



**Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Maestría en Recursos Bióticos**

Recursos polínicos para *Apis mellifera* L. en apiarios de Querétaro  
**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
**Maestría en Recursos Bióticos**

**Presenta:**

Ana Lucía Tovar Alvarez

**Dirigido por:**

Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas


Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas  
**Presidente**

Dra. Patricia Herrera Paniagua  
**Secretario**

M. en C. Olga Lidia Gómez Nucamendi  
**Vocal**

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval  
**Suplente**

M. en C. Valentina Serrano Cárdenas  
**Suplente**

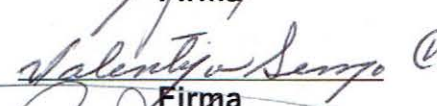
  
Dra. Teresa García Gasca  
**Directora de la Facultad**

  
**Firma**

  
**Firma**

**Firma**

  
**Firma**

  
**Firma**

  
Dr. Irineo Torres Pacheco  
**Director de Investigación y Posgrado**



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Ciencias Naturales**  
**Maestría en Recursos Bióticos**

Recursos polínicos para *Apis mellifera* L. en apiarios de Querétaro

**Tesis que presenta:**

Ana Lucía Tovar Alvarez

**Para obtener el grado de:**

Maestría en Recursos Bióticos

**Director:**

Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas

**Octubre, 2014**



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Ciencias Naturales**  
**Maestría en Recursos Bióticos**

Recursos polínicos para *Apis mellifera* L. en apiarios de Querétaro  
**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
**Maestría en Recursos Bióticos**

**Presenta:**

Ana Lucía Tovar Alvarez

**Dirigido por:**

Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas

Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas

**Presidente**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

Dra. Patricia Herrera Paniagua

**Secretario**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

M. en C. Olga Lidia Gómez Nucamendi

**Vocal**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval

**Suplente**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

M. en C. Valentina Serrano Cárdenas

**Suplente**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

\_\_\_\_\_  
Dra. Teresa García Gasca  
**Directora de la Facultad**

\_\_\_\_\_  
Dr. Irineo Torres Pacheco  
**Director de Investigación y Posgrado**

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Octubre, 2014.  
México

---

## RESUMEN

*Apis mellifera* L. en su actividad diaria muestra un alto grado de constancia al recoger polen de una gran cantidad de plantas de la misma especie hasta completar su carga de polen corbicular. En el estado de Querétaro existen cerca de 200 apicultores, quienes producen anualmente 109 toneladas de miel con un valor de producción de 4.4 millones de pesos, gracias a una población de 5,170 colmenas. Identificar las especies de plantas preferidas por las abejas, ayudará a los apicultores a tener un mejor manejo de sus apiarios. Por ello, el objetivo de este estudio fue conocer la flora polinífera que *A. mellifera* utiliza. Se muestrearon tres apiarios de la zona metropolitana de Querétaro durante los meses de septiembre a noviembre de 2013. Quincenalmente se colectó la flora 300 m a la redonda de los apiarios; una vez a la semana se colectó el polen corbicular con trampas caza-polen fijas en tres colmenas por apiario. El color del polen corbicular fue determinado por medio de la guía *Munsell Plant Tissue Color*. La monoespecificidad de los acúmulos se determinó por observación en el microscopio electrónico de barrido y por conteo de granos de polen con la cámara de Neubauer. Se encontraron en floración 91 especies, incluidas en 27 familias, de las cuales el 90.1% son plantas nativas y el 9.9% introducidas. Se identificaron 42 colores de polen corbicular y aunque cada acúmulo fue monoespecífico, no fue así con los colores, ya que acúmulos de una misma especie presentaron variación en el tono de color, por ejemplo acúmulos de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) presentaron varios colores, 2.5Y5/6 (verde-café), 2.5Y8/10 (amarillo medio), y 7.5YR5/8 (café-rojo). Estas variaciones se deben a la cantidad de azúcares que contiene la saliva que utiliza la abeja para formar el acúmulo. *A. mellifera* utiliza 19 especies de plantas, sólo diez de ellas coincidieron con las especies que se encuentran en los alrededores de los apiarios. La diferencia en el número de especies disponibles y las utilizadas, se puede deber a que las abejas viajan más de 300 m de distancia para encontrar plantas con mayor cantidad y calidad de polen.

**Palabras clave:** *Apis mellifera*, polen corbicular, monoespecificidad, flora polinífera.

---

## SUMMARY

*Apis mellifera* L. is highly constant in its daily activity of floral visits, gathering pollen from many plants of the same species until it completes its corbicular load. In the state of Querétaro, Mexico, there are close to 200 apiculturists that produce 109 tons of honey from 5,170 beehives each year, with a market value of 4.4 million pesos. To know which plant species are favored by bees could help apicultures to improve their beehive management. Therefore, the aim of this study was to know which plant species are used by *A. mellifera* as a pollen source. Three apiaries in the metropolitan area of Querétaro were sampled from September to November 2013. Plant collections were made every 15 days 300 m around the apiaries. Corbicular pollen was sampled by fixed pollen traps in three beehives per apiary once a week. The pellet color was determined using the *Munsell Plant Tissue Color*. Monospecificity of the pellets was determined with the scanning electron microscope and by counting the pollen grains in the Neubauer chamber. 91 species in flower were recorded, belonging to 27 families. 90.1% of the species were native, the rest (9.9%) are introduced. As for the pellets, 42 colors were identified. Each pellet is monospecific, but the same plant species has color variation. For example, *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) has some colors, 2.5Y5/6 (green-brown), 2.5Y8/10 (yellow) and 7.5YR5/8 (brown-red). Color variation might be attributed to the amount of sugar in the bee's saliva to form the pellet. *A. mellifera* uses 19 plant species, ten of which come from plants near the apiary. The presence of pollen from plants that were not sampled might be due to the bees traveling more than 300 m to find plants with more and better pollen.

**Key words:** *Apis mellifera*, corbicular pollen, monospecificity, poliniferous flowers.

---

*A mi madre Concepción Álvarez por su apoyo incondicional.*

*A la memoria de mi padre Vidulfo Tovar López†.*

*A mis hermanos y hermana.*

*A mi esposo.*

---

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por su apoyo durante el desarrollo de este proyecto de tesis.

A la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, por facilitarme el uso de sus equipos e instalaciones.

A los apicultores que me permitieron trabajar en sus apiarios: José Antonio Dorantes y Luz María Saldaña de Servicios Apícolas de Querétaro, dueños del apiario “Los Agapantos”. Al Sr. Leobardo Ruíz dueño del apiario “La Estancia” y a Don Isidro Rodríguez y Nicolás Ramírez del apiario “Los Cuates”, quienes me brindaron su apoyo en las colectas de polen y me transmitieron su vasto conocimiento en la apicultura.

Al Profesor José Miguel Alemán que amablemente me enseñó las maravillas de la apicultura.

A la Dra. Mahinda Martínez por su tiempo, conocimiento y apoyo.

A la Dra. Patricia Herrera Paniagua y M. en C. Olga Gómez Nucamendi, por sus valiosos comentarios y su apoyo.

Al Dr. Luis G. Hernández y a la M. en C. Valentina Serrano por formar parte de mi comité.

A la Biol. Adriana González y al Biol. Alejandro Cabrera por su ayuda en la determinación de los ejemplares botánicos.

A la M. en C. Yolanda Pantoja Hernández por la elaboración del mapa.

A mi esposo José Oscar Rubio por ayudarme en las colectas de campo y apoyarme incondicionalmente.

A todos los que de una u otra forma apoyaron este proyecto.

---

# ÍNDICE

	Página
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	3
ANTECEDENTES	4
MARCO TEÓRICO	
1. Biología de <i>Apis mellifera</i> .	7
2. Estructura social de la colmena.	8
2.1. La reina.	8
2.2. Los zánganos.	10
2.3. Las obreras.	11
3. Polinización.	12
4. Pecoreo y colecta de polen por <i>A. mellifera</i> .	13
5. Flora polinífera.	14



---

6. El ciclo apícola.	15
7. Apicultura en México.	17
7.1. Regionalización de la producción apícola de México.	18
7.2. Apicultura en Querétaro.	19
<b>MÉTODO</b>	
1. Zonas de estudio, apiarios.	20
2. Colecta botánica y palinoteca de referencia.	23
3. Recolección del polen corbicular.	24
4. Tratamiento del polen corbicular.	25
5. Clasificación y pesado del polen corbicular.	25
6. Comprobación de la monoespecificidad de los acúmulos corbiculares.	26
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	
1. Colectas botánicas.	28
2. Monoespecificidad de los acúmulos corbiculares.	35
3. Especies poliníferas utilizadas por <i>A. mellifera</i> en apiarios de Querétaro.	49
<b>CONCLUSIONES</b>	72
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	75
<b>CRÉDITOS DE LAS FIGURAS EMPLEADAS</b>	81
<b>APÉNDICES</b>	
1. Apéndice A, ubicación de los apiarios, mapa.	85
2. Apéndice B, colores de los acúmulos, clave MPTC.	86
3. Apéndice C, formas de los acúmulos en MEB.	88
4. Apéndice D, diferencia de colores de las cargas corbiculares.	90
5. Apéndice E, plantas utilizadas como fuente de polen por <i>A. mellifera</i> .	91

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1.	Anatomía de <i>Apis mellifera</i> .	8
2.	Abeja reina.	9
3.	Zángano.	10
4.	Abeja obrera.	11
5.	Flores de <i>Mimulus sp.</i>	13
6.	Adaptación de las abejas como polinizadoras.	14
7.	<i>A. mellifera</i> colectando polen.	15
8.	El ciclo apícola.	16
9.	La polinización.	17
10.	La apicultura.	19
11.	Apiario “Los Agapantos”.	20
12.	Apiario “La Estancia”.	21
13.	Apiario “Los Cuates”.	22
14.	Microscopio Electrónico de Barrido.	23
15.	Tipos de trampa caza-polen.	24
16.	Recolección de polen.	24
17.	Secado del polen corbicular.	25
18.	Clasificación del polen corbicular.	26
19.	Acúmulos observados al microscopio electrónico de barrido.	27
20.	Técnica de Neubauer.	27
21.	Especies en común a los tres apiarios.	29
22.	Colores de los acúmulos de <i>Ricinus communis</i> .	35
23.	Colores identificados en los acúmulos corbiculares.	36
24.	Colores identificados en los acúmulos corbiculares.	37
25.	Colores identificados en los acúmulos corbiculares.	38
26.	Colores identificados en los acúmulos corbiculares.	39
27.	Colores identificados en los acúmulos corbiculares.	40
28.	Acúmulos con forma de riñón.	41
29.	Comparación de granos de polen, tamaños.	42
30.	Interior de los acúmulos corbiculares, homogeneidad.	43

---

31.	Interior de los acúmulos corbiculares, homogeneidad.	44
32.	Interior de los acúmulos corbiculares, homogeneidad.	45
33.	Exterior de los acúmulos corbiculares, contaminación.	46
34.	Exterior de los acúmulos corbiculares, contaminación.	47
35.	Exterior de los acúmulos corbiculares, contaminación.	48
36.	Plantas de algunas de las especies de polen presentes en los tres apiarios.	49
37.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Acacia farnesiana</i> .	53
38.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Dicliptera peduncularis</i> .	54
39.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Bidens odorata</i> .	55
40.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Viguiera dentata</i> .	56
41.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Chenopodium glaucum</i> .	57
42.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , Equinado.	58
43.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Psittacanthus calyculatus</i> .	59
44.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Commelina erecta</i> .	60
45.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Polygonum mexicanum</i> .	61
46.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , Rosaceae.	62
47.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Eucalyptus sp.</i>	63
48.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Oenothera sp.</i>	64
49.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Zea mays</i> .	65
50.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Mirabilis jalapa</i>	66
51.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Ricinus communis</i> .	67
52.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , <i>Schinus molle</i> .	68
53.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , Tricolpado Tipo I.	69
54.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , Tricolpado Tipo II.	70
55.	Especies utilizadas por <i>A. mellifera</i> , Tricolpado Tipo III.	71
56.	Ubicación de los apiarios, mapa.	85
57.	Formas de los acúmulos en MEB.	88
58.	Formas de los acúmulos en MEB.	89
59.	Diferencia de colores de las cargas corbiculares.	90
60.	Plantas utilizadas como fuente de polen por <i>A. mellifera</i> , <i>Acacia farnesiana</i> y <i>Bidens odorata</i> .	91
61.	Plantas utilizadas como fuente de polen por <i>A. mellifera</i> , <i>Chenopodium glaucum</i> y <i>Commelina erecta</i> .	92

---

62.	Plantas utilizadas como fuente de polen por <i>A. mellifera</i> , <i>Dicliptera peduncularis</i> y <i>Mirabilis jalapa</i> .	93
63.	Plantas utilizadas como fuente de polen por <i>A. mellifera</i> , <i>Polygonum mexicanum</i> y <i>Psittacantus calyculatus</i> .	94
64.	Plantas utilizadas como fuente de polen por <i>A. mellifera</i> , <i>Ricinus communis</i> y <i>Schinus molle</i> .	95
65.	Plantas utilizadas como fuente de polen por <i>A. mellifera</i> , <i>Viguiera dentata</i> y <i>Zea mays</i> .	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1.	Labores de la abeja obrera de acuerdo a su edad.	12
2.	Regiones apícolas de México.	18
3.	Familias con mayor número de especies por apiario.	28
4.	Especies en floración disponibles alrededor de los apiarios durante los meses de septiembre-noviembre de 2013.	30
5.	Polen corbicular utilizado por <i>A. mellifera</i> en “Los Agapantos”.	50
6.	Polen corbicular utilizado por <i>A. mellifera</i> en “La Estancia”.	51
7.	Polen corbicular utilizado por <i>A. mellifera</i> en “Los Cuates”.	52
8.	Colores de los acúmulos corbiculares según la guía Munsell Plant Tissue Color.	86

---

Recursos polínicos para  
*Apis mellifera* L. en apiarios  
de Querétaro

---

Ana Lucía Tovar Alvarez

## INTRODUCCIÓN

La flora es un recurso valioso en la actividad apícola. El conocimiento de su utilidad, época de floración y su distribución geográfica, representa una herramienta importante para los apicultores; ello les permite tener un mejor manejo de sus colmenas para decidir el momento de suplementar alimento a las abejas o mover los apiarios a zonas con una mayor floración y con ello obtener néctar y polen de las flores disponibles para lograr una mejor producción melífera (Román y Palma, 2007). *Apis mellifera* L. colecta polen que humedece con néctar y miel formando un acúmulo coloreado que transporta a la colmena en las corbículas de sus patas posteriores. A este polen así formado, se le conoce como polen apícola o polen corbicular y constituye el principal alimento proteico tanto para la cría como para la abeja adulta (Sá-Otero *et al.*, 2002). Las abejas en su actividad diaria y periódica muestran un alto grado de constancia al recoger polen de una gran cantidad de plantas de la misma especie hasta completar su carga, esto las hace sumamente selectivas, pues utilizan como fuente de polen algunas de las flores disponibles (Montenegro *et al.*, 1992). Factores como el tamaño del grano de polen, la morfología de los órganos florales, la simetría floral, el color de la corola y sobre todo la cantidad y la calidad del néctar y el polen, influyen sobre el atractivo que las distintas especies de flores ejercen sobre las abejas (Telleria y Sarasola, sin año). El valor nutricional del polen varía según su origen floral, a su vez el tipo de flora está dado por el tipo de vegetación presente en la zona colindante a los apiarios, por lo tanto, antes de establecer o ampliar un colmenar es conveniente conocer la flora apícola (especies poliníferas) que se desarrolla en la región (Faye *et al.*, 2002).

Mundialmente muchas áreas de producción apícola tienen ampliamente estudiada la flora polinífera de la cual dependen sus apiarios (Faye *et al.*, 2002). En México se han hecho algunos estudios melisopalinológicos que incluyen análisis de muestras de miel (clasificación de mieles en uniflorales o multiflorales), listas de plantas poliníferas (plantas que sólo aportan polen) y nectaríferas

(plantas productoras de néctar) así como descripciones de granos de polen de importancia apícola (Castellanos, 2010). Sin embargo dichos estudios son relativamente pocos para la importancia que tiene nuestro país en el sector apícola; México ocupa el sexto lugar como productor y el tercer lugar como exportador de miel a nivel mundial (U. N., 2009). En el estado de Querétaro existen poco más de 200 apicultores, quienes producen anualmente 109 toneladas de miel con un valor de producción de 4.4 millones de pesos; todo esto, gracias a una población de 5,170 colmenas (SAGARPA, 2012). Cabe resaltar que, de acuerdo a los registros de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), los municipios con mayor población de colmenas son Querétaro, Colón y Corregidora (SAGARPA, 2012). En el estado de Querétaro no se han hecho estudios sobre recursos polínicos, por lo que es necesario generar conocimientos sobre el origen floral del polen en apiarios del estado. La importancia del polen radica en que es parte esencial de la miel, ya que de él dependen las características organolépticas y fisicoquímicas que permiten distinguir la calidad de los diferentes tipos de miel (Castellanos, 2010). Por lo que el objetivo de este estudio fue determinar la flora que es fuente de polen para *A. mellifera*, en apiarios de Querétaro. Para determinar la relación entre las abejas y la flora polinífera, se identificó el origen floral del polen corbicular mediante el análisis microscópico de los granos de polen en los acúmulos y la observación directa de las características físicas de los acúmulos polínicos de acuerdo con Sayas y Huamán (2009) y Sá-Otero *et al.* (2002).

## OBJETIVOS

### General

Determinar la flora polínica utilizada por *Apis mellifera* como fuente de polen en tres apiarios de la zona metropolitana de Santiago de Querétaro.

### Específicos

1. Determinar las principales especies poliníferas utilizadas por *A. mellifera* por medio del polen corbicular.
2. Determinar las especies poliníferas por medio de colectas botánicas.
3. Crear una palinoteca de referencia.
4. Evaluar la monoespecificidad de los acúmulos corbiculares.
5. Identificar las cargas de polen corbicular según su origen floral.

## HIPÓTESIS

La flora ubicada en los alrededores de los apiarios de la zona metropolitana de Santiago de Querétaro, es la fuente principal de polen para *Apis mellifera*.



## ANTECEDENTES

En México se han hecho algunos estudios melisopalinológicos que incluyen análisis de muestras de miel (clasificación de mieles en uniflorales o multiflorales), listas de plantas poliníferas (plantas que sólo aportan polen) y nectaríferas (plantas productoras de néctar) así como descripciones de granos de polen de importancia apícola (Castellanos, 2010). La apicultura representa una importante actividad dentro del sector pecuario (Cajero *et al.*, 2000), por lo que México ocupa el sexto lugar como productor y el tercer lugar como exportador de miel a nivel mundial (U. N., 2009) por ello es necesario tener conocimiento sobre el origen floral del polen.

En algunos casos, los apicultores ya conocen el origen floral del polen, lo cual es confiable para determinar cuáles son las plantas poliníferas más importantes de una región (Porter-Bolland, 2001). SAGARPA ha utilizado este conocimiento, publicando catálogos de flora nectarífera y polinífera de los estados de Chiapas, Michoacán, Veracruz, Península de Yucatán y Tabasco (SAGARPA, 1998, 2002, 2003, 2004, 2007).

Otro trabajo es el de Ayala-Arcipreste (2001) quien citó 38 especies de la flora melífera de Tizimin y 66 para Hopelchen en la Península de Yucatán, basándose en el conocimiento de los apicultores. Sin embargo, para conocer el origen botánico de las mieles de *A. mellifera* no son suficientes las observaciones de campo, ya que dificultan la validación del origen floral de la miel, pudiendo provenir de una u otra especie o de algún cultivo en específico, simplemente porque estos se encuentren cerca del apiario (Castellanos, 2010). El método para verificar y validar la autenticidad de las mieles consiste en el análisis microscópico de los granos de polen transportados y almacenados por las abejas para su uso como alimento (Castellanos, 2010).

Los estudios basados en análisis microscópicos del polen, en su mayoría se han hecho en estados del sur del país, destacando Chiapas, Oaxaca, Tabasco y la Península de Yucatán, mientras que en el centro del país existen estudios para los estados de Jalisco, Morelos, Puebla y el Valle de México.

Para el estado de Chiapas Ramírez-Arriaga (1989) describe 22 y 26 especies de importancia para dos zonas de Sononusco, Chiapas. Martínez-Hernández *et al.* (1993) publicaron el “Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacaná, Chiapas”. En el estudio “Mieles uniflorales mexicanas: rumbo a la denominación de origen” en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, se caracterizaron las mieles en monoflorales y multiflorales por región apícola basados en el análisis melisopalínológico hecho por Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga (2008).

Navarro-Calvo (2008) identificó el contenido polínico de la miel de *A. mellifera* en Oaxaca, encontrando mieles monoflorales y multiflorales. Así mismo en el 2008 Díaz-Carbajal denominó mieles de Oaxaca en monoflorales y multiflorales por región. Entre ambas autoras se reportaron más de 100 tipos polínicos utilizados por *A. mellifera*, de los cuales sólo 21 especies fueron de importancia para las abejas. De los Santos-Ramos (2008) llevó a cabo un estudio en agroecosistemas de la costa de Oaxaca, reportando cuatro especies florales como fuentes importantes de polen para *A. mellifera*.

En Tabasco, Cárdenas (1985) diferenció entre especies que sirven de alimento y las que sirven de sostén para las colmenas en los periodos de cosecha. En el 2008 Pascual-González hizo la caracterización polínica de las mieles de Tabasco, determinando mieles monoflorales de *Cocos nucifera* L. Córdova-Córdova *et al.* (2009) caracterizaron mieles y encontró un nuevo registro para *Mimosa pigra* var. *berlandieri* (A. Gray ex Torr.) B. L. Turner.

La Península de Yucatán conformada por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán es considerada la región apícola más importante del país (Porter-Bolland *et al.*, 2009). Roldán-Ramos (1985) reportó miel multifloral compuesta por las familias Caricaceae y Myrtaceae para *A. mellifera* y miel monofloral de una Rhamnacea para *Melipona beechii* Bennet (abeja sin aguijón) en la zona de Tixtacacaltuyub, Yucatán. Villanueva (2001) identificó siete especies como las más frecuentes en las cargas de polen, identificó las plantas poliníferas y las estrategias de pecoreo de *A. mellifera*. Villanueva (2002) reportó 168 tipos polínicos incluidos en 41 familias.

En Chamela, Jalisco, Quiroz-García y Palacios Chávez (1999) reportaron recursos florales utilizados por la abeja *Centris inermis* Friese. En el estado de Morelos, Quiroz-García y Arreguín-Sánchez (2008) identificaron 41 tipos polínicos incluidos en 23 familias de plantas, destacando siete especies de polen como importantes para *A. mellifera*. Para la Sierra Norte del estado de Puebla existe un estudio hecho por Ramírez-Arriaga y Martínez-Hernández (2007) quienes reportan nueve especies de plantas importantes en el pecoreo de las abejas *A. mellifera* y *Scaptotrigona mexicana* Guérin-Meneville. En el Valle de México, Piedras-Gutiérrez y Quiroz-García (2007) identificaron 19 especies polínicas pertenecientes a 15 familias, de las cuales se reconocieron cuatro especies como importantes en las mieles de la porción sur del Valle. Para el estado de Querétaro hasta el día de hoy no se han hecho estudios sobre flora polínica, ni determinación de especies útiles como fuente de polen para *A. mellifera*, por ello es necesario llevar a cabo este estudio y así generar información para nuestro estado.

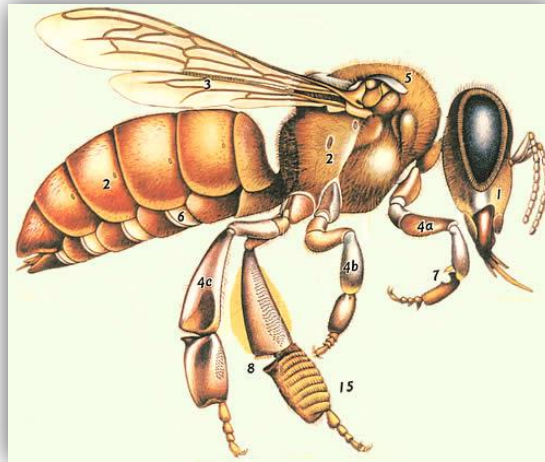
## MARCO TEÓRICO

### 1. Biología de *Apis mellifera*

Las abejas son insectos pertenecientes al orden Himenoptera, de la familia Apidae, del género *Apis* y especie *mellifera*. La especie *A. mellifera* es una especie polimorfa que vive formando colonias lideradas por una reina. El cuerpo de la abeja se divide en tres segmentos: cabeza, tórax y abdomen (Fig. 1) (SAGARPA, sin año). En la cabeza poseen dos ojos compuestos, tres ojos simples y un par de antenas, en donde reside el sentido del tacto y del olfato. Además de las estructuras anteriores, en la cabeza se presentan los apéndices que rodean la boca (mandíbula, maxila y labio, formado por la unión de un segundo par de maxilas) que constituyen el aparato bucal. Las mandíbulas son utilizadas para comer polen, trabajar la cera y realizar cualquier labor que requiera estructuras que puedan asir algo (Mace, 1983). Cuando tienen que libar líquidos como néctar o agua utilizan una estructura no permanente llamada probóscide, que resulta de juntar las partes libres de las maxilas y el labio (Padilla-Álvarez y Cuesta-López, 2003). La boca de las abejas es uno de los órganos más especializados dentro de los insectos, la cual tiene como pieza central la lengüeta o lígula, la cual mide seis milímetros en las obreras (Mace, 1983).

El tórax soporta las patas y alas, además contiene los músculos que mueven los apéndices, así como la cabeza y el abdomen y está compuesto por cuatro segmentos: protórax, mesotórax, metatórax y propodeum, íntimamente unidos. Los tres primeros segmentos tienen un par de patas y el segundo y el tercero poseen cada uno un par de alas, de las cuales las anteriores son de mayor tamaño que las posteriores. Las patas están integradas por cinco artejos que, dentro de sus funciones fisiológicas, ayudan a las obreras a recolectar el polen, transportarlo y depositarlo en las celdillas dentro de la colmena (Padilla-Álvarez y Cuesta-López, 2003). *A. mellifera* se alimenta de polen, el cual es el principal alimento proteico tanto para las crías como para la abeja adulta, dicho polen es

colectado y humedecido con néctar y miel por medio de la lengüeta y transportado a la colmena en las corbículas de sus patas posteriores, por ello se le conoce como polen corbicular (Sá-Otero *et al.*, 2002).



**Figura 1. Anatomía de *A. mellifera*, 1) cabeza, 2) estigmas o espiráculos, 3) alas, 4a) primer par de patas, 4b) segundo par de patas, 4c) tercer par de patas, 5) tórax, 6) abdomen, 7) pelos limpiadores, 8) corbículas.**

## **2. Estructura social de la colmena**

Las abejas viven en grandes sociedades llamadas colonias perfectamente organizadas donde cada individuo realiza una función determinada de acuerdo a su casta, edad y desarrollo físico. Dentro de la colonia se observan tres tipos de castas: las obreras, los zánganos y la reina (también alberga abejas en diferente estado de desarrollo, huevos, larvas y pupas) (SAGARPA, sin año).

