral:</b> <i>Cocos nucifera</i> , <i>Mimosa orthocarpa</i> var. <i>berlandieri</i> y <i>Psidium</i> sp	6777.9
H-434	Miel coco, 11 de noviembre de 2006, Centla	<b>Miel monofloral de</b> <i>Cocos nucifera</i>	20425.5
H-435	Centla mangle 13 de noviembre de 2006	<b>Miel bifloral:</b> Gramineae y <i>Celtis</i> sp	1247.3
H-437	Huimanguillo, miel cítricos 10 de noviembre de 2006	<b>Miel multifloral:</b> Compositae, <i>Cecropia obtusifolia</i> y <i>Quercus</i> sp	1449.5
H-438	Huimanguillo 19 de julio de 2007	<b>Miel multifloral:</b> <i>Bursera simaruba</i> , <i>Cecropia obtusifolia</i> y Leguminosae	22559.3
H-440	Manglar, 16 de abril de 2007	<b>Miel monofloral :</b> <i>Mimosa orthocarpa</i> var. <i>Berlandieri</i>	1718.1
H-441	Tacotalpa, 16 de abril de 2007	<b>Miel monofloral :</b> <i>Psidium</i> sp	10945.7
H-443	Nich Chab Tacotalpa, 2007	<b>Miel multifloral:</b> Compositae, <i>Celtis</i> sp y <i>Heliocarpus</i>	3753.5

H-444	Nich Chab, 2007.	<b>Miel multifloral:</b> <i>Bursera simaruba</i> , <i>Piper</i> sp, <i>Mimosa albida</i> y Compositae	8861.7
-------	------------------	---	--------

En los cuadros siguientes se presentan los análisis de cada muestra de miel manera individual, se especifican los recursos florales con porcentajes  $\geq 1\%$ . Cabe destacar, que los recursos de real importancia son aquellos con representatividad mayor o igual al 10%.

### 5.3.1. Granos de polen más representativos en muestras de mieles

A continuación se muestran los granos de polen que se encuentran de manera más representativa en las doce muestras de mieles analizadas. Las muestras de mieles fueron procesadas en el laboratorio de palinología del instituto de geología de la Universidad Nacional Autónoma de México las fotografías fueron tomadas por Ramírez-Arriaga, E.

#### 5.3.1.1. Leguminoseae.



Figura 12. Vista meridional donde se muestran 3 colpos  
Fotografió: Ramírez-Arriaga, E.



Figura 13. Estructura de la pared de Leguminoseae  
Fotografió: Ramírez-Arriaga, E.

5.3.1.2. *Bursera simaruba*



Figura 14. Ornamentación presente en *Bursera simaruba*. Fotografíó: Ramírez-Arriaga,E.



Figura 15. Vista meridional de *Bursera simaruba*. Fotografíó: Ramírez-Arriaga,E.

5.3.1.3. *Spondias mombin*



Figura 16. Vista polar de *Spondias mombin*. Fotografíó: Ramírez-Arriaga,E.



Figura 17. Vista meridional de *Spondias mombin* técnica contraste de fases. Fotografíó: Ramírez-Arriaga,E.

5.3.1.4. *Diphysa* sp.



Figura 18. Vista meridional de grano de polen *Diphysa* sp  
Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.



Figura 19. Corte óptico técnica contraste de fases  
Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.

5.3.1.5. *Acalypha* sp



Figura 20. Vista polar de grano de polen de *Acalypha* sp. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E



Figura 21. Vista polar de grano de polen de *Acalypha* sp. técnica contraste fases. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E

5.3.1.6. *Quercus* sp



Figura 22. Vista polar de grano de polen de *Quercus* sp. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.



Figura 23. Vista polar de grano de polen de *Quercus* sp, técnica contraste de fases. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.

5.3.1.7. *Citrus* sp



Figura 24. Vista meridional de *Citrus* sp. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.



Figura 25. Vista meridional de *Citrus* sp. técnica contraste de fases. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.

5.3.1.8. Compositae

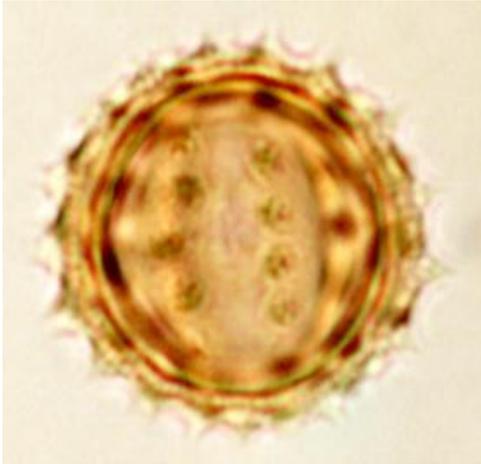


Figura 26. Vista meridional de Compositae. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.



Figura 27. Vista meridional de Compositae, técnica contraste de fases. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.

5.3.1.9. *Cocos nucifera*



Figura 28. Vista meridional de *Cocos nucifera*  
Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.



Figura 29. Vista meridional de *Cocos nucifera* técnica contraste de fases. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.

5.3.1.10. *Mimosa orthocarpa* var. *Berlandieri*



Figura 30. Polen de *Mimosa orthocarpa* var. *Berlandieri*.  
Fotografió: Ramírez-Arriaga, E.



Figura 31. Polen de *Mimosa orthocarpa* var. *Berlandieri* técnica contraste de fases.  
Fotografió: Ramírez-Arriaga, E.

5.3.1.11. *Psidium* sp.



Figura 32. Vista polar de *Psidium* sp. Fotografió: Ramírez-Arriaga, E.



Figura 33. Vista polar de *Psidium* sp. técnica contraste de fases. Fotografió: Ramírez-Arriaga, E.

5.3.1.12. Graminae



Figura 34. Grano de polen de Graminae . Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.



Figura 35. Vista meridional de Graminae.técnica contraste de fases. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.

5.3.1.13. Celtis sp



Figura 36. Grano de polen de Celtis sp. Fotografió: Ramírez-Arriaga,E.



Figura 37. Grano de polen de Celtis sp.técnica contraste de fases. Fotografió: Ramírez-Arriaga, E.

---

5.3.1.14. *Cecropia* sp



Figura 38. Grano de polen de *Cecropia* sp.en microscopio óptico. Fotografíó: Ramírez-Arriaga,E.



Figura 40. Grano de polen de *Cecropia* sp. técnica contraste de fases.Fotografíó: Ramírez-Arriaga,E.

**5.3.2. Muestra de miel H-135**

En esta muestra se registraron 11 tipos polínicos diferentes, pero *Apis mellifera* L. tuvo una marcada preferencia Leguminosae (32.9%) *Bursera simaruba* (14.6%), *Spondias mombin* (12.9%)y *Diphysa* (11.6%). Se encontró una concentración polínica de 22, 349.3 granos de polen en 10 g de miel. Siendo estos los cuatro Taxa de importancia y dado que ninguno predomina en más del 45% esta puede ser clasificada como una miel polifloral o miel multifloral.(figura 40).

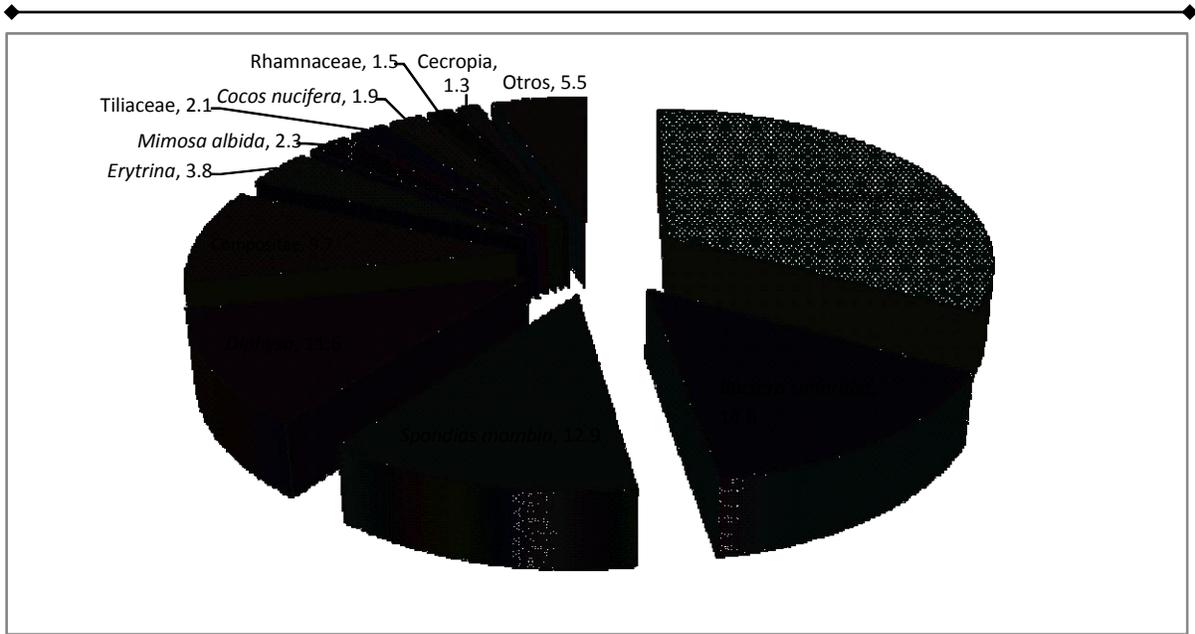


Figura 40. Taxas importantes en muestra de miel H-135

### 5.3.3. Muestra de miel H-136

El análisis de miel reveló que *A. mellifera* L. visitó 11 especies botánicas, de las cuales solo *Acalypha* (31.3%) y *Bursera simaruba* (28.8%) estuvieron representadas en frecuencias mayores al 10% (figura 41). Esta muestra tuvo una concentración polínica de 2311.9 granos de polen en 10 g de miel. Dado que en esta muestra predominaron dos especies puede ser clasificada como una miel biflora.

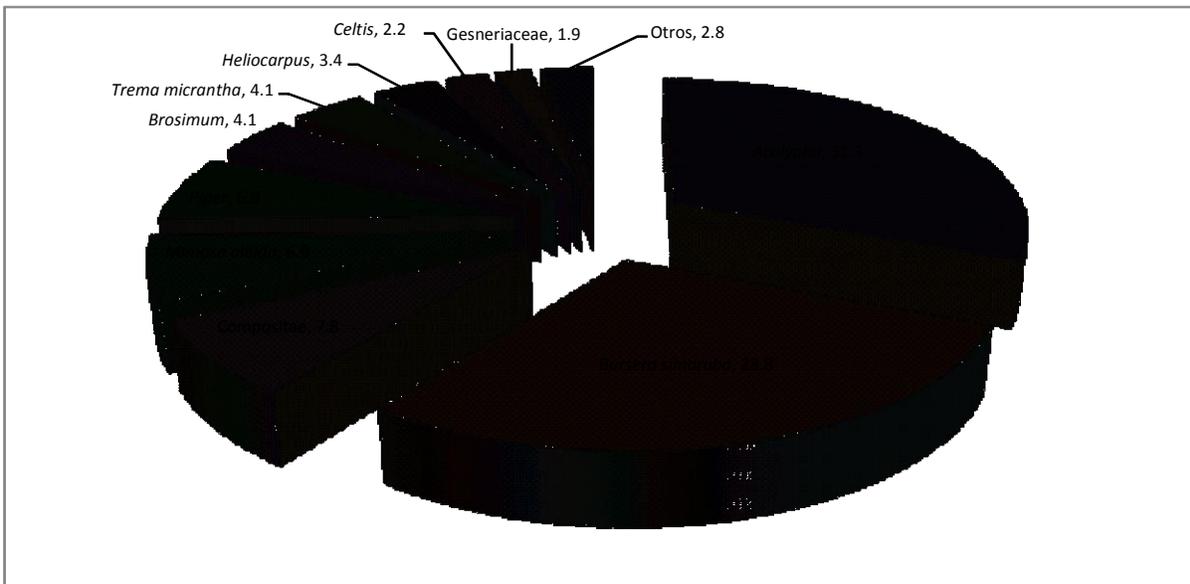


Figura 41. Taxas importantes en muestra de miel H-136

#### 5.3.4. Muestra de miel H-137

En esta muestra se observó que *A. mellifera* colectó néctar en 8 elementos botánicos, explotando con mayor intensidad a *Quercus* (37%), *Citrus* (25.2%) y Compositae (15.7%) y los otros 5 tipos polínicos se encontraron con frecuencias  $\leq$  1% como se muestra en la figura 42. Esta miel tuvo una concentración polínica de 1791.7 granos de polen por 10 g de miel y como no hubo alguna especie mayoritaria (45%) puede clasificarse como una miel polifloral o miel multifloral.

