



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD Y
FUNCIONALIDAD DE LA MIEL PRODUCIDA POR ABEJAS
MELIPONAS (*Melipona beecheii*) EN LA COMISARÍA DE NOLO
MUNICIPIO DE TIXKOKOB, YUCATÁN.**

TESIS

Que presenta:

Carolina Lizeth Cambranis Pinto

Como requisito parcial para obtener el grado de:

Licenciada en Biología

Director de tesis: Dra. María de los Ángeles Sánchez Contreras

Asesor interno: Dr. Esaú Ruiz Sánchez

Conkal, Yucatán, México

mayo, 2026



TecNM

DIRECCIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Director (asesor externo):

María de los Ángeles Sánchez Contreras

Asesor interno:

Esaú Ruiz Sánchez

Revisor:

Maria Fernanda Ricalde Pérez

CONFORMACIÓN DEL JURADO DEL ACTO PROTOCOLARIO

Director (asesor externo):

María de los Ángeles Sánchez Contreras

Asesor interno:

Esaú Ruiz Sánchez

Revisor:

Maria Fernanda Ricalde Pérez

DEDICATORIAS

A la vida, por darme la oportunidad de estar y llevarme a encontrar lugares en donde pueda hacer lo que me apasiona.

*A mis padres: **Isis Atenea Pinto Pérez** y **Santiago Enrique Cambranis Ortegón** por su apoyo incondicional, amor, consejos, tiempo y vida entera.*

*A mis hermanos: **Karime Gissel Cambranis Pinto** y **Santiago Fernando Cambranis Pinto** por ser mis más grandes compañeros de aventura y compartir más que un vínculo si no un amor genuino.*

*A mi compañero de vida: **Geovani Renán Millan Piña** por estar en los momentos en los cuales más necesitaba, por escucharme y ser un pilar importante en este camino. Gracias por iluminarme con tu luz y no soltarme.*

*A mis colegas: **Saúl Hernández**, **Alicia Ibarra**, **Brisa Rosado** y **Jair Ceballos** por formar un buen equipo durante y fuera de la carrera, por las risas y buenos momentos.*

*Finalmente, a cada una de las **formas de vida** de este planeta que nos brindan los recursos y las bases para seguir coexistiendo.*

“La naturaleza es el único libro que ofrece un contenido valioso en todas sus hojas”

-Johann Wolfgang Von Goethe.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) subsede sureste, por permitirme y darme la oportunidad del uso de las instalaciones y los equipos para realizar el proyecto de Tesis.

Al Tecnológico Nacional de México Campus Conkal por ser mi lugar de formación durante los últimos cinco años, a sus maestros, Drs. y Dras. que me brindaron las bases, conocimientos y herramientas. Por sembrar esa semilla de curiosidad en la búsqueda de ser una profesionista.

A mi directora de tesis la Dra. María de los Ángeles Sánchez Contreras por haberme aceptado en el proyecto y darme la oportunidad de formar parte de su equipo; por brindarme las herramientas en el camino de la investigación y sobre todo por velar por el proyecto y por mí. Por expandirme en otras oportunidades en diferentes áreas de la investigación. Por la confianza, el cobijo y paciencia durante los meses de estancia. A la Dra. Mariana Delgadillo Díaz por ser el vínculo principal a la realización del proyecto y brindarme la confianza. Al Mtro. Francisco Humberto Ortiz Salazar por ser un apoyo fundamental en los análisis de laboratorio, por sus consejos, su intercambio de conocimiento y su mentoría en el transcurso del proyecto. A mi asesor el Dr. Esau Ruiz Sanchez por su apoyo y presencia en los distintos eventos realizados en torno al proyecto. A Yariely Balam y colaboradores del Meliponario ‘Tumben kuuxtal’ por brindarnos su tiempo, espacio y conocimientos.

A mi compañera de laboratorio Alejandra Álvarez Romero quién fue mi apoyo y guía durante el camino a la realización del proyecto, por los consejos y los buenos momentos. A mis amigos y colegas: Saúl Hernández, Dariana Muñoa, Vanessa Baleón, Román Castillo y Yolanda Hernández por haberme aconsejado y apoyado hasta la culminación de mi proyecto.

RESUMEN

La miel de abejas Meliponas (*Melipona beecheii*), es una especie nativa de abejas sin aguijón, altamente valorada en la región de Yucatán, aunque existen otras abejas sin aguijón con potencial para ser domesticadas, esta especie es la que prevalece. Su miel ha sido poco estudiada en relación con su capacidad antioxidante y su origen floral, lo que limita su valoración y promoción en mercados locales e internacionales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad y funcionalidad de la miel de *Melipona beecheii* con enfoque a la determinación de su actividad antioxidante y su origen floral como posibles parámetros de correlación con su funcionalidad. En el análisis palinológico se registraron exitosamente 39 especies florales para ambas épocas (seca y lluvia), siendo las familias con mayor abundancia Fabaceae, Solanaceae, Rutaceae, Asteraceae y Amarallydaceae. De las 12 muestras analizadas en melisopalinología, 7 se clasificaron como mieles monoflorales, de las cuales cinco fueron de la especie *Bursera simaruba*, dos de *Pisidium guajava* y una de *Mimosa bahamesis*. Para pH se obtuvo una media de 3.8; acidez libre con 18.33 (mEq/kg); para cenizas 0.27%; humedad 16.11%; °Brix con 76.54; el IR 1.48; conductividad eléctrica 0.29 mS/cm, en cuando a HMF se obtuvo una media de 31.21, para antioxidantes se obtuvo alta variabilidad entre muestras. La mayor equidad polínica en época lluvia sugiere que las condiciones abundantes favorecen una distribución más balanceada, mientras que la época de secas, con menor disponibilidad de recursos, podría permitir que algunas especies se vuelvan dominantes.

ABSTRACT

Meliponas honey bees (*Melipona beecheii*), is a native species of stingless bees, highly valued in the Yucatan region, although there are other stingless bees with the potential to be domesticated, this species is the one that prevails. Its honey has been little studied in relation to its antioxidant capacity and floral origin, which limits its valuation and promotion in local and international markets. The objective of this work was to evaluate the quality and functionality of *Melipona beecheii* honey with a focus on determining its antioxidant activity and its floral origin as possible parameters of correlation with its functionality. In the palynological analysis, 39 floral species were successfully recorded for both seasons (dry and rainy), with the families with the highest abundance being Fabaceae, Solanaceae, Rutaceae, Asteraceae and Amarallydaceae. Of the 12 samples analyzed in melissopalynology, seven were classified as monofloral honeys, of which five were from the species *Bursera simaruba*, two from *Pisidium guajava*, and one from *Mimosa bahamesis*. The average pH was 3.8; free acidity was 18.33 (mEq/kg); ash content was 0.27%; moisture content was 16.11%; °Brix was 76.54; IR was 1.48; electrical conductivity was 0.29 mS/cm; HMF was 31.21 on average; and antioxidants showed high variability between samples. Greater pollen equity during the rainy season suggests that abundant conditions favor a more balanced distribution, while the dry season, with fewer resources available, could allow some species to become dominant.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN	1
CONFORMACIÓN DEL JURADO DEL ACTO PROTOCOLARIO	2
DEDICATORIAS	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE ANEXOS	13
INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	14
<i>Objetivo general</i>	14
<i>Objetivo específico</i>	14
<i>Hipótesis</i>	15
FUNDAMENTO TEÓRICO	16
<i>Características y composición de la miel de abejas Meliponas (Melipona beecheii)</i>	17
<i>Importancia económica y cultural de la meliponicultura en Yucatán</i>	18
<i>Parámetros de calidad de la miel</i>	18
<i>Actividad antioxidante de la miel</i>	20
<i>Actividad antioxidante (ATT)</i>	22
DESARROLLO DEL PROYECTO	23
<i>Área de colecta de especies vegetales</i>	24
<i>Preparación, conservación y montaje de muestras de herbario</i>	25
<i>Colecta de muestras de miel de M. beecheii</i>	27
<i>Análisis físicoquímicos</i>	27
<i>Preparación de las muestras</i>	27
<i>pH</i>	28
<i>Conductividad eléctrica</i>	28
<i>IRND (Índice de refracción) y °Brix</i>	29
<i>Humedad</i>	29
<i>Cenizas</i>	29
<i>Hidroximetilfulfural (HMF)</i>	30
<i>Azúcares reductores</i>	30
<i>Glucosa (Glucómetro)</i>	33
<i>3,5-Ácido dinitrosalicílico (DNS)</i>	35
<i>Capacidad antioxidante</i>	35
<i>DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo)</i>	36
<i>ABTS (ácido 2,2-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)</i>	38
<i>Análisis Palinológico</i>	38
<i>Preparación de las muestras</i>	39
<i>Acetólisis</i>	40
<i>Análisis Melisopalinológico</i>	41
<i>Preparación de las muestras</i>	41

<i>Fijación de las muestras</i>	41
<i>Observación y conteo de polen</i>	42
<i>Análisis estadístico</i>	43
RESULTADOS Y DISCUSIONES	44
<i>Área de estudio</i>	44
<i>Identificación de especies vegetales (origen botánico)</i>	45
<i>Análisis Palinológico</i>	54
<i>Análisis Melisopalinológico</i>	56
<i>Análisis físicoquímicos</i>	74
<i>Azúcares reductores</i>	83
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	85
ANEXOS	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Parámetros para la evaluación de la calidad de miel.</i>	20
Tabla 2. <i>Concentraciones de glucosa para 5 ml de solución expresados en ml y μl.</i>	32
Tabla 3. <i>Listado florístico de especies colectadas en el meliponario.</i>	48
Tabla 4. <i>Listado florístico de especies florales con visualización de polen exitoso.</i>	53
Tabla 5. <i>Clasificación de las muestras de miel según su origen floral.</i>	56
Tabla 6. <i>Número de polen por especie en muestras de miel (época de seca).</i>	58
Tabla 7. <i>Número de polen por especie en muestras de miel (época de lluvia).</i>	59
Tabla 8. <i>Especies presentes en la muestra MNM-001-2025.</i>	61
Tabla 9. <i>Especies presentes en la muestra MNM-002-2025.</i>	62
Tabla 10. <i>Especies presentes en la muestra MNM-003-2025.</i>	63
Tabla 11. <i>Especies presentes en la muestra MNM-004-2025.</i>	64
Tabla 12. <i>Especies presentes en la muestra MNM-005-2025.</i>	65
Tabla 13. <i>Especies presentes en la muestra MNM-006-2025.</i>	66
Tabla 14. <i>Especies presentes en la muestra MNM-007-2025.</i>	67
Tabla 15. <i>Especies presentes en la muestra MNM-008-2025.</i>	68
Tabla 16. <i>Especies presentes en la muestra MNM-009-2025.</i>	69
Tabla 17. <i>Especies presentes en la muestra MNM-010-2025.</i>	70
Tabla 18. <i>Especies presentes en la muestra MNM-011-2025.</i>	71
Tabla 19. <i>Especies presentes en la muestra MNM-012-2025.</i>	72
Tabla 20. <i>Valores de análisis fisicoquímicos para muestras de miel de <i>M. beecheii</i>.</i>	74

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Desarrollo del proyecto para determinación de los parámetros de calidad y funcionalidad de la miel producida por abejas Meliponas (Melipona beecheii) en Nolo comisaría de Tixkokob, Yucatán.</i>	22
<i>Figura 2. Colecta de especies florales en los meses de febrero y junio. Colecta de especies de herbario (A, C, D), toma de fotografías para la base de datos y posterior identificación (B), llenado de bitácora de especies vegetales (E).</i>	23
<i>Figura 3. Partes de las especies vegetales que se colectaron para herbario.</i>	24
<i>Figura 4. Colecta de especies de herbario (A), colocación de especies vegetales en papel periódico y cartón una sobre otra (B) y prensa botánica (C).</i>	24
<i>Figura 5. Colecta de miel en los meses de abril y junio. Colecta de miel de caja 504 (A), vaciado de muestra en miel en frasco estéril (B), especie de M. beecheii en muestra de miel (C) y extracción de miel de los pots de miel (D).</i>	25
<i>Figura 6. Partes que conforman la colmena de M. beecheii.</i>	26
<i>Figura 7. Pellet (A), 5 ml de disolución de miel (B) y 20 ml de disolución de miel (C).</i>	26
<i>Figura 8. Colecta de especies de herbario (A), colocación de especies vegetales en papel periódico y cartón una sobre otra (B) y prensa botánica (C).</i>	27
<i>Figura 9. Prueba con tiras de Ph Fermont.</i>	28
<i>Figura 10. Prueba con Potenciómetro.</i>	28
<i>Figura 11. Colocación de muestra por goteo en la Termobalanza (A), muestra de M. beecheii en peso constante en Termobalanza (B), ceniza de miel después de 12 h en la mufla (C) y pesaje de muestra para ceniza en Balanza analítica (D).</i>	29
<i>Figura 12. Análisis de HMF.</i>	30
<i>Figura 13. Preparación de muestras para análisis HMF.</i>	31
<i>Figura 14. Medición de glucosa para curva de calibración.</i>	33
<i>Figura 15. Solución DNS.</i>	33
<i>Figura 16. Método DNS.</i>	34
<i>Figura 17. Aplicación de muestras de miel y DNS a los tubos de ensayo (A), calentamiento de las muestras a 100 °C (B) y muestras de miel y DNS después del baño maría (C).</i>	34
<i>Figura 18. Método DPPH.</i>	35