### **2.1. La reina**

Cada colonia de abejas tiene una reina. La reina es el elemento fundamental para la vida de la colonia. Una reina sana y joven que realice una ovoposición a buen ritmo permite un recambio constante de abejas y un pleno desarrollo del enjambre. Morfológicamente se trata de un insecto fácilmente

reconocible entre las obreras y los zánganos. Mide entre 18 y 22 mm de longitud. Posee alas cortas y patas más largas que las de las obreras (Fig. 2) (Snodgras, 1984). Su aparato bucal es reducido y la lengua es más corta. No tiene glándulas cereras, el aguijón es diferente. Su papel en la colonia es preponderante, puesto que es la que pone huevos y mantiene el orden social mediante las secreciones mandibulares. Su especialización la lleva a ser una máquina de poner huevos. Es la única hembra fértil de la colmena. Después de cinco días de vida, la reina virgen alcanza la madurez sexual y sale de la colmena para hacer su vuelo de fecundación o vuelo nupcial. Al volar se encuentra y aparea con varios zánganos. Estos dejan su semen en una bolsa llamada espermateca, que la reina tiene dentro su cuerpo, pudiendo llegar a almacenar de 10 a 12 millones de espermatozoides que son los que empleará para la fecundación de los óvulos (SAGARPA, sin año). Después de su vuelo de fecundación, la reina regresa a la colmena y no vuelve a salir de la colmena para fecundarse otra vez. En una semana comienza a poner de 1500 a 3000 huevos por día durante todo el año, de esta manera aumenta la población de la colmena. La reina carece de órganos de trabajo por ello es alimentada por las obreras y puede vivir hasta seis años (Mace, 1983).



Figura 2. Abeja reina.

## 2.2. Los zánganos

Los zánganos son los machos de la colonia (Fig. 3). Durante los meses en que hay flores, existe mayor abundancia de ellos en cada colonia, ya que son temporadas de reproducción. La tarea de los zánganos es fecundar a la reina virgen, los que la fecundan mueren, asegurando que no haya consanguinidad (SAGARPA, sin año). Los zánganos están incapacitados para recoger néctar o polen de las flores porque tienen la lengua muy corta, por lo que son alimentados por las obreras. También carecen de aguijón, por lo cual no protegen a la colmena. Durante las épocas de flujo principal de néctar, es cuando hay reinas vírgenes y éstas necesitan aparearse con los zánganos. Al llegar la época de escasez de néctar, ya no hay reinas para fecundar, por lo que las obreras sacan a los zánganos de la colmena. Cada ciclo de floración, la reina pone huevos de zángano (Castellanos, 2010).



Figura 3. Zángano.

### 2.3. Las obreras

La abeja obrera al igual que la reina, es una hembra, pero no se ha desarrollado para la reproducción (Fig. 4). En casos muy especiales y cuando falta la reina, sus ovarios se desarrollan y consiguen poner huevos, pero al no ser fecundados, nacerán solamente zánganos. Sin embargo, las obreras poseen otros órganos que no se encuentran ni en la reina ni en los zánganos, que le permiten realizar las innumerables tareas relacionadas con la vida de la colonia. Ellas son las encargadas de efectuar todos los trabajos dentro y fuera de la colmena, los cuales realizan de acuerdo a la edad y al desarrollo glandular (Tabla 1). La duración de la vida de la abeja obrera depende de la cantidad de trabajo que realiza. En época de cosecha debido al exceso de labores, vive sólo unas seis semanas, fuera de esta época puede vivir hasta seis meses (SAGARPA, sin año).



Figura 4. Abeja obrera.



**Tabla 1. Labores de la abeja obrera de acuerdo a su edad (SAGARPA, sin año).**

EDAD (DÍAS)	LABOR
Del 2° al 3°	Limpia los panales de la colmena y da calor a los huevos y larvas.
Del 4° al 12°	Prepara y cuida la alimentación de las larvas (en este periodo son llamadas nodrizas).
Del 13° al 18°	Produce cera y construye panales. También están capacitadas (de ser necesario) para la crianza de una nueva reina a través de la construcción de la celda real, llamada “cacahuate” por su forma.
Del 19° al 20°	Defiende la colonia apostándose a la entrada de la colmena, no permitiendo la entrada de insectos extraños o abejas de otras colonias.
Del 21° al 40°	Recolectan en el campo néctar, polen, agua y propóleos para cubrir las necesidades de la colonia.

### 3. Polinización

Para que las plantas con flores produzcan semillas, es necesario que el polen llegue hasta la flor de otra planta de su misma especie. Para ello, se valen de diversas estrategias para que la polinización se lleve a cabo. Algunas plantas aprovechan el viento o el agua, otras los animales que se acercan en busca de alimento, como murciélagos, aves o insectos. Así las plantas y animales evolucionan conjuntamente, de manera que ambos se benefician de esta relación, la planta se reproduce y el polinizador se alimenta. La polinización es fundamental tanto para la reproducción de plantas silvestres como para las cultivadas (CONABIO, 2009). La polinización por insectos (en este caso abejas) es requisito para la producción de muchos cultivos. Sin embargo, en ecosistemas agrícolas los polinizadores silvestres son escasos y no aseguran una adecuada polinización, ya que el uso de insecticidas, herbicidas y malas prácticas de cultivo han reducido o eliminado las poblaciones silvestres de insectos hasta el punto de hacerlos insuficientes para la polinización de las plantaciones. Ante esto, los agroecosistemas dependen de los apicultores y de la abeja melífera para cumplir con los requerimientos de polinización de sus sembradíos (Reyes y Cano, sin año). Cabe mencionar que *A. mellifera* es considerada el mejor polinizador del

mundo, lo cual la convierte en un factor sumamente importante para la conservación de la biodiversidad.

#### 4. Pecoreo y colecta de polen por *A. mellifera*

La razón por la que las abejas visitan las flores, es la recolección de polen y néctar para cumplir con los requerimientos alimenticios de la colmena. Para las abejas los tres componentes bioquímicos más importantes en la identificación floral son el olor, color y el valor nutritivo del néctar y el polen. Cuando la abeja se aproxima a las plantas en floración el primer estímulo que recibe y que indica una recompensa es el olor, el cual detecta con sus antenas y no responde a estímulos odoríferos sin ellas. A medida que la abeja se aproxima más a las flores, la siguiente pista hacia el polen y néctar es el contraste de color de los pétalos contra el fondo verde del follaje (Reyes y Cano, sin año). Las abejas, ven los colores amarillo, azul y blanco, pero no distinguen el rojo puro del verde, sin embargo son capaces de percibir los rayos ultravioleta, los cuales se hallan fuera del espectro visible para los seres humanos. Por esta razón, muchas flores que son amarillas a nuestros ojos, las abejas las perciben de un color púrpura, el cual por esa razón se denomina "púrpura de abeja" (Fig. 5). Si visitan flores rojas, éstas tienen normalmente diseños en los pétalos en ultravioleta.

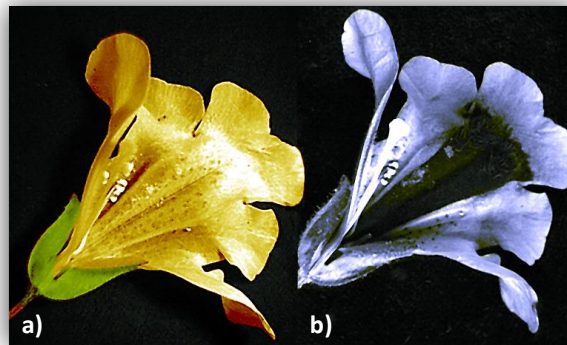


Figura. 5. Flores de *Mimulus sp.*, a) fotografía bajo luz normal, b) fotografía bajo luz ultravioleta donde se observa el “púrpura de abeja” y una guía de néctar de color más oscuro sólo visible para las abejas.

Debido a la comunicación entre sí, las abejas de una colmena pueden visitar la misma planta o plantas, lo que aumenta su eficiencia como agentes polinizadores (Ludwig, 2000). Una vez posada la abeja en la flor, recoge el polen de una gran cantidad de plantas de la misma especie hasta completar su carga, el cual humedece con néctar o miel y forma acúmulos, que transporta a la colmena en las corbículas de sus patas posteriores, de ahí el nombre de “polen corbicular” (Fig. 6) (Sá-Otero *et al.*, 2002).

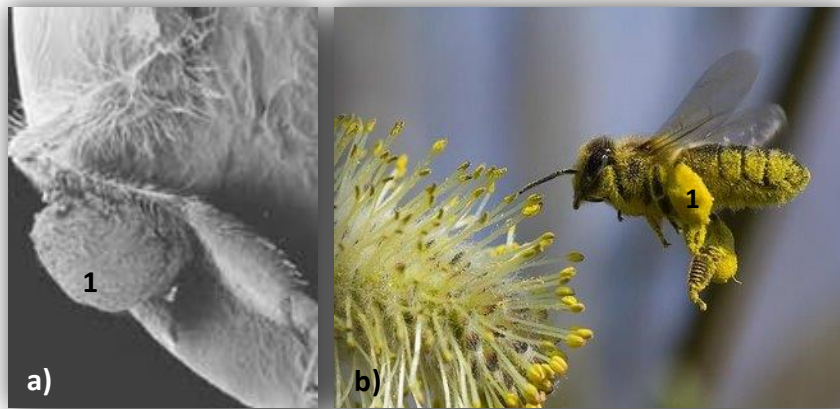


Figura 6. Una adaptación de las abejas como polinizadoras, son las estructuras llamadas corbículas, ubicadas en su tercer par de patas, a) detalle de una corbícula vista al microscopio electrónico de barrido, b) abeja transportando polen en sus corbículas, (1) acúmulo de polen.

## 5. Flora polinífera

El conjunto de especies vegetales de un territorio que es utilizado por la abeja *A. mellifera* para obtener polen, se denomina flora polinífera (Ramírez y Montenegro, 2004). La identificación de esta flora es importante para incrementar el desarrollo de la actividad apícola. Para determinar la relación entre las abejas y esta flora se realizan estudios palinológicos, basados en el reconocimiento de los tipos morfológicos del polen presente en los acúmulos. Así el estudio de las cargas polínicas a través del análisis microscópico ha sido la herramienta más

utilizada para identificar su procedencia botánica (Sayas y Huamán, 2009). La abeja es selectiva frente a las especies vegetales disponibles, busca calidad y cantidad de recursos para lograr así una mayor eficiencia de recolección en una determinada zona geográfica (Montenegro, 2002) (Fig. 7). Selecciona plantas con alta producción de néctar, altas concentraciones de azúcares y sin compuestos tóxicos. La preferencia por una determinada especie vegetal depende de las interacciones entre la cantidad de azúcares del néctar y la cantidad de proteínas del polen (Ramírez y Montenegro, 2004).



Figura 7. *A. mellifera* colectando polen, en su corbícula se observa una carga de polen (naranja).

## 6. El ciclo apícola

El ciclo apícola está marcado por los periodos de floración de las plantas, que a su vez están ligadas a las estaciones del año. La principal época de cosecha se presenta durante la temporada seca, de enero a inicios de junio. En ésta, florecen gran parte de las especies nectaríferas y poliníferas, y las abejas producen miel en cantidades suficientes para mantener su población y acumular excedentes. La miel producida durante la temporada seca es la que el apicultor cosecha sin riesgo de dañar a la población de abejas. El principio de la temporada de lluvias anuncia el fin de las cosechas de mieles (junio a octubre). En este

tiempo, la miel tiene un alto grado de humedad que afecta su calidad y por lo tanto su precio. Estas mieles son útiles para alimentar a las abejas durante la época de crisis que implica el periodo de lluvias. Las especies melíferas y poliníferas que florecen en las lluvias son de gran importancia para el mantenimiento de las colonias; mientras más rica y diversa es la flora, hay más opciones para las abejas en la época de crisis. Durante la transición de la temporada de lluvias a la de secas (noviembre y diciembre), florece un número significativo de especies, particularmente las enredaderas y las anuales, proporcionando a las abejas el néctar y polen suficiente para que sus poblaciones se fortalezcan y la colmena esté lista para aprovechar el periodo de abundancia de néctar o época de recuperación (CONABIO, 2009) (Fig. 8).

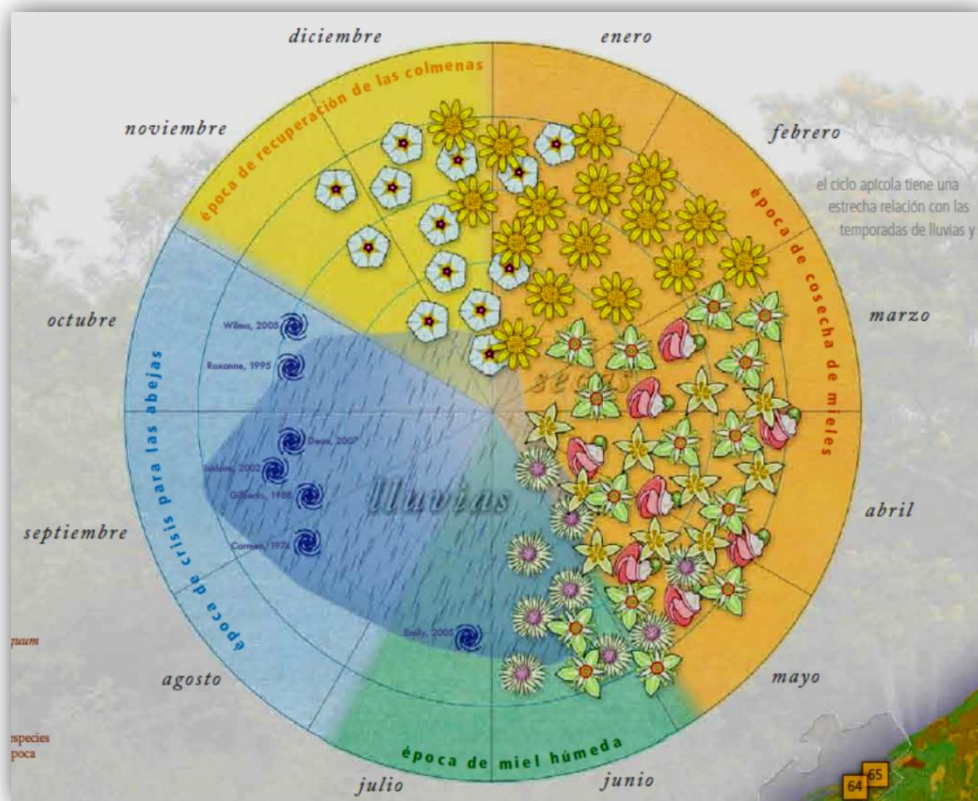


Figura 8. El ciclo apícola tiene una estrecha relación con las temporadas de lluvia y sequía (CONABIO, 2009).

## 7. Apicultura en México

En la actualidad México ocupa a nivel mundial el tercer lugar como exportador de miel, después de China y Argentina, con alrededor de 28 mil toneladas. La industria apícola nacional obtiene alrededor de 35 millones de dólares anuales por concepto de exportación de miel, lo que la ubica como una de las principales cadenas productivas, generadoras de divisas dentro del sector pecuario. Cada vez es mayor la demanda de miel mexicana en los mercados internacionales por su alta calidad, lo que se refleja en una mejor valoración en el precio de exportación a países como Alemania, Estados Unidos, Reino Unido, Suiza y Arabia Saudí (Contreras, 2008). Si bien la polinización no es un producto de la apicultura, sí es un servicio que presta a muchas zonas del país (Fig. 9), como es el caso de Sinaloa, Chihuahua y Coahuila donde el fin principal de la apicultura es la polinización y no la producción de miel (SAGARPA, 2010).



**Figura 9.** La polinización es un servicio que las abejas prestan a la agricultura, a) *A. mellifera* polinizando un cultivo de durazno (*Prunus pérsica*), b) *A. mellifera* en una flor de durazno, con carga de polen en su corbícula.

### 7.1. Regionalización de la producción apícola de México

Los diferentes climas y flora de México influyen en la composición de sus recursos de néctar y polen. Basado en esto nuestro país se divide en cinco regiones apícolas, con diferente grado de desarrollo y variedad de tipos de mieles en cuanto a sus características de humedad, color, aroma y sabor (Tabla 2) (SAGARPA, 2010).

**Tabla 2. Regiones apícolas de México (SAGARPA, 2010).**

REGIÓN APÍCOLA	ESTADOS QUE LA INTEGRAN	CARACTERÍSTICAS DE LA MIEL
<b>Norte</b>	Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y parte del norte de Tamaulipas y altiplano de San Luis Potosí.	Miel principalmente de mezquite, miel extra clara ámbar cuya producción en su mayoría se destina a los U.S.A. El precio de esta miel es uno de los mejores a nivel nacional.
<b>Costa del pacífico</b>	Sinaloa, Nayarit, poniente de Jalisco y Michoacán, Colima, parte de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.	Miel de origen multifloral y de mangle, siendo principalmente oscuras, aunque también se obtienen color ámbar y ámbar clara.
<b>Golfo</b>	Veracruz y parte de los estados de Tabasco, Tamaulipas y la región Huasteca de San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro.	Miel de cítricos, principalmente de la flor del naranjo, siendo esta una miel ámbar clara muy apreciada en el mercado internacional, en especial el japonés. También se obtienen mieles oscuras.
<b>Altiplano</b>	Tlaxcala, Puebla, México, Morelos, Distrito Federal, Guanajuato, Aguascalientes, oriente de los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas y poniente de Hidalgo y Querétaro, así como la región media de San Luis Potosí.	Miel ámbar y ámbar clara, (consistencia tipo mantequilla), que por su presentación tiene mucha demanda del mercado europeo. Su origen floral es el acahual y la aceitilla ( <i>Bidens odorata</i> ).
<b>Sureste o Península de Yucatán</b>	Campeche, Yucatán y Quintana Roo y parte de los estados de Chiapas (Noreste) y Tabasco (Oriente).	Miel con origen de floraciones únicas, como son la de Tzitzilche ( <i>Gymnopodium floribundum</i> ) y de Tajonal ( <i>Viguiera dentata</i> ), las dos por su excelente calidad destinadas en su mayoría a la venta en Europa.

## 7.2. Apicultura en Querétaro

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2012) en el estado de Querétaro existen poco más de 200 apicultores, quienes producen anualmente 109 toneladas de miel con un valor de producción de 4.4 millones de pesos; todo esto, gracias a una población de 5,170 colmenas. Según sus registros, los municipios con mayor población de colmenas son Querétaro, Colón y Corregidora. En los últimos años se ha estimulado la incursión de los apicultores en la obtención y procesamiento de otros productos derivados de la colmena, como la cera, polen, jalea real, propóleos y veneno (Fig. 10). La apicultura es una actividad que también conlleva beneficios en la agricultura y al ambiente en general, siendo compatible prácticamente con todo tipo de ecosistemas. Estas características hacen posible su práctica e incluso dan viabilidad a un potencial crecimiento en la mayor parte del territorio nacional. Uno de los importantes retos que enfrenta la apicultura de Querétaro para capitalizar el potencial productivo en el estado, es la integración coordinada de las diversas organizaciones de productores que permita conjuntar los esfuerzos, recursos y estrategias hacia un beneficio común de la actividad (SAGARPA, 2012a).



Figura 10. La apicultura, a) revisión del estado de la colonia, b) abeja alimentándose con miel, c) abejas almacenando polen, d) panal.



## MÉTODO

### 1. Zonas de estudio: apiarios

Los tres apiarios estudiados se seleccionaron por consulta con las Asociaciones de Apicultores de Querétaro. El apiario “Los Agapantos” (Fig. 11) en el municipio de El Marqués, se encuentra ubicado en la intersección del libramiento México-San Miguel Allende con la carretera a Chichimequillas en los 20° 42' 21.47" N y 100° 20' 8.68" O (Apéndice A). El tipo de vegetación es selva baja caducifolia con vegetación secundaria debido al pastoreo, agricultura, asentamientos humanos, construcción de un bordo y explotación de suelos (banco de tepetate). Algunas especies características son, *Prosopis* sp. L., *Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console, *Polygonum mexicanum* Small y numerosas Asteráceas, Malváceas, Gramíneas.



Figura 11. Apiario “Los Agapantos”, a) colocación de trampas, b) panal operculado, c) abejas trabajando, d) colmenas.

El segundo apiario “La Estancia” (Fig. 12) en el municipio de Corregidora, se ubica en el libramiento sur poniente Km. 17, situado en los 20° 35´ 16.0” N y 100° 29´ 4.8” O (Apéndice A). La vegetación de este apiario es principalmente secundaria, pues se encuentra ubicado dentro de una zona dedicada al cultivo de alfalfa y sorgo. Algunas especies presentes son, *Ricinus communis* L., *Schinus molle* L., *Acacia* sp. Mill., Asteráceas, Malváceas y Gramíneas. También se registra *Polygonum mexicanum* y *Typha* sp. L. por ser una zona de cultivo de riego con estancamiento de agua.



Figura 12. Apiario “La Estancia”, a) colocación de trampas, b) trampa caza-polen, c) polen corbicular.

El tercer apiario “Los Cuates” (Fig. 13) está en la Comunidad de San Felipe de Jesús (“El Garruñal”) en el municipio de Huimilpan, en las coordenadas 20° 28’ 26.8” N y 100° 20’ 11.2” O (Apéndice A). Su vegetación es selva baja caducifolia perturbada por pastoreo y asentamientos humanos. Árboles como *Prosopis sp.*, *Acacia sp.*, *Ipomoea murucoides* Roem. & Schult. y *Mimosa sp. L.*, son característicos de este lugar.



Figura 13. Apiario “Los Cuates”, a) colmenas, b) colocación de trampas, c) panel operculado, d) polen corbicular.

## 2. Colecta botánica y palinoteca de referencia

Las colectas botánicas en cada apiario se llevaron a cabo dos veces por mes durante tres meses. Se colectaron las plantas en flor que se encontraban dentro de 300 m a la redonda del apiario, tratando de abarcar las áreas de vegetación más representativas de la zona circundante a los colmenares (Díaz *et al.*, 1995). Se tomaron fotografías en campo de las especies colectadas. Posteriormente se herborizaron, se identificaron por medio de claves dicotómicas y se depositaron en el herbario de la Facultad de Ciencias Naturales, de la Universidad Autónoma de Querétaro “Dr. Jerzey Rzedowski” (QMEX). La creación de la palinoteca se hizo en base a las especies colectadas en los tres apiarios. Así se tomaron muestras de polen (anteras) que fueron procesadas para su observación en el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) modelo EVO-50 de la marca Carl Zeiss (Fig. 14), obteniéndose las imágenes que se incluyen como referencia en el trabajo.



Figura 14. Microscopio Electrónico de Barrido de la Universidad Autónoma de Querétaro, FCN.

### 3. Recolección del polen corbicular

Se colocaron tres trampas caza-polen (Fig. 15) por apiario a la entrada de las colmenas (Montenegro *et al.*, 1992). Semanalmente se obtuvieron los acúmulos corbiculares. El total de polen colectado por colmena fue el acumulado por las abejas durante siete días (Fig. 16).



Figura 15. Tipos de trampas caza-polen, a) trampa utilizada en “Los Agapantos”, b) trampa utilizada en “La Estancia” y “Los Cuates”.



Fig. 16. Recolección de polen, a) retiro del contenedor de polen, b) polen colectado durante siete días por las abejas.

#### 4. Tratamiento del polen corbicular

El polen corbicular colectado se colocó en bolsas de papel y se pesó en fresco. Posteriormente se hizo el secado del polen en una estufa marca BINDER a una temperatura de 35°C por 24 horas (Collin *et al.*, 1995) (Fig. 17). El secado evitó el deterioro del polen corbicular, facilitó su manejo y fue el marco de referencia para la separación por color (Faye *et al.*, 2002). Las muestras fueron nuevamente pesadas para obtener su peso seco y de cada una se separó una sub-muestra de tres gramos de polen corbicular.



Figura 17. Secado del polen corbicular en estufa a 35°C por 24 horas.

#### 5. Clasificación y pesado del polen corbicular

Las sub-muestras de tres gramos fueron separadas por colores siguiendo el método propuesto por Montenegro *et al.* (1992) (Fig. 18). Asignándoles un código de la guía de colores *Munsell Plant Tissue Color* (MPTC). Los grupos de un mismo color se pesaron nuevamente para determinar, a través de la biomasa, la importancia relativa con la cual contribuye cada especie en el total de la muestra de polen colectado (Montenegro *et al.*, 1992). Se observó al MEB una muestra de cada grupo de color para comparar con los tipos polínicos de referencia y con bibliografía para determinar de qué especie proviene (Sayas y Huamán, 2009).



Figura 18. Clasificación del polen corbicular, a) sub-muestra de tres gramos, b) polen clasificado por colores.

## 6. Comprobación de la monoespecificidad de los acúmulos corbiculares

Las abejas son monoespecíficas en sus visitas a las flores, es decir, que en cada viaje visitan sólo una especie de modo que los acúmulos que obtienen son monoespecíficos (Telleria y Sarasola, sin año). Para sustentar lo mencionado, dos acúmulos de cada color, uno entero para observar las características externas y uno desecho para observar el interior (Fig. 19) se observaron al microscopio electrónico de barrido y al microscopio óptico (MO) lo cual nos permitió conocer las características físicas de los mismos. Para conocer el número de granos de polen por acúmulo y el porcentaje de contaminación (tipos de polen diferentes al dominante) se eligieron aleatoriamente 15 muestras (35% del total de colores) y de cada uno de ellas (por azar) se eligió un acúmulo, el cual se diluyó en un mililitro de agua destilada y se siguió la técnica de conteo de células con la cámara de Neubauer-improved ( $0.0025\text{mm}^2$ ) marca Marienfeld (Fig. 20).

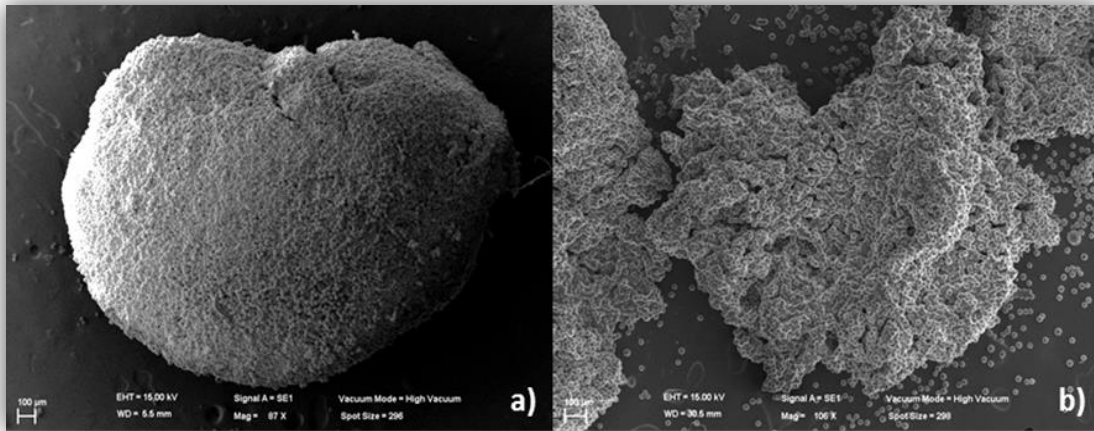


Figura 19. Acúmulos del mismo color observados al microscopio electrónico de barrido, a) entero, observación de características externas, b) deshecho, homogeneidad del tipo de polen al interior.