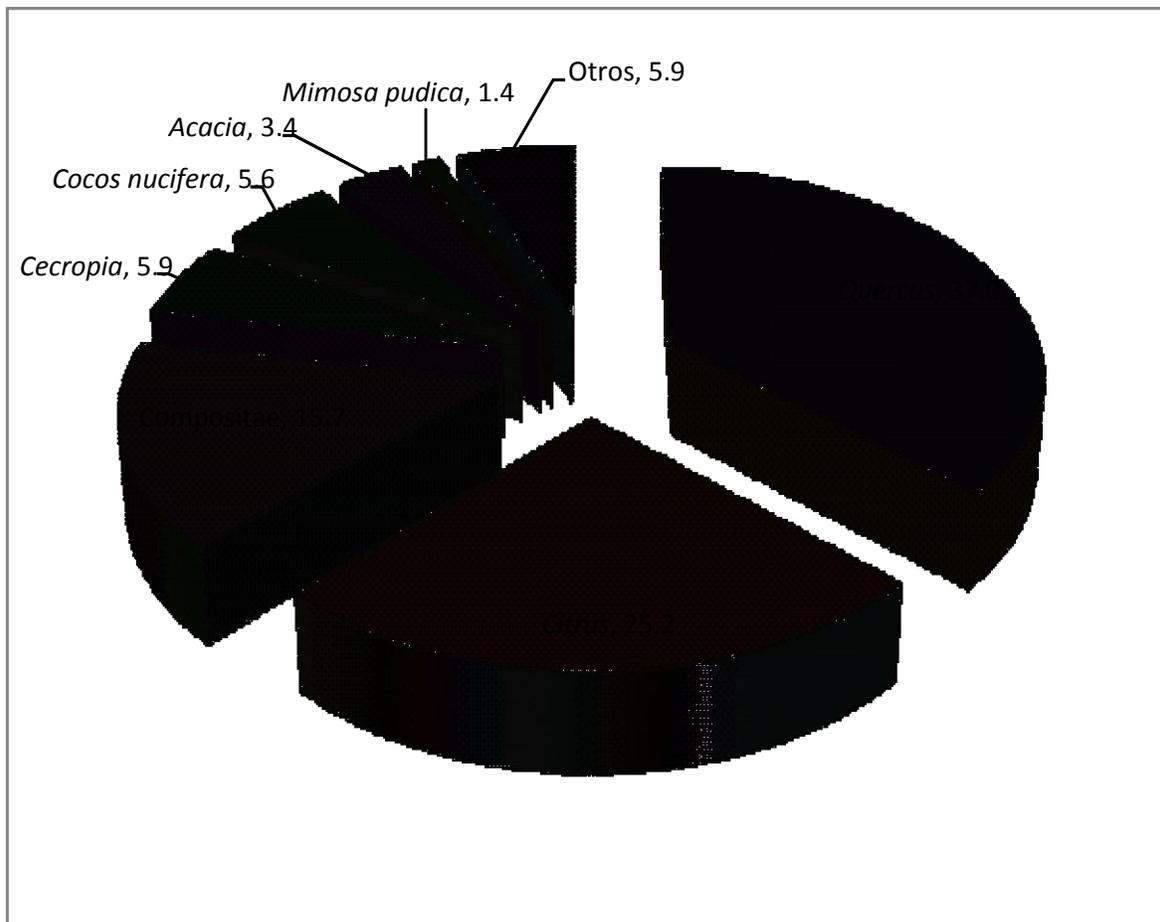


Figura 42. Taxas importantes en muestra de miel H-137

### 5.3.5. Muestra de miel H-433

En esta muestra se encontraron 11 diferentes tipos polínicos de importancia, de los cuales solo *Cocos nucifera* (35%), *Mimosa orthocarpa* var. *berlandieri* (20.3%) y *Psidium* (15.8%) fueron visitadas en porcentajes mayores al 10% (figura.43), además se encontraron 6,777.9 granos de polen en 10 g de miel. Como ninguna especie es predominante (45% o más) esta miel puede clasificarse como miel polifloral o miel multifloral.

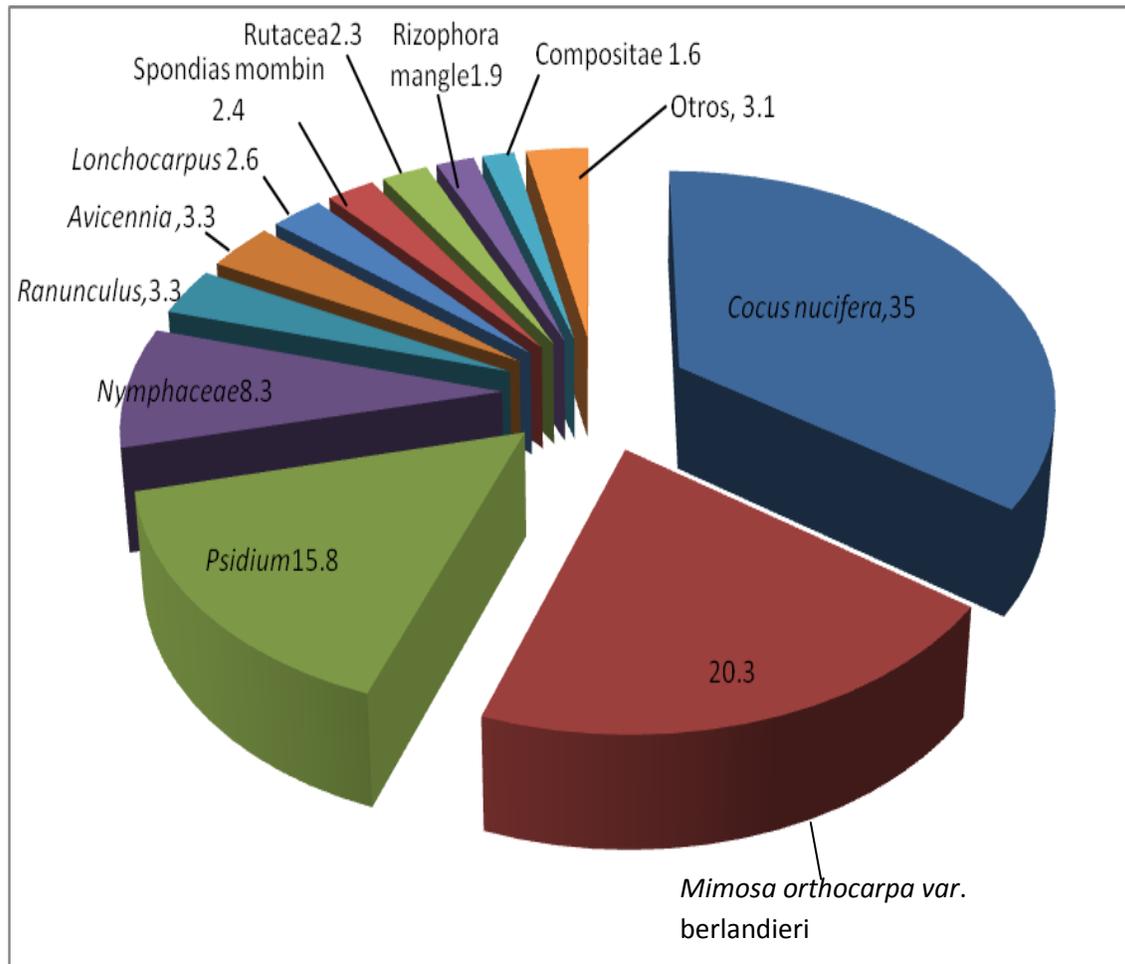


Figura 43. Taxas importantes en muestra de miel H-433

### 5.3.6. Muestra de miel H-434

En esta muestra de miel se presentó una marcada preferencia por *Cocos nucifera* (52.6%), resultando esta miel monofloral, adicionalmente las abejas visitaron Mimosa (28.8%), de un total de 12 taxas. Estos fueron visitados en proporciones  $\leq$  10% como se aprecia en la figura 44. La concentración polínica en la muestra fue de 20, 425.5 granos de polen en 10 g de miel. Esta miel puede ser clasificada como una miel Monofloral de Coco de la zona de Centla.

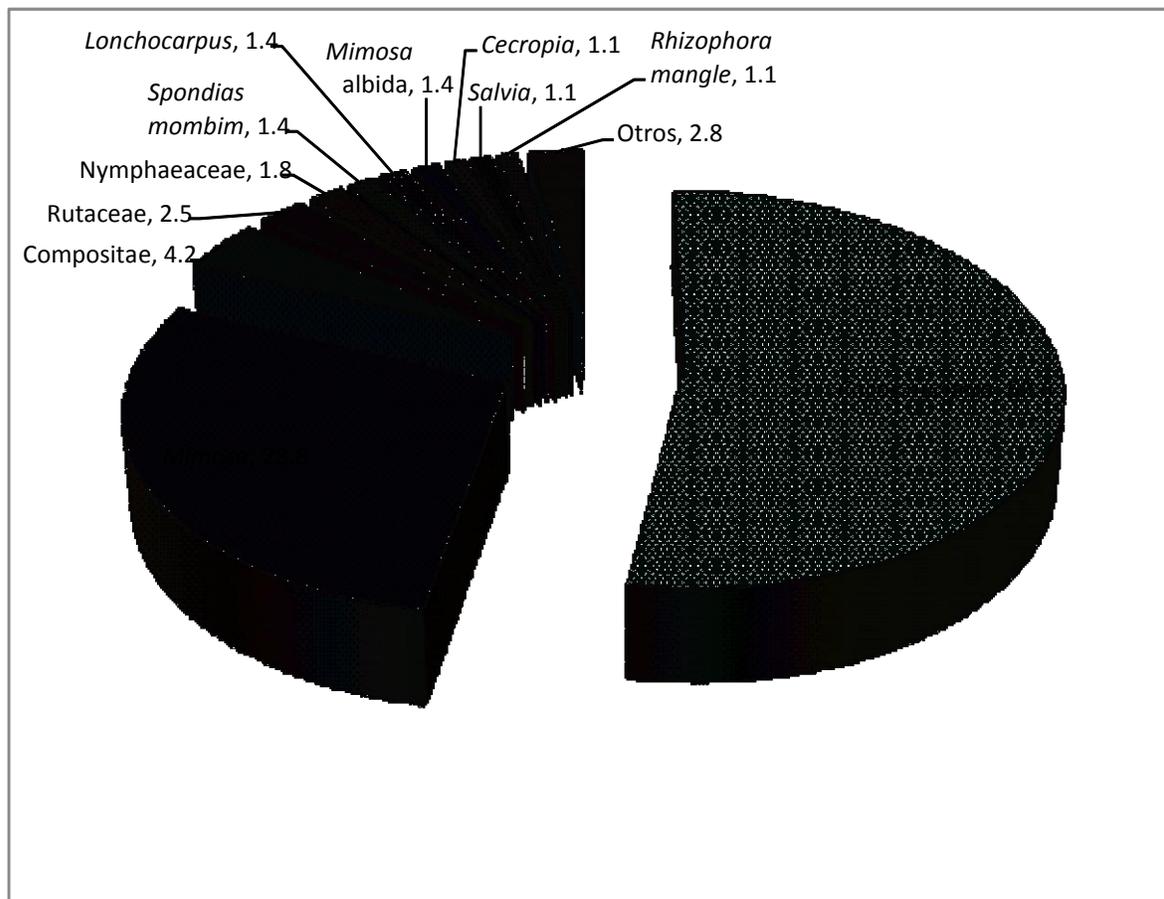


Figura 44. Taxas importantes en muestra de miel H-434

### 5.3.7. Muestra de miel H-435

Las abejas visitaron en su mayoría a 11 tipos de plantas, los Taxa encontrados  $\geq 10\%$  fueron Gramineae (41.4%) y *Celtis* (22.2%) y los demás fueron  $\leq 10\%$  (figura 45). Se encontraron 1,247.3 granos de polen en 10 g de miel. Esta miel puede clasificarse como una miel Bifloral.