<i>Figura 19. Secuencia para medir las muestras en el espectrofotómetro dónde M: muestra, B: blanco y C -: control negativo.</i>	36
<i>Figura 20. Preparación de muestras florales para análisis Acetolítico. Muestras florales en gradilla (A) y separación de anteras de las flores (B y C).</i>	38
<i>Figura 21. Fijación de sedimentos polínicos para visualizar en microscopio. Pesaje en balanza analítica de los 5 g de miel (A) y sedimento polínico (pellet) después de la centrifugación (B).</i>	40
<i>Figura 22. Fijación de sedimentos polínicos para visualizar en microscopio.</i>	40
<i>Figura 23. Cuadrante de referencia para conteo de polen.</i>	41
<i>Figura 24. Visualización de polen en el microscopio. Polen en 10 x (A), polen en 40 x (B) y medida de polen vista ecuatorial en 40 x (C).</i>	41
<i>Figura 25. Mapa de ubicación del área de estudio.</i>	43
<i>Figura 26. Número de especies en época de seca por familia en la colecta en el meliponario de Nolo, Yucatán.</i>	45
<i>Figura 27. Número de especies en época de lluvia por familia en la colecta en el meliponario de Nolo, Yucatán.</i>	45
<i>Figura 28. Abundancia de familias presentes en época seca.</i>	46
<i>Figura 29. Abundancia de familias presentes en época lluvia.</i>	47
<i>Figura 30. Abundancia de especies florales en época de seca y lluvia en muestras de miel.</i>	57
<i>Figura 31. Número de especies por familia en época de seca en muestras de miel.</i>	60
<i>Figura 32. Número de especies por familia en época de lluvia en muestras de miel.</i>	60
<i>Figura 33. Sedimentos polínicos de la miel MNM-001-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Mim: Mimosa bahamensis; Pim: Pimienta dioica; Pisi: Pisidium guajava; Gym: Gymnopodium floribundum; Ac: Acacia pennatula; Sen at: Senna atomaria y Pisc: Piscidia piscipula.</i>	61
<i>Figura 34. Sedimentos polínicos de la miel MNM-002-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Gym: Gymnopodium floribundum y Sen at: Senna atomaria.</i>	61
<i>Figura 35. Sedimentos polínicos de la miel MNM-003-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Mim: Mimosa bahamensis; Pim: Pimienta dioica; Pisi: Pisidium guajava; Gym: Gymnopodium floribundum; Ac: Acacia pennatula; Sen at: Senna atomaria y Alt: Alternanthera ramosissima.</i>	63

Figura 36. Sedimentos polínicos de la miel MNM-004-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Mim: <i>Mimosa bahamensis</i> y Pim: <i>Pimienta dioica</i> .	64
Figura 37. Sedimentos polínicos de la miel MNM-005-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Mim: <i>Mimosa bahamensis</i> ; Pim: <i>Pimienta dioica</i> ; Gym: <i>Gymnopodium floribundum</i> y Cni: <i>Cnidoscolus aconitifolius</i> .	65
Figura 38. Sedimentos polínicos de la miel MNM-006-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Pim: <i>Pimienta dioica</i> ; Gym: <i>Gymnopodium floribundum</i> ; Sen at: <i>Senna atomaria</i> y Pisi: <i>Pisidium guajava</i> .	66
Figura 39. Sedimentos polínicos de la miel MNM-007-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Pim: <i>Pimienta dioica</i> ; Bur: <i>Bursera simaruba</i> ; Pisi: <i>Pisidium guajava</i> ; Sen at: <i>Senna atomaria</i> .	67
Figura 40. Sedimentos polínicos de la miel MNM-008-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Pim: <i>Pimienta dioica</i> ; Bur: <i>Bursera simaruba</i> ; Pisi: <i>Pisidium guajava</i> ; Pisc: <i>Piscidia piscipula</i> ; Sen at: <i>Senna atomaria</i> ; Ac pen: <i>Acacia pennatula</i> .	68
Figura 41. Sedimentos polínicos de la miel MNM-009-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Bur: <i>Bursera simaruba</i> ; Pisi: <i>Pisidium guajava</i> ; Pisc: <i>Piscidia piscipula</i> ; Sen at: <i>Senna atomaria</i> ; Ac pen: <i>Acacia pennatula</i> ; Ac gau: <i>Acacia gaumeri</i> y Cas fis: <i>Cassia fistula</i> .	69
Figura 42. Sedimentos polínicos de la miel MNM-010-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Bur: <i>Bursera simaruba</i> ; Pisi: <i>Pisidium guajava</i> ; Pisc: <i>Piscidia piscipula</i> ; Sen at: <i>Senna atomaria</i> ; Ac pen: <i>Acacia pennatula</i> ; Cas fis: <i>Cassia fistula</i> ; Mim: <i>Mimosa bahamensis</i> .	70
Figura 43. Sedimentos polínicos de la miel MNM-011-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Bur: <i>Bursera simaruba</i> ; Pisi: <i>Pisidium guajava</i> y Cas fis: <i>Cassia fistula</i> .	71
Figura 44. Sedimentos polínicos de la miel MNM-012-2025 acetolizada vista microscopio de 40x. Bur: <i>Bursera simaruba</i> ; Pisi: <i>Pisidium guajava</i> y Sen at: <i>Senna atomaria</i> .	72
Figura 45. Gráfica de Likert expresando parámetros fisicoquímicos para ambas épocas (lluvia y seca).	77
Figura 46. Diagrama de radar (gráfico de araña) para parámetros fisicoquímicos en ambas épocas (seca y lluvia).	78
Figura 47. Análisis estadísticos del índice de equidad de Pielou en ambas épocas (lluvia y seca).	81
Figura 48. Calibración de concentraciones de Glucosa para lectura en Glucómetro.	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Bitácora de registro de especies vegetales.</i>	86
Anexo 2. <i>Fichas técnicas de polen de especies florales en época de lluvia y seca.</i>	87
Anexo 3. <i>Fichas técnicas de polen de muestras de miel en época de seca y lluvia.</i>	125
Anexo 4. <i>Presentación en Congreso de “Cambio climático” en el CERT de Ticul.</i>	141
Anexo 5. <i>Presentación de cartel científico en el evento de Integración Académica Verano 2025.</i>	142
Anexo 6. <i>Presentación de taller de Palinología y recursos florales asociados a los Meliponinos.</i>	143
Anexo 7. <i>Presentación de cartel científico en el “Día del Biólogo” del del Instituto Tecnológico de Conkal.</i>	144
Anexo 8. <i>Presentación de cartel científico en el Foro “Abeja, ciencia y sociedad” del Instituto Tecnológico de Conkal.</i>	145
Anexo 9. <i>Presentación de cartel científico en el “Día del Biólogo” del del Instituto Tecnológico de Conkal. 1er lugar en la categoría “Exposición de cartel científico a nivel licenciatura”.</i>	145
Anexo 10. <i>Presentación de cartel científico en el “Día del agrónomo” del del Instituto Tecnológico de Conkal. 3er lugar en la categoría “Exposición de cartel científico”.</i>	145

INTRODUCCIÓN

La miel de abejas Meliponas (*Melipona beecheii*), una especie nativa de abejas sin aguijón, es altamente valorada en la región de Yucatán, tanto por sus propiedades medicinales y nutricionales como por su importancia cultural e histórica. Sin embargo, a pesar de su relevancia, los parámetros de calidad y funcionalidad de esta miel no han sido suficientemente estudiados ni estandarizados, para permitir garantizar su origen.

En la actualidad, la actividad antioxidante de la miel se reconoce como una de sus principales propiedades beneficiosas para la salud, ya que los antioxidantes juegan un papel crucial en la protección contra el estrés oxidativo y en la prevención de enfermedades crónicas.

Sin embargo, la miel de *Melipona beecheii* ha sido poco estudiada en relación con su capacidad antioxidante y su origen floral, lo que limita su valoración y promoción en mercados locales e internacionales. Además, la ausencia de normativas para validar sus parámetros de calidad dificulta su estandarización y comparación con otras mieles, afectando negativamente su comercialización y percepción de los consumidores.

Por lo tanto, es fundamental realizar un estudio exhaustivo que permita determinar los parámetros de calidad fisicoquímica, la funcionalidad y origen floral de la miel de abejas Meliponas producida en Nolo, Tixkokob, en el estado de Yucatán. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad y funcionalidad de la miel de abejas Meliponas (*Melipona beecheii*) enfocándose especialmente en la determinación de su actividad antioxidante y su origen floral como posibles parámetros de correlación con su funcionalidad.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general

Caracterizar los parámetros fisicoquímicos, la funcionalidad y origen floral de la miel producida por abejas Meliponas (*Melipona beecheii*) en la comisaría de Nolo municipio de Tixkokob, Yucatán, con el propósito de establecer correlaciones entre su composición botánica y las propiedades funcionales del producto

Objetivos específicos

Evaluar las características físicoquímicas de la miel de abejas Meliponas (*Melipona beecheii*) recolectada en Nolo, Tixkokob, Yucatán, durante dos épocas de colecta (lluvia y seca).

Determinar la actividad antioxidante de la miel de abejas Meliponas (*Melipona beecheii*) mediante métodos espectrofotométricos (DPPH y ABTS).

Identificar el origen floral de la miel mediante análisis melisopalinológico de miel, con el propósito de vincular la biodiversidad vegetal local en cada época con la composición y funcionalidad de la miel.

Hipótesis

La calidad y funcionalidad de la miel producida por abejas Meliponas (*Melipona beecheii*) está determinada por su origen floral, el cual determina su capacidad antioxidante e influye en sus propiedades fisicoquímicas.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Los Meliponinos son abejas diferentes a la mayoría de las especies melíferas que se conocen, viven en colonias permanentes con una reina y varias docenas o miles de obreras. El manejo de estas especies es conocido como meliponicultura, siendo el estado de Yucatán el sitio de mayor concentración de meliponicultura tradicional de la Península (González y Quezada, 2019). La especie de abejas sin aguijón que más se cultiva es la *Melipona beecheii*, conocida con el nombre maya de Xuna'an-kab; aunque en la región existen otras abejas sin aguijón con potencial para ser domesticadas, esta especie es la que prevalece (Ortíz et al., 2023).

Características y composición de la miel de abejas Meliponas (*Melipona beecheii*)

La miel de Melipona tiene un gran potencial de uso y se le atribuyen mejores propiedades en comparación con los productos de las abejas *Apis mellifera* (Ortíz et al., 2023). La calidad y composición de la miel depende de la vegetación y la zona geográfica donde se produzca, debido a que las características del entorno le proporcionan propiedades específicas a dicho alimento (Ontiveros et al., 2018), así como también del mantenimiento de la composición original de esta, que depende de muchos factores como el almacenamiento, recolección, estacionalidad, entre otros (Cahuich et al., 2015).

Es considerada un producto exótico, ya que, al ser una miel nativa es muy apreciada en la región por sus propiedades medicinales (INIFAP, 2023). Es ampliamente utilizada en las prácticas de la medicina tradicional en México y otros países como Guatemala, Colombia y Costa Rica desde tiempos ancestrales (Figuerola, 2020). Incluso múltiples estudios sugieren que tienen propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y cicatrizantes (Main, 2022).

También es muy valorada en la industria cosmética, donde se utiliza para crear productos como jabones y cremas. El polen de las Meliponas tiene un valor proteínico 50% mayor que el del resto de las abejas (SADER, 2022). Además, la miel de *Melipona beecheii* contiene compuestos bioactivos como proteínas, flavonoides y polifenoles, reconocidos por su alta actividad antioxidante. Sin embargo, la escasez de estudios y la limitada información disponible sobre su composición dificultan el establecimiento de parámetros concretos que definan sus propiedades y características específicas (Cahuich et al., 2015).

En este contexto, resulta fundamental generar conocimiento que permita establecer relaciones entre el origen floral y la funcionalidad antioxidante de esta miel, particularmente en regiones específicas como Nolo, Tixkokob, Yucatán. La identificación y cuantificación de la diversidad floral asociada a la producción de miel puede constituir un parámetro clave para comprender cómo la composición botánica influye en sus propiedades funcionales. Este enfoque no solo contribuiría a la caracterización integral del producto, sino que también fortalecería su valorización en mercados especializados y su reconocimiento como alimento funcional.

Importancia económica y cultural de la meliponicultura en Yucatán

El manejo de las abejas Meliponas (meliponicultura) ha sido una práctica desde tiempos prehispánicos. Sin embargo, en los últimos cincuenta años esta ha disminuido drásticamente (Vázquez, 2019).

De acuerdo con el censo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS) del 2024 hecho en 38 municipios y 58 localidades del Estado de Yucatán, establece que tanto hombres como mujeres están involucrados en el manejo de la Meliponicultura, sin embargo, por factores no solo ambientales si no económicos y sociales, e incluso, a pesar del apoyo de diferentes instituciones

gubernamentales y no gubernamentales además de empresas pioneras del estado, ésta sigue presentando dificultades dónde el 30% indicó falta de apoyos, el 19% mencionó que son los roles de género (siendo las más afectadas las meliponicultoras) el 17% indica que es la comercialización, el 15% mencionó la falta de capacitaciones, el 14% mencionó aspectos ambientales el 9% señaló el desconocimiento del valor de la abeja *Melipona* por la ciudadanía y las autoridades.