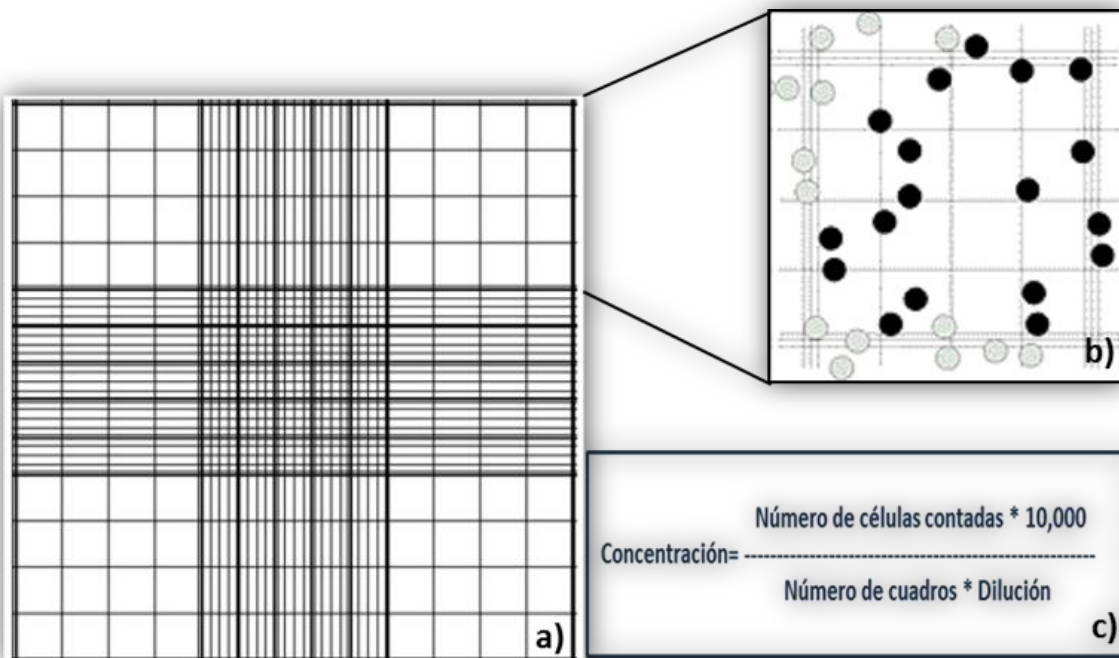


Figura 20. Técnica de Neubauer, a) detalle de la rejilla de una cámara de Neubauer, b) conteo de granos de polen en uno de los cuadros grandes, c) fórmula para conteo de células con el método de Neubauer.



## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Colectas botánicas

Durante los meses de septiembre a noviembre de 2013, se colectaron en total 185 ejemplares de plantas en floración (79 en “Los agapantos”, 59 en “La Estancia” y 47 en “Los Cuates”). Los cuales incluyen 91 especies pertenecientes a 27 familias (Tabla 4). El 90.1% son plantas nativas y el 9.9% son introducidas. La forma de vida más común fue la herbácea con 77 especies, seguida de 10 arbustos (incluido un arbusto parásito) y cuatro árboles. Hubo un total de 47 especies en floración en el apiario “Los Agapantos”, 36 en “La Estancia” y 42 en “Los Cuates”. Dentro de las cuales las especies en común a los tres apiarios fueron *Bidens odorata* Cav. (Asteraceae), *Zinnia peruviana* DC (Asteraceae), *Ipomoea purpurea* (L.) Roth (Convolvulaceae), *Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don (Malvaceae), *Proboscidea louisiana* subsp. *fragans* (Lindl.) Bretting (Martyniaceae) y *Physalis solanaceous* (Schltdl.) Axelius (Solanaceae) (Fig. 21). Las familias mejor representadas en los tres sitios fueron: Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae y Solanaceae (Tabla 3) las cuales son de las familias de plantas con un gran número de especies en México.

**Tabla 3. Familias con mayor número de especies por apiario.**

FAMILIAS	"Los Agapantos"	"La Estancia"	"Los Cuates"
Asteraceae	13	8	12
Fabaceae	---	4	4
Malvaceae	5	---	5
Solanaceae	6	---	4



Figura 21. Especies en común a los tres apiarios, a) *Bidens odorata*, b) *Zinnia peruviana*, c) *Ipomoea purpurea*, d) *Sphaeralcea angustifolia*, e) *Proboscidea louisiana* subsp. *fragans*, f) *Physalis solanaceous*.

Tabla 4. Especies en floración disponibles alrededor de los apiarios durante los meses de septiembre-noviembre de 2013. Origen: (N) planta nativa, (I) planta introducida. Forma de vida: (H) herbácea, (Ar) árbol, (Arb) arbusto y (Arb-p) arbusto parásito. Apiarios: (A) “Los Agapantos”, (E) “La Estancia”, (C) “Los Cuates”.

Familia	Especie	Nombre común*	Origen*	Forma de vida	Apiarios		
					A	E	C
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Quiltonil	N	H		x	
	<i>Gomphrena serrata</i> L.	Amor de soltero	N	H	x		x
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Pirul	I	A		x	
Apocynaceae	<i>Mandevilla foliosa</i> (Muell. Arg) Hemsl.	Chupil	N	Ar			x
Asparagaceae	<i>Milla biflora</i> Cav.	Flor de San Juan	N	H	x		
Asteraceae	<i>Adenophyllum cancellatum</i> Hemsl.	Cimpasúchil	N	H	x		x
	<i>Aldama dentata</i> (Vent.) A. S. Hichtc.	Garañona	N	H		x	
	<i>Ambrosia psilostachya</i> DC	Altamisa	N	H	x	x	
	<i>Baccharis salicifolia</i> (Cav.) Sch. Bip. ex Hemsl.	Jara	N	Ar			x
	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Aceitilla	N	H	x	x	x
	<i>Dyssodia papposa</i> Cav.	Flor de muerto	N	H	x		
	<i>Florestina pedata</i> (Cav.) Kunth	Cenicilla	N	H	x		x
	<i>Helianthus laciniatus</i> A. Gray	Shoto	N	H	x	x	
	<i>Heliopsis annua</i> Lam.	Cabezona	N	H	x		x
	<i>Melampodium perfoliatum</i> A. Gray	Ojo de perico	N	H	x		
	<i>Melampodium sericeum</i> Cav.	---	N	H			x
	<i>Parthenium hysterophorus</i> Lag.	Falsa altamisa	N	H			x
	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Ojo de gallo	N	H	x		x
	<i>Schkuhria pinnata</i> (Lag.) Sch. Bip	Anisillo	N	H			x
	<i>Tagetes erecta</i> L.	Cempasúchil silvestre	N	H			x
	<i>Verbesina serrata</i> L.	Vara blanca	N	Ar	x		
	<i>Viguiera linearis</i> (Ruiz y Pav) P.	Romerillo	N	H	x		x
	<i>Viguiera dentata</i> L.	Chamiso	N	H			x

Tabla 4. Especies en floración disponibles alrededor de los apiarios durante los meses de septiembre-noviembre de 2013. Origen: (N) planta nativa, (I) planta introducida. Forma de vida: (H) herbácea, (Ar) árbol, (Arb) arbusto y (Arb-p) arbusto parásito. Apiarios: (A) “Los Agapantos”, (E) “La Estancia”, (C) “Los Cuates”. Continuación...

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Forma de vida	Apiarios		
					A	E	C
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> La Llave	Cadillo	N	H	x		
	<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.) Sch. Bip.	Cenicilla	N	Ar			x
	<i>Zinnia haageana</i> A. Gray	---	N	H			x
	<i>Zinnia peruviana</i> DC	Mal de ojo	N	H	x	x	x
Brassicaceae	<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J. Koch.	Mostaza negra	I	H	x		
	<i>Eruca sativa</i> Mill.	Rucola	I	H			x
	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Lentejilla	N	H		x	
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i> Mill.	Nopal	N	A		x	
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium glaucum</i> L.	---	I	H	x		
Convolvulaceae	<i>Ipomoea murucoides</i> (Roem. & Schult)	Palo bobo	N	A			x
	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Quiebraplatos	N	H	x	x	x
	<i>Ipomoea sagittata</i> Poir	---	N	H			x
Crasulaceae	<i>Echeveria mucronata</i> Schltdl.	Magueyito	N	H	x		
Cucurbitaceae	<i>Sicyos deppei</i> G. Don	Challotillo	N	H	x	x	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha brevicaulis</i> Müll Arg	---	N	H	x		
	<i>Acalypha subviscida</i> Swatson	---	N	H		x	
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i> Ort.	Canelilla	N	H			x
	<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	Lechosilla	N	H	x		
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Golondrina	N	H		x	
	<i>Euphorbia schiedeana</i> (Klotzsch y Garcke) Mayfield ex C. Nelson	---	N	H	x		
	<i>Euphorbia velleriflora</i> (Klotzsch y Garcke) Boiss	Golondrina blanca	N	H			x
	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	I	H		x	

**Tabla 4. Especies en floración disponibles alrededor de los apiarios durante los meses de septiembre-noviembre de 2013. Origen: (N) planta nativa, (I) planta introducida. Forma de vida: (H) herbácea, (Ar) árbol, (Arb) arbusto y (Arb-p) arbusto parásito. Apiarios: (A) “Los Agapantos”, (E) “La Estancia”, (C) “Los Cuates”. Continuación...**

Familia	Especie	Nombre común*	Origen*	Forma de vida	Apiarios		
					A	E	C
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	N	A		x	x
	<i>Astragalus hypoleucus</i> (S.) Schuer.	---	N	H			x
	<i>Crotalaria pumilla</i> Ort.	Chipil	N	H		x	
	<i>Desmodium pringlei</i> S. Watson	---	N	H			x
	<i>Medicago sativa</i> L.	Alfalfa	I	H		x	
	<i>Medicago falcata</i> Lam.	---	I	H		x	
	<i>Senna hirsuta</i> (L.) H.S Irwin y B.	Chivatilla	N	Ar			x
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Brown	---	I	H		x	
	<i>Salvia hirsuta</i> Jacq.	---	N	H			x
	<i>Salvia leptostachys</i> Benth.	---	N	H			x
	<i>Salvia reflexa</i> Hornem.	Tapa cola	N	H	x	x	
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i> Willd	Pega ropa	N	H	x		x
Loranthaceae	<i>Psittacanthus calyculatus</i> (DC) G. Don	Muérdago	N	Ar-p	x	x	
Lythraceae	<i>Heimia salicifolia</i> Link	Jarilla	N	Ar		x	
Malvaceae	<i>Allowissadula floribunda</i> Schltldl.	---	N	H	x		
	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltldl.	Malva	N	H		x	x
	<i>Malvastrum bicuspidatum</i> (S.Wats) Rose	Huinare	N	H		x	x
	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Huinarillo	N	H	x		
	<i>Malvela lepidota</i> (A. Gray) Fryxell	Malva	N	H	x		x
	<i>Sida abutilifolia</i> Mill.	Huinare	N	H	x		
	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Malvarisco	N	H			x
	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G. Don	Hierba del negro	N	H	x	x	x

**Tabla 4. Especies en floración disponibles alrededor de los apiarios durante los meses de septiembre-noviembre de 2013. Origen: (N) planta nativa, (I) planta introducida. Forma de vida: (H) herbácea, (Ar) árbol, (Arb) arbusto y (Arb-p) arbusto parásito. Apiarios: (A) “Los Agapantos”, (E) “La Estancia”, (C) “Los Cuates”. Continuación...**

Familia	Especie	Nombre común*	Origen*	Forma de vida	Apiarios		
					A	E	C
<b>Martyniaceae</b>	<i>Proboscidea louisiana</i> subsp. <i>fragans</i> (Lindl.) Bretting	Torito	N	H	x	x	x
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Mirabilis glabrifolia</i> (Ort.) I.M. Johnst	Maravilla	N	H	x	x	
	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Maravilla	N	H	x		
	<i>Mirabilis viscosa</i> Cav.	Maravillita	N	H		x	
<b>Phytolaccaceae</b>	<i>Rivina humilis</i> L.	Coralillo	N	H		x	
<b>Plumbaginaceae</b>	<i>Plumbago pulchella</i> Boiss	Plumbago	N	H	x		x
<b>Poaceae</b>	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link	Zacate casamiento	N	H	x		
	<i>Lycurus phleoides</i> Kunth	---	N	H	x		
	<i>Urochloa meziana</i> (Hitchc) Morrone y Zuloaga	---	N	H		x	
	<i>Zea mays</i> L.	Maíz	N	H	x		x
<b>Polemoniaceae</b>	<i>Loeselia coerulea</i> (Cav.) G. Don	Banderilla	N	H	x		
<b>Polygonaceae</b>	<i>Polygonum mexicanum</i> Small	---	N	H	x	x	
<b>Solanaceae</b>	<i>Datura ceratocaula</i> Ort.	Toloache de agua	N	H	x		
	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Tabaquillo	I	Ar	x		
	<i>Physalis patula</i> Mill.	Tomatillo	N	H	x		
	<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.	Tomatillo de monte	N	H			x
	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	Tomate	N	H			x
	<i>Physalis solanaceous</i> (Schltdl.) Axelius	---	N	H	x	x	x
	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Trompillo	N	H	x	x	
	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Mala mujer	N	H	x		x

**Tabla 4. Especies en floración disponibles alrededor de los apiarios durante los meses de septiembre-noviembre de 2013. Origen: (N) planta nativa, (I) planta introducida. Forma de vida: (H) herbácea, (Ar) árbol, (Arb) arbusto y (Arb-p) arbusto parásito. Apiarios: (A) “Los Agapantos”, (E) “La Estancia”, (C) “Los Cuates”. Continuación...**

Familia	Especie	Nombre común*	Origen*	Forma de vida	Apiarios		
					A	E	C
Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i> (Gill. et Hook)	Vara dulce	N	Ar	x		
	<i>Glandularia bipinnatifida</i> (Nutt) N.	Alfombrilla	N	H			x
	<i>Lantana hirta</i> Graham	Caca de mono	N	Ar			x
	<i>Lippa nodiflora</i> (L.) Michx.	Té	N	H	x		x

\*Información basada en “Malezas de México” (CONABIO, 2014).

## Monoespecificidad de los acúmulos corbiculares

Las abejas confieren las características de forma y tamaño a cada uno de los acúmulos, sin embargo, el color del acúmulo proviene del polen con el cual lo forman; éstos caracteres son constantes en acúmulos de la misma especie de polen y presentan un color homogéneo. Basado en lo anterior, se identificaron 42 colores de polen corbicular (Figs. 23-27), y aunque cada acúmulo fue monoespecífico, no fue así con los colores (Apéndice B). Acúmulos de una misma especie presentaron variación en el tono de color, por ejemplo acúmulos de *Ricinus communis* presentaron varios colores: 2.5Y5/6 (verde-café), 2.5Y8/10 (amarillo medio), 2.5YR7/6 (crema), 7.5YR4/4 (café-verde) y 7.5YR5/8 (café-rojo) (Fig. 22). Estas variaciones se deben a la cantidad de azúcar que contiene la saliba, el néctar o la miel utilizados por la abeja en el proceso de recolección (Sá-Otero *et al.*, 2002). Es importante aclarar que, aunque hay variantes de tonalidad en los acúmulos, no se encontraron acúmulos de dos o más colores. La forma de los acúmulos es de riñón, esto se debe a la forma cóncava de la corbícula que funciona como recipiente colector y transportador del polen corbicular (Fig. 28).



Figura 22. Colores de los acúmulos de *Ricinus communis*, clave MPTC, a) 2.5Y5/6 (verde-café), b) 2.5Y8/10 (amarillo medio), c) 2.5YR7/6 (crema), d) 7.5YR4/4 (café-verde), e) 7.5YR5/8 (café-rojo).





Figura 23. Colores identificados en los acúmulos corbiculares, clave MPTC, a) 5R4/2, b) 2.5Y8/6, c) 2.5Y6/8, d) 5Y8/2, e) 5YR4/8, f) 5YR5/10, g) 5Y7/6, h) 7.5YR6/4.



Figura 24. Colores identificados en los acúmulos corbiculares, clave MPTC, a) 2.5Y8/4, b) 2.5Y8/8, c) 2.5YR4/8, d) 2.5YR5/8, e) 2.5YR7/6, f) 5Y5/6, g) 5Y6/4, h) 5Y6/6.



Figura 25. Colores identificados en los acúmulos corbiculares, clave MPTC, a) 2.5GY8/2, b) 2.5Y5/4, c) 2.5Y5/6, d) 2.5Y7/10, e) 2.5Y7/6, f) 2.5Y7/8, g) 2.5Y8/10, h) 2.5Y8/2.



Figura 26. Colores identificados en los acúmulos corbiculares, clave MPTC, a) 7.5YR6/10, b) 5YR6/10, c) 7.5YR6/6, d) 7.5YR6/8, e) 7.5YR7/4, f) 7.5YR7/8, g) 10R3/6, h) 10R4/10.



Figura 27. Colores identificados en los acúmulos corbiculares, clave MPTC, a) 5Y6/8, b) 7.5YR7/10, c) 5Y8/10, d) 5YR4/6, e) 5YR5/8, f) 7.5YR5/8, g) 7.5YR4/4, h) 5YR7/10.

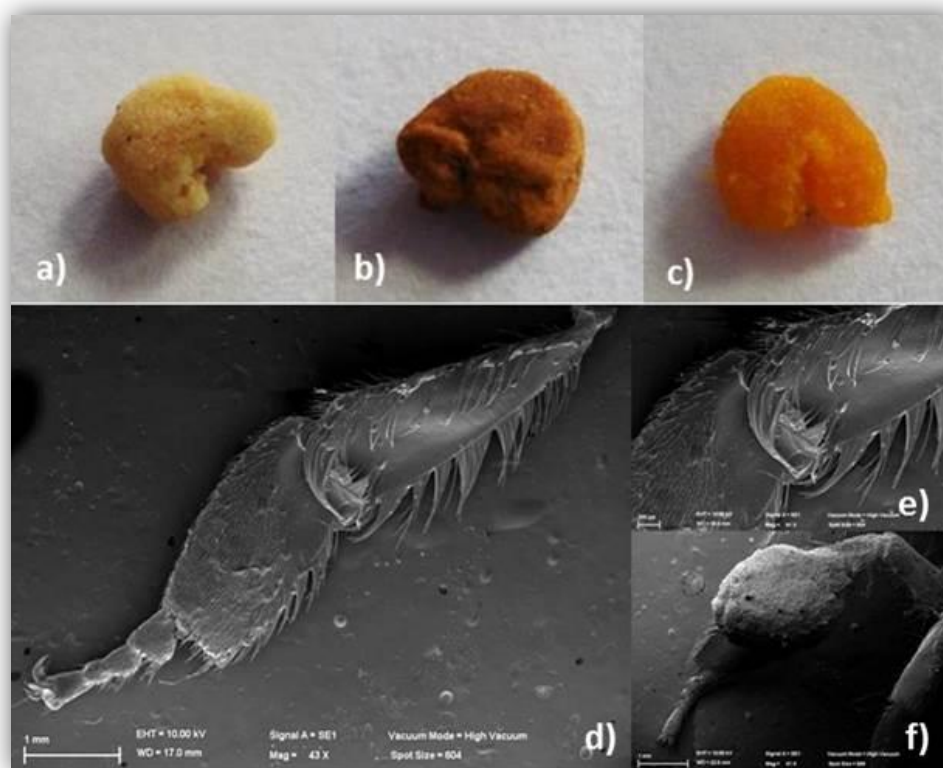
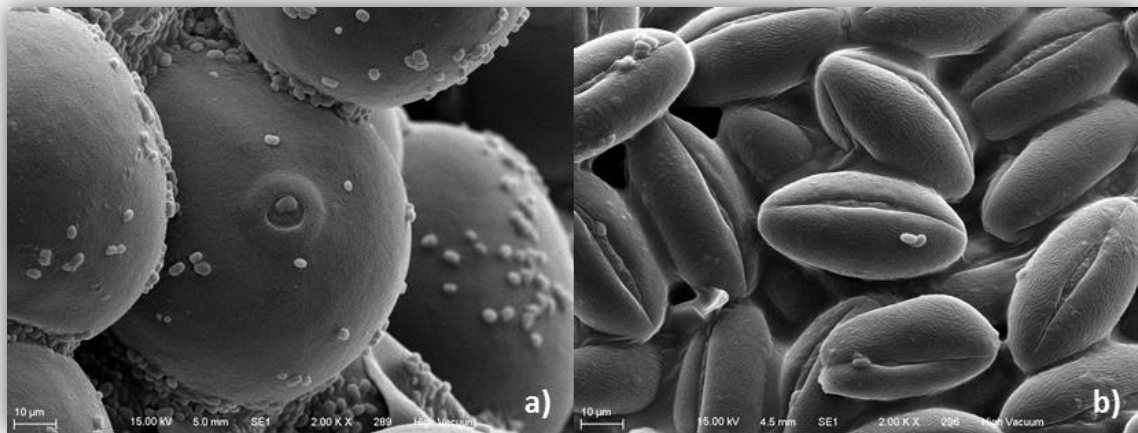


Figura 28. Acúmulos con forma de riñón, a) *Eucalyptus* sp., b) *Psittacanthus calyculatus*, c) *Bidens odorata*, d) corbícula de *A. mellifera* vista al MEB, e) detalle de la forma cóncava de la corbícula, f) corbícula con carga de polen.

En el MEB, las características observadas de los acúmulos fueron similares a las observadas en el MO, la forma es homogénea entre las diferentes especies de acúmulos (Apéndice C). Al observar la composición interna del acúmulo, se demostró que son monoespecíficos (compuestos por una sola especie de polen) (Figs. 30-32). En el exterior de todos los acúmulos se encontraron algunos granos de polen diferentes al polen dominante y se consideraron contaminación. Con la cámara de Neubauer se determinó que la contaminación representa en promedio un 0.02% del total de los granos de polen que conforman un acúmulo corbicular. La contaminación es debido a que no todas las abejas de la colonia colectan la misma especie de polen, por lo que al

momento de dejarlo caer en el caza-polen, los acúmulos de las diferentes especies colectadas se rozan entre sí, dejando granos en la superficie de los demás (Figs. 33-35). El conteo de granos de polen por acúmulo, demostró que cada uno tiene un número diferente de granos dependiendo de la especie de polen con la cual fue formado, ya que a mayor tamaño de polen, menor número de granos por acúmulo y viceversa (Fig. 29). Basado en el conteo de Neubauer, un acúmulo puede estar formado de entre 3,000 a 30,000 granos de polen.



**Fig. 29.** Comparación de granos de polen vistos al MEB, a) *Zea mays* a 2000x, b) polen tipo Rosaceae a 2000x, nótese la diferencia de tamaños.

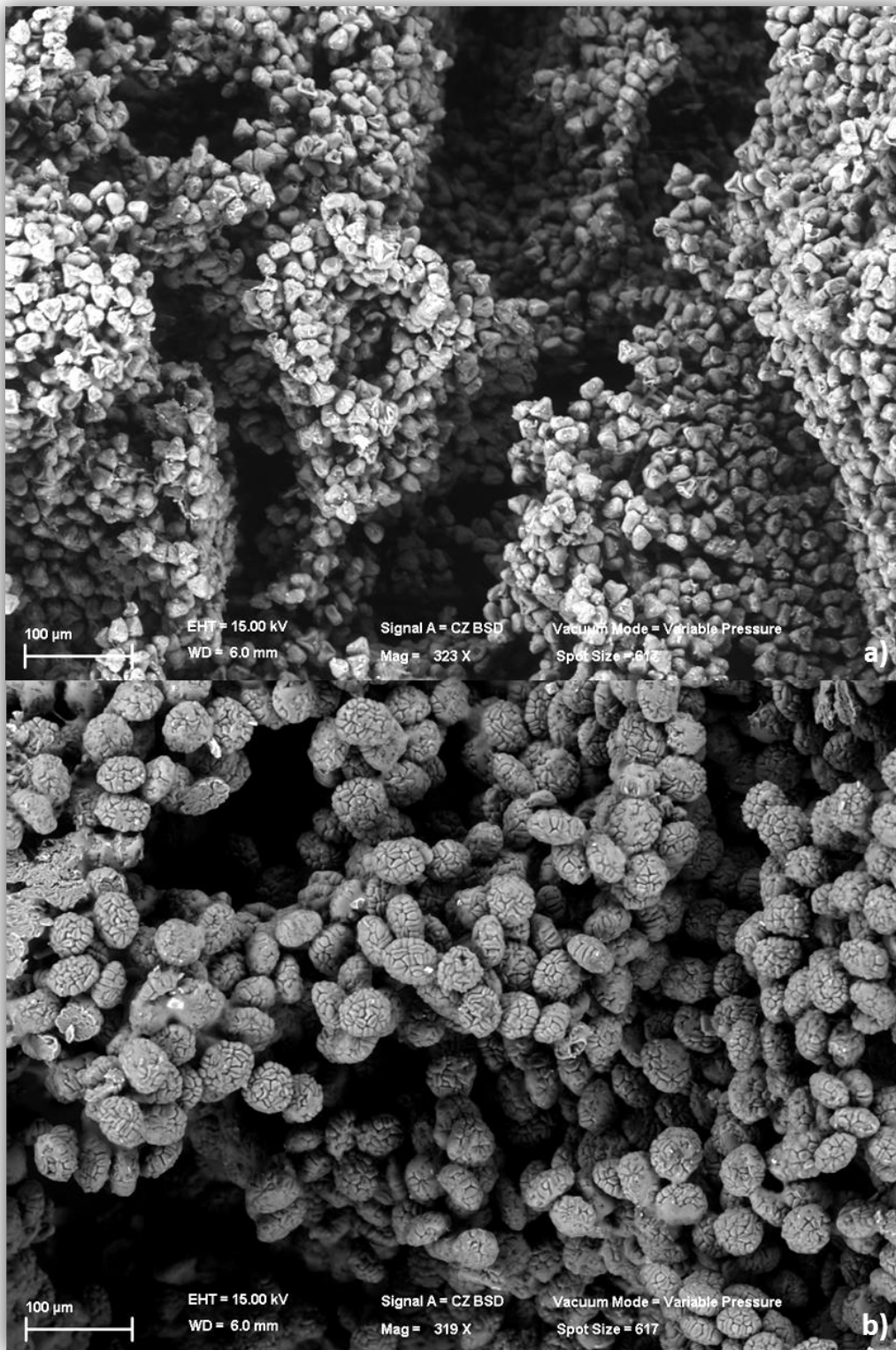


Figura 30. Interior de los acúmulos corbiculares, la homogeneidad de una especie demuestra la especificidad de *A. mellifera* al coleccionar polen, a) *Eucalyptus sp.*, b) *Acacia farnesisana*.