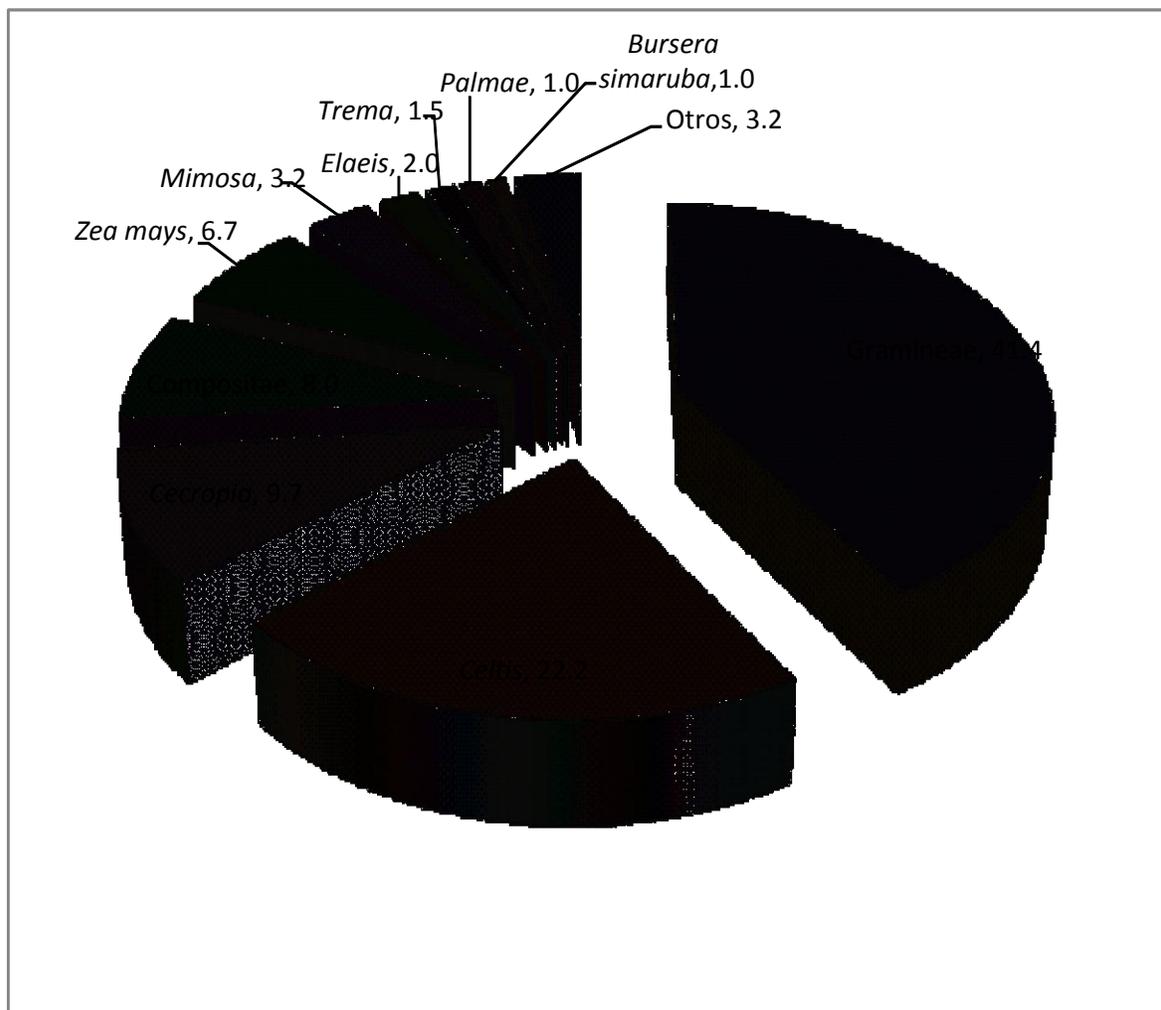


Figura 45. Taxas importantes en muestra de miel H-435

### 5.3.8. Muestra de miel H-437

El análisis de esta muestra reveló que las abejas utilizaron a plantas de la familia Compositae (33.7%), *Cecropia obtusifolia* (24.7%) y *Quercus* (13.5%) como recursos importantes para la recolección del néctar (figura 46). En general se encontraron 11 tipos polínicos diferentes y se estimó que existen 1, 449.5 granos de polen en 10 g de miel. Esta miel no presenta un tipo polínico mayoritario (45% o más) por lo que puede ser clasificada como miel polifloral o miel multifloral.

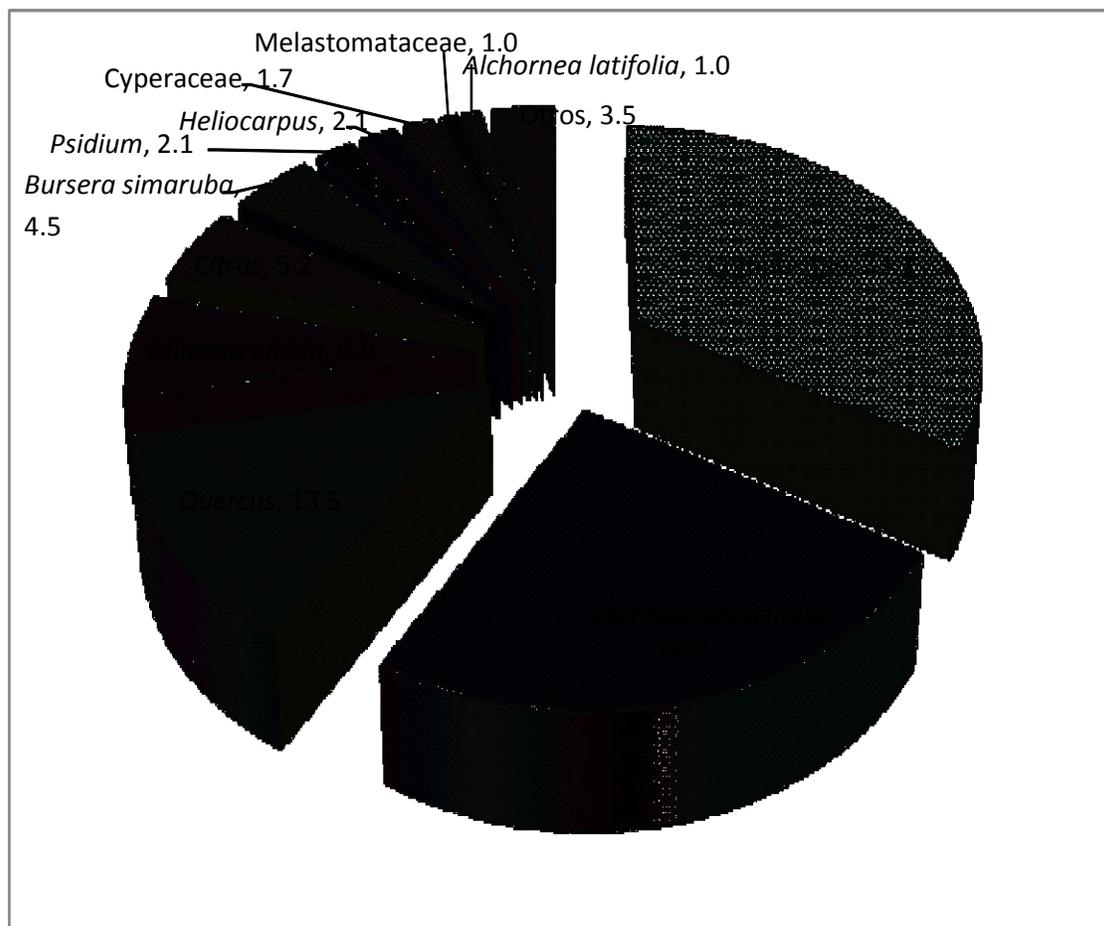


Figura 46. Taxas importantes en muestra de miel H-437

### 5.3.9. Muestra de miel H-438

El análisis melisopolinológico mostró que las abejas visitaron a *Bursera simaruba* (29.6%), *Cecropia obtusifolia* (21.7%) y Leguminosae (15.5%). En total se visitaron 9 tipos polínicos importantes (figura.47) y se contaron 22,559.3 granos de polen en 10 g de miel. Dado que ningún tipo polínico fue mayoritario (45% o más), esta miel puede clasificarse como miel polifloral o miel multifloral.

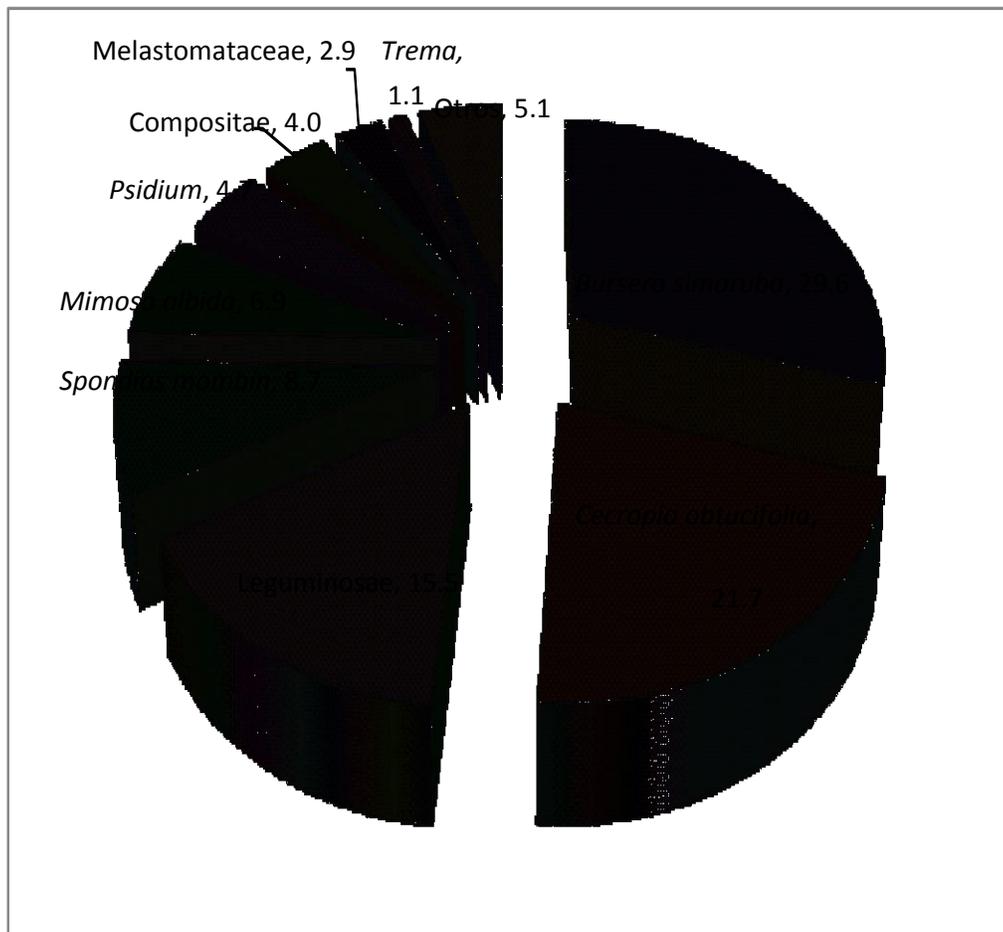


Figura 47. Taxas importantes en muestra de miel H-438

### 5.3.10. Muestra de miel H-440

En esta miel se encontraron 8 taxas de importancia (Fig. 49), destacando *Mimosa orthocarpa* var. *Berlandieri* (47.5%) como la de más visitada y *Cocos nucifera* (25.7%) ver figura 48. La muestra presentó 1,718.1 granos de polen en 10 g de miel y puede ser clasificada como una miel monofloral de *Mimosa* de los manglares de Centla.