La miel que producen se encuentra entre las mejores del mundo, por lo que su precio supera en 30% el de la miel obtenida de las abejas *Apis*, esto significa una importante oportunidad de comercio para las regiones donde se practica la meliponicultura (Ortíz et al., 2023). Sin embargo, en épocas de escasez de néctar, la abeja busca alimento en otras fuentes de azúcar y frecuentemente recoge mielada, que es la mezcla de miel de flores con savia (Fattori, 2004).

Los mayas utilizaban su miel cómo endulzante, medicina o también obtenían su cera para realizar velas, ya que posee propiedades curativas, de hecho, existe evidencia de que su miel tiene una importante actividad antimicrobiana (Ramón-Sierra et al. 2015).

En cuanto a la apicultura, ha sido una práctica que históricamente ha marcado el inicio de un uso y manejo económico de la abeja del género *Apis*. En la época de la colonia tomó más relevancia debido a la introducción de esta especie por los europeos, lo que causó que la práctica de la meliponicultura fuera paulatinamente desplazada (Villanueva y Colli-Ucan, 1996).

A diferencia de la meliponicultura en la cultura maya, la apicultura no tiene un gran impacto en la relación cultural. Sin embargo, a pesar de que no se hacen ceremonias o rituales alrededor de esta práctica, eso no quiere decir que no es compatible con el manejo del monte o la milpa, por lo que hubo una adaptación de esta actividad agropecuaria entre los mayas peninsulares (Rosales y Rubio, 2008). El manejo de las abejas *Apis* en la región de Yucatán permite que exista

una apicultura sobresaliente, que genera un sistema de producción altamente valorado económicamente, debido a que se genera una amplia variedad de productos para el consumo humano. Esta práctica se diferencia de las otras actividades de la región debido a que depende de las condiciones medio ambientales para que la colonia pueda desarrollarse (De Araujo, et al., 2010).

Hablando en términos económicos la práctica de la apicultura ha generado un valor económico que favorece una exportación anual de alrededor de 10,000- 30,000 toneladas de miel (Echazarreta, s.f.). En México la producción de miel se genera en todos los estados, siendo la región sureste la que más relevancia tiene, debido a la mayor producción que se genera, siendo históricamente el estado de Yucatán el líder de producción en México teniendo en total un 18.8% del volumen generado en toda la República (Ocampo-Thomason, et al., 2016).

En cuánto los otros estados que conforman la Península, Campeche ocupa el segundo lugar a nivel nacional con una producción del 18.6% y Quintana Roo ocupa el tercer lugar generando el 11.1% del total nacional. Las principales exportaciones se hacen a Europa y Estados Unidos, sin embargo, la población mexicana registra un bajo consumo de la misma (INEGI, 2012).

Parámetros de calidad de la miel

La miel tiene composición específica, esto, determinado según las especies vegetativas de las cuales obtengan el néctar, así como otros factores abióticos que se encuentran en el medio. La calidad natural de la miel de *Apis* se determina mediante sus propiedades organolépticas, aroma, color y sabor, dicha calidad es determinada por normas y estándares previamente establecidos para su venta comercial establecidos mediante la norma mexicana. Para cumplir los estándares se

realizan análisis físicoquímicos que permiten medir la calidad e inocuidad de la miel (Alfaro, et al., 2010).

En México la NORMA Oficial Mexicana: NMX-F-036 NORMEX-2006 es la que rige producción de miel y especificaciones que debe contener para miel de *Apis*, a nivel mundial el Codex Alimentarius para la miel: Codex Stan 12-1981 de acuerdo con la FAO y la Comisión Internacional de la Miel son las que rigen a la miel como alimento y producto de exportación (Alfaro, et al., 2010). Sin embargo, existen en otros países normativas adecuadas a las diferencias de estas mieles en cuanto a su origen tropical y su producción ancestral como la ISO 7540:2021 utilizados por países como Argentina, Brasil, España, entre otros.

Actividad antioxidante de la miel

La miel es un producto alimenticio que se ha utilizado desde la antigüedad por sus propiedades nutricionales y terapéuticas, así como también juega un papel importante como agente antioxidante (Contreras- Martínez, 2023), siendo la miel rica en compuestos fenólicos y flavonoides, entre otros componentes antioxidantes. Las propiedades antioxidantes de la miel están estrechamente relacionadas con su color, reportándose que las mieles más oscuras presentan valores antioxidantes más elevados. Diversos estudios han demostrado que, gracias a sus propiedades intrínsecas y a la presencia de peróxido de hidrógeno, la miel contribuye a inhibir el crecimiento bacteriano (Fraccaro, 2022).

La miel de *Melipona beecheii* tiene cientos de sustancias bioactivas, tales como los ácidos fenólicos, flavonoides, enzimas como la glucosa oxidasa, catalasa peroxidasa, entre otros. Estos compuestos provienen de las plantas de las cuales las abejas recogen el néctar y el polen, es por

ello que la capacidad antioxidante de la miel es fuertemente influenciada por su origen botánico (Dorantes-Salazar et al., 2023).

Actividad antioxidante (ATT). Existen alimentos funcionales que necesitan agentes bioactivos para cumplir una función específica en el organismo, dentro de los cuales se encuentran los compuestos antioxidantes. Estos, tienen las características principales de inhibir o disminuir el proceso de oxidación de bio macromoléculas.

Tabla 1

Parámetros para la evaluación de la calidad de miel.

Parámetros	
<i>Azúcares</i>	La calidad de miel depende en su mayoría por la cantidad de azúcares contenidos en ella (glucosa, fructuosa y amilasa), estos deben corresponder a la miel y no a el azúcar común (sacarosa).
<i>Humedad</i>	El contenido de agua en la miel es un factor importante debido a que el exceso de la misma, puede causar su fermentación.
<i>Ceniza</i>	El contenido de ceniza está asociado con la higiene o que presente adulteración con melaza.
<i>Acidez</i>	Es uno de los parámetros de calidad que influye en el deterioro y con la fermentación por la presencia de microorganismos. Además, es indicador de frescura, debido a que entre más baja la acidez es mejor.

<i>pH</i>	Los niveles normales de la miel generalmente se encuentran en un rango de 3.2- 4.5. Esta acidez natural desempeña un papel crucial al inhibir el crecimiento de microorganismos y contribuir a la conservación de la miel.
<i>Hidroximetilfulfural (HMF)</i>	Es un compuesto que indica la frescura de la miel.
<i>Conductividad eléctrica</i>	Generalmente no supera los 0,8 mS/cm en las mieles de flores.

DESARROLLO DEL PROYECTO

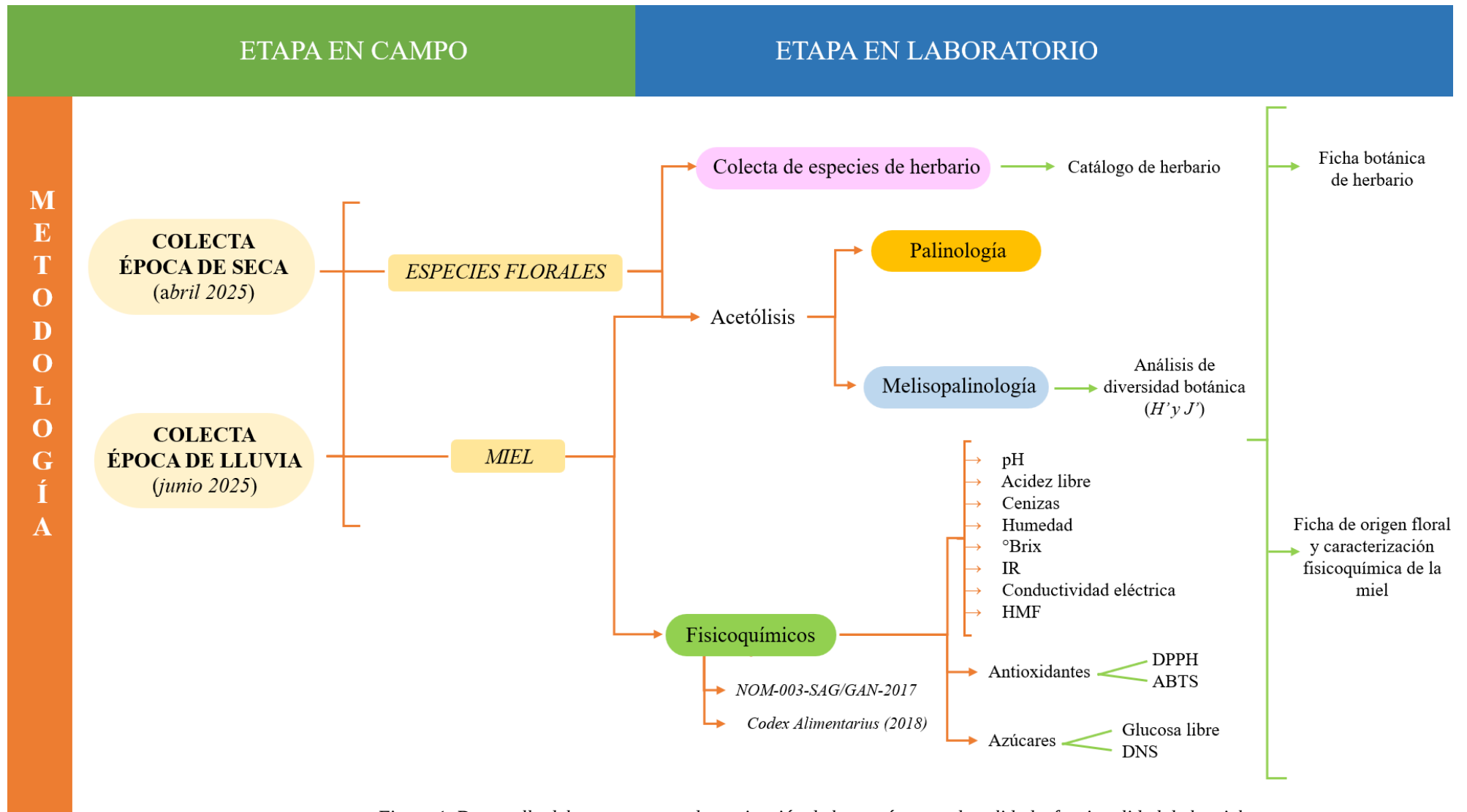


Figura 1. Desarrollo del proyecto para determinación de los parámetros de calidad y funcionalidad de la miel producida por abejas Meliponas (*Melipona beecheii*) en Nolo comisaría de Tixkokob, Yucatán.

Área de colecta de especies vegetales

El primer muestreo en campo se realizó en febrero del año 2025, correspondiente a la época de seca, mientras que el segundo muestreo se realizó en el mes de junio del mismo año, correspondiente a la época de lluvia.

La colecta se realizó en un radio de 2 km alrededor del meliponario, durante las primeras horas de la mañana antes del mediodía (12 h). Se seleccionaron especies vegetales en floración o con botones florales, posteriormente se tomaron muestras de las flores para colocarlas dentro de tubos cónicos previamente etiquetados con códigos de identificación para cada espécimen en los que se agregó 20 ml de alcohol al 70% para su traslado a laboratorio (Figura 1). Los códigos correspondientes fueron registrados en una bitácora (Anexo 1), en la cual también se incluyeron los datos botánicos de cada especie vegetal. Se recolectaron muestras de tallo, hojas y flores de cada individuo seleccionado, las cuales fueron colocadas en una prensa botánica con el fin de su posterior identificación taxonómica. Cabe señalar que los mismos códigos fueron utilizados tanto para las muestras florales destinadas al herbario como para aquellas empleadas en el análisis palinológico, con el fin de mantener la trazabilidad entre ambas fuentes de referencia.



Figura 2. Colecta de especies florales en los meses de febrero y junio.

Colecta de especies de herbario (A, C, D), toma de fotografías para la base de datos y posterior identificación (B), llenado de bitácora de especies vegetales (E).

Preparación, conservación y montaje de muestras de herbario

Se colectaron las especies vegetales al mismo tiempo que se tomaban las muestras para el análisis palinológico. Se colectó la mayor parte de la planta: tallo, hojas, flores (figura 2).

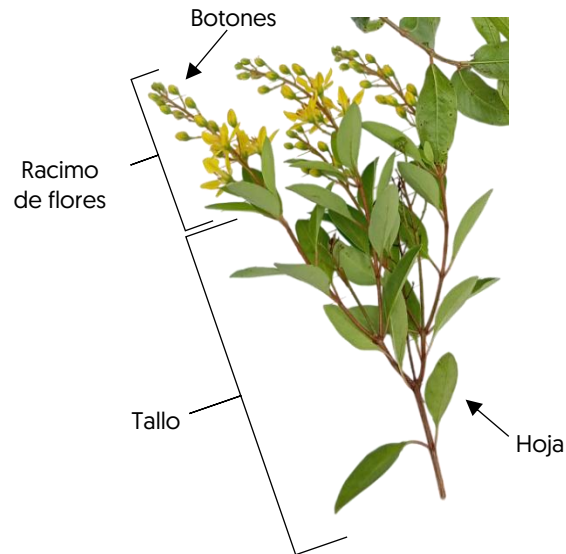


Figura 3. Partes de las especies vegetales que se colectaron para

Posterior a ello, se colocaron una a una sobre papel periódico y cartón, acomodándolas de manera estética dentro de la prensa botánica (figura 3), para su posterior secado (aproximadamente de 3-4 meses).