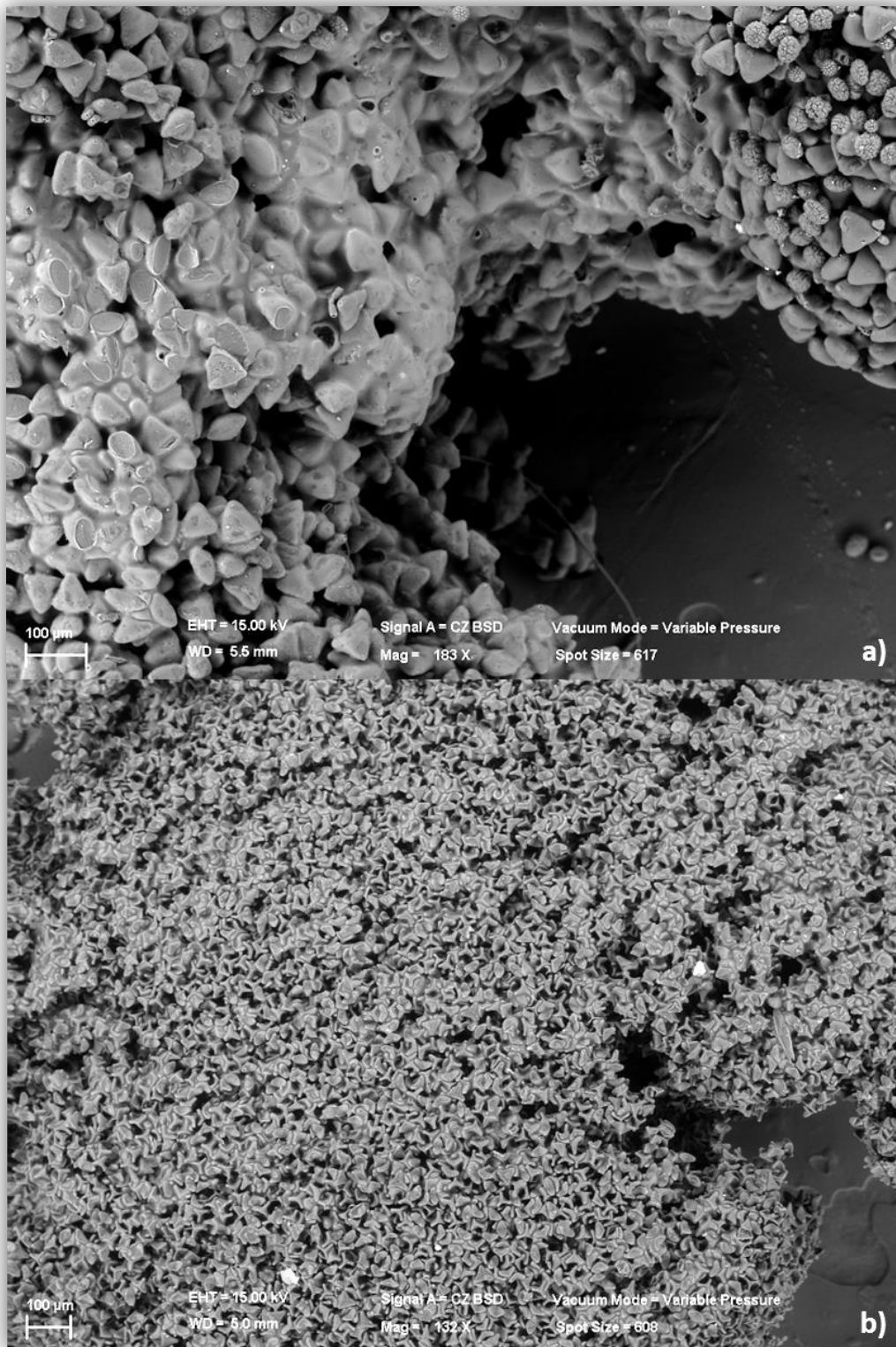


Figura 31. Interior de los acúmulos corbiculares, la homogeneidad de una especie demuestra la especificidad de *A. mellifera* al coleccionar polen, a) *Oenothera* sp., b) *Psittacanthus calyculatus*.

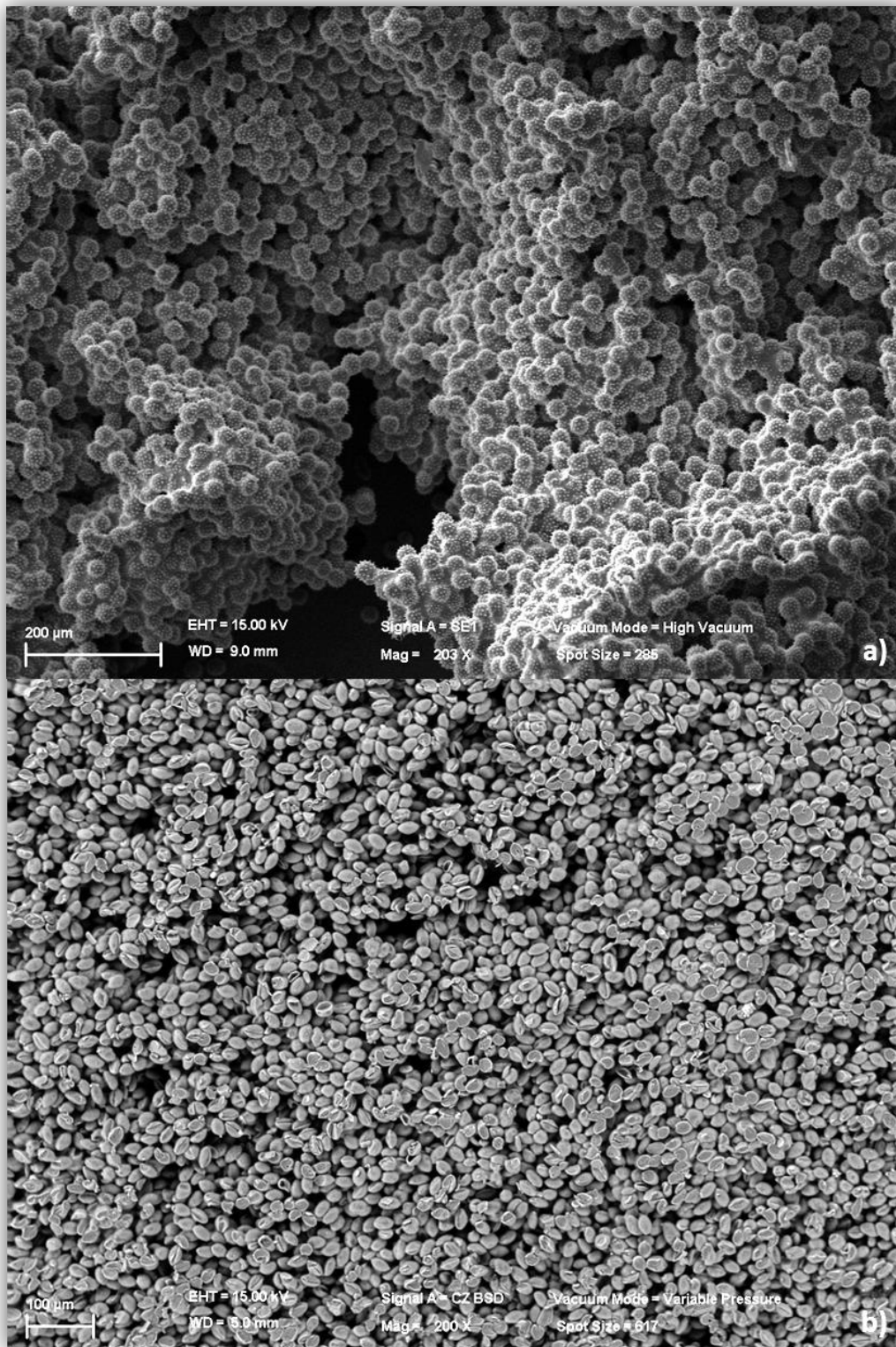
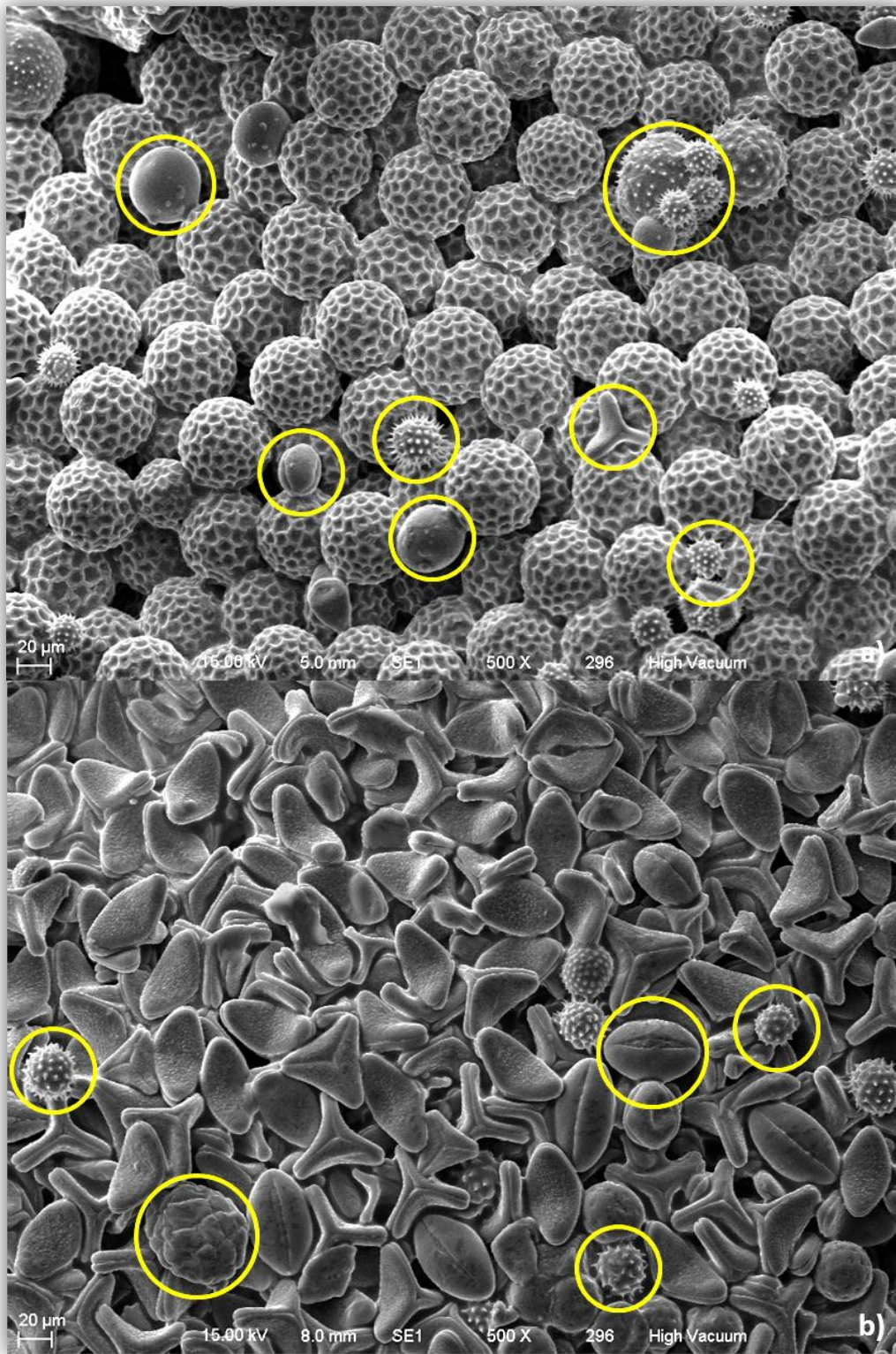


Figura 32. Interior de los acúmulos corbiculares, la homogeneidad de una especie demuestra la especificidad de *A. mellifera* al coleccionar polen, a) *Viguiera dentata*, b) polen Tricolpado tipo III.



**Figura 33.** Exterior de los acúmulos corbiculares, los círculos amarillos marcan la contaminación por otras especies de polen diferentes al dominante, a) *Polygonum mexicanum*, b) *Psittacanthus calyculatus*.

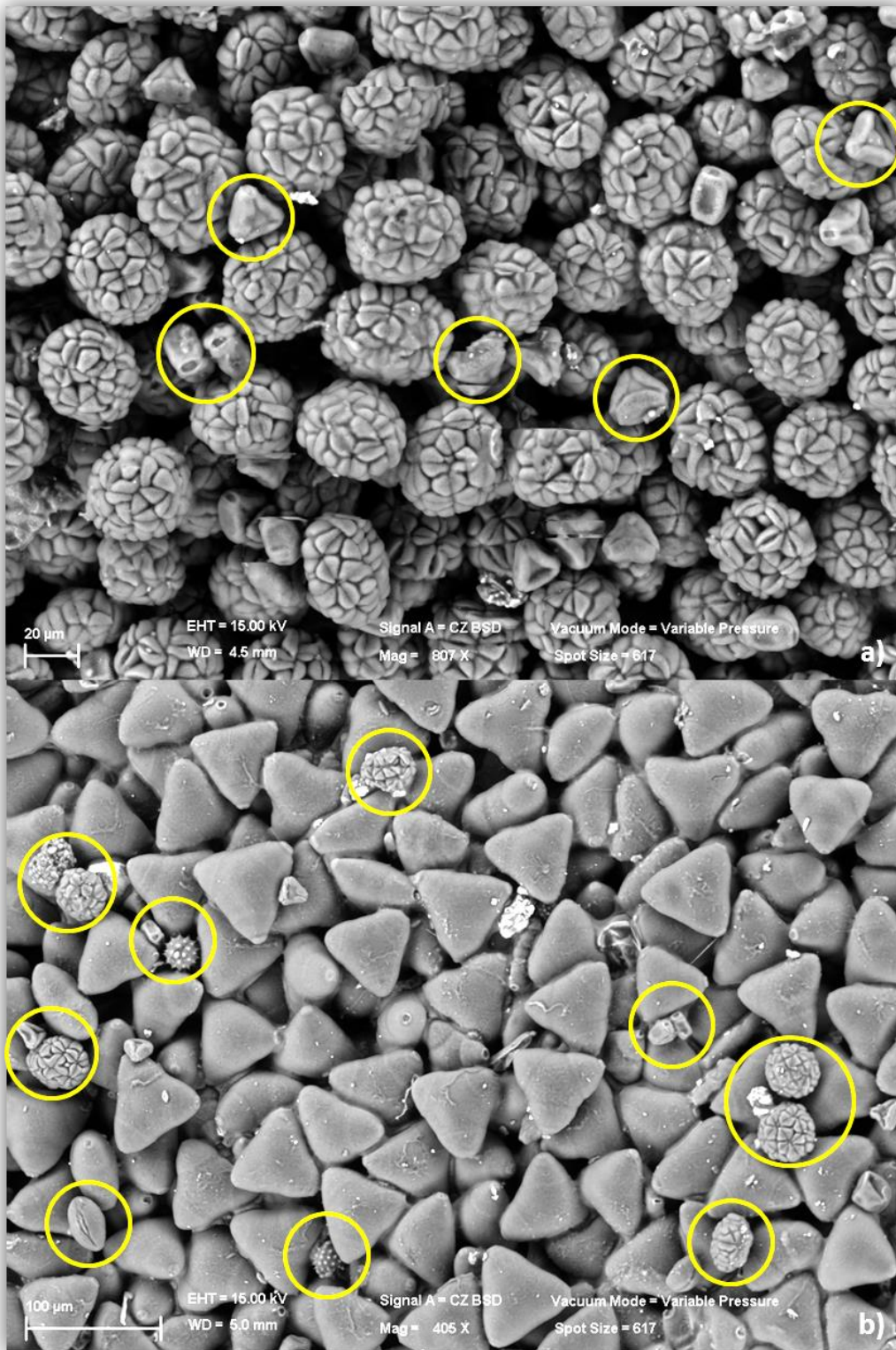


Figura 34. Exterior de los acúmulos corbiculares, los círculos amarillos marcan la contaminación por otras especies de polen diferentes al dominante, a) *Acacia farnesiana*, b) *Oenothera sp.*

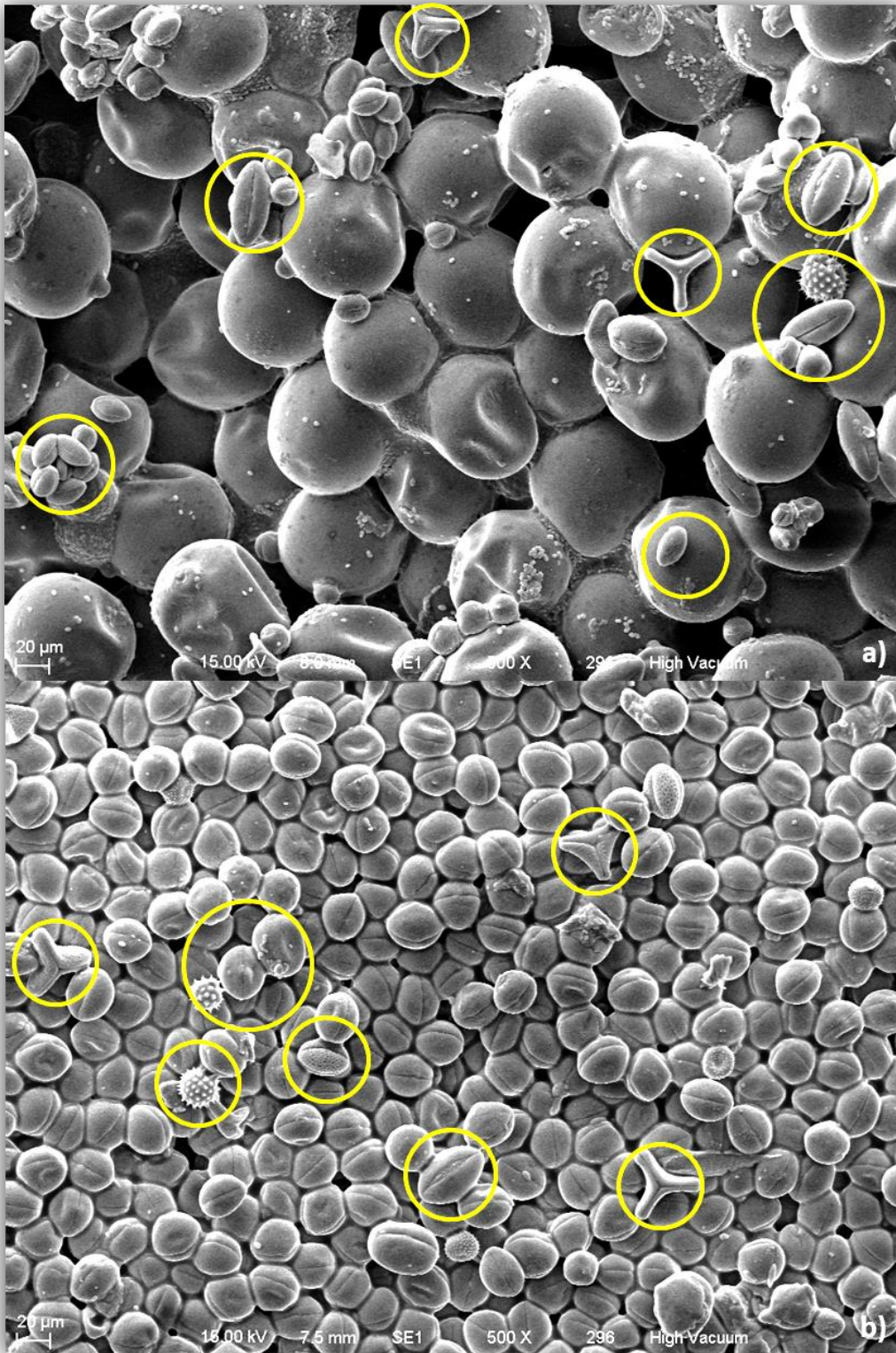


Figura 35. Exterior de los acúmulos corbiculares, los círculos amarillos marcan la contaminación por otras especies de polen diferentes al dominante, a) *Zea mays*, b) *Ricinus communis*.

## Especies poliníferas utilizadas por *Apis mellifera* en apiarios de Querétaro

Se obtuvieron 36 muestras para el apiario “Los Agapantos”, 36 para “Los Cuates” y 27 para “La Estancia” (Apéndice D). De las cuales en total se identificaron 19 tipos polínicos pertenecientes a 17 familias, como fuente de polen en las cargas corbiculares de *A. mellifera* (Figs. 37-55). De las cuales *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Bidens odorata* Cav., *Chenopodium glaucum* L., *Mirabilis jalapa* L., *Polygonum mexicanum* Small, *Psittacanthus calyculatus* (DC) G. Don, *Ricinus communis* L., *Schinus molle* L., *Viguiera dentata* L. y *Zea mays* L. (Apéndice E) coincidieron con las especies de plantas disponibles en la vegetación circundante a los apiarios. La mayoría de los taxones tuvieron un porcentaje menor a 1% de representación en el total de polen utilizado por las abejas, por lo que se les consideró “ocasionales”. Algunos tipos polínicos no se lograron determinar a nivel de especie, por lo que se les nombro por la familia a la que pertenecen o por morfo-tipos. Los tipos polínicos *B. odorata*, *C. glaucum*, *P. calyculatus*, *R. communis*, Rosaceae y *V. dentata* (Fig. 36) estuvieron presentes en los tres apiarios con diferentes porcentajes de importancia.



Figura 36. Plantas de algunas de las especies de polen presentes en los tres apiarios, a) *Chenopodium glaucum*, b) *Ricinus communis*, c) *Viguiera dentata*.

En el apiario “Los Agapantos”, *A. mellifera* utiliza 13 especies de plantas como fuente de polen (Tabla 5), de las cuales *Bidens odorata*, *Eucalyptus sp.* L’Hér. y Tricolpado tipo I, fueron los recursos más importantes para este apiario. Cabe mencionar que *Dicliptera peduncularis* Ness y *Mirabilis jalapa* sólo se encontraron en las cargas de polen de este sitio, y sólo la planta de *M. jalapa* fue colectada alrededor del apiario.

Tabla 5. Polen corbicular utilizado por *A. mellifera* en “Los Agapantos”. Valores expresados en gramos de biomasa por mes, (S) septiembre, (O) octubre, (N) noviembre.

ESPECIES	S	O	N	TOTAL (g)	%*
<i>Acacia farnesiana</i>	0.00	0.07	0.00	0.07	0.06
<i>Bidens odorata</i>	<b>5.26</b>	<b>19.45</b>	<b>20.05</b>	<b>44.77</b>	<b>41.45</b>
<i>Chenopodium glaucum</i>	0.05	0.38	0.00	0.44	0.40
<i>Dicliptera peduncularis</i>	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
<i>Eucalyptus sp.</i>	<b>9.06</b>	<b>10.61</b>	<b>14.40</b>	<b>34.07</b>	<b>31.54</b>
<i>Mirabilis jalapa</i>	0.17	0.00	0.00	0.17	0.15
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	1.16	0.18	0.07	1.40	1.30
<i>Ricinus communis</i>	0.07	0.00	0.00	0.07	0.07
Rosaceae	0.00	0.03	0.00	0.03	0.03
Tricolpado tipo I	<b>14.50</b>	<b>4.58</b>	<b>0.00</b>	<b>19.08</b>	<b>17.66</b>
Tricolpado tipo III	3.23	0.00	0.00	3.23	2.99
<i>Viguiera dentata</i>	0.01	0.22	0.43	0.65	0.60
<i>Zea mays</i>	2.93	1.06	0.03	4.02	3.73

\*Los porcentajes corresponden a un total de 108 gramos de muestra colectados entre las tres colmenas durante los tres meses.

En el apiario “La Estancia” se identificaron 12 tipos polínicos en las cargas corbiculares (Tabla 6). Los tipos *Chenopodium glaucum*, Rosaceae y Tricolpado tipo I fueron los de mayor porcentaje de utilización. Por otro lado, el polen de *Commelina erecta* L. , *Polygonum mexicanum* y *Schinus molle* sólo se presentó en este apiario. A excepción de *C. erecta*, *P. mexicanum* y *S. molle* fueron plantas disponibles presentes en los alrededores del apiario.

Tabla 6. Polen corbicular utilizado por *A. mellifera* en “La Estancia”. Valores expresados en gramos de biomasa por mes, (S) septiembre, (O) octubre, (N) noviembre.

ESPECIES	S	O	N	TOTAL (g)	%*
<i>Acacia farnesiana</i>	0.00	0.11	0.00	0.11	0.13
<i>Bidens odorata</i>	3.12	0.94	0.00	4.06	5.20
<i>Chenopodium glaucum</i>	<b>13.78</b>	<b>1.91</b>	<b>0.00</b>	<b>15.69</b>	<b>20.12</b>
<i>Commelina erecta</i>	1.01	0.76	0.00	1.77	2.27
<i>Polygonum mexicanum</i>	0.09	0.00	0.00	0.09	0.12
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	4.73	0.00	0.00	4.73	6.06
<i>Ricinus communis</i>	0.57	1.15	0.34	2.06	2.64
Rosaceae	<b>0.03</b>	<b>10.99</b>	<b>0.00</b>	<b>11.02</b>	<b>14.12</b>
<i>Schinus molle</i>	2.06	0.74	0.92	3.71	4.76
Tricolpado tipo I	<b>3.54</b>	<b>2.75</b>	<b>3.70</b>	<b>9.99</b>	<b>12.81</b>
Tricolpado tipo II	0.24	2.91	0.00	3.15	4.04
<i>Viguiera dentata</i>	0.19	4.48	2.76	7.44	9.53

\*Los porcentajes corresponden a un total de 78 gramos de muestra colectados entre las tres colmenas durante los tres meses.



En el apiario “Los Cuates” se identificaron 11 especies como fuente de polen para *A. mellifera*. El polen de *Bidens odorata*, *Ricinus communis*, Tricolpado tipo II y *Zea mays* fueron las fuentes con mayor porcentaje de biomasa (Tabla 7). Los tipos *Oenothera sp.* L. y Equinado sólo se presentaron en las cargas corbiculares de este apiario. Por otro lado, sólo *B. odorata*, *R. communis*, *Z. mays* y *C. glaucum* se encontraron como especies disponibles en las cercanías del apiario.

**Tabla 7. Polen corbicular utilizado por *A. mellifera* en “Los Cuates”. Valores expresados en gramos de biomasa por mes, (S) septiembre, (O) octubre, (N) noviembre.**

ESPECIES	S	O	N	TOTAL (g)	%*
<i>Bidens odorata</i>	<b>17.90</b>	<b>22.35</b>	<b>12.49</b>	<b>52.75</b>	<b>48.84</b>
<i>Chenopodium glaucum</i>	0.34	0.00	0.00	0.34	0.32
Equinado	0.00	0.15	0.00	0.15	0.14
<i>Eucalyptus sp.</i>	0.60	0.42	4.05	5.07	4.70
<i>Oenothera sp.</i>	0.51	0.72	3.82	5.05	4.68
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	1.40	0.04	0.02	1.45	1.34
<i>Ricinus communis</i>	<b>3.58</b>	<b>8.17</b>	<b>2.63</b>	<b>14.37</b>	<b>13.31</b>
Rosaceae	0.32	0.00	0.00	0.32	0.30
Tricolpado tipo II	<b>5.20</b>	<b>1.50</b>	<b>6.68</b>	<b>13.37</b>	<b>12.38</b>
<i>Viguiera dentata</i>	0.52	0.43	0.17	1.13	1.04
<i>Zea mays</i>	<b>6.52</b>	<b>2.79</b>	<b>2.48</b>	<b>11.79</b>	<b>10.92</b>

\*Los porcentajes corresponden a un total de 108 gramos de muestra colectados entre las tres colmenas durante los tres meses.