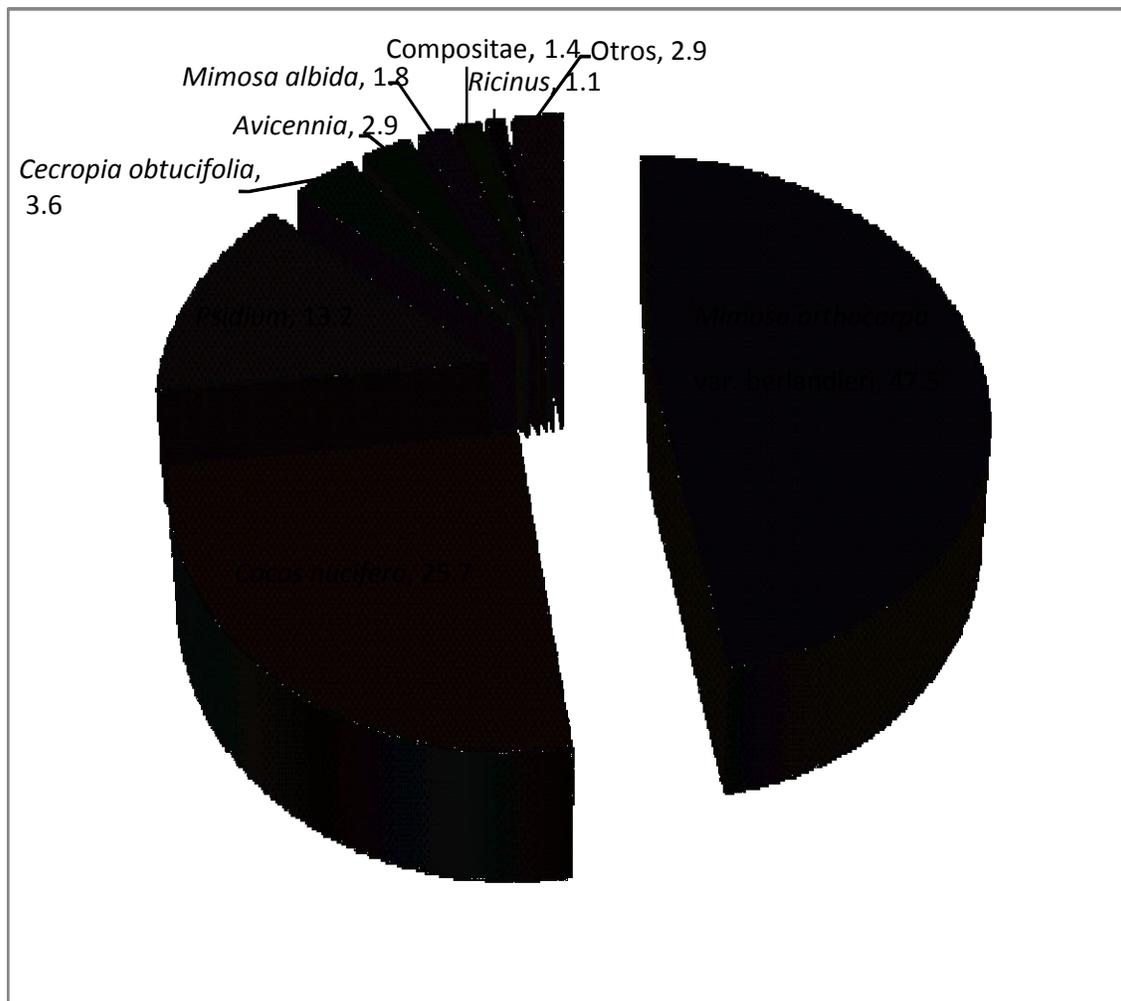


Figura 48. Taxas importantes en muestra de miel H-440

### 5.3.11. Muestra de miel H-441

Esta miel mostró 14 tipos polínicos diferentes, siendo el más importante *Psidium* (43.2%) ver figura 49; los otros fueron menores al 10%. Se encontraron 10, 945. 7 granos de polen en 10 g de miel. Esta miel puede clasificarse como una miel monofloral de *Psidium*, de la zona de Tacotalpa.

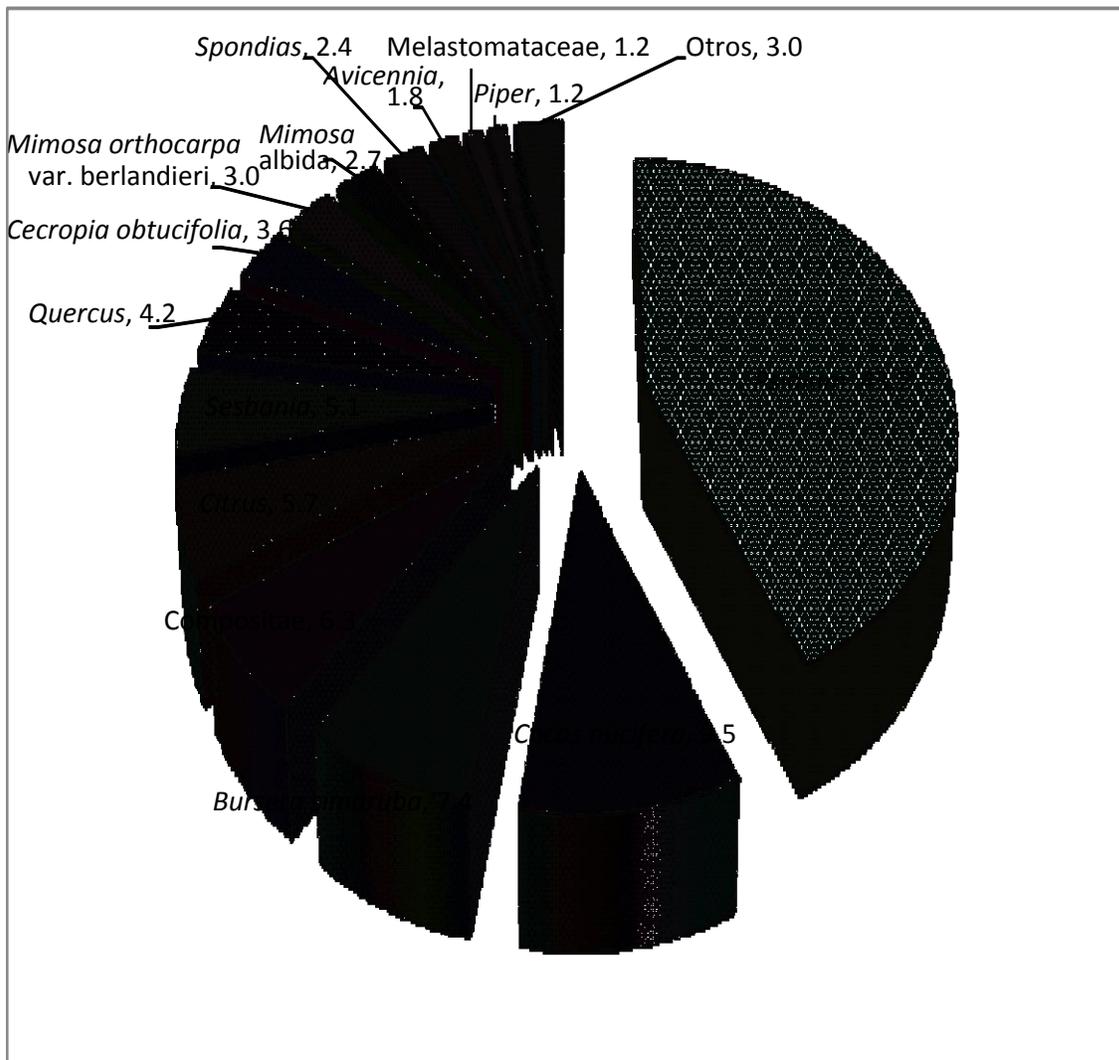


Figura 49. Taxas importantes en muestra de miel H-441

### 5.3.12. Muestra de miel H-443

De 13 tipos polínicos diferentes que se encontraron, los más importantes fueron Compositae (39%), *Celtis* (12.4%) y *Heliocarpus* (11.2%). El resto de los tipos polínicos fueron menores al 10% y se encontraron 3,753.5 granos de polen en 10 g de miel (figura 50). Por lo tanto, esta miel puede ser clasificada como miel polifloral o miel multifloral.

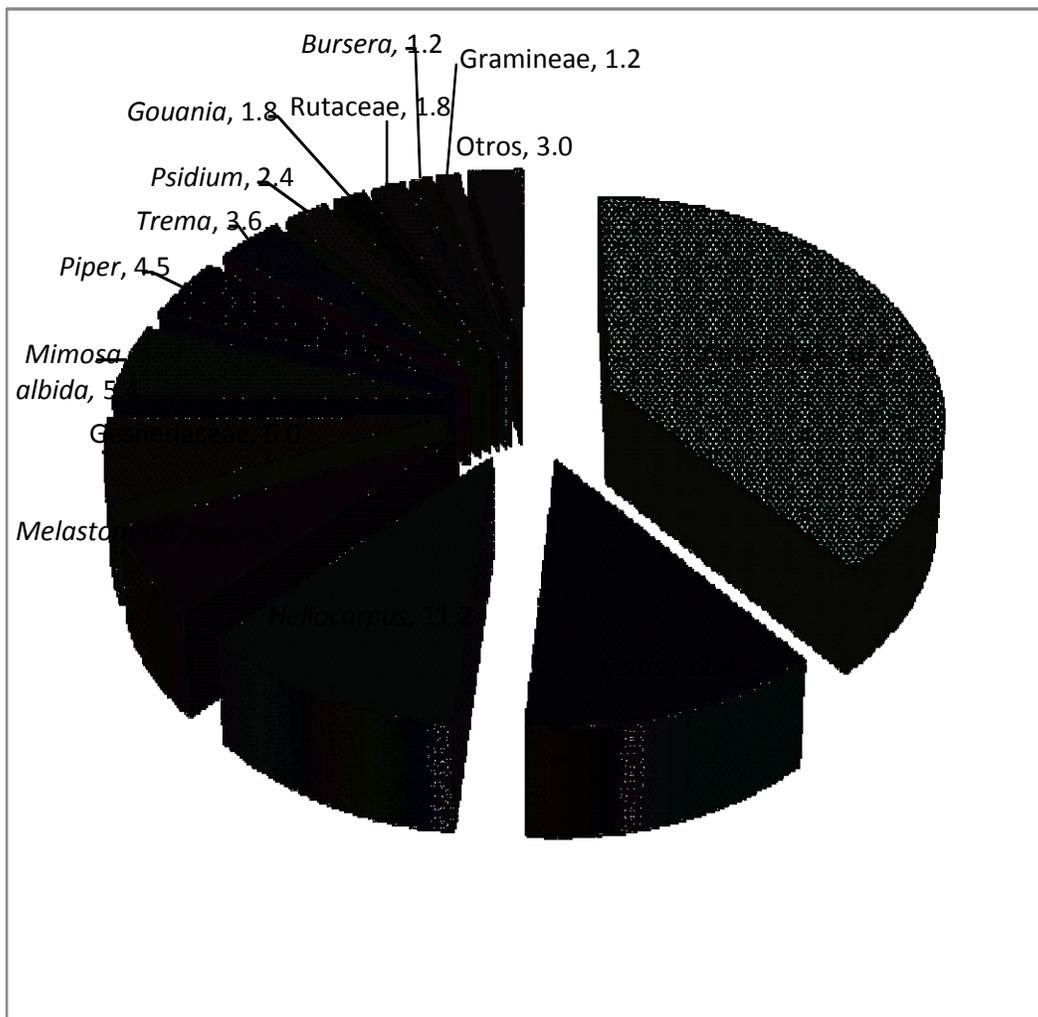


Figura 50. Taxas importantes en muestra de miel H-443

### 5.3.13. Muestra de miel H-444

El análisis melisopalinológico mostró 14 tipos polínicos importantes (figura 51), siendo los más visitados por las abejas *Bursera simaruba*, (23.8%) *Piper* (10.9), *Mimosa albida* (10.4%) y Compositae (15.3). El resto de los tipos polínicos fueron menores al 10%. Se encontraron 8,861.7 granos de polen en 10 g de miel. Esta miel puede clasificarse como miel multifloral o miel polifloral.