Figura 4. Colecta de especies de herbario (A), colocación de especies vegetales en papel periódico y cartón una sobre otra (B) y prensa botánica (C).

Colecta de muestras de miel de *M. beecheii*

Las colectas de miel se realizaron durante las épocas de seca y lluvia, en abril y junio respectivamente del año 2025, de igual manera, durante las primeras horas de la mañana. Nos brindaron 6 cajas de las cuales se tomaron aproximadamente 5-10 ml por muestra. Se utilizó el equipo necesario para manipular las cajas: mandil, guantes de látex, nitrilo y cofia.

La extracción de miel se realizó con jeringas adaptándole un popote en la punta de la misma en lugar de aguja. Con ayuda de la aguja de la jeringa se abrieron los pots de miel (Figura 4) (pequeños sacos dónde se almacena) para introducir la jeringa y hacer la extracción de la miel, que posteriormente fue colocada en frascos estériles de 50 ml. Por cada caja se hizo uso de material nuevo, con el fin de no contaminar las muestras y no mezclar la miel. Una vez que se extrajeron las muestras de cada una de las cajas se sellaron con papel film y fueron etiquetadas con un código temporal para su posterior identificación.



Figura 5. Colecta de miel en los meses de abril y junio. Colecta de miel de caja 504 (A), vaciado de muestra en miel en frasco estéril (B), especie de *M. beecheii* en muestra de miel (C) y extracción de miel de los pots de miel (D).

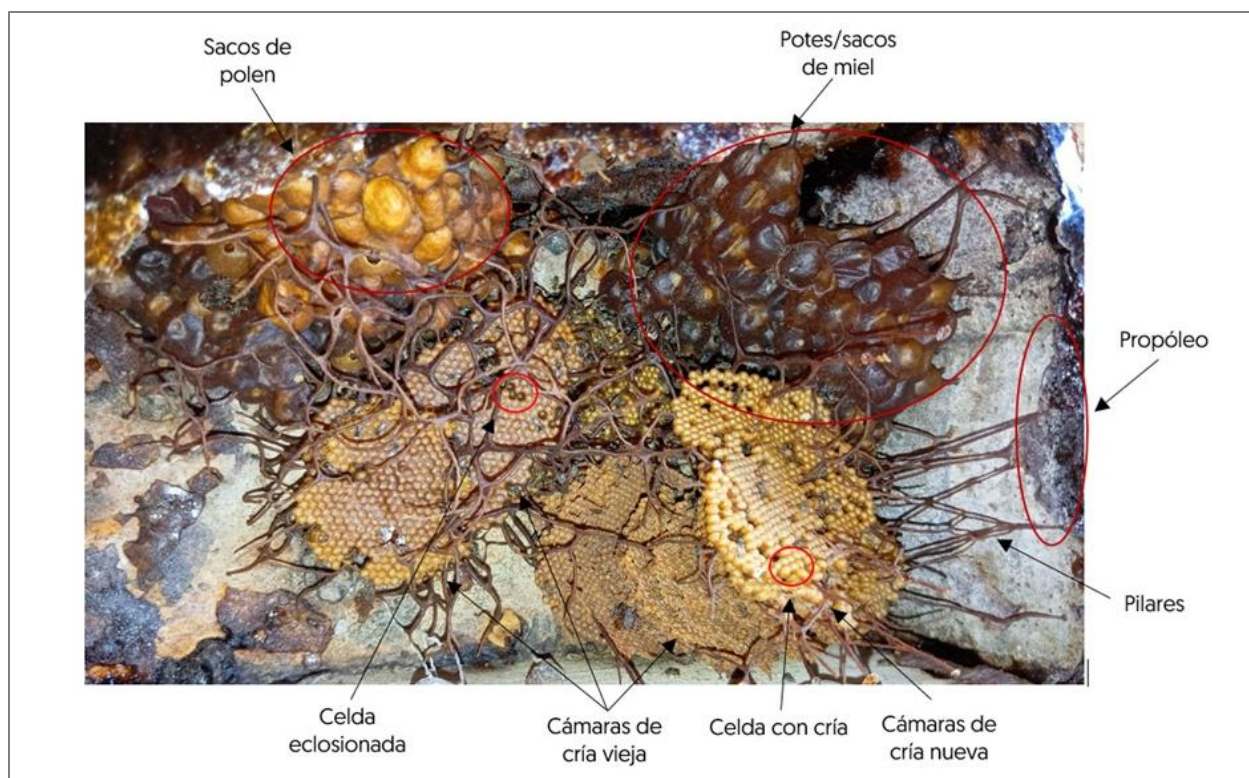


Figura 6. Partes que conforman la colmena de *M. beecheii*.

En laboratorio las muestras fueron etiquetadas con un código de identificación (Figura 6) el cual lleva los siguientes datos:

Tipo de muestra + lugar + especie de abeja- n° de muestra- año de colecta-temporada

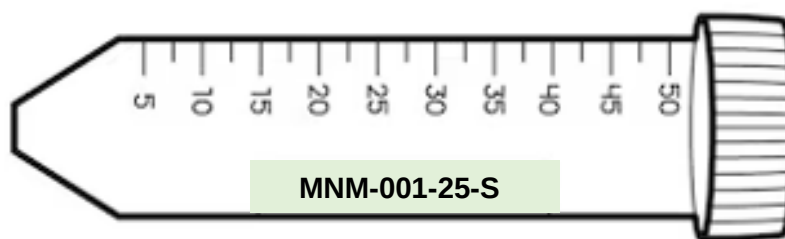


Figura 7. Código de etiquetado de las muestras.

(**MNM**: Miel-Nolo-Melipona-S/LL)

Análisis físicoquímicos

Los análisis se realizaron en los Laboratorios de Bioprocesos y Alimentos del CIATEJ. Previamente se realizó un ajuste del método para la dimensión de la muestra de la cantidad de miel (ml) para cada uno de los análisis, esto, contemplando las cantidades de miel por muestra y hacer más eficiente el rendimiento de la misma, adecuándolos a los protocolos experimentales.

Preparación de las muestras. Para cada una de las muestras se colocaron en tubos de centrifuga 5 g de miel en 25 ml de agua destilada, con ayuda del vórtex se diluyó la muestra, se homogeneizó y después se centrifugó a 4,700 rpm por 15 min a 4 °C. Una vez centrifugado, se separaron 5 ml de la dilución en tubos etiquetados de 10 ml; los 20 ml restantes fueron separados en tubos nuevos de centrifuga de 50 ml y el pellet (se reservó para realizar acetólisis) permaneciendo en los tubos de centrifuga iniciales (Figura 7).

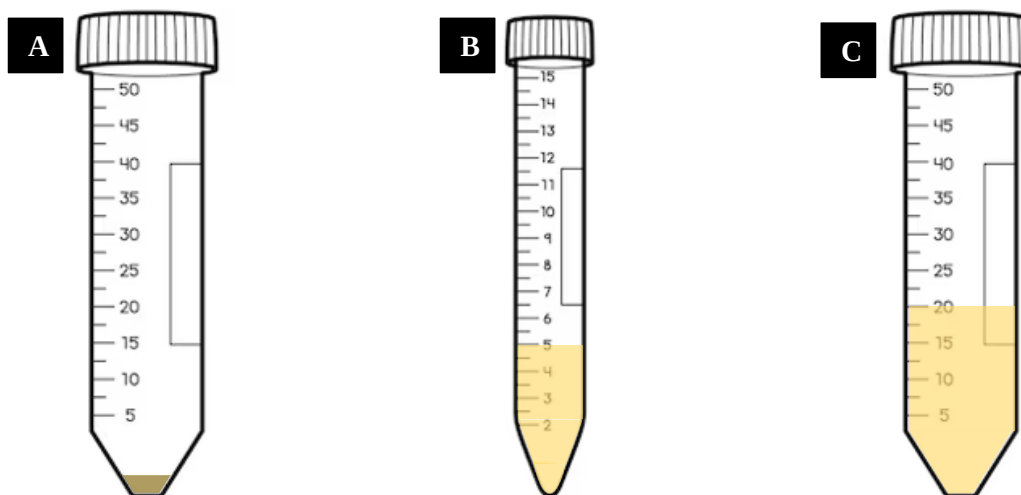


Figura 8. Pellet (A), 5 ml de disolución de miel (B) y 20 ml de disolución de miel (C).

pH. Para determinar la acidez o alcalinidad de las muestras de miel, se utilizaron dos métodos. El primero; fue con el test de tiras reactivas de pH Fermont. Se utilizaron gotas de las disoluciones de 5 ml de cada una de las muestras. Se seleccionaron 6 tiras y con una pipeta Pasteur se colocaron 2 gotas en cada una con su respectiva muestra (Figura 8). Los resultados se anotaron de acuerdo a la simbología que contiene la caja del test. En el segundo método se utilizó el medidor de pH HACH Sension+ PH3 previamente calibrado (Figura 9). Se hicieron tres repeticiones por muestra.

Conductividad eléctrica. Se utilizaron las disoluciones de 5 ml de cada una de las muestras. Se determinó con el medidor de sobremesa HACH Sension+ PH3 previamente calibrado, con tres repeticiones por muestra.

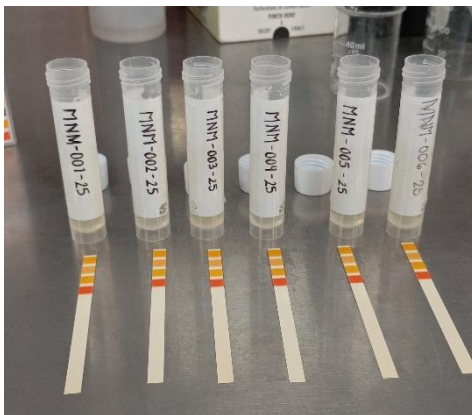


Figura 9. Prueba con tiras de Ph Fermont.



Figura 10. Prueba con Potenciómetro.

IRND (Índice de refracción) y °Brix. Ambos se midieron con el refractómetro para líquidos Abbe NAR-1T Atago previamente calibrado con agua destilada. Por cada muestra se hicieron cuatro repeticiones colocando una gota de miel fresca (sin diluir) en el prisma de refracción.

Humedad. Fue determinada con la termobalanza Ohaus MB45 configurada para mieles a 130 °C por 5 min y posteriormente la temperatura desciende a 105 °C por 60 s. Para colocar las muestras se utilizaron platillos de aluminio para balanza (**A**).

Primero se pesó el platillo, luego se taro y posteriormente se aplicó 1 g de muestra de miel fresca con una pipeta de Pasteur haciendo pequeños toques sobre el platillo sin formar gotas voluminosas ni ejerciendo presión sobre el resorte de la balanza. Por cada muestra se hicieron cuatro repeticiones (**B**).

Cenizas. Para determinar cenizas se pesaron de 2 g de muestra de miel fresca (**C**) para cada uno de los 6 crisoles de porcelana tarados, previamente secos y puestos a peso constante en la balanza analítica OHAUS. Se introdujeron los 6 crisoles con las muestras a la estufa de secado por 3 h a 50 °C. Una vez secas las muestras fueron trasladadas a la Mufla Felisa FE-363 por 5 h a 525 °C (**D**), se dejaron reposar y enfriar por 12 h para colocarlas en el desecador y pesarlas a peso constante en la balanza analítica.

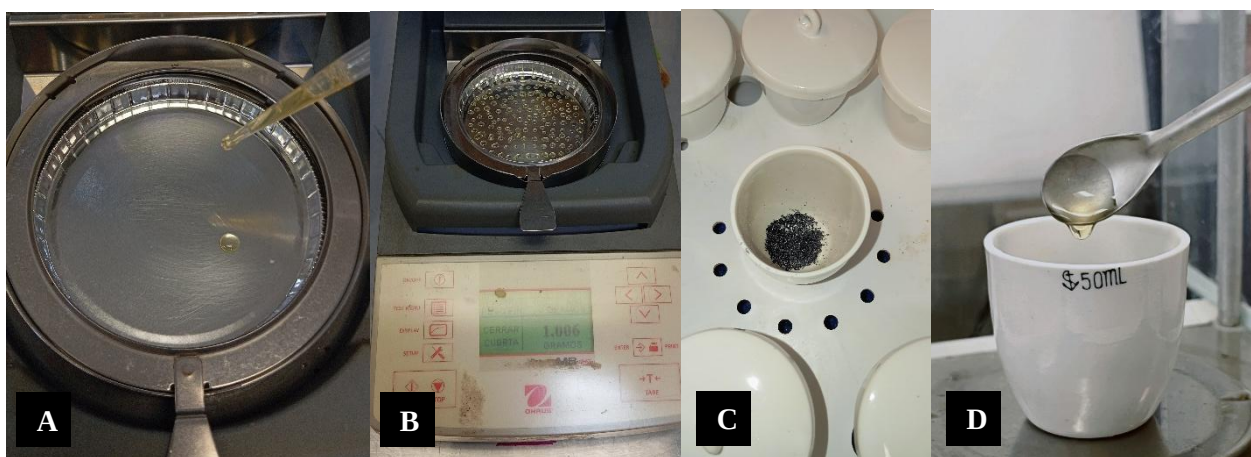


Figura 11. Colocación de muestra por goteo en la Termobalanza (**A**), muestra de *M. beecheii* en peso constante en Termobalanza (**B**), ceniza de miel después de 12 h en la mufla

(**C**) y pesaje de muestra para ceniza en Balanza analítica (**D**).