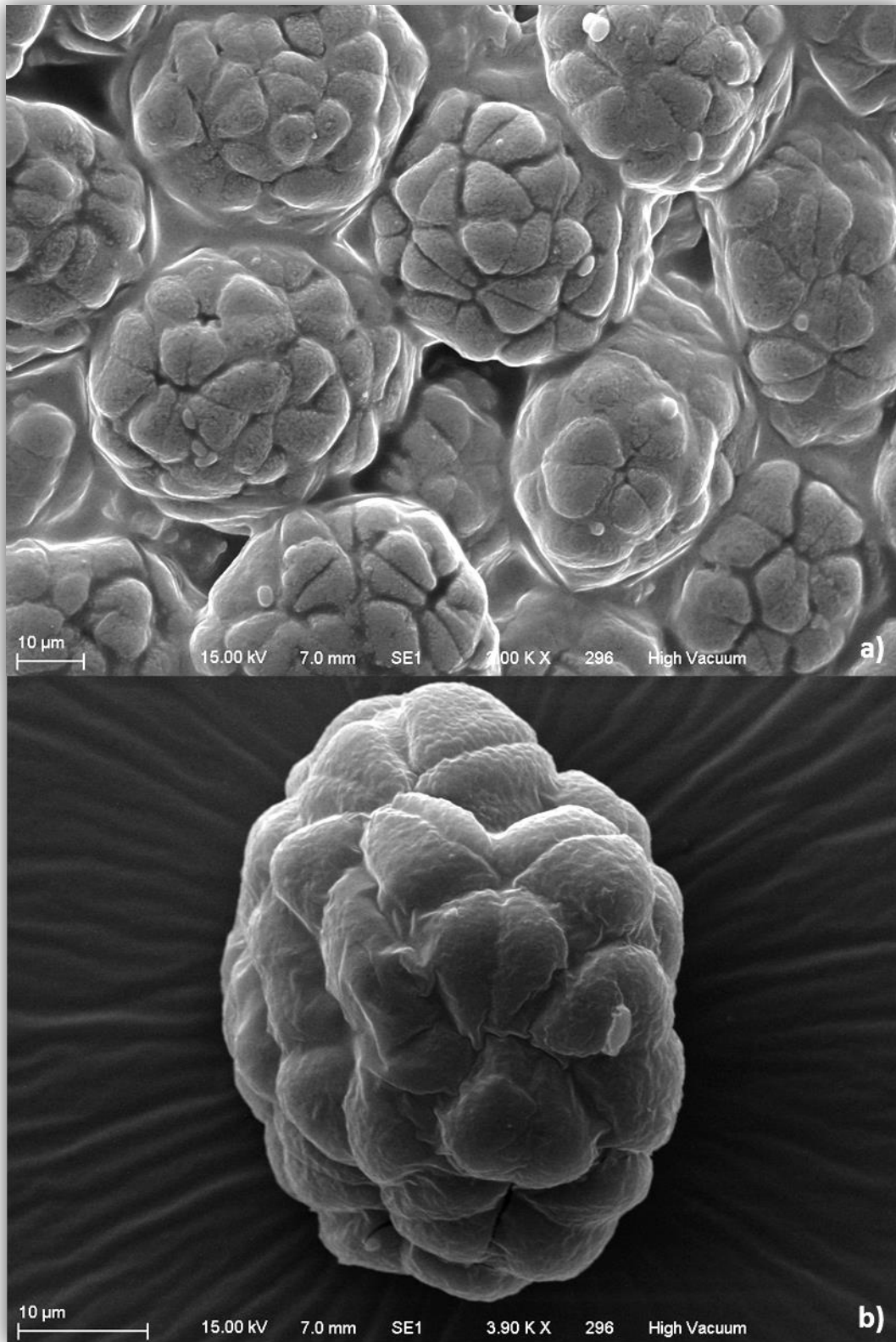


Figura 37. *Acacia farnesiana*, a) acúmulo formado por políadas de *A. farnesiana*, b) detalle de la políada.

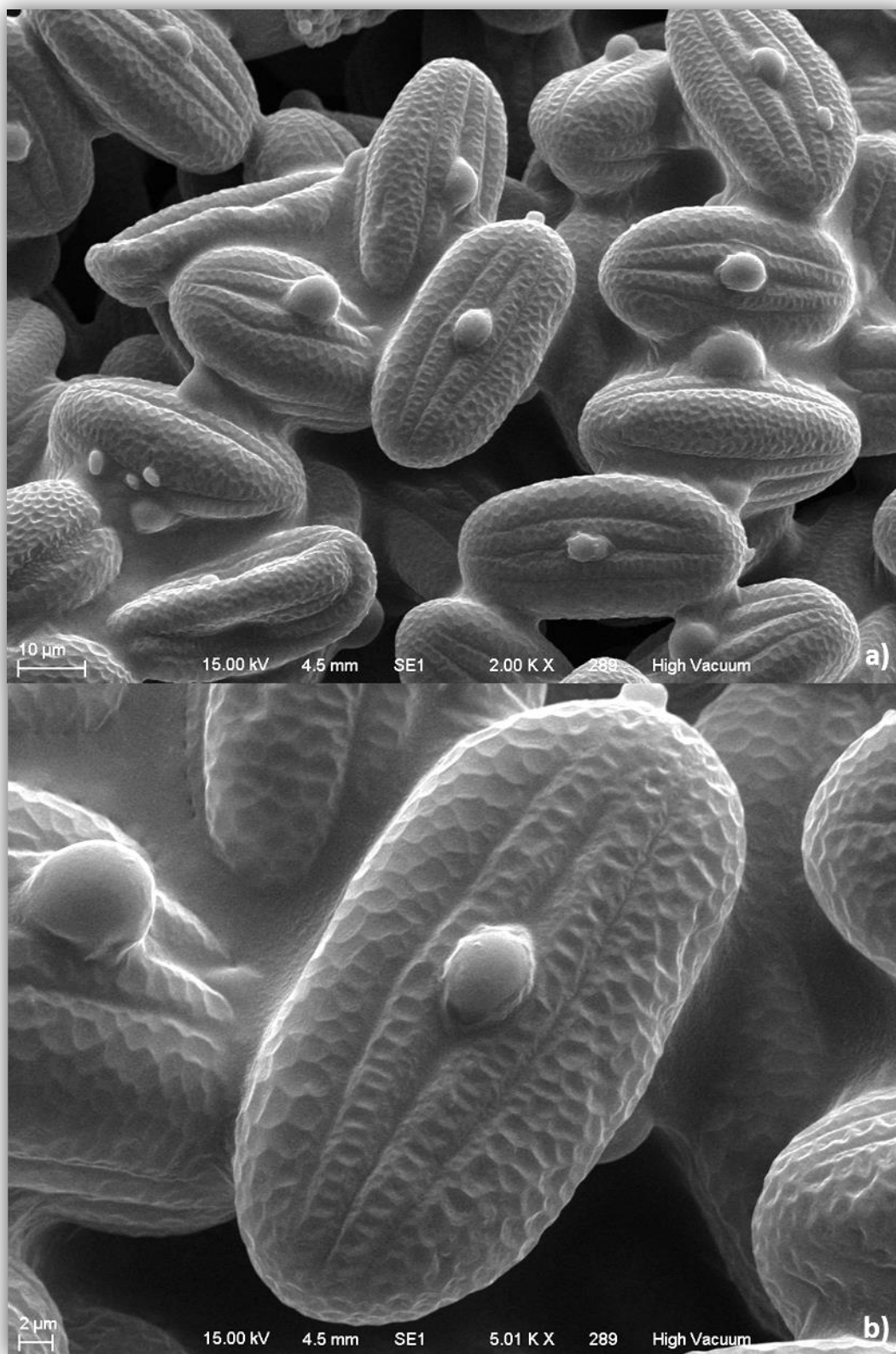


Figura 38. *Dicliptera peduncularis*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

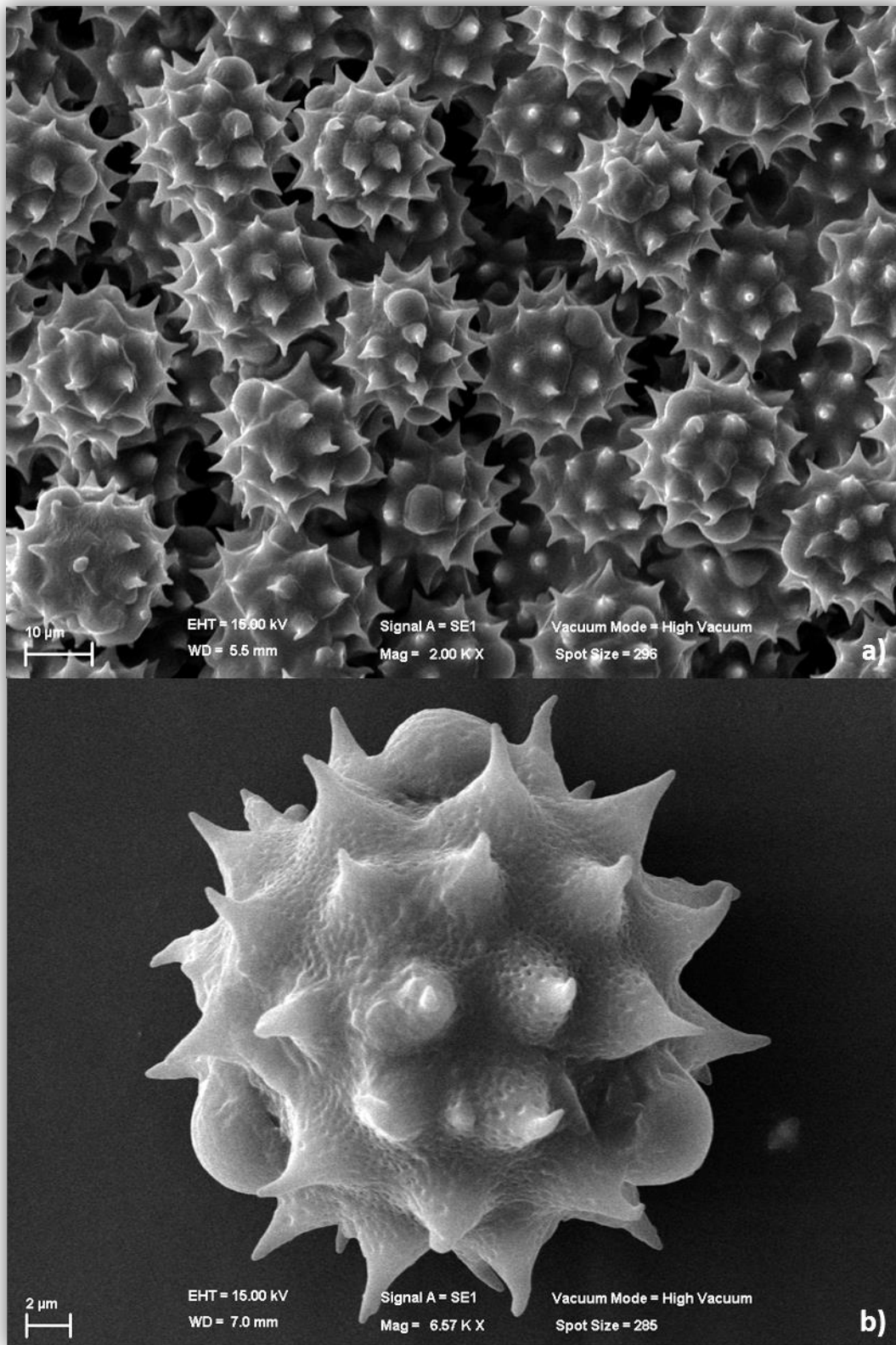


Figura 39. *Bidens odorata*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

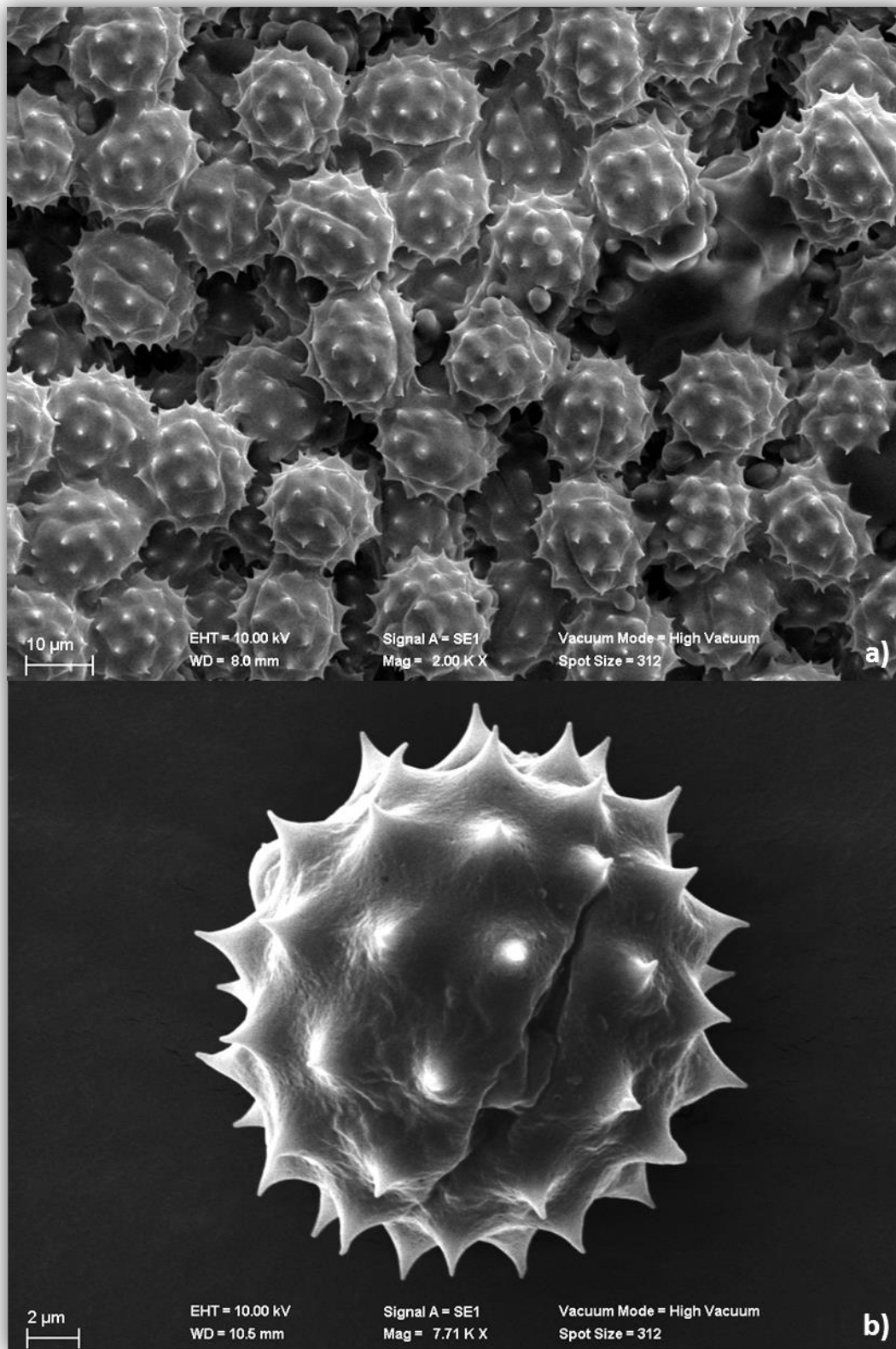


Figura 40. *Viguiera dentata*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

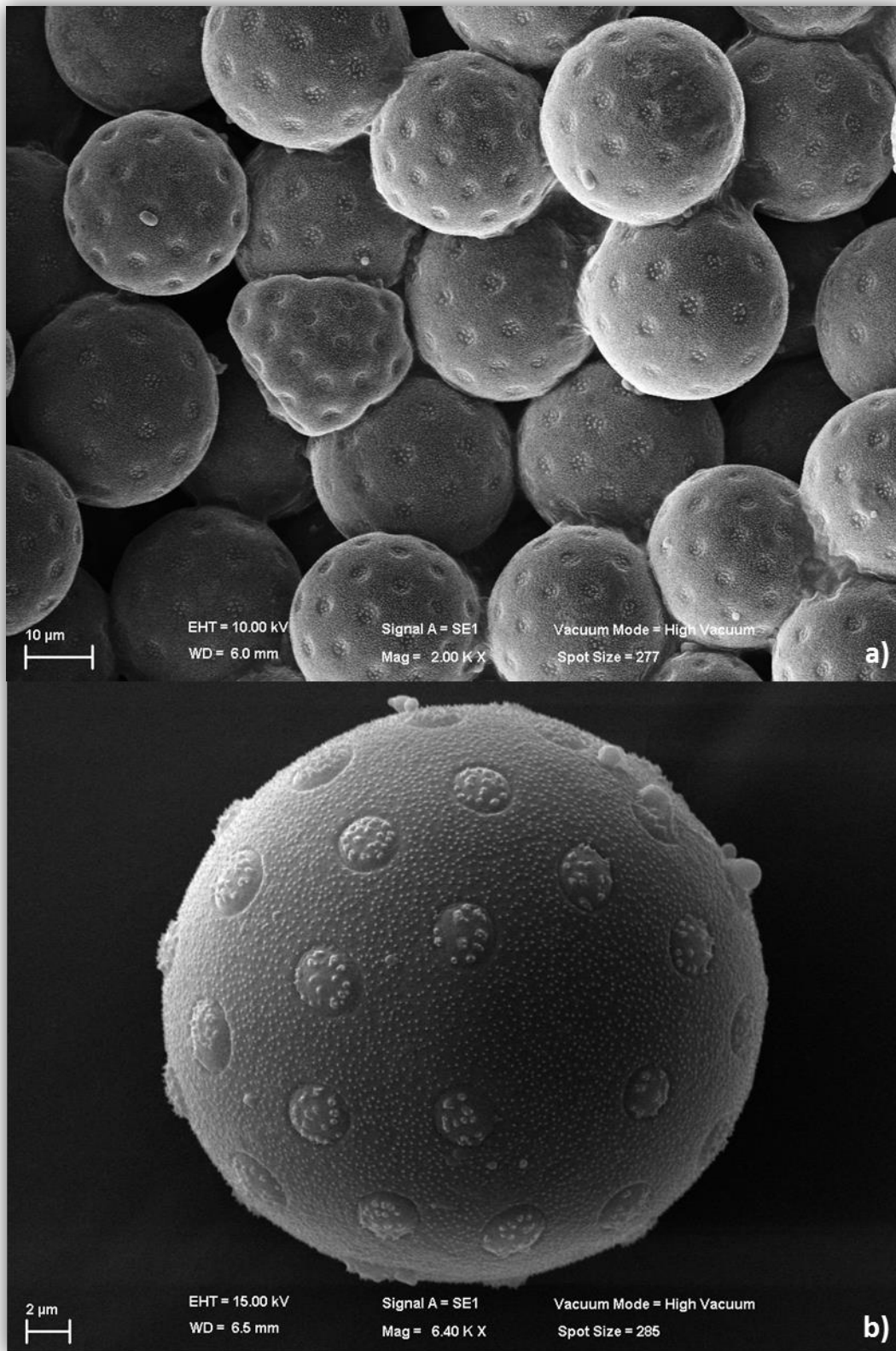


Figura 41. *Chenopodium glaucum*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

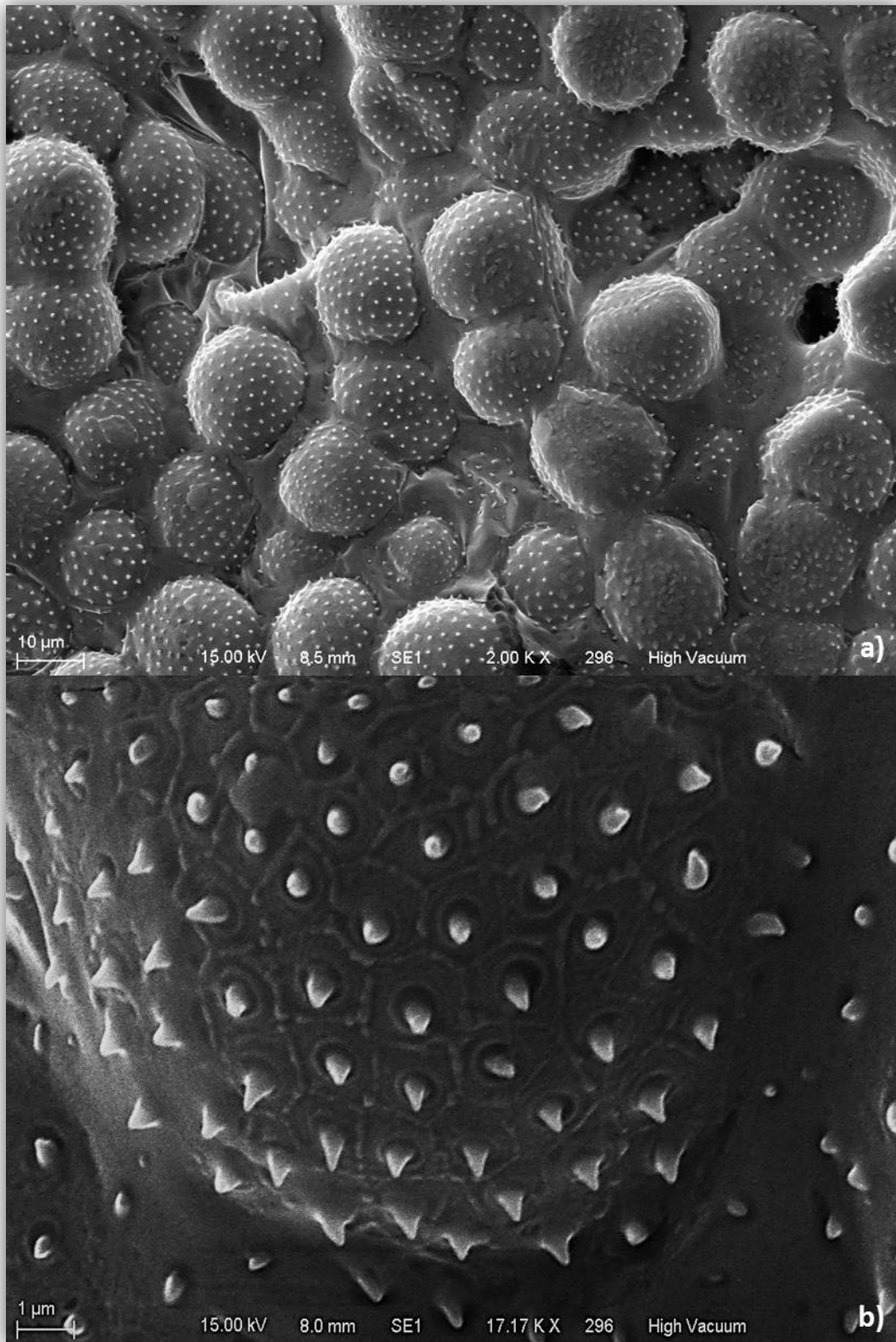


Figura 42. Polen tipo Equinado, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

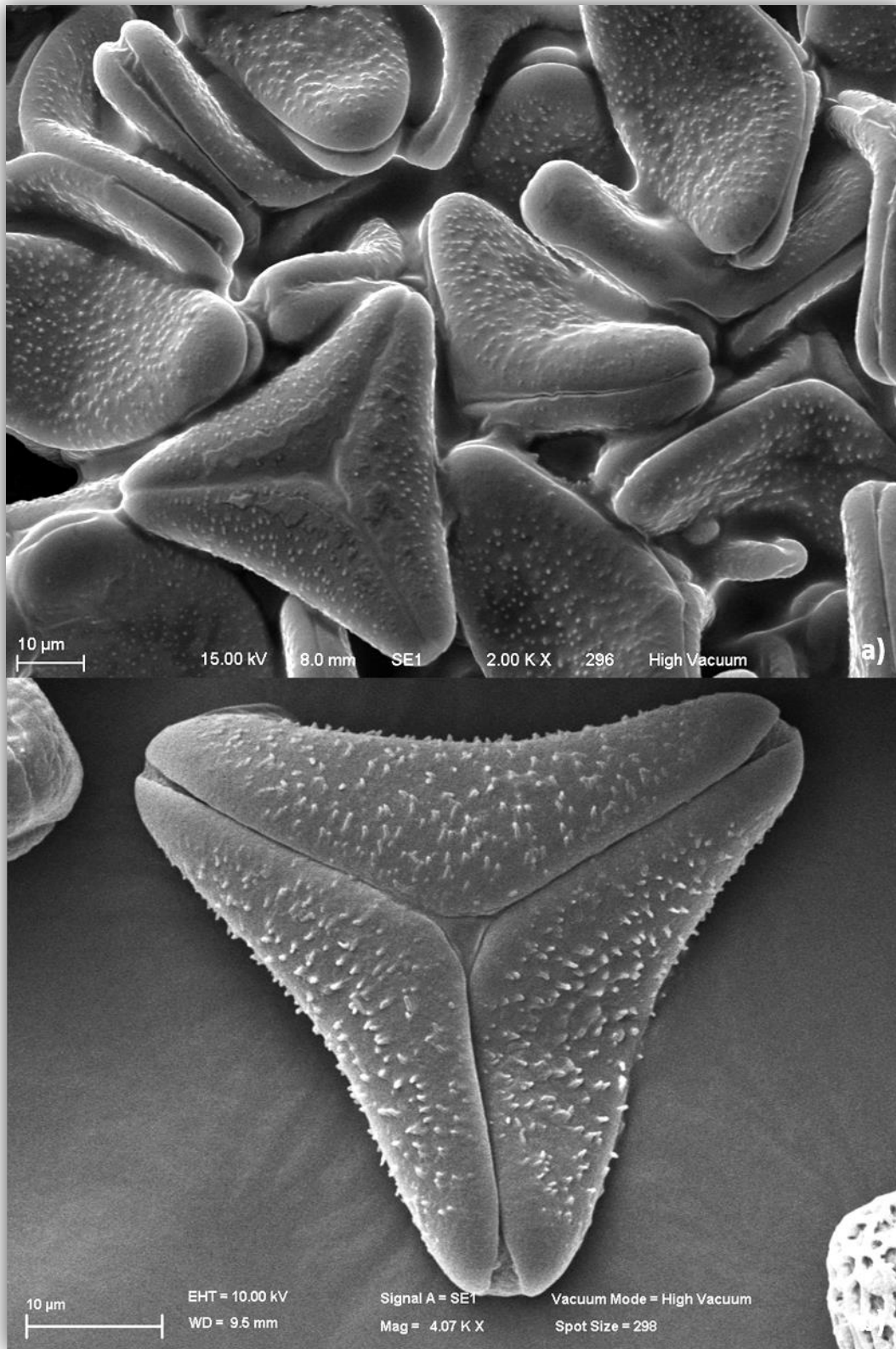


Figura 43. *Psittacanthus calyculatus*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.