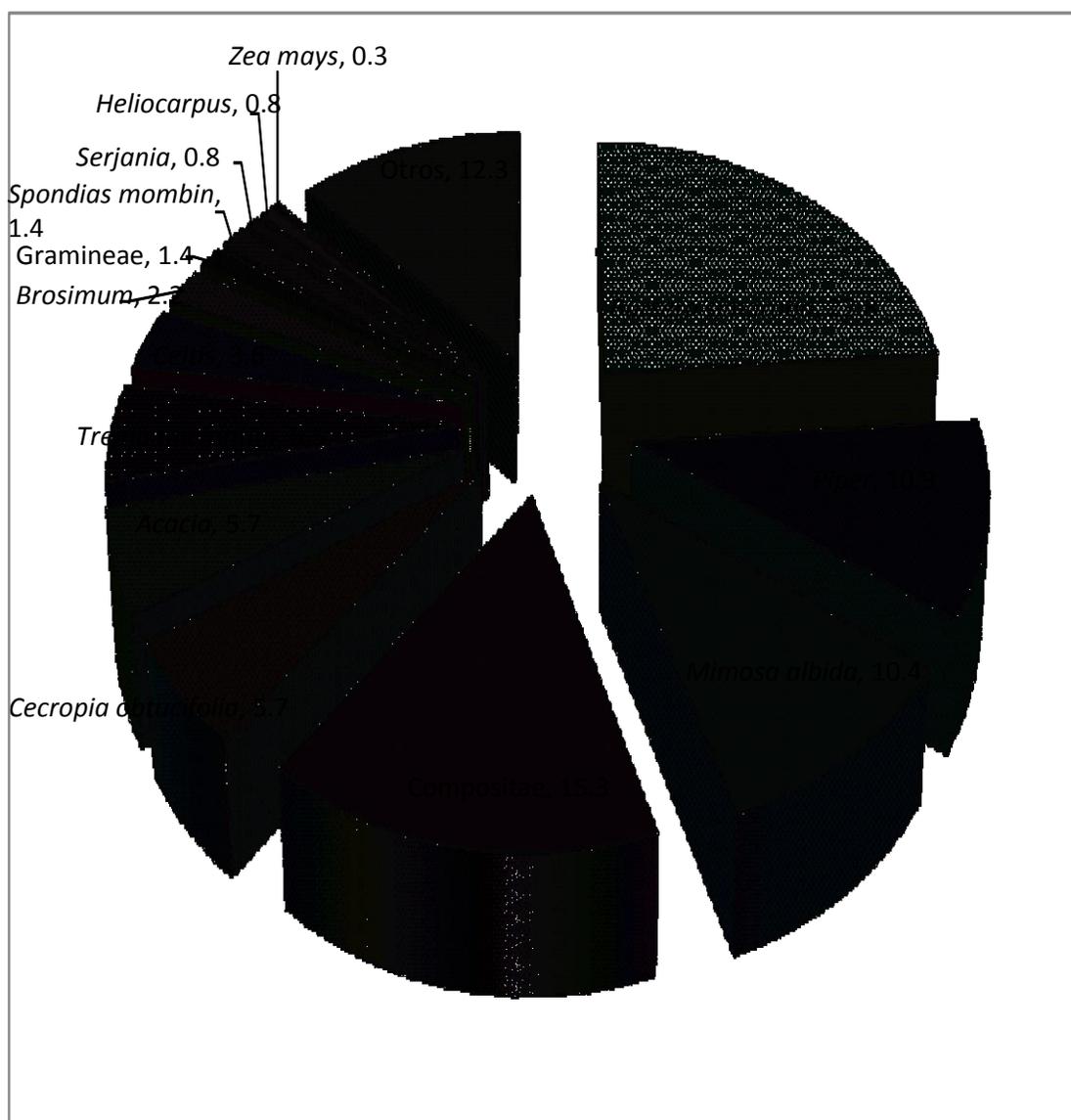


Figura 51. Taxas importantes en muestra de miel H-444

---

#### **5.4. Análisis físico-químicos**

Los análisis realizados a las muestras de miel de las diferentes regiones para determinar sus características físico-químicas fueron: potencial de hidrogeno (pH), conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (STD) y grados Brix (°Brix).

Para la presentación y discusión de estos resultados se utilizaron diagramas de dispersión, así como los datos promedio, su desviación estándar y su coeficiente de variación.

##### **5.4.1. pH**

Como se puede observar en la figura 53 al graficar los resultados obtenidos para cada una de las muestras de los diferentes tipos de miel se encontró que todas ellas presentan características particulares y sobretodo cierta heterogeneidad ya que los puntos se encuentran dispersos entre grupos de miel, factor que nos dificulta lograr la diferenciación o tipificación de miel mediante esta variable, es importante señalar que las muestras de los grupos de miel H433, H438 y H444 presentan valores de pH que van 3.80 a 3.89 y son los más altos de pH, las muestras de H434, H435, H437 y H441 presentan valores de pH que van de 3.64 a 3.74 que son valores medios y las muestras H443, R135, R136 y R137, presentan los valores de pH 3.53 a 3.63 que son los más bajos, así mismo las muestras de la miel H440 presenta valores variables entre altos y medios.

Una vez señaladas estas diferencias podemos ver que si se quiere diferenciar entre los diferentes tipos de miel es posible discriminarlas solo si existe diferencia significativa entre los valores reportados, como en este caso esto es posible entre cualquiera de los grupos H433, H438 y H444 y cualquiera de los grupos H434, H435, H437 y H441 y de las muestras H443, R135, R136 y R137 pero no así entre los grupos formados por ejemplo no es posible diferenciar mediante esta variable entre H433, H438 y H444, ni entre H434, H435, H437 y H441 o bien entre H443, R135, R136 y R137.

Si seguimos este mismo procedimiento para las muestras H434, H435, H437 y H441, se mencionó es posible diferenciarlas de los grupos de valores altos, pero en el caso de las muestras H443, R135, R136 y R137 solo se puede diferenciar con las muestras H443, R135 y R136 ya que la R137 al presentar valores cercanos con los grupos en cuestión puede haber confusión.

Por lo tanto, esta variable por si misma nos permite diferenciar entre algunos de los grupos de muestras de miel pero no entre todas ellas.

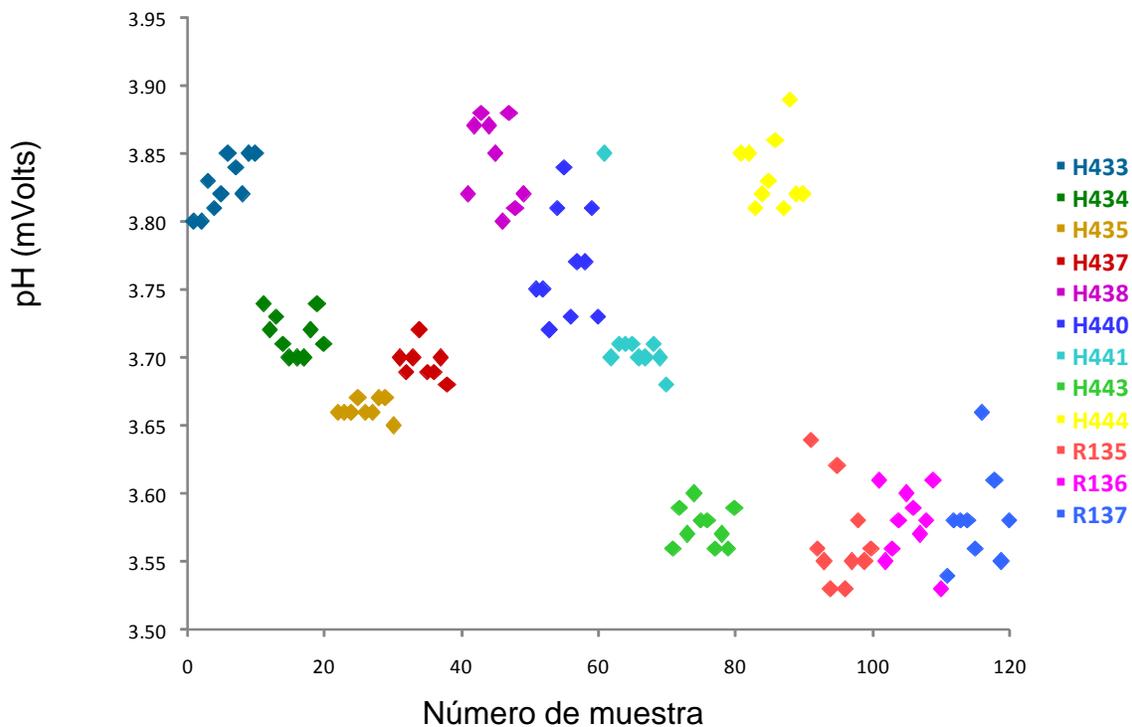


Figura 53. Diagrama de dispersión de las muestras de miel en base al pH

#### 5.4.2. Conductividad eléctrica (CE)

Como se muestra en la figura 54 la CE es una variable que nos permite realizar la diferenciación entre la mayoría de los grupos de miel, ya que cada grupo presenta valores diferentes con respecto a otros grupos, pero muy similares entre muestras del mismo grupo lo que nos habla de una apreciable homogeneidad existente en

los grupos de muestras, es notorio que se presentan valores ligeramente fuera del grupo, pero ello no influye grandemente al momento realizar la proyección de los valores en el eje (valores en el eje Y, correspondiente al valor de CE) para separar entre grupos de muestras, por lo que es posible diferenciar entre grupos.

Como puede notarse los valores más altos de CE los presenta la miel H434, y los valores más bajos de CE los presentan las muestras de los grupos H437 y R137, el resto de los grupos presentan valores de medios a bajos.

Al igual que en el caso anterior es posible lograr la diferenciación entre la mayoría de los grupos solo que entre los grupos H437 con R137 y H443 con R136 no es posible por presentar valores muy similares.

Esta variable nos ayuda a diferenciar entre la mayoría de los grupos de muestras por lo que se considera una variable importante en la caracterización de miel.