Hidroximetilfulfural (HMF). Con la primera dilución de miel (5 g / 25 ml) se tomaron 20 ml de la solución ya homogeneizada. Se utilizaron tres soluciones: Carrez I y Carrez II y Bisulfito de sodio, previamente ajustando la cantidad de reactivos para la dimensión de la muestra.

Carrez I. Se agregó 1.5 g de Ferrocianuro de potasio (hexacianoferrato (II)), en un frasco ámbar de 40 ml se colocó el reactivó agregándole 10 ml de agua destilada y diluyendo constantemente hasta obtener una solución homogénea.

Carrez II. Se agregó 3 g de Acetato de Zinc dihidratado y en un frasco ámbar de 40 ml se colocó el reactivó agregándole 10 ml de agua destilada y diluyendo constantemente hasta obtener una solución homogénea.

Bisulfito de sodio. Se agregó 0.20 g de Bisulfito de sodio en un matraz aforado de 50 ml, aforando a la misma cantidad. Se preparó en cada repetición de la prueba.

Una vez preparados los reactivos, en un matraz de 50 ml se colocó 20 ml de la solución de miel por cada una de las muestras. A cada matraz se le agregó 500 µl de **Carrez I** y 500 µl de **Carrez II** aforando hasta obtener 50 ml de la solución (Figura 12). Se agitó constantemente para posteriormente pasar a tubos cónicos y centrifugar por 15 min a 4000 rpm. Una vez centrifugadas cada una de las muestras se obtuvo una solución separada de pellet y solución líquida.

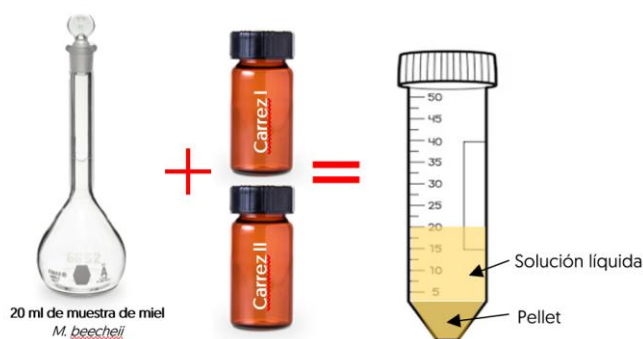


Figura 12. Análisis de HMF.

Para medir el porcentaje presente en la miel del compuesto HMF se utilizaron 13 viales ámbar de 15 ml (ya que el compuesto es fotosensible), cada muestra se preparó junto con su blanco. Para la preparación de las muestras se colocó en un vial por cada muestra 5 ml de muestra de miel y 5 ml de agua destilada, para la preparación del blanco (solución de referencia) se agregó de igual manera a un vial 5 ml de Bisulfito de sodio y 5 ml de muestra de miel (Figura 13).



Figura 13. Preparación de muestras para análisis HMF.

Determinación de la absorbancia (espectrofotometría). Se utilizaron celdas para espectrofotómetro, se midieron en dos longitudes de onda: 284 nm y 336 nm. Primero se colocaron 500 µl de blanco en la celda para medir ambas longitudes de onda, posterior a ello, se colocaron en la misma celda previamente limpia nuevamente 500 µl, pero ahora de la solución de muestra de miel, de igual manera para medir ambas longitudes de onda, anotando los resultados en una bitácora.

Azúcares reductores

Glucosa (Glucómetro). Se realizó una curva de glucosa, utilizando glucosa a 900 mg/dl de la marca Sigma. Se ajustaron seis concentraciones para 5ml de solución de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Fórmula 1: } C_1V_1=C_2V_2 \longrightarrow V_1 = \frac{(\text{Concentración}) (V_2)}{900 \text{ mg/dl}}$$

Despeje

Dónde:

C_1 = Concentración 1

V_1 = Volumen 1

C_2 = Concentración 2

V_2 = Volumen 2

Las concentraciones que se tomaron en cuenta para hacer la curva de calibración fueron, se expresan en la tabla 2.

Tabla 2.

Concentraciones de glucosa para 5 ml de solución expresados en mililitro (ml) y microlitro (μl).

<i>Concentración 2</i>	<i>Volumen 1 (ml)</i>	<i>Volumen 1 (μl)</i>
60	0.33	333
70	0.38	389
80	0.44	444
90	0.5	500
100	0.55	556

Una vez obtenidas las cantidades en μl de glucosa en matraces aforados de 5 ml se pusieron las cantidades correspondientes a cada concentración aforándolo con agua destilada. Posterior a ello se aplicaron 100 μl en cada pozo de una placa de porcelana (figura 14) las concentraciones, para medirlas con las tiras del glucómetro Accu Chek Guide.

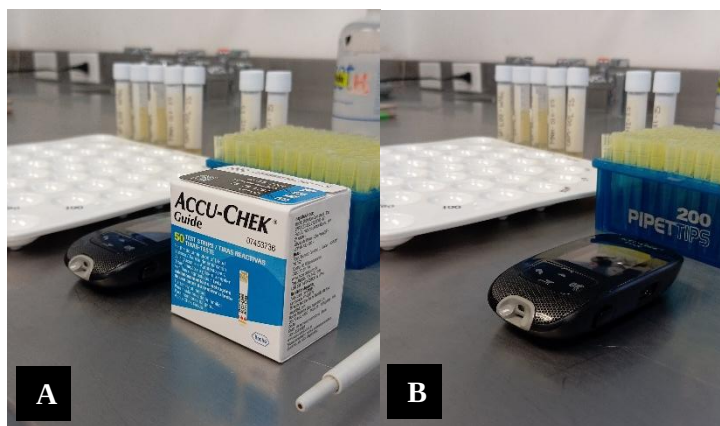


Figura 14. Medición de glucosa para curva de calibración. Tiras reactivas para determinación de glucosa (A) y Glucómetro (B).

3,5-Ácido dinitrosalicílico (DNS). Para preparar la solución DNS se utilizó 1 g de Hidróxido de sodio, 20 g Tartrato de sodio, 1 g de Ácido dinitrosalicílico, 0.2 g de Fenol y 0.5 g de Metabisulfito, pesando los reactivos en la balanza analítica. Posterior a ello en un matraz aforado de 100 ml se mezclarán los reactivos con agua destilada hasta obtener una solución homogénea (figura 15). Se pasó a un frasco de cristal transparente y debido a que es una solución fotosensible se cubrió con aluminio, anotando en su etiqueta el nombre de la solución, cantidad y fecha de preparación.



Figura 15. Solución DNS.

Para medir las cantidades de DNS en las muestras, se colocaron 13 (12 para las muestras y 1 para el blanco) tubos de ensayo en una gradilla, a cada tubo se le agregó 500 μ l de muestra de miel (a excepción del blanco que se le agregaron 500 μ l de agua destilada) y 1250 μ l de DNS (figura 16).



Figura 16. Método DNS.

Posterior a ello, se calentaron a baño maría en una parrilla durante 15 min a 100 °C y para que el vapor no salga y el olor de la solución al calentarse no se volatilice, en la parte superior de los tubos de ensayo se colocaron perlas de vidrio (figura 17).

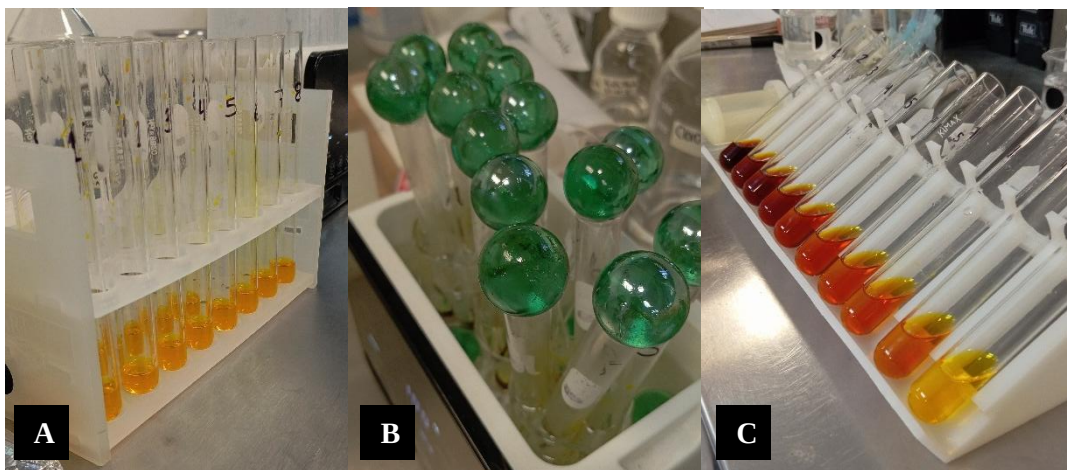


Figura 17. Aplicación de muestras de miel y DNS a los tubos de ensayo (A), calentamiento de las muestras a 100 °C (B) y muestras de miel y DNS después del baño maría (C).

Una vez pasados los 15 min se dejaron enfriar y se pudo notar el cambio de coloración para cada una de las muestras, unas con un naranja brillante más oscuras que otras. A cada una de las muestras se le agregó 4 ml de agua destilada para diluir la muestra y poder medirlas en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 550 nm . Se midió tres veces por muestra.

Capacidad antioxidante

DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo). Se pesaron 0.024 g de DPPH para 100 ml de Metanol (anexo 2). Se colocó en un matraz aforado de 100 ml agregando con una pipeta Pasteur poco a poco agua destilada y se fue agitando hasta diluir homogéneamente el DPPH. Previo a ello el matraz fue cubierto con papel aluminio, ya que es una solución fotosensible. Posteriormente se colocó la solución en un frasco transparente con papel aluminio y cubriendo la tapa con papel film y papel parafilm, evitando así que el evapore el Metanol.



Figura 18. Método DPPH.

Para la preparación de las muestras se prepararon cuatro controles negativos (sirven para tener un margen de referencia, ya que el DPPH es inestable), las 12 muestras y cada una con su respectivo blanco de referencia (figura 18).

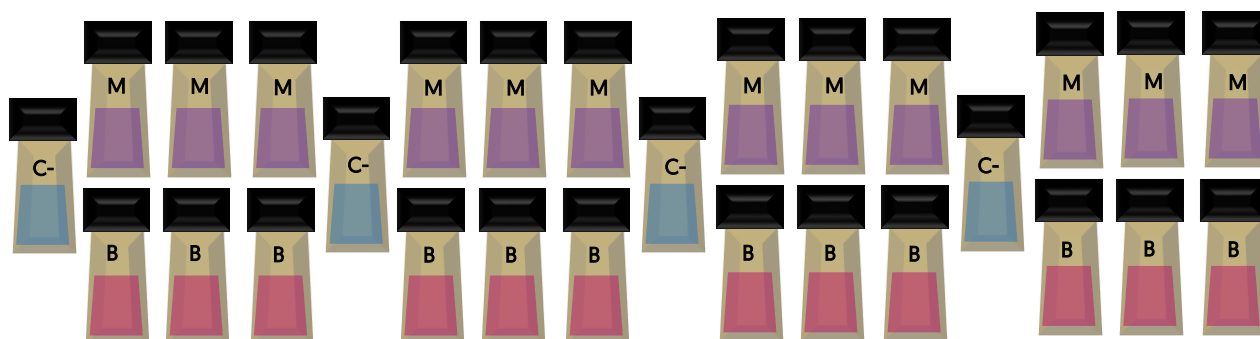


Figura 19. Secuencia para medir las muestras en el espectrofotómetro

dónde **M**: muestra, **B**: blanco y **C-**: control negativo.

La muestra fue preparada con 400 μl de muestra de miel y 3800 μl de DPPH ($0.06 \mu\text{mol}$), el blanco fue preparado con 400 μl de muestra de miel y 3800 μl de Metanol y, por último, el Control negativo con 400 μl de Metanol y 3800 μl de DPPH ($0.06 \mu\text{mol}$). Una vez en el espectrofotómetro se hizo la lectura previa de la solución pura del DPPH ($0.06 \mu\text{mol}$), a una longitud de onda de 515 nm, dando una absorbancia entre 0.6 y 0.7 nm, posteriormente se leyó el control negativo, el blanco y la muestras, así consecutivamente hasta terminar con todas las muestras.

ABTS (ácido 2,2-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico). Se disolvieron 2 tabletas de ABTS (5 mg) de la marca Roche en 5 ml de agua destilada, para activar el ABTS se agregaron 5 ml de Persulfato de potasio ($2.45 \mu\text{mol}$) para activar los radicales y sea $\text{ABTS}^{\bullet+}$ ($0.07 \mu\text{mol}$). Se utilizó el vortéx para homogeneizar la muestra. En un tubo de 50 ml se colocó la solución y se cubrió con papel aluminio debido a que es fotosensible.