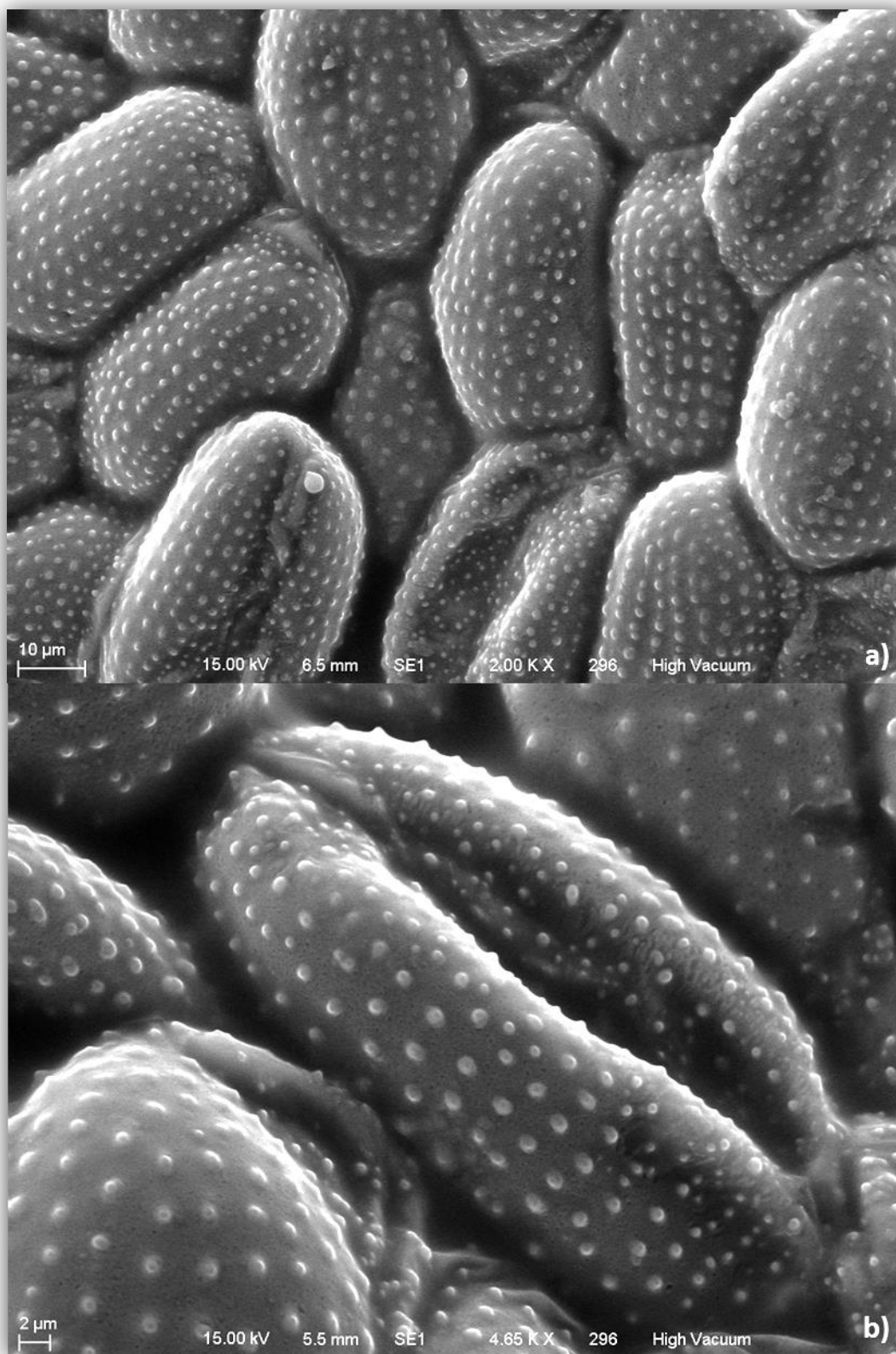


Figura 44. *Commelina erecta*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

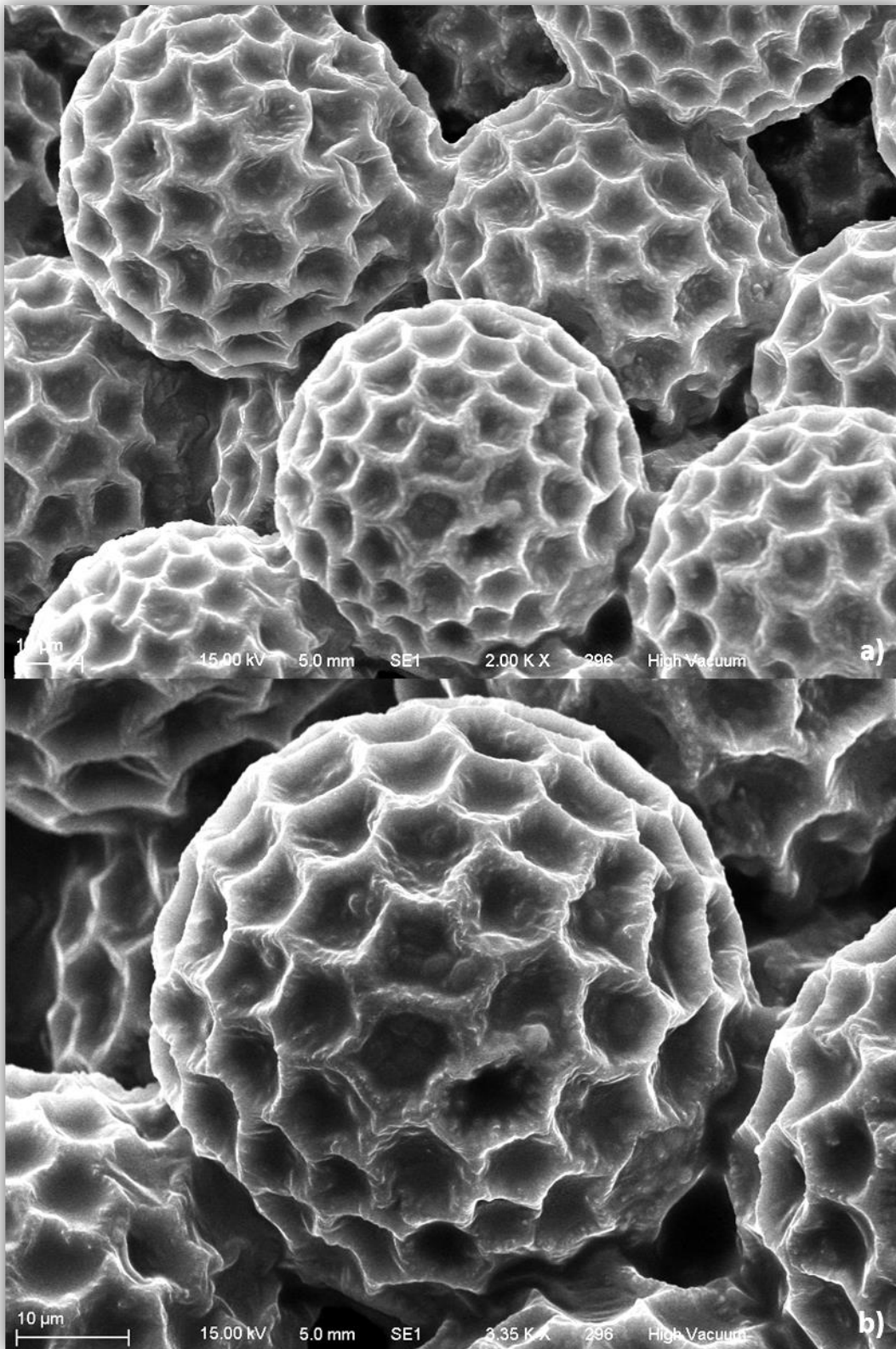


Figura 45. *Polygonum mexicanum*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

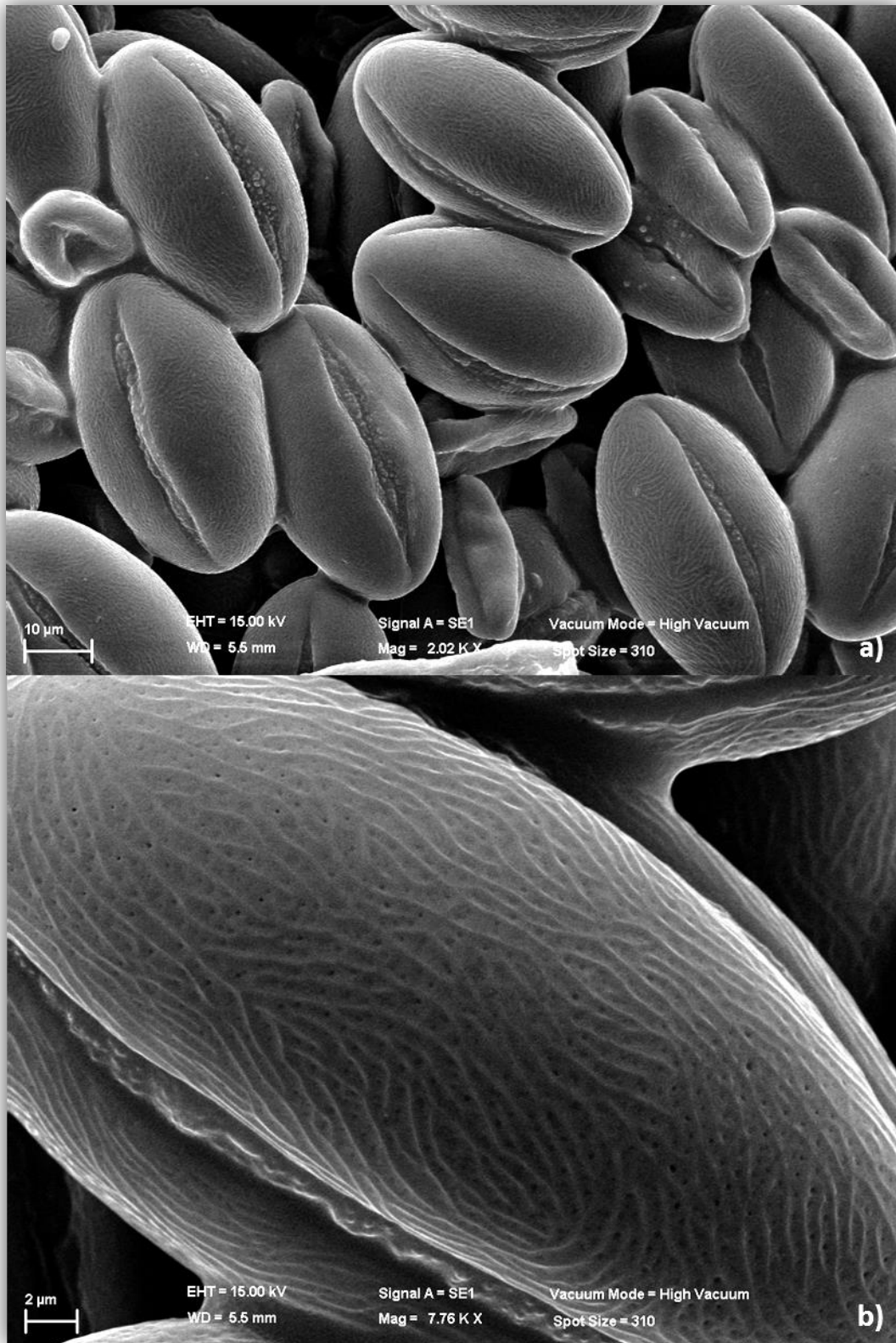


Figura 46. Polen tipo Rosaceae, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

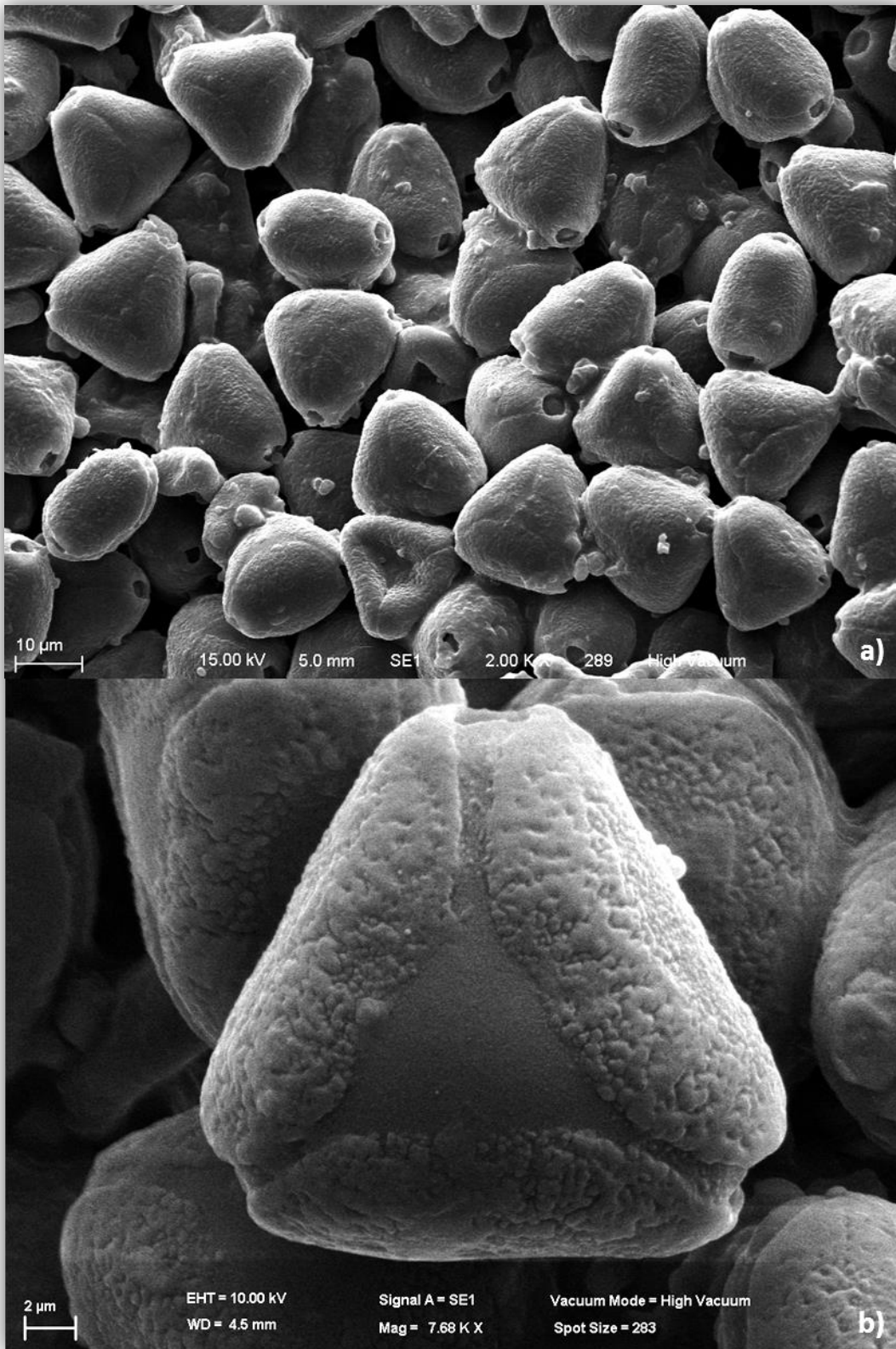


Figura 47. *Eucalyptus* sp., a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

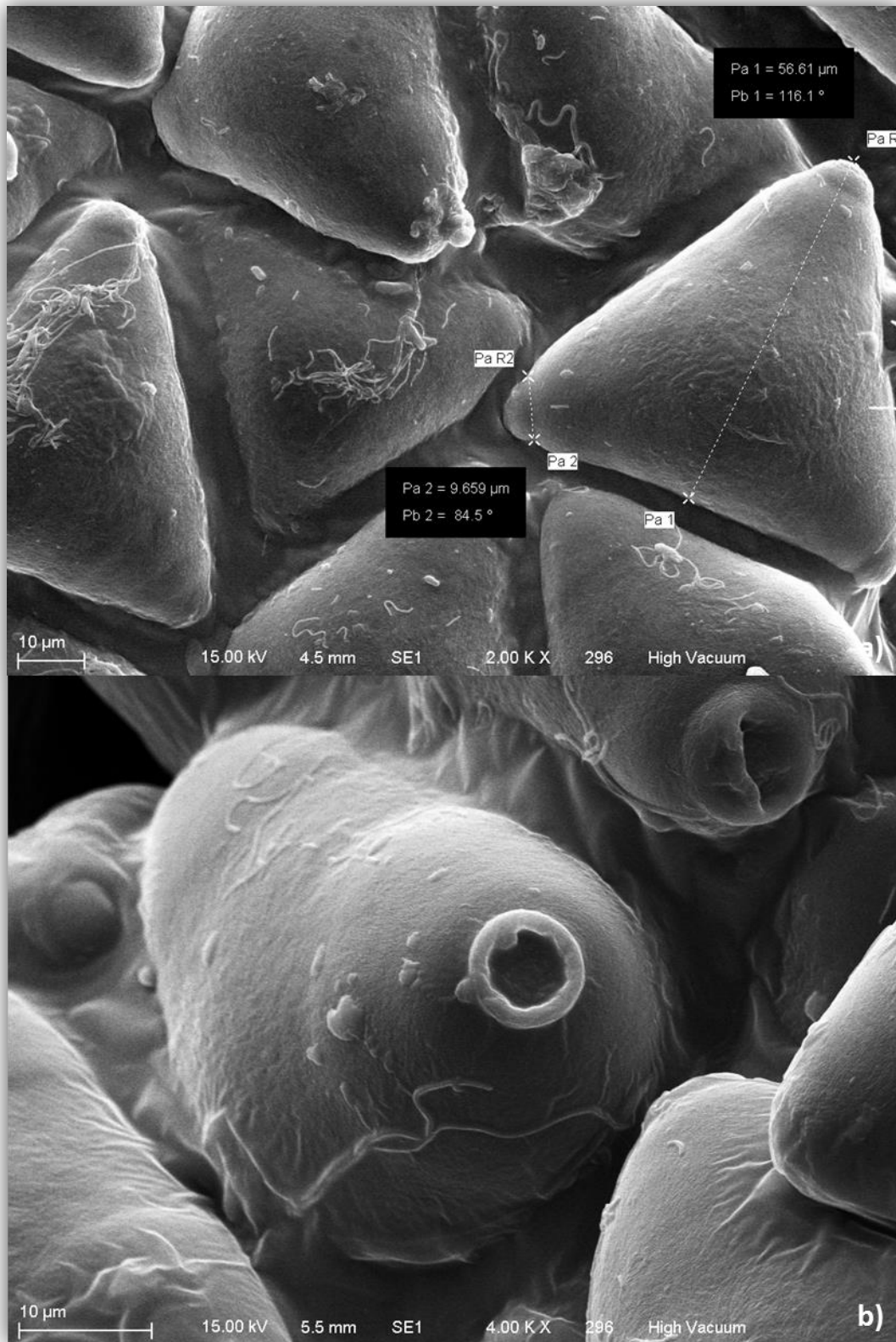


Figura 48. *Oenothera* sp., a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

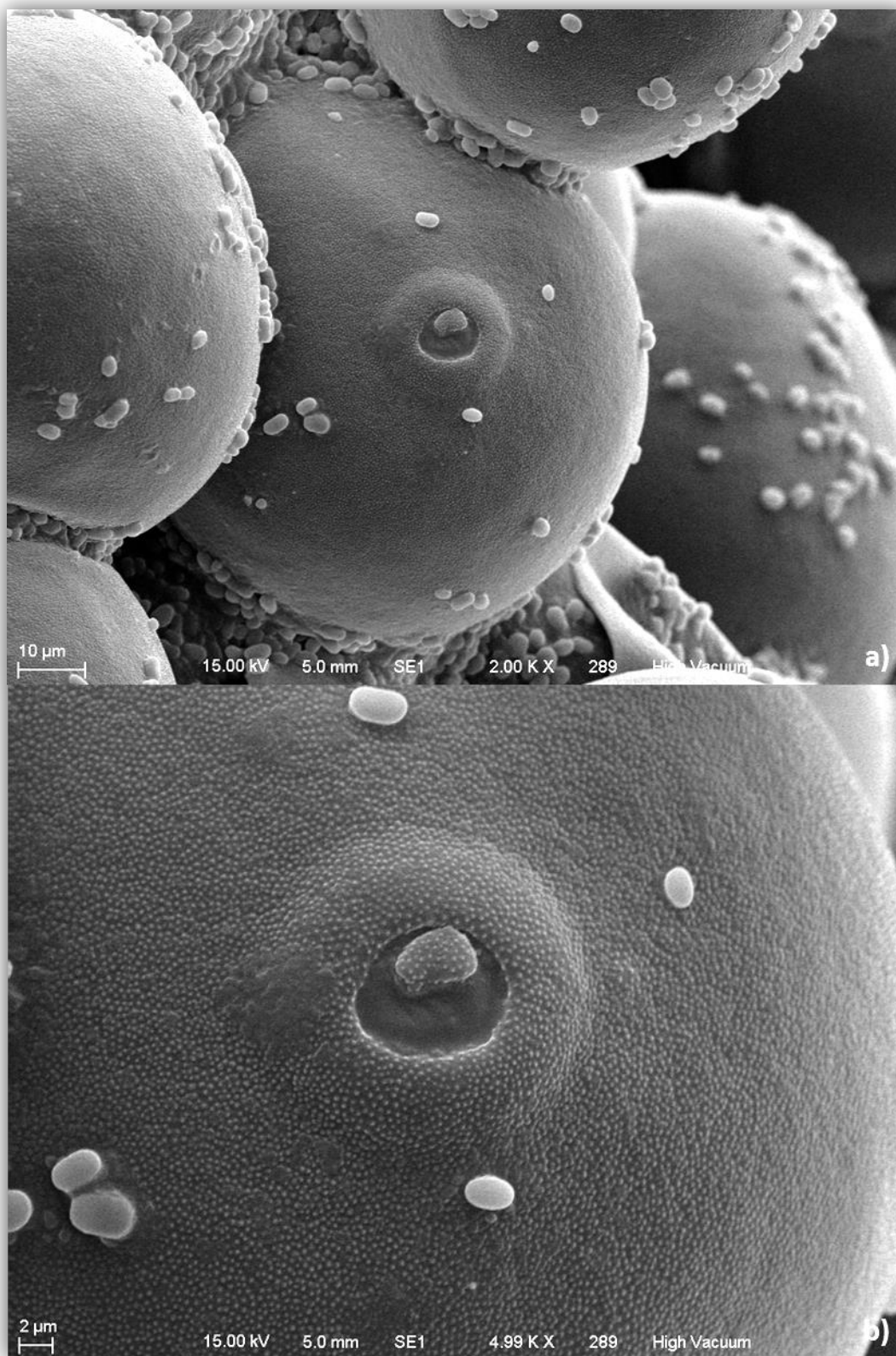


Figura 49. *Zea mays*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

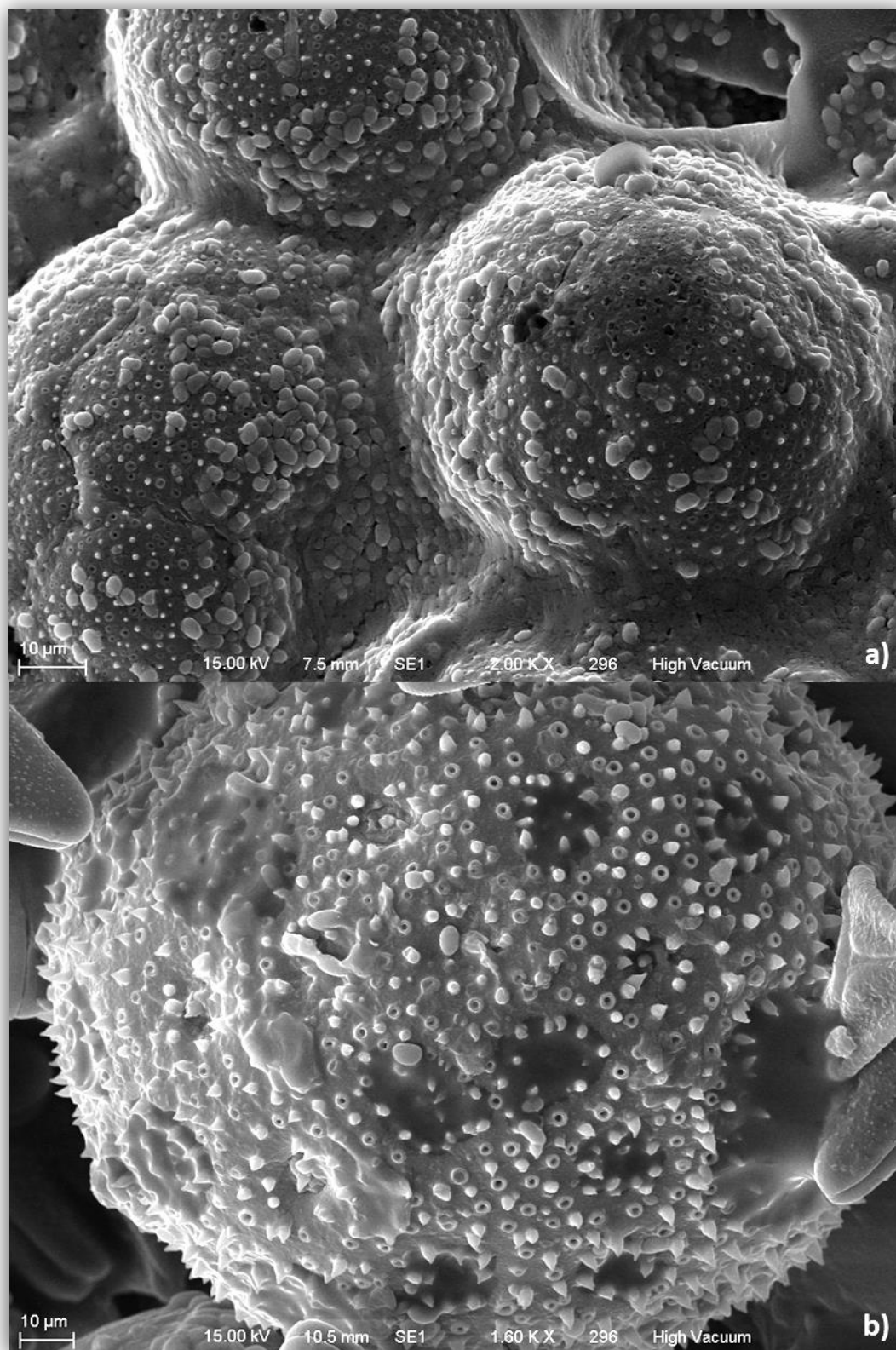


Figura 50. *Mirabilis jalapa*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