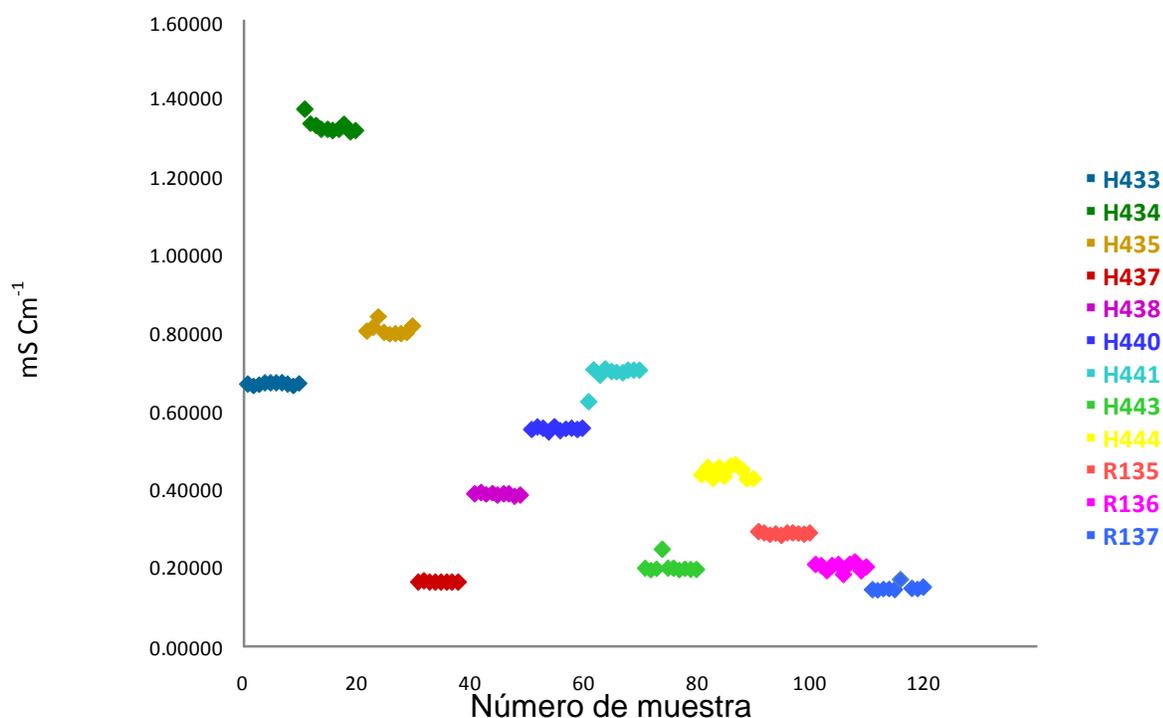


Figura 54. Diagrama de dispersión de muestras de miel en base a CE.

---

### 5.4.3. Sólidos totales disueltos (STD)

Como se muestra en la figura 55 STD es una variable al igual que la CE que nos permite realizar la diferenciación entre la mayoría de los grupos de miel, ya que cada grupo presenta valores diferentes con respecto a otros grupos pero muy similares entre muestras del mismo grupo lo que nos da una visión clara de la gran homogeneidad presente en los grupos de muestras, pero que al mismo tiempo marca la diferencia entre cada uno de los lotes analizados valores que se observan mejor si se realiza la proyección de los valores en el eje (valores en el eje Y, correspondiente al valor de STD).

Los valores más altos los presenta la miel H434, y los valores más bajos los presentan las muestras de los grupos H437 y R137, el resto de los grupos presentan valores de medios a bajos.

Por lo tanto, se puede inferir que es posible lograr la diferenciación entre la mayoría de los grupos pero no así entre los grupos H437 con R137 y H443 con R136 por presentar valores muy similares. Así que si se realiza la proyección en el eje, los puntos de ambos grupos quedan sobrepuestos.

Esta es otra variable que nos ayuda a diferenciar entre la mayoría de los grupos de muestras por lo que se considera una variable importante en la caracterización de miel.

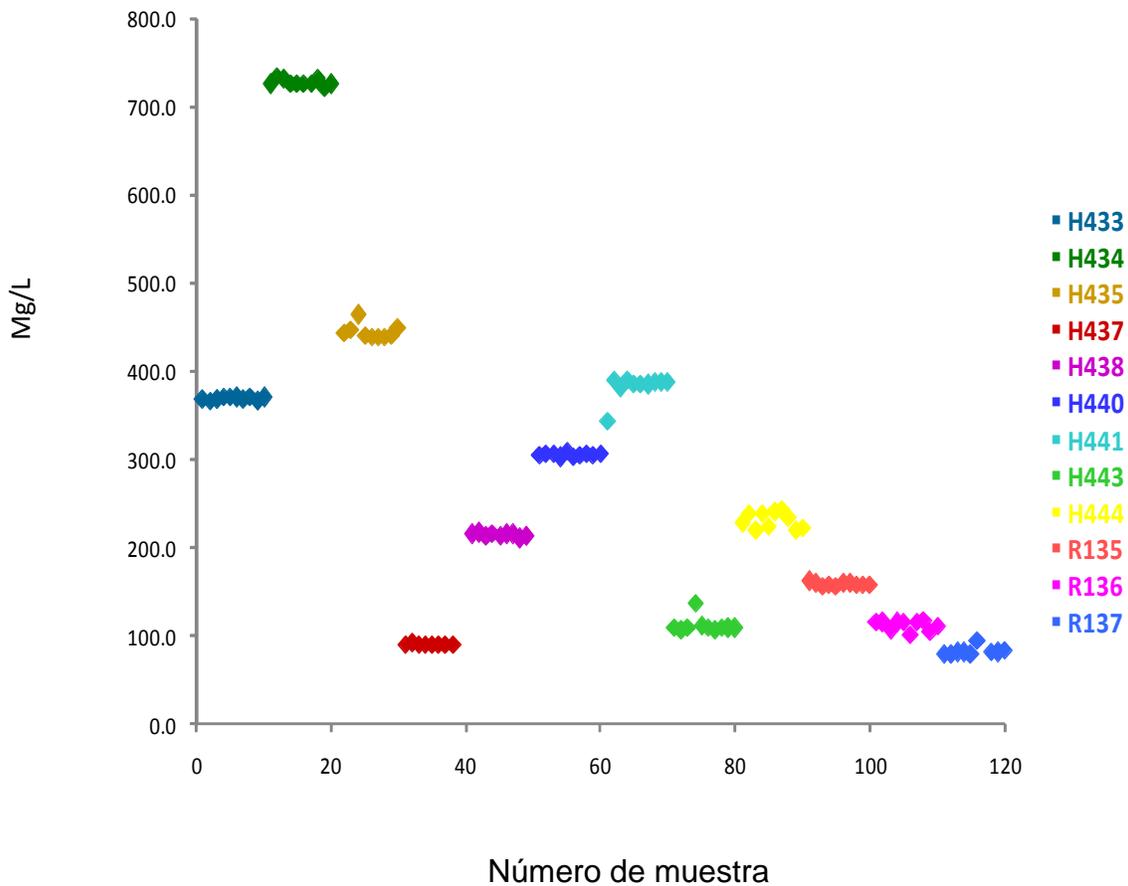


Figura 55. Diagrama de dispersión aplicado a STD en muestras de miel.

Como es de notarse los gráficos de las variables CE y STD son muy similares y esto se debe a que ambas variables están correlacionadas por lo que para ocasiones futuras se puede optar por determinar una de ellas y a partir de dicha variable determinar la otra.

#### 5.4.4. Grados Brix (°Brix)

La Figura 56 nos muestra como existen grupos de muestras que presentan una gran similitud en los valores que los componen; se puede observar que existen otros lotes que presentan una gran dispersión, también que dos de ellos, H433 y

---

H444, presentan mucha similitud. Otro punto importante es que se puede apreciar que los lotes se separan en dos grandes grupos que presentan valores altos que van de 79 a 81 y el otro grupo con valores más bajos que van de 77.2 a 78.4. Por otro lado, dado que los otros lotes se encuentran muy dispersos es difícil lograr la diferenciación entre lotes, pero lo que sí se puede observar es que solo se puede diferenciar entre los lotes que presentan valores altos con respecto a los que presentan valores bajos, esto es, diferenciar los lotes H437, H443, R135, R136 y R137 de los lotes H433, H434, H435, H438, H440, H441 y H444, pero no entre ellos ya que sus valores son muy parecidos o por su dispersión se traslapan.

Cabe señalar que la mayoría de los valores obtenidos en las determinaciones practicadas a las muestras de miel se encuentran dentro de los intervalos establecidos en las referencias bibliográficas. Por ejemplo el pH debe encontrarse entre valores 3.4 y 6.1 (*National Honey Board*) y en el caso de las muestras analizadas tenemos que el pH obtenido se encuentra entre los valores de 3.5 y 3.9 mV. La CE (Bogdanov, 1999) ésta debe encontrarse en valores menores o iguales a 0.800 mS/cm y en el caso de las mieles analizadas tenemos valores que van desde los 0.18 hasta 1.400 mS/cm, por lo que se observa que las muestras de los lotes H434 y H435 se salen del rango; así mismo, en el caso de la cantidad de STD tenemos que de acuerdo con la norma NMX-F-036-1997, la cantidad de STD debe encontrarse en valores no mayores a 0.3 %, y aunque la mitad de los lotes analizados se encuentran dentro del valor tenemos que los lotes H433, H434, H435, H440 y H441 están fuera del valor máximo permitido.

Por último en el caso de los azúcares tenemos que de acuerdo con la norma NMX-F-036-1997 la cantidad de azúcares expresados como % de azúcar invertido, debe tener un mínimo de 63.88% y en el caso las mieles analizadas al realizarles la medición de la cantidad de azucares en % de azúcar (°Brix) ésta presenta valores desde 77.30 a 81.0 °Brix, y dado que la mayoría de los azucares presentes en la miel son fructosa y glucosa (Bogdanov, 1999), y estos representan

el 90% del contenido de azúcares reductores, entonces tenemos que la cantidad mínima establecida es similar a la presente en el caso de las mieles analizadas.

Dado que la determinación de grados Brix nos indica la cantidad de azúcar en una solución, entonces tenemos que a partir de esta variable se puede obtener la humedad presente que en este caso oscila entre los valores de 19.0 a 22.70.

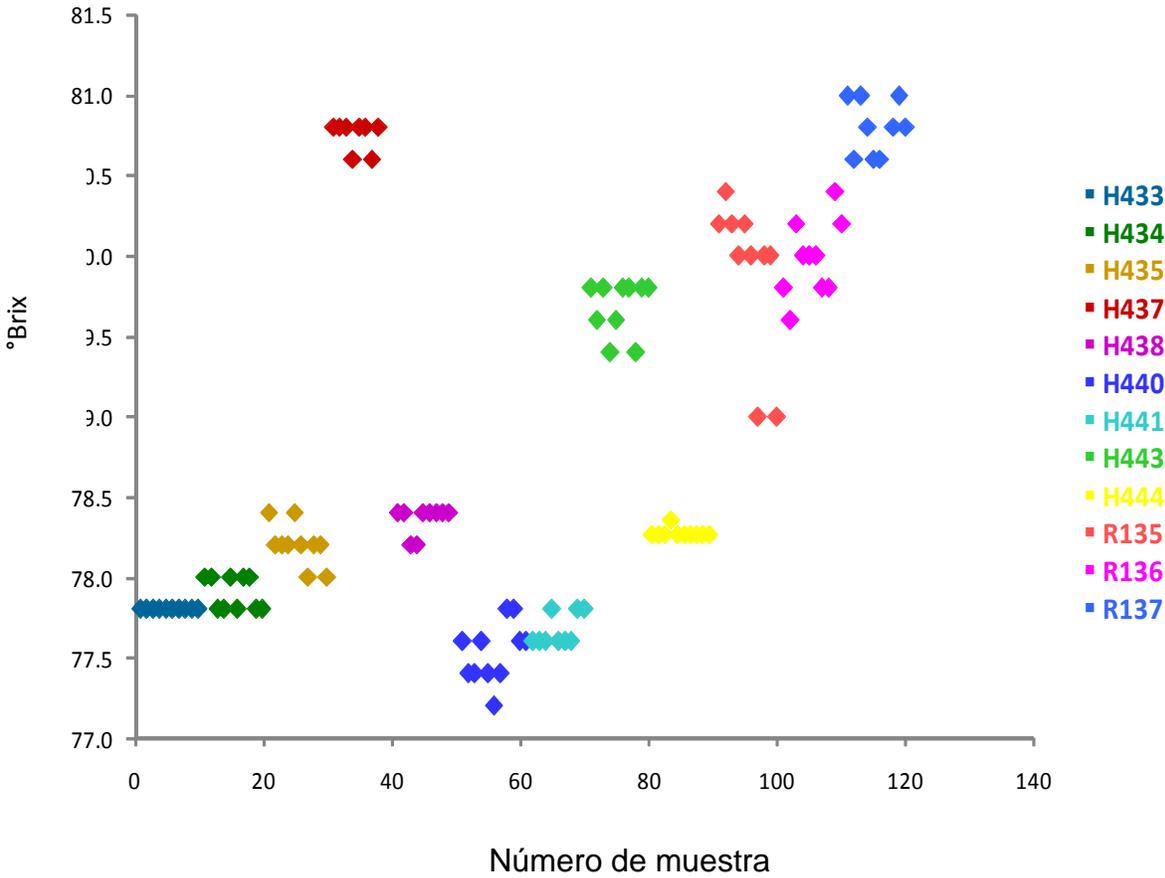


Figura 56. Diagrama de dispersión aplicado a °Brix en muestras de miel.