Para la preparación de las muestras se prepararon tres controles negativos, las 12 muestras y cada una con su respectivo blanco de referencia.

La muestra fue preparada con 60 μl de muestra de miel y 1000 μl de ABTS ($0.7 \mu\text{mol}$), el blanco fue preparado con 60 μl de muestra de miel y 1000 μl de agua destilada, por último, el Control negativo con 60 μl de Metanol y 1000 μl de ABTS ($0.7 \mu\text{mol}$).

Una vez en el espectrofotómetro se hizo la lectura previa de la solución pura del ABTS (0.07 μmol), a una longitud de onda de 415 nm, dando una absorbancia entre 0.7 nm, posteriormente se leyó el control negativo, el blanco y la muestras, así consecutivamente hasta terminar con todas las muestras.

Para determinar la capacidad antioxidante de ambos análisis se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de inhibición} = 100 - \left[\frac{\text{Abs. muestra} - \text{Abs. blanco}}{\text{Abs. control}} \right] 100$$

Dónde:

Abs. muestra = Absorbancia de la muestra a 515 nm.

Abs. blanco = Absorbancia del blanco a 515 nm.

Abs. control = Absorbancia del control a 515 nm.

Análisis palinológico

Preparación de la muestra. A las flores previamente colectadas se les extrajo las anteras con ayuda de pinzas, luego se colocaron en tubos de centrifuga de 50 ml con 20 ml de alcohol al 70%, luego se agitaron en el vórtex para obtener la mayor cantidad de material polínico. Posteriormente se colocaron los tubos con muestra en la centrifuga a 4,700 rpm por 20 min a 4 °C, lo anterior con la finalidad obtener un pellet (pequeña porción de material) (Figura 20).



Figura 20. Preparación de muestras florales para análisis Acetolítico.

Muestras florales en gradilla (A) y separación de anteras de las flores (B y C).

Acetólisis. Ya obtenido el pellet, se retiró el sobrenadante de la muestra para realizar la técnica de acetólisis de Erdtman (1969). Para ello, se utilizaron tres reactivos: *ácido acético glacial*, *ácido anhídrido acético* y *ácido sulfúrico* los cuales se necesitaron para las diferentes etapas.

Etapas 1. Se colocaron las muestras con los reactivos en la campana de extracción de gases, a cada muestra se le agregó 100 µl de ácido acético glacial dejándolo reposar por 3 min y llevándolo a la centrifuga a 4,700 rpm por 15 min a 4 °C.

Etapas 2. Posterior a la centrifugación, se decantó el sobrenadante de la muestra polínica para agregarle a cada una, 1 ml de la *mezcla acetolítica* compuesta por: 9 ml de *ácido anhídrido acético* + 1 ml de *ácido sulfúrico (9:1)*. Posteriormente se colocaron a baño maría por 10 min a 100°C (punto de ebullición del agua).

Etapas 3. Teniendo las muestras sin decantar se le agregaron a cada una 500 µl, esto con el fin de detener el proceso de acetólisis. Se centrifugó nuevamente la muestra a 4,700 rpm por 15 min a 4 °C.

Etapas 4. Se decantó el sobrenadante conservando únicamente el pellet y se lavó con un 1 ml de agua destilada. Se centrifugó nuevamente la muestra a 4,700 rpm por 15 min a 4 °C.

Etapas 5. Para conservar la muestra se decantó el sobrenadante y se le agregó 50 µl de agua y 50 µl de glicerol.

Análisis Melisopalinológico

Preparación de la muestra. Se diluyeron 5 g en 25 ml de agua destilada, posteriormente se hizo un centrifugado, y el pellet (sedimento polínico), fue lo que se utilizó para dicho análisis (figura 21). Se realizó la técnica de acetólisis de Erdtman (1969), igual que para las especies florales descrita en la sección anterior.

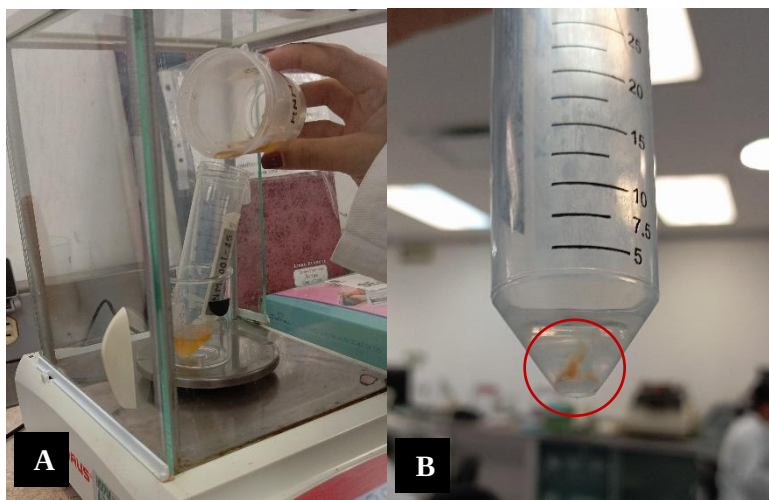


Figura 21. Fijación de sedimentos polínicos para visualizar en microscopio.

Pesaje en balanza analítica de los 5 g de miel (A) y sedimento polínico (pellet) después de la centrifugación (B).

Fijación de las muestras. Se tomaron 10 μ l de cada muestra y colocaron en dos puntos diferentes en el porta objeto (Figura 22) y se colocó esmalte de uñas en cada esquina del cubre objetos para que este se mantuviera fijo.

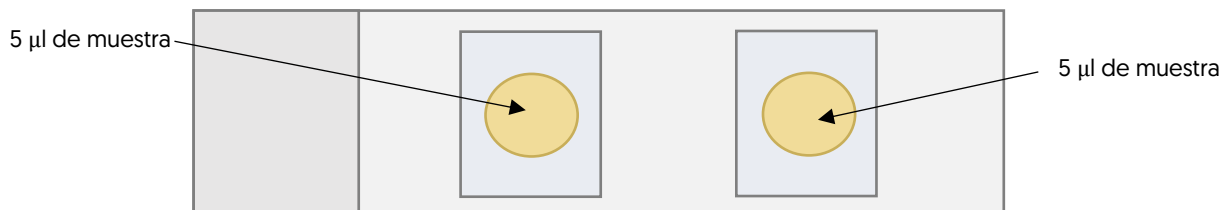


Figura 22. Fijación de sedimentos polínicos para visualizar en microscopio.

Observación y conteo de polen

Se realizó un conteo mediante la técnica de cuadrantes, dónde se cuadriculó un cubre objetos en nueve espacios y se colocó sobre el cubre objetos que contenía la muestra, para determinar las unidades de polen presente tanto en las muestras de miel como de polen de muestras florales (figura 23).

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Figura 23. Cuadrante de referencia para conteo de polen.

Para visualizar los cuadrantes primero, se utilizó el objetivo en 10 x, una vez que se determinó que si había presencia de polen, se cambió al objetivo 40 x, con el cual se visualizaron todas las muestras. En cuanto a la identificación del polen, se midieron en vista polar y en vista ecuatorial, anotando cada dato en la bitácora, y tomando foto en ambas vistas (figura 24).

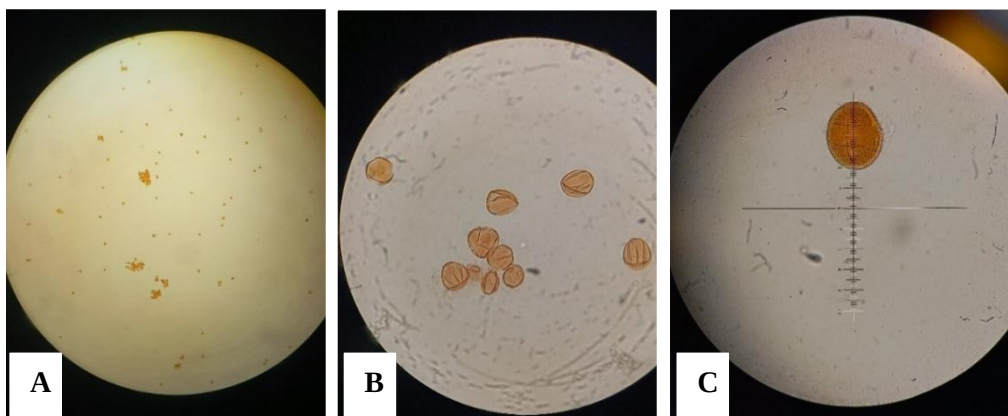


Figura 24. Visualización de polen en el microscopio.

Polen en 10 x (A), polen en 40 x (B) y medida de polen vista ecuatorial en 40 x (C).

Visualización y conteo de polen especies florales. Se identificaron las vistas polares y ecuatoriales para posteriormente medir al menos tres polenes en cada una. Se tomaron fotos y una vez obtenidos los resultados, se registraron en una base de datos. Dicha base de datos contiene el promedio de las medidas de ambas vistas que ayudó a determinar su descripción.

Visualización y conteo de polen para mieles. Se hizo el conteo de polen por cuadrantes utilizando “claves” de identificación, ya sea por características de forma, cantidad de poros o colpos. Una vez se hizo el conteo general, se realizó un conteo por cada tipo de polen, para cada una de las muestras.

Análisis estadístico

Los valores obtenidos en los análisis fisicoquímicos fueron evaluados empleando el programa estadístico Statgraphics Centurion (2018). Para determinar los índices se empleó el programa Excel utilizando las siguientes fórmulas:

$$H' = -\sum [(p_i) \times \ln(p_i)] \quad p_i = \frac{n}{N} \quad J' = H' / \ln(S)$$

Índice de diversidad de Shannon *Índice de uniformidad de Pielou*

Dónde:

H' = Índice de Diversidad de Shannon

p_i = Abundancia relativa de una especie.

Σ = Símbolo del sumatorio

$\ln$ = Logaritmo natural.

J' = Índice de Uniformidad de Pielou.

S = Número total de especies.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en época de seca (noviembre – mayo, 2025) y época de lluvia (junio – octubre, 2025). La colecta de especies florales y miel se realizó en la comisaría de Nolo, Tixkokob dentro del meliponario “Tumben kuxtal” y zonas aledañas (figura 25). Presenta vegetación densa, con selva baja caducifolia, principalmente arbustos y matorrales espinosos, su clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (SETY, s.f.)

El trabajo experimental se realizó dentro del Parque Científico en el CIATEJ (Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco) subsele sureste, en el laboratorio de Bioprocesos, dónde se realizaron los análisis físicoquímicos, palinológicos y melisopalinológicos.

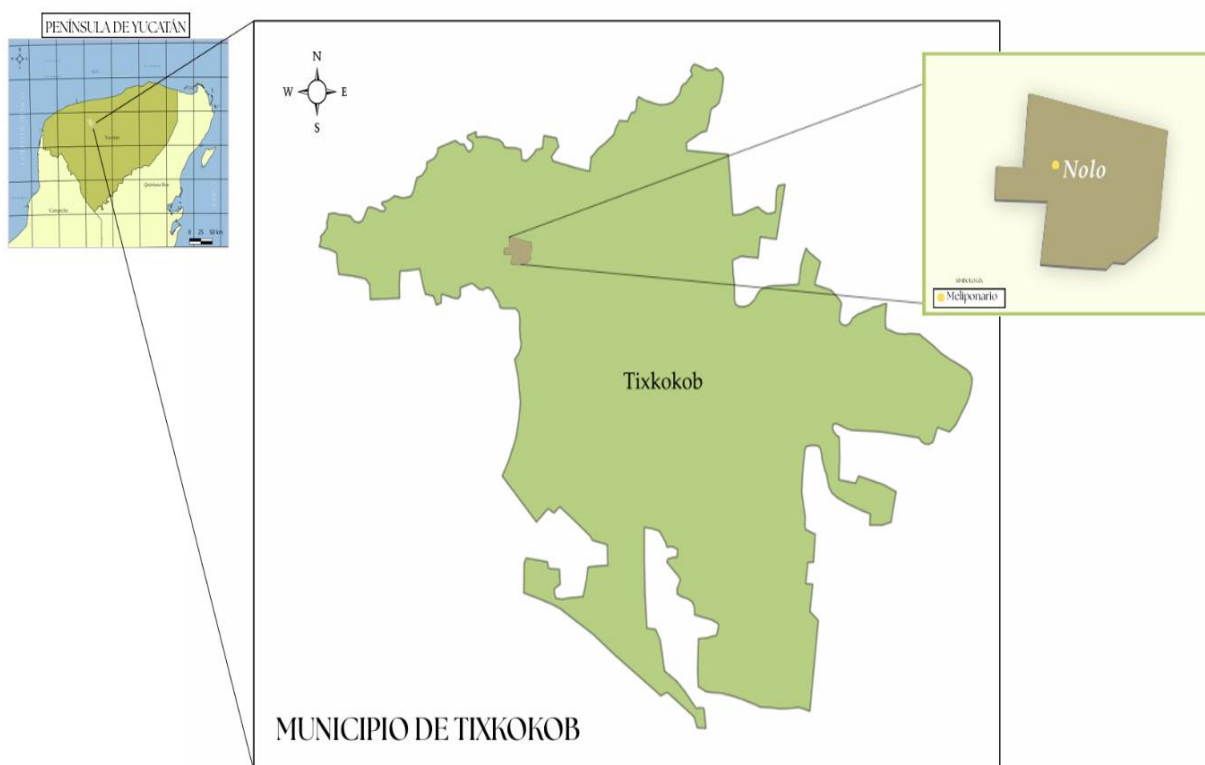


Figura 25. Mapa de ubicación del área de estudio.