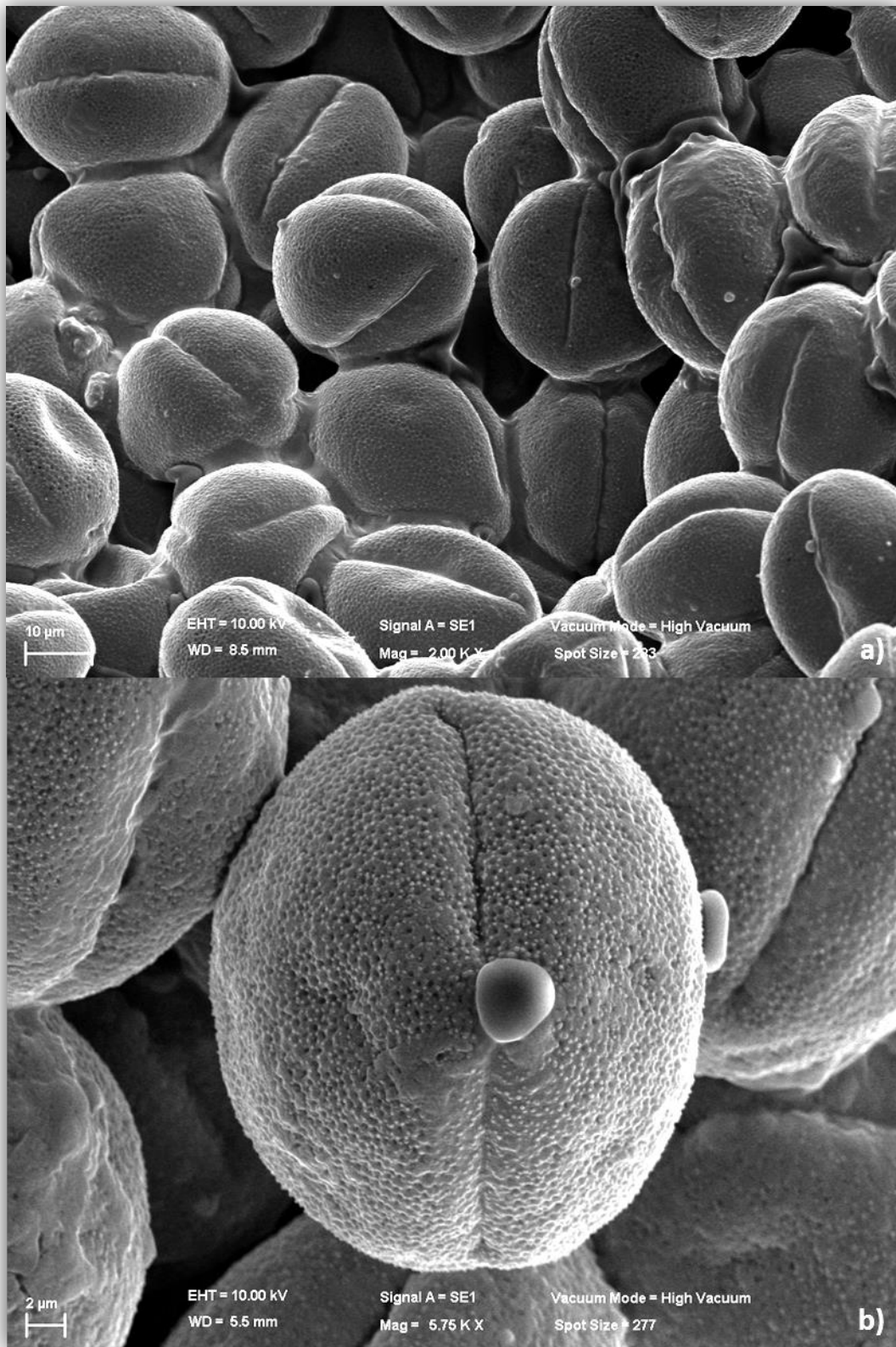


Figura 51. *Ricinus communis*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.





Figura 52. *Schinus molle*, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

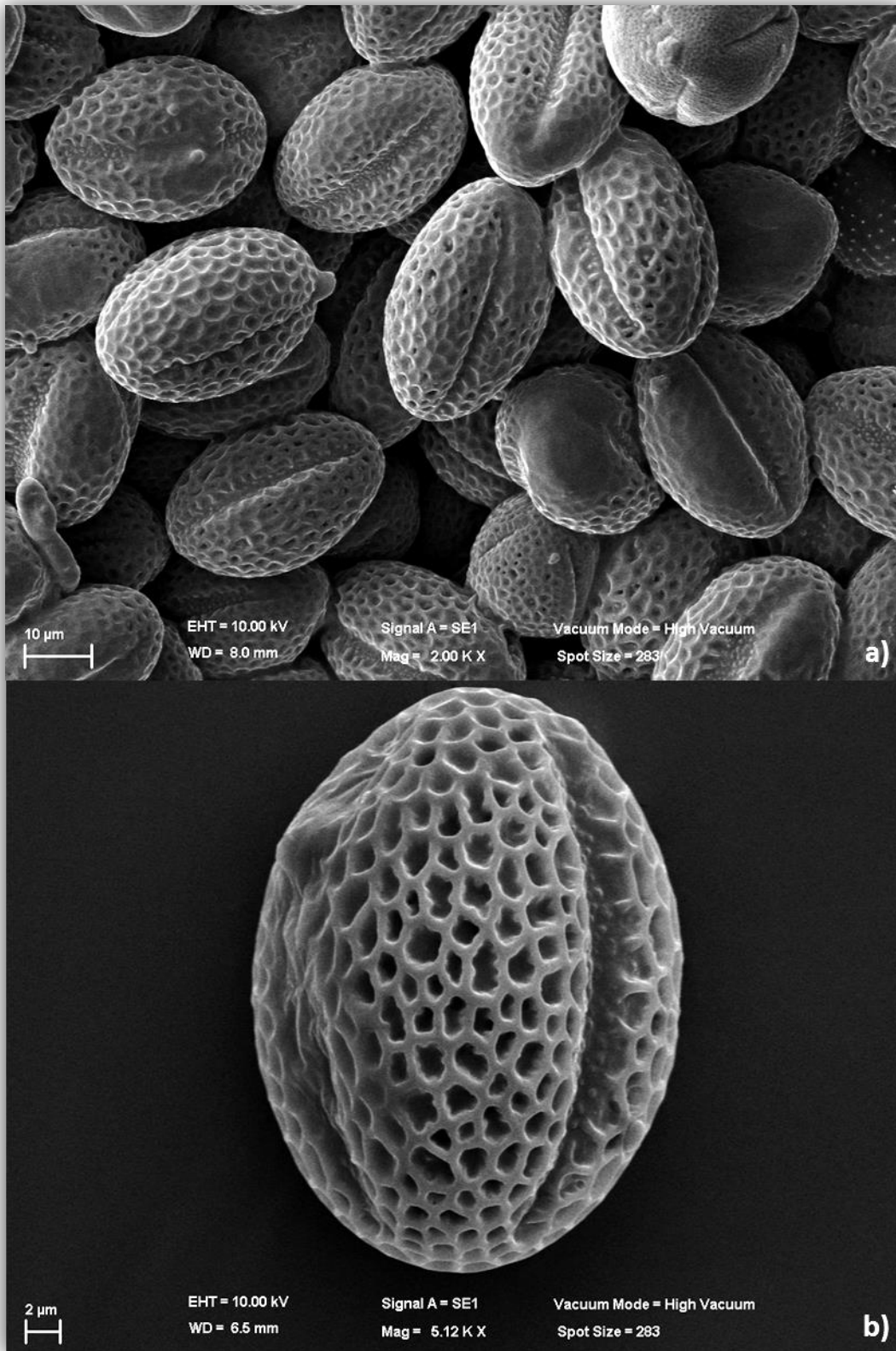


Figura 53. Polen Tricolpado tipo I, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

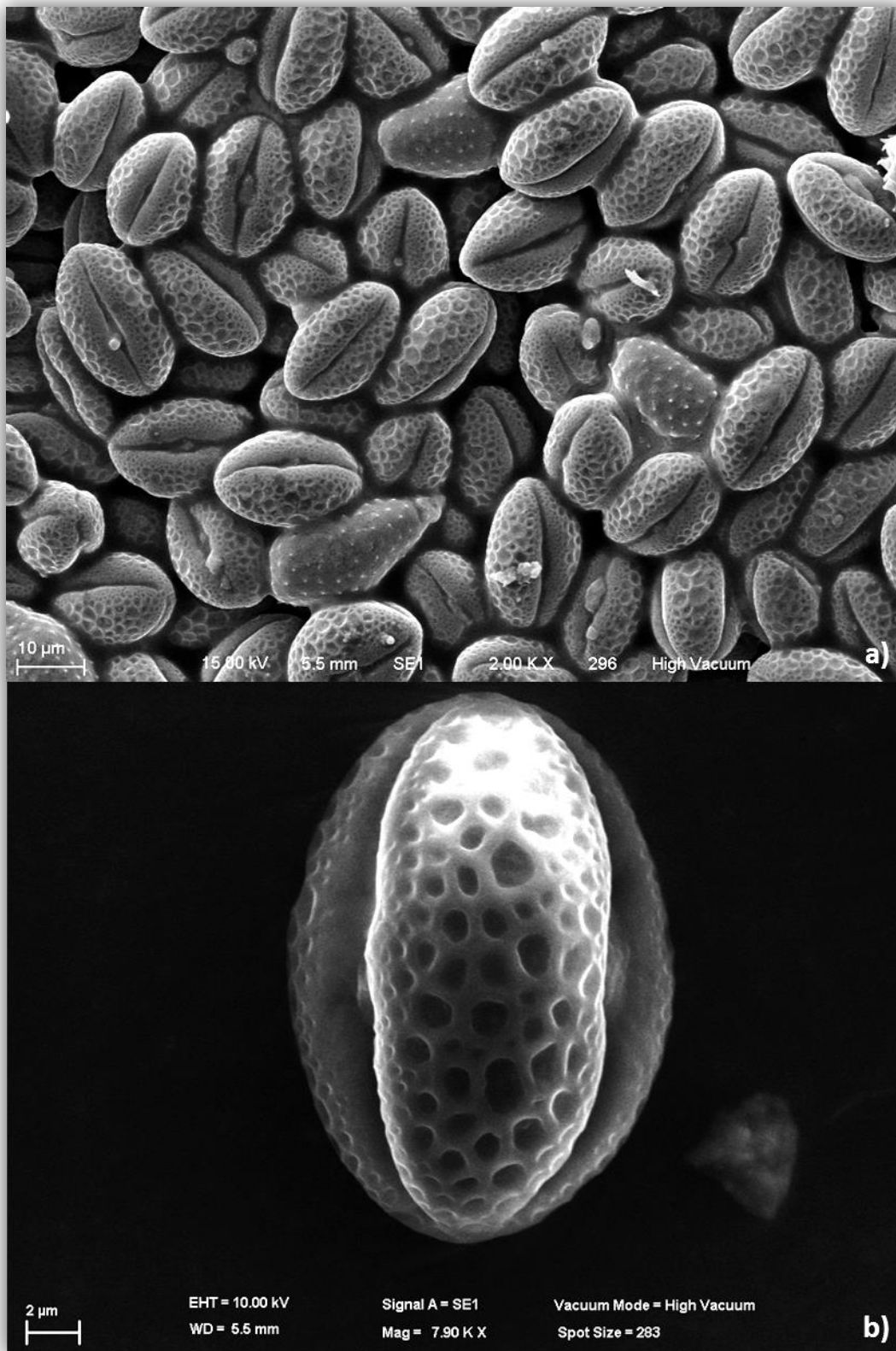


Figura 54. Polen Tricolpado tipo II, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.



Figura 55. Polen Tricolpado tipo III, a) acúmulo, b) detalle del grano de polen.

## CONCLUSIONES

Los granos de polen son quienes dan forma, color y sabor al acúmulo del cual forman parte.

Concordando con Telleria y Sarasola (sin año) la homogeneidad de color en el acúmulo de polen, fue un buen indicador de la monoespecificidad del mismo. Ya que se logró demostrar que cada acúmulo está formado por una sola especie de polen. Esto comprobó la constancia de las abejas al coleccionar polen de una sola especie hasta completar su carga corbicular.

Los acúmulos son monoespecíficos, pero no así los colores, ya que acúmulos de una misma especie de polen presentaron variación en el tono de color, debido a la cantidad de azúcares que contiene la saliva, el néctar o la miel que utiliza la abeja para formar el acúmulo.

Especies diferentes de polen pueden presentar el mismo color de acúmulo.

Todos los acúmulos presentaron contaminación de otras especies de polen, por el post-manejo que se les dio a los acúmulos después de haber sido coleccionados de las trampas caza-polen.

Aún con un número diferente de muestras (36 para “Los Agapantos” y “Los Cuates” y 27 para “La Estancia”, el número de especies identificadas en las cargas corbiculares de *A. mellifera* en los tres apiarios fue similar, ya que en “Los Agapantos” se identificaron 13 especies, en “La Estancia” 12 y en “Los Cuates” 11.

De las 91 especies en floración disponibles entre los tres apiarios, *A. mellifera* sólo utiliza 19 como fuente de polen, de las cuales sólo las plantas de diez de ellas estuvieron presentes en las cercanías a los apiarios, esta diferencia entre las plantas utilizadas y las disponibles se puede deber a que las abejas viajan más de 300 m de distancia fuera de sus colmenas para encontrar plantas con mayor cantidad y calidad de polen.

El polen de *B. odorata* fue el recurso alimenticio más importante para *A. mellifera* en “Los Agapantos”. El polen de *Eucalyptus sp.* se presentó como el segundo recurso con más porcentaje de utilización en este apiario y en último lugar el polen de Tricolpado tipo I.

Aunque *C. glaucum* estuvo presente en los tres apiarios, sólo en el apiario “La Estancia” tuvo un porcentaje significativo, siendo la fuente principal de polen para las abejas. El polen de Rosaceae y Tricolpado tipo I fueron los recursos poliníferos secundarios para este sitio.

En el apiario “Los Cuates” el recurso polínico de *B. odorata* fue la fuente de mayor aportación de polen, al igual que en “Los Agapantos”. Sin embargo el polen de *R. communis*, Tricolpado tipo II y *Z. mays* tuvieron porcentajes similares de utilización quedando como fuentes secundarias.

La utilización del polen de *Z. mays* por parte de *A. mellifera* en “Los Agapantos” y “Los Cuates” (sólo fuente importante para el último apiario) demuestra que las abejas hacen uso de todos los recursos disponibles en época de escasez, aún de las especies anemófilas como lo es *Z. mays*.

Al igual que en otras partes del mundo las abejas de los apiarios estudiados, demostrarón un comportamiento alimenticio selectivo, colectando polen de algunas de las especies en flor disponibles.

Este trabajo demostró la selectividad de *A. mellifera* ante los recursos disponibles, pues utiliza sólo una parte del total de las flores que tiene a su disposición, coincidiendo con lo reportado por Sá-Otero *et al.* (2002).

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayala-Arcipreste, M. E. 2001. La apicultura de la Península de Yucatán: un acercamiento desde la ecología humana. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del I.P.N., Unidad Mérida. Tesis de Maestría. pp. 153.
- Cajero, A., L. Villamar, A. Ortega, C. Segura, E. Tanus, E. Castañeda y R. Vázquez. 2000. Situación actual de la apicultura en México 2000. Publicaciones de la Dirección General de Ganadería o del Centro de Estadísticas Agropecuarias (SAGAR). pp.26.
- Cárdenas, C. 1985. Caracterización del ciclo apícola y flora nectarífera y polinífera, en la Chontalpa, Tabasco, México. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Tesis de Licenciatura. pp. 120.
- Castellanos-Potenciano, B. 2010. Caracterización polínica estacional de miel inmadura de *Apis mellifera* L. en el Estado de Tabasco. Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco. Tesis de Maestría. pp. 130.
- Collin, S., T. Vanhavre, E. Bodart and A. Bouseta. 1995. Heat treatment of pollens: impact on their volatile flavor constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43: 444-448.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Mieles Peninsulares y diversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Corredor Biológico Mesoamericano México. 3<sup>ra</sup> edición, México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2014. Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>
- Contreras, J. 2008. Programa Soporte. Componente de Asistencia Técnica y Capacitación. Grupo de Trabajo Flor de Lipia en el Mpio. Lazaro Cárdenas. SAGARPA. pp. 37.



- Córdova-Córdova, C., J. Zaldívar-Cruz, E., Ramírez y E. Martínez-Hernández. 2009. Caracterización botánica de la miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopalinológicas.
- De los Santos-Ramos, M. 2008. *Melisopalinología* y determinación anual de los recursos nectaro-poliníferos en *Apis mellifera scutellata* Lep. En la Costa de Oaxaca en diferentes tipos de vegetación y agroecosistemas. Universidad Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Tesis de Maestría. pp. 57.
- Díaz, E., A. González, E. Fernández y M. Saa. 1995. Contribución al estudio de la utilización selectiva por *Apis mellifera* L. de la flora local en un colmenar del NW de la Península Ibérica (Galicia). *Acta Botánica Malacitana*, 20:115-122.
- Díaz-Carbajal, E. 2008. Estudio palinológico y fisicoquímico de la miel de *Apis mellifera* L. del municipio de San Pedro Tápana, Oaxaca. Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tesis de Licenciatura. pp. 81.
- Faye, P. F., A. M. Planchuelo y M. L. Molinelli. 2002. Revelamiento de la flora apícola e identificación de cargas de polen en el sureste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Agriscientia* 29: 19-30.
- Ludwig, E. 2000. Manual de laboratorio de morfología vegetal. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp. 259.
- Mace, H. 1983. Manual completo de apicultura. Compañía Editorial Continental, S. A. de México. pp. 229.
- Martínez-Hernández, E., J. Cuadrillero, O. Téllez, E. Ramírez-Arriaga, M. Sosa-Nájera, J. Melchor-Sánchez, M. Medina-Camacho y M. Lozano-García. 1993. Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacaná, Chiapas, México. Instituto de Geología. Universidad Autónoma de México. México. pp. 100.

- Martínez-Hernández, E. y E. Ramírez-Arriaga. 2008. Mieles uniflorales Mexicanas. Rumbo hacia la denominación de origen. Memorias del XV Congreso Internacional de Actualización Apícola. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Montenegro, G. 2002. Chile nuestra flora útil. Segunda edición. Ediciones Universidad Católica. Santiago, Chile. pp. 267.
- Montenegro, G., M. Gómez y G. Ávila. 1992. Importancia relativa de especies cuyo polen es utilizado por *Apis mellifera* en el área de la Reserva Nacional Los Ruildes, VII Región de Chile. Acta Botánica Malacitana 17: 167-174.
- Navarro-Calvo, A. 2008. Estudio palinológico y fisicoquímico de la miel de *A. mellifera* L., en la región Costa de Oaxaca: Distritos Jamiltepec, Juquilla y Pochuta. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tesis de Licenciatura. pp. 117.
- Padilla-Álvarez, F. y A. Cuesta-López. 2003. Zoología aplicada. Ediciones Días Santos S. A. España. pp. 248.
- Pascual-González, J. 2008. Caracterización fisicoquímica y polínica de las mieles del estado de Tabasco. Instituto Tecnológico Superior de la Choapas. Ingeniería en Industrias Alimentarias. Tesis de Licenciatura. pp. 117.
- Piedras-Gutiérrez, B. y D. Quiroz-García. 2007. Estudio melisopalínológico de dos mieles de la porción Sur del Valle de México. Polibotánica 23: 57-75.
- Porter-Bolland, L. 2001. Landscape ecology of apiculture in the Maya area of La Montaña, Campeche, México. Universidad de Florida. Tesis de Doctorado. pp. 196.
- Porter-Bolland, L., M. E. Medina, J. A. Montoy, P. Montoy, G. Martin y G. May. 2009. Flora melífera de La Montaña, Campeche: su importancia para la apicultura y para la vida diaria. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Ver., México. pp. 322.

- Quiroz-García, D. y R. Palacios-Chávez. 1999. Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Centris inermis* Friese (Himenoptera: Apidae) en Chamela, Jalisco, México. *Polibotánica* 10: 59-72.
- Quiroz-García, D. y M. Arreguín-Sánchez. 2008. Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* (Himenoptera: Apidae) en el estado de Morelos, México. *Polibotánica* 26: 159-173.
- Ramírez, R. y G. Montenegro. 2004. Certificación del origen botánico de miel y polen corbicular pertenecientes a la comuna de Litueche, VI Región de Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*. 31(3): 197-211.
- Ramírez-Arriaga, E. 1989. Explotación de recursos florales por *Plebia* sp. (Apidae) en dos zonas con diferente altitud y vegetación en el Soconusco, Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Tesis de Licenciatura. pp. 159.
- Ramírez-Arriaga, E. y E. Martínez-Hernández. 2007. Melitopalynological characterization of *Scaptotrigona mexicana* Guérin (Apidae: Meliponini) and *Apis mellifera* L. (Apidae: Apini) honey samples in Northern Puebla State, México. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 80 (4): 377-391.
- Reyes, J. y P. Cano. Sin año. Manual de Polinización Apícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). pp. 58.
- Roldan-Ramos. 1985. Flora melífera de la zona de Tixtacacaltuyub, Yucatán. Universidad Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Tesis de Licenciatura. pp. 98.
- Román, L. y J. M. Palma. 2007. Árboles y arbustos tropicales nativos productores de néctar y polen en el estado de Colima, México. *Avances en Investigación Agropecuaria* 11(3): 3-24.
- Sá-Otero, M. P., S. Marcial-Bugarín, S. Armesto-Baztán y E. Díaz-Losada. 2002. Método de determinación del origen geográfico del polen apícola comercial. *Lazaroa* 23: 25-34.

- Sayas, R. R. y L. Huamán. 2009. Determinación de la flora polinífera del Valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. *Ecología Aplicada* 8(2): 53-59.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Sin año. Manual de Apicultura. SAGARPA. pp. 52.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 1998. Flora Nectarífera y Polinífera en la Península de Yucatán. SAGARPA. pp. 127.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2002. Flora Nectarífera y Polinífera en el estado de Chiapas. SAGARPA. pp. 164.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2003. Flora Nectarífera y Polinífera en el estado de Veracruz. SAGARPA. pp. 130.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2004. Flora Nectarífera y Polinífera en el estado de Tabasco. SAGARPA. pp. 148.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2007. México tercer lugar como exportador de miel. SAGARPA 106-(07) pp. 3.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. SAGARPA. pp. 32.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. Más de 200 apicultores de Querétaro producen 109 toneladas de miel al año. SAGARPA. Boletín 27. pp. 52.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012a. Citado: 14 de noviembre de 2012. <http://www.sagarpa.gob.mx/v1/cgcs/boletines/2007/mayo/B106.p>

- Snodgras, R. 1984. Anatomy of the Honey Bee. Comstock. Cornell University Press. London. pp. 334.
- Telleria, I. y M. Sarasola. Sin año. Análisis de polen corbicular. Recolectado durante los años 2002 y 2003 en los colmenares de estudio ecológico de Oñati y Goizueta. [http://www.ejgv.euskadi.net/contenidos/informe\\_estudio/eco\\_etologico\\_abejas/es\\_doc/adjuntos/analisis\\_polinico.pdf](http://www.ejgv.euskadi.net/contenidos/informe_estudio/eco_etologico_abejas/es_doc/adjuntos/analisis_polinico.pdf)
- U. N. (Naciones Unidas). 2009. United Nations Commodity Trade Statistics Database (COMTRADE), NY. USA. [www.unstats.un.org](http://www.unstats.un.org)
- Villanueva, G. 2002. Polliniferous plants and foraging strategies of *Apis mellifera* (Himenoptera: Apidae) in the Yucatán Peninsula, México. Biol. Trop. 50(3/4):1035-1043.
- Villanueva, G. R. 2001. Calidad polinífera de las mieles en Quintana Roo. Memorias del XIV Seminario Apícola de la Unión Nacional de Productores Apícolas de México. Tepic, Nayarit. México.

## CRÉDITOS DE LAS FIGURAS EMPLEADAS

Figura	Crédito
1	<a href="http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201518/contLinea/leccin_13_morfofisiologa.html">http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201518/contLinea/leccin_13_morfofisiologa.html</a>
2	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
3	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
4	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
5 (a, b)	<a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Colibri-thalassinus-001.jpg">http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Colibri-thalassinus-001.jpg</a>
6 (a)	<a href="http://www.bionaturalist.blogspot.com/">http://www.bionaturalist.blogspot.com/</a>
6 (b)	<a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Amorphophallus_titanum">http://es.wikipedia.org/wiki/Amorphophallus_titanum</a>
7	<a href="http://todosloscomo.com/2010/12/05/polen-abeja-beneficios-propiedades/">http://todosloscomo.com/2010/12/05/polen-abeja-beneficios-propiedades/</a>
8	CONABIO. 2009. Mieles Peninsulares y diversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Corredor Biológico Mesoamericano México. 3ra. Edición, México.
9 (a)	<a href="http://www.noticiasforestales.com/2013/03/la-importancia-de-los-insectos-en-la.html">http://www.noticiasforestales.com/2013/03/la-importancia-de-los-insectos-en-la.html</a>
9 (b)	<a href="http://dutchampalatable.inist.fr/spip.php?article134">http://dutchampalatable.inist.fr/spip.php?article134</a>
10 (a-d)	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
11 (a-d)	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
12 (a-c)	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
13 (a-d)	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
14	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
15 (a, b)	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
16 (a, b)	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
17	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
18 (a, b)	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
19	Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
20 (a-c)	<a href="http://www.celeromics.com">http://www.celeromics.com</a>
21 (a-f)	Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.

- 22 (a-e)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
- 23 (a-h)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
- 24 (a-h)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
- 25 (a-h)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
- 26 (a-h)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
- 27 (a-h)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
- 28 (a-f)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía y MEB.
- 29 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 30 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 31 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 32 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 33 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 34 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 35 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 36 (a)** [http://www.phytoimages.siu.edu/imgs/pelserpb/r/Chenopodiaceae\\_Chenopodium\\_glaucum\\_20676.html](http://www.phytoimages.siu.edu/imgs/pelserpb/r/Chenopodiaceae_Chenopodium_glaucum_20676.html)
- 36 (b)** <http://www.latin-wife.com/Colombian-Flowers-/Ricinus-communis.asp>
- 36 (c)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
- 37 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 38 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 39 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 40 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 41 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 42 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 43 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 44 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 45 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 46 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 47 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 48 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 49 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.