---

## 6. CONCLUSIONES

En el presente trabajo, se evaluaron las características fisicoquímicas y melisopalinológicas de 12 muestras de miel de diferentes localidades del Estado de Tabasco. De igual manera se realizó por primera vez para las mieles de Tabasco una descripción de su polen, lo cual es característico para cada tipo de miel y permite clasificarlos como monoflorales o poliflorales.

1. Los análisis fisicoquímicos mostraron que en las diferentes variables que se evaluaron (pH; °Brix, SDT y CE), hay similitudes en los valores obtenidos, aún si las mieles son de diferente región geográfica, por lo que es difícil relacionar los resultados de los análisis fisicoquímicos (entre las diferentes regiones geográficas) con los resultados melisopalinológicos.

2. Relación entre las características fisicoquímicas y análisis melisopalinológicos en las muestras de miel de diferentes regiones geográficas:

En el caso de la variable potencial de hidrógeno (pH) encontramos que las muestras H-444, H-438, H-433, H441; procedentes de Tacotalpa, Huimanguillo, Centla y Tacotalpa respectivamente, se sobreponen en la tabla de dispersión, a pesar de provenir de localidades diferentes, al hacer el análisis melisopalinológico, nos percatamos que en las muestras H-444, H-438 y H-441 se encuentra presente polen de *Bursera simaruba* en mayor proporción, en el caso de la muestra H-433 al hacer el comparativo con la muestra H-441 coincide en que ambas tienen polen presente de *Cocos nucifera*, así como la muestra H-433 posee carga polínica de Compositae al igual que la H-444. De igual manera las muestras H-433(Centla), H-441(Tacotalpa), H-440 (Paraíso) y H-434 (Centla), H-437 tienen valores similares de pH, al revisar el contenido polínico de las mieles encontramos que en todas estas encontramos polen presente de *Cocos nucifera*, *Mimosa orthocarpa* Var. *Berlanderi*, *Psidium* sp. y Compositae y en las muestras H-435 (Centla), H-437 (Huimanguillo), H-136 (Tacotalpa), H-443 (Tacotalpa), H-135 (Cárdenas) y H-137 (Huimanguillo), tienen carga polínica que es similar en las diferentes muestras

---

como, Compositae, *Bursera simaruba*, *Mimosa orthocarpa* Var. Berlanderi, Leguminosae, *Psidium* sp.

3. En el caso de pH se concluye que la presencia de granos de polen similares de la misma familia o género podría ser la razón por la que los resultados de la variable pH coinciden en la mayoría de las muestras de mieles.

En el caso de conductividad eléctrica se pudo hacer una diferenciación de lotes de mieles sin embargo hubo algunas coincidencias como en las mieles R-137(Huimanguillo), H-437(Huimanguillo) y H-443(Tacotalpa); pero al revisar su carga polínica encontramos que todas contenían polen de Compositae, *Mimosa albida*, *Cecropia* sp. y *Quercus* sp en su mayoría.

En el caso de sólidos totales disueltos (STD) se consiguió diferenciar la mayoría de los lotes pero no fue posible hacerlo en la muestra H437 con la muestra R137 y la muestra H443 con la muestra R136 por presentar valores muy similares. Donde se observa que se debe al tipo de carga polínica que posee.

Al hacer el estudio de grados °Brix, encontró una gran homogeneidad en los resultados.

Con base a lo anterior la conclusión general de este trabajo de investigación, es que los análisis fisicoquímicos por sí solos no son suficientes para hacer una caracterización geográfica de las mieles del estado de Tabasco; sin embargo al realizar el análisis melisopalínológico, es claro que es una herramienta esencial, para dar una denominación de origen botánico a mieles tabasqueñas.

---

**7**

**LITERATURA  
CITADA**

---

## 7. LITERATURA CITADA

1. Acquarone, C, A. 2004. Parámetros fisicoquímicos de mieles, relación entre los mismos y su aplicación potencial para la determinación del origen botánico y/o geográfico de mieles Argentinas. Las tesinas de Belgrano. Buenos Aires, Argentina.
2. Andrada, A., E. Aramayo, M. Cantmuto, S. Lamberto y A. Valle. 1998. Analisis polínico de las mieles de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Investigación agraria. Protección y producción vegetales. 13: 265-267.  
[http://www.inia.es/gcontrec/pub/02-A.ANDRADA\\_1047643549162.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/02-A.ANDRADA_1047643549162.pdf)
3. Anklam,E. y B. Radovic. Sin año. Suitable analytical methods for determining the origin of the European honey.
4. Asociación Nacional de Apicultores.  
[http://www.mexicoapicola.org/contenido/informacion\\_util/todo\\_sobre\\_la\\_miel/el\\_contexto\\_de\\_la\\_apicultura\\_e/](http://www.mexicoapicola.org/contenido/informacion_util/todo_sobre_la_miel/el_contexto_de_la_apicultura_e/)
5. Avila,G., M. Gómez, A.M. Mújica y M. Montenegro. 1993. la flora nativa sustentadora de colmenas de *Apis Mellifera* en pichidanguí, IV Región de Chile. Ciencia e Investigación Agraria 20(3): 119-125.
6. Bogdanov, S., R. Borneck, B. D' Arcy, C. Flamini, T. Ivanov, J. Kerkvliet, J. Lheretier, C. Lüllman, G.L. Marcazzan, P. Marioleas, P.Martin, M. Morlot, B. Mossel, A. Ortiz, L. Persano-Oddo, R. Piro, H. Russmann, A.G. Sabatini, A.

- 
- Tsigouri, P. Vit, W. Von Der Ohe y G. Vorwohl 2000. Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: review of the work of the international honey commission. Swiss bee research center.
7. Bogdanov, S. 2002. Harmonised Methods of the International Honeys Commission. Swiss Bee Research Centre. Switzerland.
  8. Bogdanov, S., K. Rouff y L. Persano-Oddo. 2004. Physico-Chemical methods for the characterization of unifloral honeys: a review. *Apidologie*. 35: S4-S17.
  9. Carey, F.A. Sin año. Química orgánica. Editorial Mc Graw Hill. USA.
  10. Castro-Feria, R. 2003. Origen botánico y propiedades químicas de las mieles de la región mediterránea árida de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, facultad de agronomía e ingeniería forestal, departamento de ciencias vegetales. Santiago de Chile, Chile.
  11. Crane, E. 1975. Honey a Comprehensive Survey. Ed. Heinemann. London.
  12. Corbella, E., L. Terjera., F. Cernuschi. Calidad y origen botánico de mieles del noreste de Uruguay. *Revista INIA* 3:6-7.
  13. Cuevas-Glory, L.F. 2007. Aplicación de métodos modernos para la caracterización del origen floral de la miel de abeja de Yucatán. Instituto Tecnológico de Mérida. Tesis.

- 
14. Dadant, C. 1975. La colmena y la abeja melífera. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.
15. Erdtman, G. 1943. An introduction to pollen analysis. Editorial Chronica botanica company. USA.  
<http://ia331315.us.archive.org/2/items/introductiontopo029798mbp/introductiontopo029798mbp.pdf>
16. Fredes-González, C.P. 2004. Relaciones entre el origen geográfico y botánico de mieles Chilenas y el contenido de metales pesados. Pontificia Universidad Católica de Chile. Tesis.
17. FUQROOP. 2004. Foro Nacional sobre la cadena miel. Producción, proceso, comercialización y consumo. Fundación Produce Quintana Roo. México.
18. Furcone, A. 2006. Polen de las mieles de Chubut (Patagonia, Argentina). Abstracts XV A.P.L.E. Symposium. 16:99.  
<http://www.uma.es/Estudios/Departamentos/Biolveg/15APLEMálaga/Espanol/Preinscripcion/ABSTRACTS.pdf>
19. INEGI. 2004. Anuario estadístico
20. INEGI. 2004. El sector alimentario en México. Serie de estadísticas sectoriales. México.

- 
21. INEGI. 2005. Anuario Estadístico Tabasco. Vigésima segunda edición. P. 379. México.
22. Loveaux J., A. Mauricio, and G. Vorwhol. 1978. Methods in melissopalynology. *Bee world* 59: 139-157.
23. Mari-Scinthia, J.D. & S.N., Agashe. 2006. Palynological analysis of honey samples and pollen loads collected from Thally, Dharmapury district, Tamil Nadu, India. Abstracts XV A.P.L.E. Symposium. 16:98. <http://www.uma.es/Estudios/Departamentos/Biolveg/15APLEMálaga/Espanol/Preinscripcion/ABSTRACTS.pdf>
24. Mari-Scinthia, J.D. & S.N., Agashe. 2006. Pollen and chemical analysis of some unifloral honeys from Bangalore District, Karnataka. India Abstracts XV A.P.L.E. Symposium. 16:97. <http://www.uma.es/Estudios/Departamentos/Biolveg/15APLEMálaga/Espanol/Preinscripcion/ABSTRACTS.pdf>
25. Martínez-Hernández, E., J.I. Cuadriello-Aguilar, O. Téllez-Valdez, E. Ramírez-Arriaga, M.S. Sosa-Nájera, J.E.M. Melchor-Sánchez, M. Medina-Camacho y M.S. Lozano-García. 1993. Atlas de las plantas y polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacaná, Chiapas, México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de geología. 105 p. México.

- 
26. Mauricio, A. 1975. Microscopy of Honey. In: Honey: A comprehensive survey. Ed. E. Crane. Heinemann in co-operation with IBRA. London, U.K. p 240-257.
27. Mc Andrews John and A.R. Swanson. 1967. The pore number of periporate pollen with special references to *Chenopodium*. Review of paleobotany and palynology 3:105-117.
28. Moguel-Ordoñez, Y.B., C. Echazarreta-González. y R. Mora-Escobedo. 2005. Calidad Físicoquímica de la miel de abeja *Apis Mellifera* producida en el Estado de Yucatán durante el proceso de diferentes etapas de producción y tipos de floración. INIFAP. Técnica pecuaria en México, 43(3):323-334.
29. Montenegro, S.B., C. Chifa. Sin año. Estudio integral de las mieles del Chaco. Facultad de agroindustrias, UNNE. Argentina.
30. Norma Oficial Mexicana. NMX-F-036-1992. Norma Mexicana de la miel.
31. Olivares-Sáenz, E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L. México.
32. Ortiz-Valbuena, A. 1992. Contribución a la denominación de origen de la miel de la Alcarria. Universidad Computense de Madrid. España.
33. Palacios-Chávez, R., B. Ludlow-Wiechers y R. Villanueva. 1991. Flora palinológica de la reserva de la biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo,

---

México. Primera edición. Centro de Investigaciones de Quintana Roo.  
México.

34. Piazza, M.G., Persano-Oddo, L. 2004. Bibliographical review of the main European unifloral honeys. *Apidologie* 35: 1-18.

35. Persano-Oddo, L., Bogdanov, S. 2004. Determination of honey botanical origin: problems and issues. *Apidologie* 35:1-2.

36. Quiroz-García, D. R. Palacios-Chávez y M.L. Arreguin-Sánchez. 1994. Flora polínica de Chamela, Jalisco (Familias Amaranthaceae, Combretaceae, Loasaceae, Martyniaceae, Papaveraceae, Tiliaceae y Violaceae). *Acta Botánica Mexicana*. 29: 61-81.