Identificación de especies vegetales (origen botánico)

De la colecta realizada en época de seca (abril) se obtuvieron un total de 33 especies vegetales, las cuales se clasificaron en 18 familias y 27 géneros (gráfica 1). Las familias con mayor abundancia fueron: Fabaceae (15,6 %); Rutaceae y Asteraceae (9,3 %), seguidas de Acanthaceae, Arecaceae, Solanaceae y Convolvaceae (6,2 %) con menor presencia. Las familias que presentaron una sola especie fueron: Bignoniaceae, Caesalpiniaceae, Boraginaceae, Lauraceae, Polygonaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Rubiaceae, Cucurbitaceae, Caricaceae, Lamiaceae, Amaranthaceae y Petiveriaceae (3,1 %) (figura 26).

En cuanto a la época de lluvia (junio) se obtuvieron un total de 23 especies vegetales con 14 familias y 23 géneros (gráfica 2). Siendo las familias Solanaceae y Apocynaceae con mayor abundancia (13 %), al igual que Acanthaceae, Amaryllidaceae, Apocynaceae, Boraginaceae y Fabaceae (8,6 %), seguidas de Amaranthaceae, Annonaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Polygonaceae y Rubiaceae (4,3 %) con menor presencia (figura 27).

Se colectaron un total de 46 especies, las cuales se agrupan en 23 familias y 43 géneros. La familia con mayor dominancia dentro de la colecta fue Fabaceae (15,6 %), seguida de Solanaceae y Apocynaceae (13 %), mientras que los géneros con mayor número de especies fueron *Citrus* e *Ipomea* (3 y 2 especies respectivamente), lo que coincide con el listado florístico de Carnevali, *et al.* (2010) quién las clasifica como flora nativa de la Península de Yucatán.

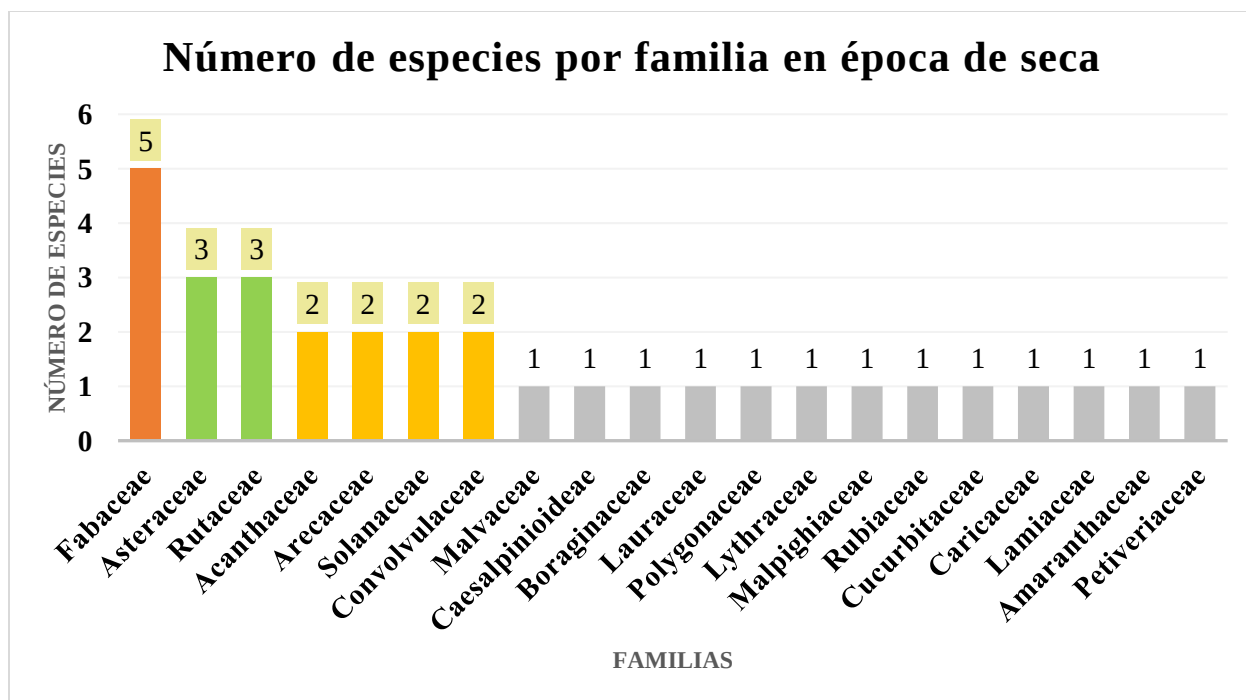


Figura 26. Número de especies en época de seca por familia en la colecta en el meliponario de Nolo, Yucatán.

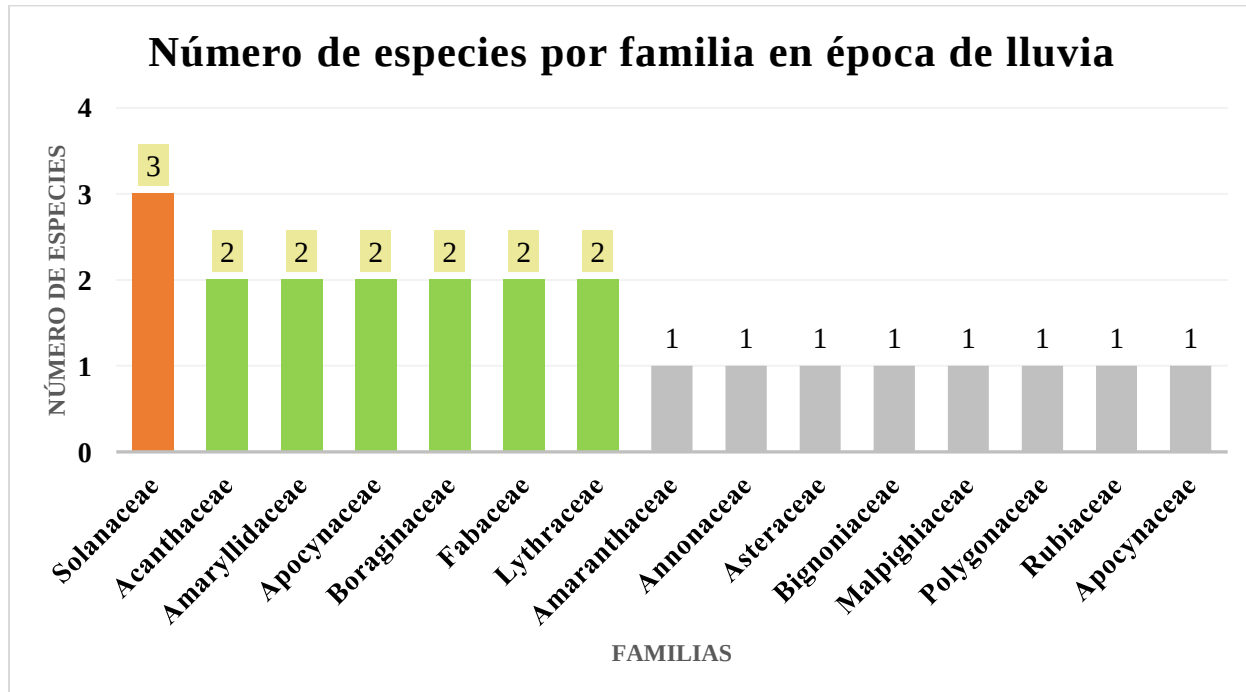


Figura 27. Número de especies en época de lluvia por familia en la colecta en el meliponario de Nolo, Yucatán.

Las familias con más dominancia durante la época de seca fueron Fabaceae (15,6 %) seguida de Asteraceae, Rutaceae, Acanthaceae, Arecaceae y Solanaceae (9,3 %), mientras que las demás familias tuvieron una abundancia del 3% (figura 28). Los géneros que predominaron en esta época fueron *Citrus* (3 especies) e *Ipomea* (2 especies).

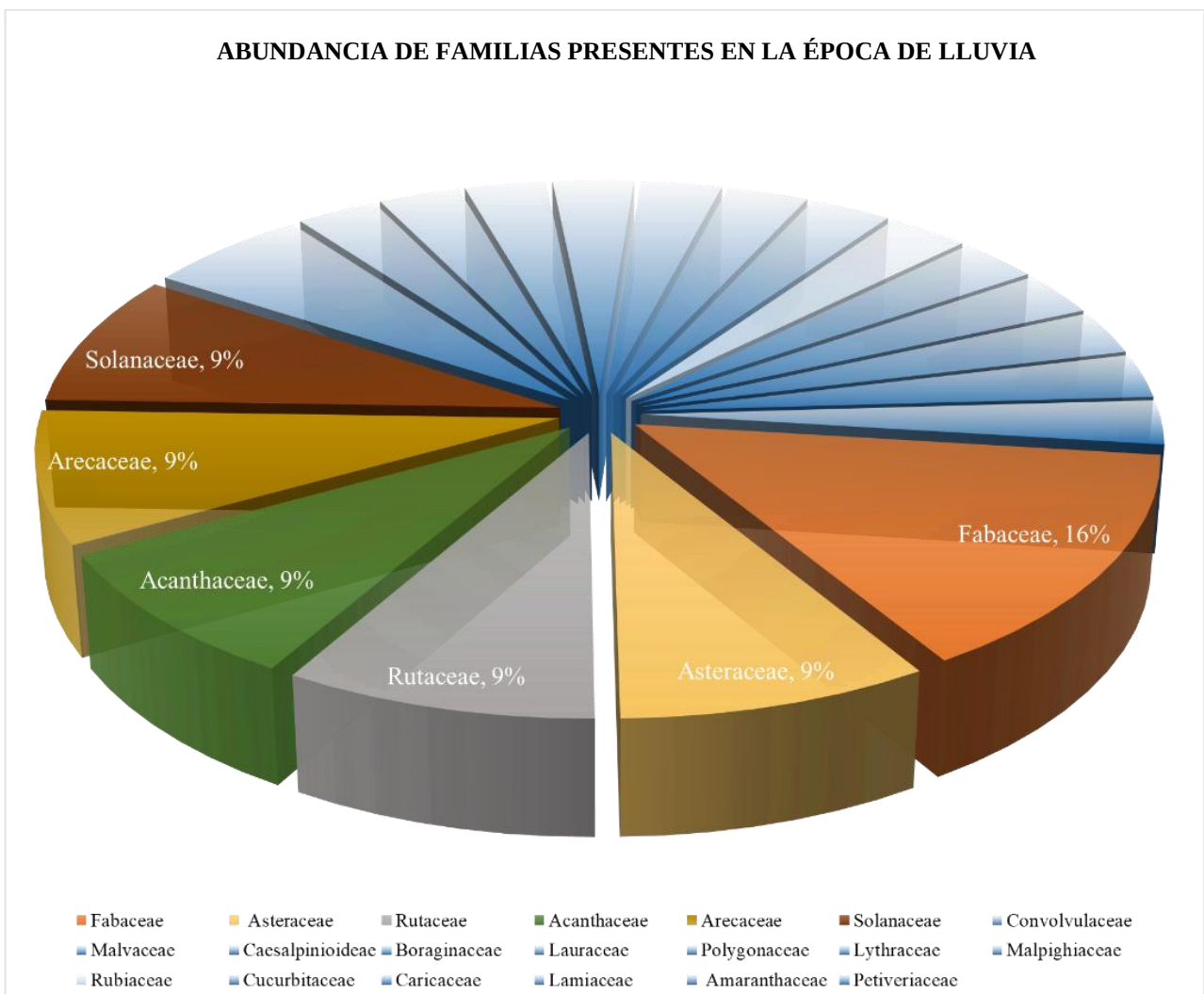


Figura 28. Abundancia de familias presentes en época seca.

Las familias con más dominancia durante la época de lluvia fueron Solanaceae (13 %) seguida de Lythraceae, Fabaceae, Boraginaceae, Apocynaceae, Amaryllidaceae y Acanthaceae (8,6 %), mientras que las demás familias tuvieron una abundancia entre el 4,3 % (figura 29). En cuanto a los géneros mantuvieron una especie correspondiente a cada uno.