- 50 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 51 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 52 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 53 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 54 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 55 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 56** M. en C. Yolanda Pantoja Hernández, ArcMap 9.3.
- 57 (a-f)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 58 (a-f)** Ana Lucía Tovar Alvarez, MEB.
- 59 (a-i)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
- 60 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
- 61 (a)** [http://www.phytoimages.siu.edu/imgs/pelserpb/r/Chenopodiaceae\\_Chenopodium\\_glaucum\\_20676.html](http://www.phytoimages.siu.edu/imgs/pelserpb/r/Chenopodiaceae_Chenopodium_glaucum_20676.html)
- 61 (b)** [http://www.wildflower.org/gallery/result.php?id\\_image=14154](http://www.wildflower.org/gallery/result.php?id_image=14154)
- 62 (a)** <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/acanthaceae/dicliptera-peduncularis/fichas/pagina1.htm>
- 62 (b)** [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mirabilis\\_jalapa13.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mirabilis_jalapa13.jpg) Polygonum mexicanum
- 63 (a, b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.
- 64 (a)** [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:01776\\_Ricinus\\_communis\\_%28Wunderbaum%29.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:01776_Ricinus_communis_%28Wunderbaum%29.JPG)
- 64 (b)** [http://calphotos.berkeley.edu/cgi/img\\_query?enlarge=0000+0000+1005+0130](http://calphotos.berkeley.edu/cgi/img_query?enlarge=0000+0000+1005+0130)<http://pixgood.com/schinus-molle.html>
- 65 (a)** <http://www.mielkanan.com/nuestra-miel/>
- 65 (b)** Ana Lucía Tovar Alvarez, fotografía.



---

## Apéndices

---

Recursos polínicos para  
*Apis mellifera* L. en apiarios de  
Querétaro

APÉNDICE A

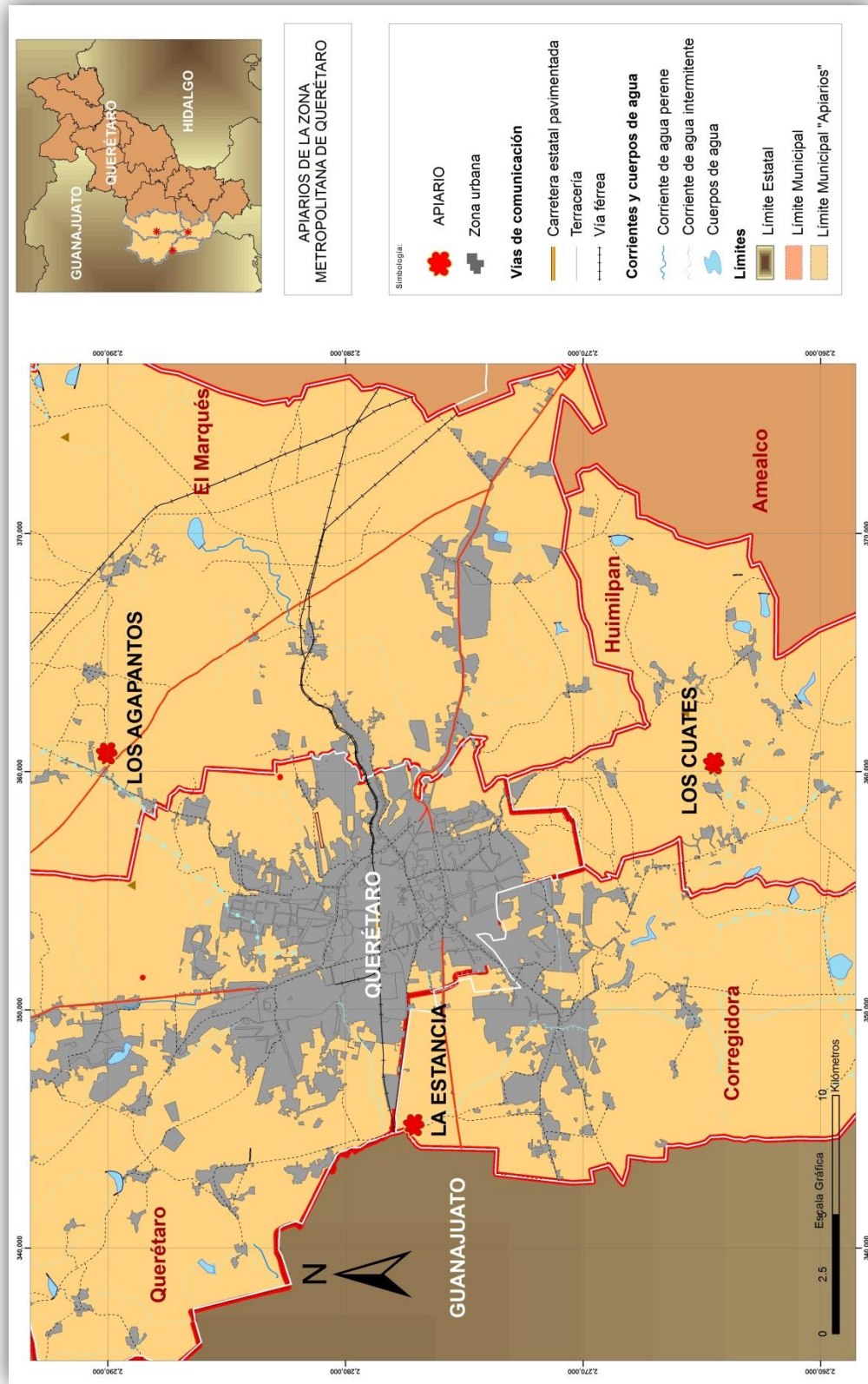


Figura 56. Ubicación de las áreas de estudio. Los tres apiarios pertenecen a la Zona Metropolitana de Santiago de Querétaro.

## APÉNDICE B

Taxones encontrados en los grupos de colores en las cargas de polen corbicular en los apiarios de la zona metropolitana de Querétaro.

**Tabla 8. Colores identificados en las cargas corbiculares de de *A. mellifera* en los tres apiarios estudiados. (CR) Color de referencia, (MPT) color asignado de acuerdo a la guía Munsell Plant Tissue Color.**

ESPECIES/MORFO-TIPOS	COLOR	
	CR	MPTC
<i>Dicliptera peduncularis</i>	Beige medio	2.5GY8/2
Tricolpado tipo III	Verde-café oscuro	2.5Y5/4
<i>Chenopodium glaucum</i>	Verde-café	2.5Y5/6
<i>Ricinus communis</i>	Verde seco	2.5Y6/4
<i>Dicliptera peduncularis</i>	Verde seco	2.5Y6/4
<i>Zea mays</i>	Amarillo-café	2.5Y6/8
<i>Schinus molle</i>	Mostaza claro	2.5Y7/10
Tricolpado tipo II	Mostaza claro	2.5Y7/10
Tricolpado tipo I	Mostaza claro	2.5Y7/10
<i>Eucalyptus sp.</i>	Crema-blanco	2.5Y7/6
<i>Chenopodium glaucum</i>	Café-naranja	2.5Y7/8
<i>Bidens odorata</i>	Café-naranja	2.5Y7/8
<i>Ricinus communis</i>	Amarillo medio	2.5Y8/10
Tricolpado tipo I	Amarillo medio	2.5Y8/10
<i>Eucalyptus sp.</i>	Amarillo medio	2.5Y8/10
Rosaceae	Melón claro	2.5Y8/2
<i>Viguiera dentata</i>	Melón claro	2.5Y8/2
<i>Schinus molle</i>	Melón claro	2.5Y8/2
<i>Viguiera dentata</i>	Amarillo muy claro	2.5Y8/4
<i>Eucalyptus sp.</i>	Amarillo muy claro	2.5Y8/4
Rosaceae	Melón	2.5Y8/6
<i>Viguiera dentata</i>	Melón	2.5Y8/6
<i>Eucalyptus sp.</i>	Melón	2.5Y8/6
Rosaceae	Mostaza medio	2.5Y8/8
<i>Eucalyptus sp.</i>	Mostaza medio	2.5Y8/8
<i>Zea mays</i>	Mostaza medio	2.5Y8/8
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	Naranja oscuro	2.5YR4/8
<i>Commelina erecta</i>	Café muy oscuro	2.5YR5/8
<i>Ricinus communis</i>	Crema	2.5YR7/6
<i>Oenothera sp.</i>	Purpura	5R4/2
<i>Chenopodium glaucum</i>	Amarillo-verde	5Y5/6

## APÉNDICE B

<i>Polygonum mexicanum</i>	Beige	5Y6/4
<i>Chenopodium glaucum</i>	Amarillo medio	5Y6/6
Tricolpado tipo I	Verde-amarillo	5Y6/8
<i>Eucalyptus sp.</i>	Amarillo claro	5Y7/6
Tricolpado tipo I	Amarillo-limón claro	5Y8/10
Tricolpado tipo III	Amarillo	5Y8/2
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	Marrón	5YR4/6
<i>Psittacanthus calyculatus</i>	Terracota	5YR4/8
<i>Commelina erecta</i>		
<i>Bidens odorata</i>	Naranja	5YR5/10
<i>Zea mays</i>	Naranja claro	5YR5/8
<i>Bidens odorata</i>	Naranja oscuro	5YR6/10
<i>Bidens odorata</i>	Melón-naranja	5YR7/10
<i>Viguiera dentata</i>	Café-naranja	5YR7/4
<i>Ricinus communis</i>		
<i>Eucalyptus sp.</i>	Café-verde	7.5YR4/4
<i>Ricinus communis</i>		
<i>Bidens odorata</i>	Café rojizo	7.5YR5/8
Tricolpado tipo II	Café oscuro	7.5YR6/10
<i>Viguiera dentata</i>		
<i>Bidens odorata</i>	Melón medio	7.5YR6/4
Rosaceae	Marrón medio	7.5YR6/6
<i>Zea mays</i>	Café-naranja	7.5YR6/8
<i>Commelina erecta</i>	oscuro	
<i>Bidens odorata</i>	Naranja intenso	7.5YR7/10
<i>Viguiera dentata</i>	Marrón oscuro	7.5YR7/4
Tricolpado tipo III	Amarillo mostaza	7.5YR7/8
<i>Acacia farnesiana</i>	Guinda oscuro	10R3/6
<i>Mirabilis jalapa</i>		
<i>Chenopodium glaucum</i>	Naranja rojizo	10R4/10

## APÉNDICE C

La forma que las abejas dan a los acúmulos son redondeadas o con forma de riñón, esto debido a la forma de sus corbículas, las cuales son concavas.

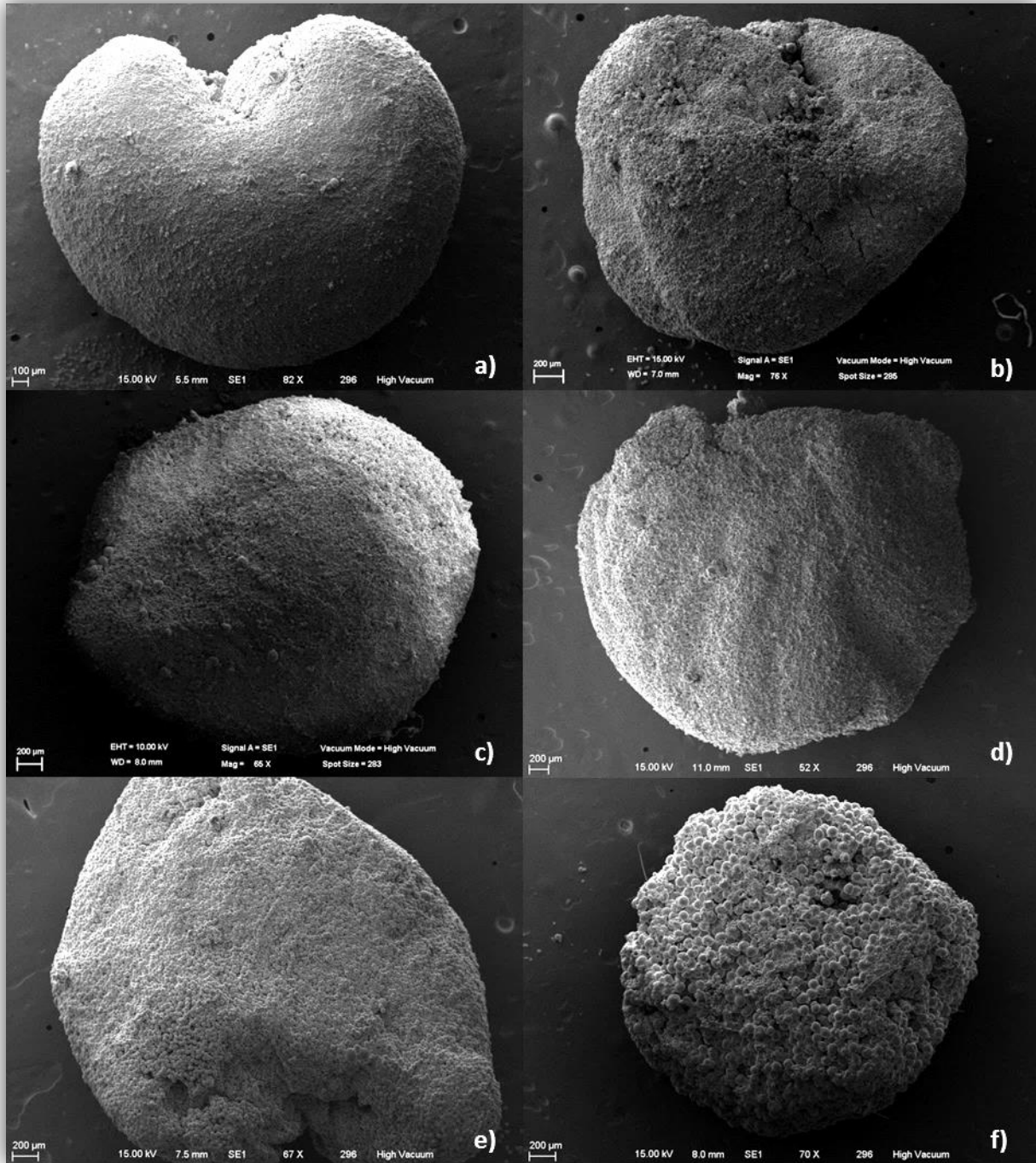


Figura 57. Formas de los acúmulos vistos al MEB, a) *Tricolpado Tipo III*, b) *Chenopodium glaucum*, c) *Ricinus communis*, d) *Psittacanthus calyculatus*, e) *Bidens odorata*, f) *Zea mays*.

APÉNDICE C

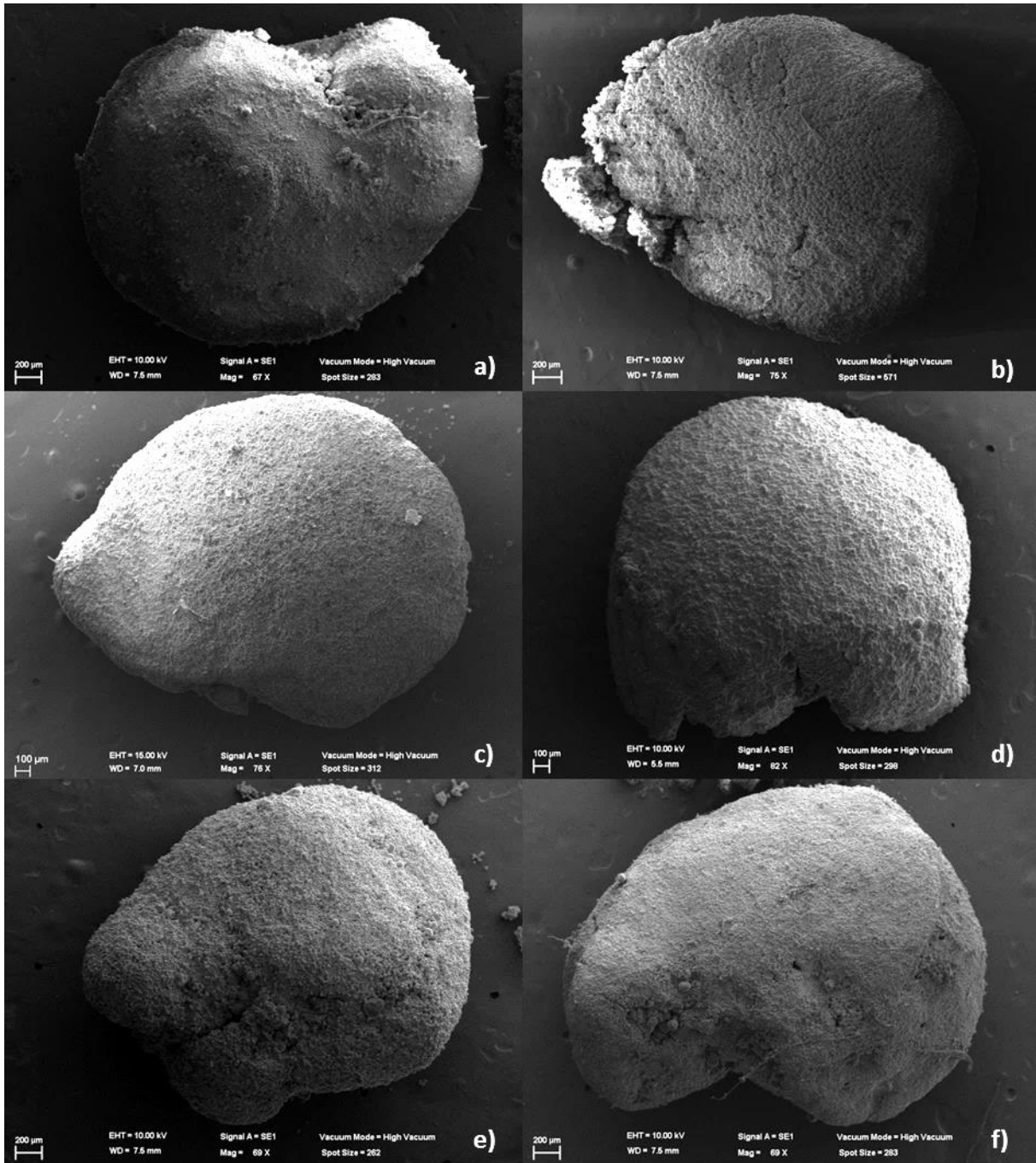


Figura 58. Formas de los acúmulos vistos al MEB, a) Tricolpado Tipo I, b) Tricolpado Tipo II, c) *Eucalyptus* sp., d) polen tipo Rosaceae, e) *Viguiera dentata*, f) *Commelina erecta*.

## APÉNDICE D

Las colectas de polen corbicular mostraron tener diferentes tonalidades aún entre colmenas del mismo apiario, lo que demuestra que cada colonia tiene preferencia por una u otra especie de polen.



Figura 59. Polen corbicular, cada imagen representa la primer colecta de polen hecha por una de las tres colmenas durante la misma semana, a-c) polen de apiario "Los Agapantos", d-f) apiario "La Estancia", g-i) apiario "Los Cuates".

APÉNDICE E



Figura 60. Plantas fuente de polen para *A. mellifera*, a) *Acacia farnesiana*, b) *Bidens odorata*.



APÉNDICE E



Figura 61. Plantas fuente de polen para *A. mellifera*, a) *Chenopodium glaucum*, b) *Commelina erecta*.

APÉNDICE E

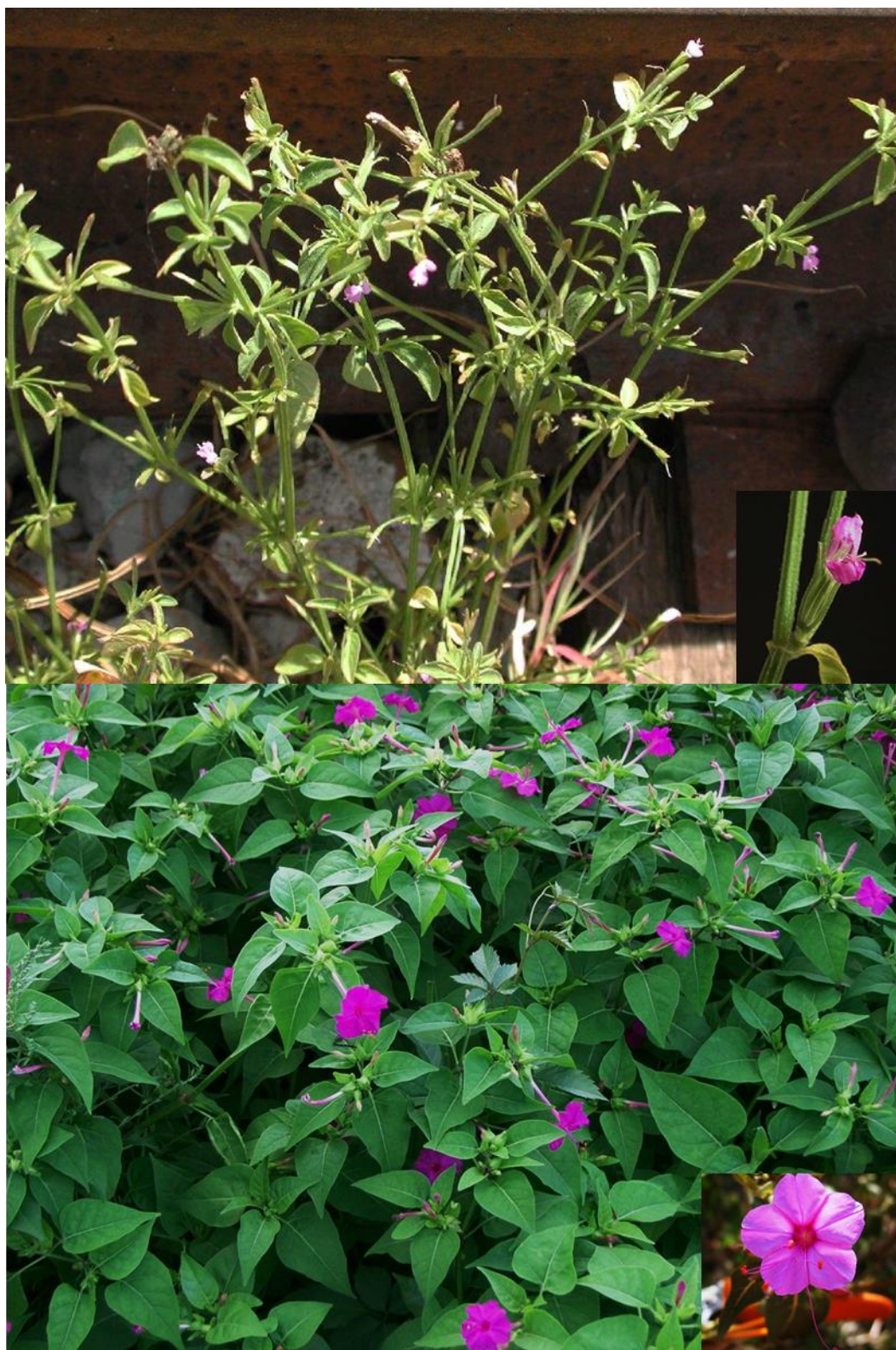


Figura 62. Plantas fuente de polen para *A. mellifera*, a) *Dicliptera peduncularis*, b) *Mirabilis jalapa*.

APÉNDICE E



Figura 63. Plantas fuente de polen para *A. mellifera*, a) *Polygonum mexicanum*, b) *Psittacanthus calyculatus*.

APÉNDICE E



Figura 64. Plantas fuente de polen para *A. mellifera*, a) *Ricinus communis*, b) *Schinus molle*.

APÉNDICE E

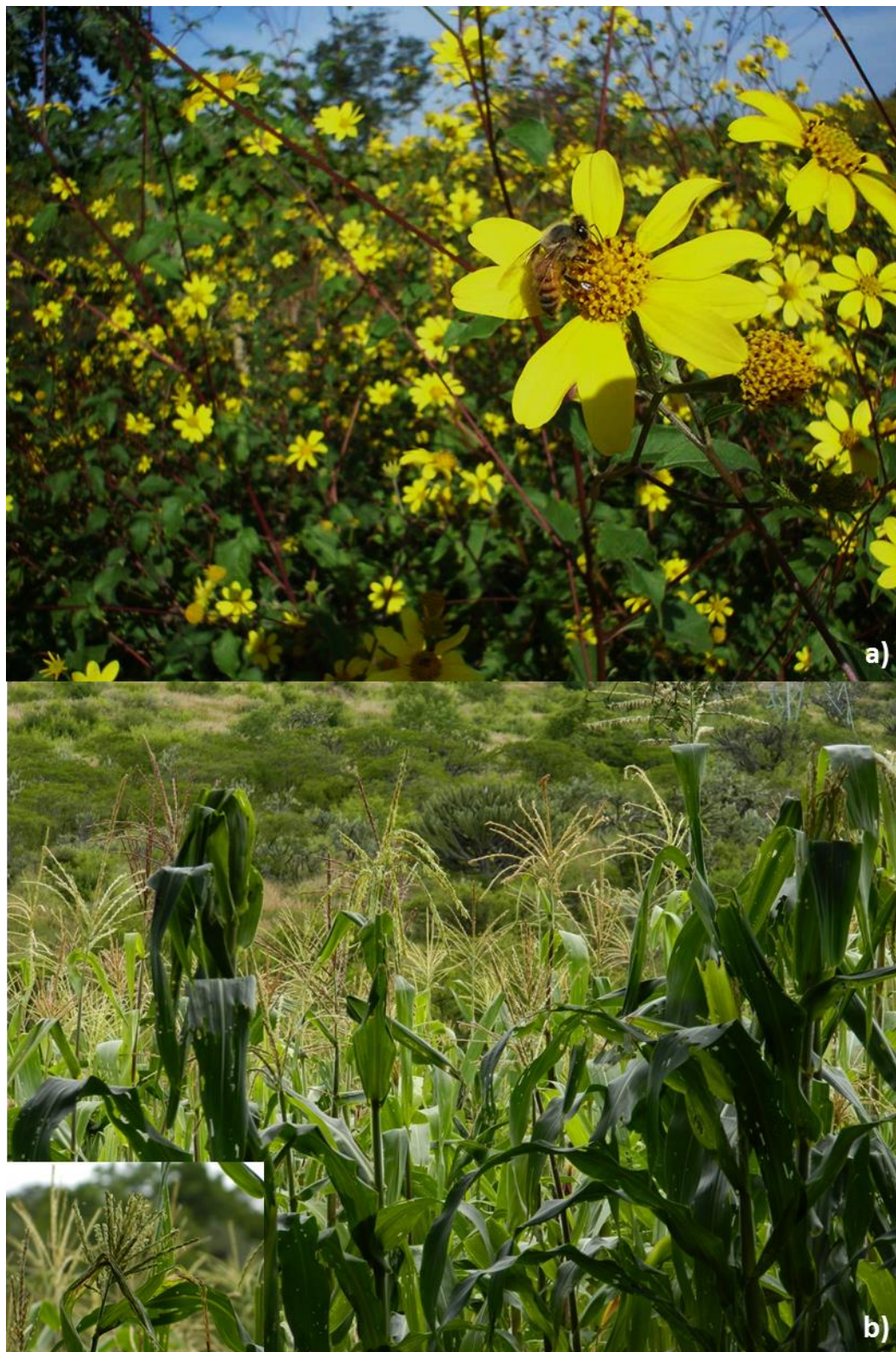


Figura 65. Plantas fuente de polen para *A. mellifera*, a) *Viguiera dentata*, b) *Zea mays*.