37. Palacios-Chávez R., M.L. Arreguin-Sánchez, y D. Quiroz-García. 1996. Morfología de los granos de polen de las familias Acanthaceae, Vitaceae y Violaceae del Valle de México. *Acta Botánica Mexicana*. 34: 1-24.

38. Ramírez-Arriaga, E. 1989. Explotación de recursos florales por *Plebeia* sp. (*Apidae*) en dos zonas con diferente altitud y vegetación en el Soconusco, Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis.

39. Ramírez-Arriaga, E. 1998. La importancia comercial de origen botánico de las mieles por medio de su contenido de granos de polen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de geología, instituto de palinología. APITEC.

- 
40. Reyes-Carrillo, J.L., P., Cano-Ríos. Sin año. Manual de polinización apícola. Programa nacional para el control de la abeja africana. México.
41. Rukshinda A. y A. Perveen. 2006. A palynological study of some cultivated trees from Karachi. Pak. J. Bot. 38 (1): 15-28.
42. Sá-Otero, M.P., S. Marcial-Bungarín., S. Armesto-Barzán y E. Díaz-Lozada. 2002. Método de determinación del origen geográfico del polen apícola comercial. Lazaroa 23:25-34.
43. Salvat Editores. 1976. Diccionario Enciclopédico Salvat Universal. Imprenta Hispano-Americana. P 324.
44. SARH-COTECOCA, 1980. Monografía de coeficientes de agostadero del Estado de Tabasco. Secretaría de agricultura y Recursos Hidráulicos-comisión técnico consultiva para la determinación regional de los coeficientes de Agostadero. México, D.F. 86 p.
45. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SAGARPA. 2007. <http://www.siap.gob.mx>
46. Saínez-Laín, C., Gómez-Ferreras, C. 2000. Mielles Españolas. Características e identificación mediante el análisis de polen. Editorial Mundi-Prensa. España.
47. Tellería, M.C. 2001. El polen de las mieles, para determinar su procedencia botánica y geográfica. Ciencia hoy 62:1-4.

---

48. Rouff, K. 2006. Authentication of the Botanical Origin of Honey.

49. Villegas-Durán, G., A. Rodríguez-Rodríguez, J.A. Miranda-Sánchez, y H. Córdova-Wade. 2004. Flora nectarífera y polinífera en el Estado de Tabasco. ISPROTAB. Tabasco, México.

50. Woodcock, T. *et al.* Sin año. Geographical Classification of Honey Samples by Near Infrared Spectroscopy and Chemometrics. The Ashtown Food Research Centre.



# 8

# ANEXOS



## 8. ANEXOS

### 8.1. ANEXO 1

Cuadro 7. Clasificación de las especies cultivadas

Nombre común	Nombre científico	Familia	Importancia en la apicultura	Época de floración	Distribución
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Labiatae	Néctar y polen	Todo el año	Todo el estado
Besito	<i>Jatropha integerrima</i> Jacq.	Euphorbiaceae	Néctar	Todo el año	Todo el estado
Café	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae	Néctar y polen	Mayo a junio	Sur del estado límite con Chiapas
Cempoal	<i>Tapetes erecta</i> L.	Compositae	Néctar y polen	Todo el año	Todo el estado
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	Palmae	Néctar	Todo el año	Todo el estado
Chile	<i>Capsicum Nahum</i> L.	Solonaceae	Néctar y polen	Marzo a julio	Todo el estado
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Néctar y polen	Marzo- mayo septiembre- diciembre	Todo el estado
Maíz	<i>Zea mayz</i> L.	Gramínea	Polen en la	Marzo-abril	Todo el estado

			espiga	y julio- septiembre	
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	Cucurbitaceae	Néctar y polen	Febrero a junio	Todo el estado
Naranja valenciana	<i>Citrus</i> <i>sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutacea	Néctar y polen	Marzo a julio	Todo el estado
Sandía	<i>Citrillus</i> <i>lanatus</i> (thunb.) Matsum & Nakai	Cucurbitaceae	Néctar y polen	Febrero a mayo	Principalmente la zona de los ríos

Fuente: Villegas-Durán, G., A.M. Rodríguez-Rodríguez, *et al* (2004)

Cuadro 8. Clasificación de árboles

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Importancia en la apicultura</b>	<b>Época de floración</b>	<b>Distribución</b>
Bojón	<i>Cordia</i> <i>alliodora</i> (Ruiz & Pav) Oken	Boraginacea e	Néctar	Todo el año	Selva alta y selva baja
Capulín	<i>Muntingia</i> <i>calabura</i> L.	Elaeocarpacea e	Néctar y polen	Enero a mayo	Todo el estado
Cocohite	<i>Gliricidia</i> <i>sepium</i> (Jacq.)	Leguminosae	Néctar	Diciembr e a	En la mayor

	Kunth ex Walp.			marzo	parte del estado
Cola de lagarto	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth	Leguminosae	Néctar	Abril a agosto	Casi todo el estado excepto la sabana
Chelele	<i>Inga punctata</i> Willd	Leguminosae	Néctar	Marzo a julio	Todo el estado a orilla de ríos y arroyos
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i> L.	Cecropiaceae	Polen	Febrero a abril	Todo el estado
Guatope	<i>Inga vera</i> Willd.	Leguminosae	Néctar	Marzo a julio	Todo el estado excepto orillas de ríos y arroyos
Gusano	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	Leguminosae	Néctar	Abril a junio	La mayor parte del estado
Jaboncillo	<i>Inga pinetorum</i> Pittier.	Leguminosae	Néctar	Marzo a julio	Todo el estado a orilla de ríos y

Jinicuil	<i>Inga paterno</i> Harms	Leguminosae	Néctar	Marzo a junio	arroyos Selva baja y selva alta
Jobo roñoso	<i>Spondias</i> <i>Bombin</i> L.	Anacardiaceae	Néctar y polen	Febrero a julio	Todo el estado
Palo mulato	<i>Bursera</i> <i>simaruba</i> (L.) Sarg.	Burceraceae	Néctar y polen	Marzo a junio	Todo el estado
Sixtillo	<i>Cordia stellifera</i> I.M. Johnston	Boraginaceae	Nectar	Marzo a junio	Todo el estado excepto la sabana

Fuente: Villegas-Durán, G., A.M. Rodríguez-Rodríguez, et al (2004)

Cuadro 9. Clasificación de arbustos

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Importancia en la apicultura</b>	<b>Época de floración</b>	<b>Distribución</b>
Acacia	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	Leguminosae	Néctar y polen	Marzo a julio	Todo el estado
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Néctar y polen	Todo el año	Casi todo el estado

Flor amarilla	<i>Lasinthacea fruticosa</i> (L.) K.Becker	Compositae	Néctar y polen	Todo el año	Casi todo el estado
Hoja de sapo	<i>Ruellia nudiflora</i> (gray) Urban.	Acanthaceae	Néctar y polen	Todo el año	Todo el estado
Mal ojo	<i>Psittacanthus calyculatus</i> (CC). G. Don	Loranthaceae	Nectar	Febrero a septiembre	Todo el estado
Muco prieto	<i>Dalbergia brownei</i> (Jacq.) Urban	Leguminosae	Néctar y polen	Marzo a junio	Selva baja inundable
Tatuancillo	<i>Vernonanthura patents</i> (Kunt) H. Rob.	Compositae	Nectar y polen	Febrero a junio	Todo el estado
Vara blanca	<i>Verbesina serrata</i> Cav.	Compositae	Nectar y polen	Marzo a junio	Mayor parte del estado

Fuente: Villegas-Durán,G., A.M. Rodríguez-Rodríguez, *et al* (2004)

Cuadro 10. Clasificación de enredaderas

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Importancia en la apicultura</b>	<b>Época de floración</b>	<b>Distribución</b>
Caballera	<i>Struthanthus orbicularis</i> (Kunth)	Loranthaceae	Néctar	Marzo a junio	Todo el estado

	Blume				
Costilla de vaca	<i>Serjania psilophylla</i> Radlk.	Spindaceae	Néctar	Enero a junio	Selvas altas y selvas baja
San Diego	<i>Antigonon leptopus</i> Hook & Arn.	Polygonaceae	Néctar	Todo el año	Todo el estado
Totoloche	<i>Cissus sicyoides</i> L.	Vitaceae	Néctar	Marzo a junio	Selvas altas

Fuente: Villegas-Durán, G., A.M. Rodríguez-Rodríguez, et al (2004)

Cuadro 11. Clasificación de los arbustos

Nombre común	Nombre científico	Familia	Importancia en la apicultura	Época de floración	Distribución
Acahual	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq) Cass.	Compositae	Néctar y polen	Marzo a junio	Se le encuentra principalmente en la zona de la chontalpa y zona de los ríos.
Altamisa	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Compositae	Néctar y polen	Todo el año	Todo el estado

L.					
Árnica	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray	Compositae	Néctar y polen	Febrero a septiembre	Todo el estado
Camaroncillo	<i>Polygonum mexicanum</i> Small.	Polygonaceae	Néctar y polen	Todo el año	Casi todo el estado, a orillas de caminos y cultivos
Clavillo	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	Onagraceae	Néctar	Todo el año	Orillas de caminos y lagunas del estado
Girasol chico	<i>Helianthus annuus</i> L.	Compositae	Néctar y polen	Todo el año	Casi todo el estado
Golondrina	<i>Melampodium divaricatum</i> (Ritch.) DC	Compositae	Néctar y polen	Casi todo el año	Todo el estado
Manzanilla cimarrona	<i>Bidens alba</i> (L.) DC	Compositae	Néctar y polen	Casi todo el año	Todo el estado
Manzanilla de campo	<i>Wedelia parviceps</i> Blake	Compositae	Néctar y polen	Todo el año	Todo el estado
Mariposa	<i>Aldama dentata</i>	Compositae	Néctar y	Todo el	Todo el

	La Llave et Lex		polen	año	estado
Mirasol	<i>Polymnia maculata</i> Cav.	Compositae	Néctar y polen	Casi todo el año	Selva baja y selvas altas
Molinillo	<i>Leonotis nepetifolia</i> A. Br.	Labiatae	Néctar	Todo el año	Todo el estado
Mulito	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small	Compositae	Néctar y polen	Todo el año	Todo el estado
San Juan	<i>Tridax procumbens</i> L.	Compositae	Néctar y polen	Febrero a septiembre	Todo el estado

Fuente: Villegas-Durán, G., A.M. Rodríguez-Rodríguez, *et al* (2004)

---

## 8.2. ANEXO 2

Técnica de acetólisis Loveaux *et al.* Levemente modificada por Martínez-Hernández, E. y Ramírez-Arriaga, E. (1989)

Pesar 70 g de miel y diluirla en 250 ml de agua destilada previamente calentada a 45°C, distribuirla en cuatro tubos de ensaye, centrifugarlo a 3000 r.p.m. 10 minutos, decantar el sobrenadante y coleccionar el sedimento en un solo tubo. Añadir 10 ml de ácido acético glacial centrifugar 10 minutos a 3000 r.p.m. desechar el sobrenadante, agregar al sedimento 2.5 ml de mezcla acetolítica 9:1 (9 ml de ácido acético mas 1 ml de ácido sulfúrico) calentar a 70 °C en un baño María por 15 minutos, posteriormente agregar 6 ml de ácido acético glacial para detener la reacción centrifugar nuevamente a 3000 r.p.m. 10 minutos y decantar el sobrenadante, agregar 3 ml de ácido acético glacial centrifugar y decantar sobrenadante, al sedimento agregar 10 ml de agua destilada centrifugar 10 minutos a 3000 r.p.m. decantar sobrenadante, lavar dos veces. Del sedimento obtenido colocar una gota sobre un porta objeto con glicerolgelatina previamente fundida a 45°C sobre una parrilla eléctrica, homogeneizar bien y colocar un cubreobjetos. (Ramírez Arriaga, *et al.*Erdtman, 1943). Se recomienda hacer la preparación de laminillas por duplicado.