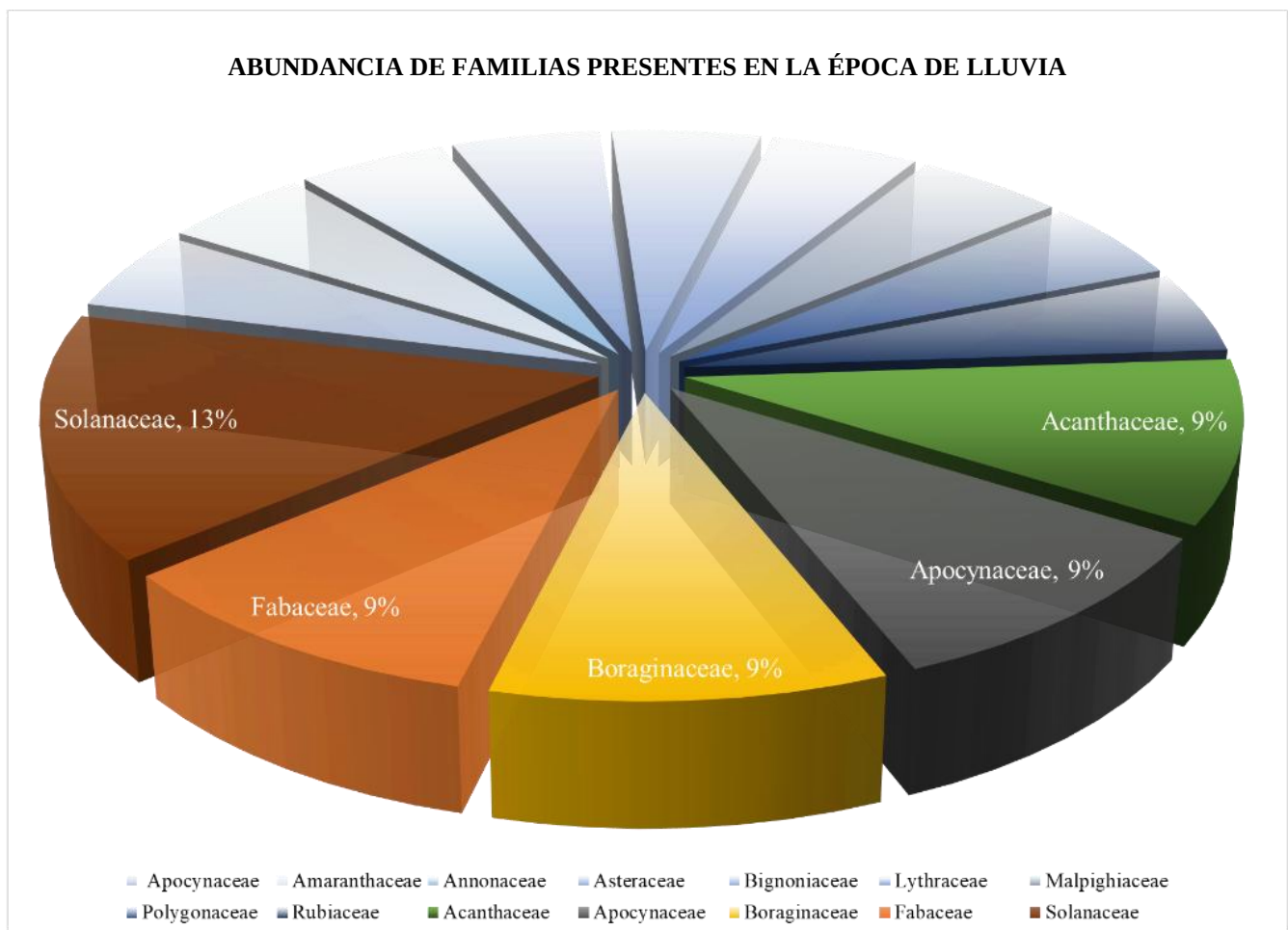


Figura 29. Abundancia de familias presentes en época lluvia.

En cuanto a la especie, en la tabla 3 se describe el listado florístico clasificándolas de acuerdo a su familia, género y características cualitativas, al igual que a la época del año que fueron colectadas. Cabe mencionar que algunas especies se encontraron en ambas épocas de colecta.

Tabla 3.

Listado florístico de especies colectadas en el meliponario.

Familia	Género	Especie	Nombre común	Nombre en maya	Td	Ct	Hc	Ch
Fabaceae	<i>Tecoma</i>	<i>Tecoma stans</i> ☼ ☿	Sauco amarillo	X'canlol	N	S	A	1
	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia piscipula</i> ☼	Jabín	Ja'bin	N	S	A	2
	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i> ☼	K'anjabin	K'an ja' abin	N	S	A	3
	<i>Caesalpinia</i>	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> ☼ ☿	Bigotillo rojo	N/A	N	S	A	4
	<i>Caesalpinia</i>	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> ☼	Bigotillo amarillo	N/A	N	S	A	5
	<i>Leucaena</i>	<i>Leucaena leucocephala</i> ☼	Huaxin	Waaxim	N	S	A	6
	<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i> ☿	Lluvia de oro	K'an k'ux	N	S	A	

Solanaceae	<i>Capsicum</i>	<i>Capsicum annuum</i> ☼	Chile ma'ax	Maax'iik	N	S	H	
	<i>Cestrum</i>	<i>Cestrum nocturnum</i> ☼	Dama de noche	N/A	N	I	H	
	<i>Solanum</i>	<i>Solanum erianthum</i> D. ☼	Palo hediondo	Chal che'-Pukin	N	S	H	7
	<i>Brunfelsia</i>	<i>Brunfelsia americana</i> ☼	Galán de noche	N/A	N	S	H	8
Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus x aurantifolia</i> ☼	Limón criollo	Muliix	N	C	A	
	<i>Citrus</i>	<i>Citrus × aurantium</i> ☼	Naranja agria	Su'uts' pak'áal	N	C	A	
	<i>Citrus</i>	<i>Citrus reticulata</i> ☼	Mandarina	N/A	N	C	A	
Asteraceae	<i>Simsia</i>	<i>Simsia amplexicaulis</i> ☼	Acahual	N/A	N	S	H	
	<i>Tridax</i>	<i>Tridax procumbens</i> ☼	Hierba de toro	N/A	N	S	H	9
	<i>Bidens</i>	<i>Bidens aurea</i> ☼	Té de milpa	K'an tumbuub	N	S	H	
	<i>Cosmos</i>	<i>Cosmos sulphureus</i> ☼	Mirasol amarillo	N/A	N	S	H	

Acanthaceae	<i>Justicia</i>	<i>Justicia spicigera</i> ☼ ☿	Muicle	Chak k'aanan	N	S	H	10
	<i>Elytraria</i>	<i>Elytraria imbricata</i> ☼	Anisillo	Kabal xaan	N	S	H	
	<i>Ruellia</i>	<i>Ruellia nudiflora</i> ☿	Petunia silvestre	Che'su'uk	N	S	H	
Amaryllidaceae	<i>Crinum</i>	<i>Crinum asiaticum</i> ☿	Lirio listado	N/A	N	I	H	
	<i>Zephyranthes</i>	<i>Zephyranthes insularum</i> ☿	Brujita blanca	N/A	N	S	H	12
Apocynaceae	<i>Plumeria</i>	<i>Plumeria pudica</i> ☿	Plumeria	N/A	N	C	Ar	
	<i>Catharanthus</i>	<i>Catharanthus roseus</i> ☿	Vicaria rosa	N/A	N	S	H	
	<i>Nerium</i>	<i>Nerium oleander</i> ☼ ☿	Adelfa rosa	N/A	I	C	Ar	13
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia dodecandra</i> ☼ ☿	Ciricote	K'oopte	N	S	A	14
	<i>Ehretia</i>	<i>Ehretia tinifolia</i> L. ☿	Roble	Beek	N	S	A	
Arecaceae	<i>Adonidia</i>	<i>Adonidia merrillii</i> ☼	Palma Kerpis	N/A	E	S	Ar	
	<i>Sabal</i>	<i>Sabal yapa</i> ☼	Huano	Huano	E	S	Ar	

Convolvulaceae	<i>Ipomea</i>	<i>Ipomea indica</i> ✧	Campanita	N/A	N	S	E	15
	<i>Ipomea</i>	<i>Ipomea sp</i> ✧	Campanita	N/A	N	S	E	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Alternanthera ramosissima</i> ✧	Amor seco	N/A	N	S	H	
	<i>Celosia</i>	<i>Celosia argentea</i> ♣	Cola de gato	N/A	N	S	H	16
Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>Annona squamosa</i> L. ♣	Saramuyo	Ts'almuy	N	S	A	
Lythraceae	<i>Punicata</i>	<i>Punica granatum</i> ✧ ♣	Granada	N/A	N	C	Ar	17
	<i>Lagerstroemia</i>	<i>Lagerstroemia indica</i> ♣	Júpiter blanco	N/A	I	C	Ar	
Malpighiaceae	<i>Galphimia</i>	<i>Galphimia glauca</i> ✧ ♣	Árnica de raíz	N/A	I	C	Ar	18
Polygonaceae	<i>Antigonon</i>	<i>Antigonon leptopus</i> ✧ ♣	Flor de San Diego	Chak lool-Makal	N	S	E	19
Rubiaceae	<i>Ixora</i>	<i>Ixora coccinea</i> ✧ ♣	Cocinera	Chak'al	N	S	H	20
Malvaceae	<i>Pseudobombax</i>	<i>Pseudobombax ellipticum</i> ✧	Amapola blanca	N/A	N	S	A	21
Caesalpinioideae	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia divaricata</i> L. ✧ ♣	Pata de vaca	Ts' ulub took'	N	S	Ar	22

Lauraceae	<i>Persea</i>	<i>Persea americana</i> ☼	Aguacate	Oom	N	C	A	23
Cucurbitaceae	<i>Momordica</i>	<i>Momordica charantia</i> ☼	Cundeamor	Kol (mo'ol)	N	S	H	
Caricaceae	<i>Carica</i>	<i>Carica papaya</i> ☼	Papaya silvestre	Ch'iich'-Ch'iich'	N	C	Ar	
Petiveriaceae	<i>Rivina</i>	<i>Rivina humilis</i> ☼	Coral/Tojitos	K'uxu'ub kaan	N	S	H	24
Lamiaceae	<i>Holmskioldia</i>	<i>Holmskioldia sanguínea</i> ☼	Sombrilla china	Ts' ulub took'	I	C	Ar	25
Capparaceae	<i>Cratevia</i>	<i>Cratevia tapia</i> L. ☼	Manzana de playa	K'olo'ma'ax	N	S	Ar	26

Td: tipo de distribución (**N:** nativa; **I:** introducida y **E:** endémica); **Ct:** categoría (**S:** Silvestre y **C:** cultivada); **Hc:** hábito de crecimiento (**A:** árbol; **H:** herbácea; **Ar:** arborescente; **E:** enredadera), **Ch:** Código de herbario y ☼(seca); ☼(lluvia).

Análisis Palinológico

Se registraron exitosamente 26 de las 34 especies florales colectadas para época de seca, mientras que para época de lluvia se registraron 21 de las 23 para visualización de polen, es decir, la técnica de acetólisis logró limpiar correctamente las muestras. Factores como poca/nula presencia de polen o una incorrecta técnica de acetolización pudo ser un factor que no permitió que las demás muestras fueran visualizadas.

En total se registró el polen de 46 especies florales, algunas repetidas para ambas épocas, de las cuales se les realizó una caracterización completa del polen (tabla 4). Posteriormente se realizó una ficha descriptiva por cada especie floral con su respectivo polen para su mejor identificación. En el anexo 2 se incluyen las fichas descriptivas de especies florales 1-38.

Tabla 4.

Listado florístico de especies florales con visualización de polen

Familia	Género	Especie	Nombre común
Fabaceae	<i>Tecoma</i>	<i>Tecoma stans</i> ☼ ☁	Sauco amarillo
	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia piscipula</i> ☼	Jabín
	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i> ☼	K'anjabin
	<i>Caesalpinia</i>	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> ☼ ☁	Bigotillo rojo
	<i>Caesalpinia</i>	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> ☼	Bigotillo amarillo
	<i>Leucaena</i>	<i>Leucaena leucocephala</i> ☼	Huaxin
	<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i> ☁	Lluvia de oro
Solanaceae	<i>Capsicum</i>	<i>Capsicum annuum</i> ☼ ☁	Chile ma'ax
	<i>Solanum</i>	<i>Solanum erianthum</i> D. ☁	Palo hediondo
	<i>Brunfelsia</i>	<i>Brunfelsia americana</i> ☁	Galán de noche

Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus x aurantifolia</i> ☼	Limón criollo
	<i>Citrus</i>	<i>Citrus × aurantium</i> ☼	Naranja agria
	<i>Citrus</i>	<i>Citrus reticulata</i> ☼	Mandarina
Asteraceae	<i>Simsia</i>	<i>Simsia amplexicaulis</i> ☼	Acahual
	<i>Tridax</i>	<i>Tridax procumbens</i> ☼	Hierba de toro
	<i>Cosmos</i>	<i>Cosmos sulphureus</i> ☼	Mirasol amarillo
Amaryllidaceae	<i>Crinum</i>	<i>Crinum asiaticum</i> ☼	Lirio listado
	<i>Zephyranthes</i>	<i>Zephyranthes insularum</i> ☼	Brujita blanca
Apocynaceae	<i>Nerium</i>	<i>Nerium oleander</i> ☼	Adelfa rosa
	<i>Catharanthus</i>	<i>Catharanthus roseus</i> ☼	Vicaria rosa
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia dodecandra</i> ☼ ☼	Ciricote
	<i>Ehretia</i>	<i>Ehretia tinifolia</i> L. ☼	Roble
Arecaceae	<i>Adonidia</i>	<i>Adonidia merrillii</i> ☼	Palma Kerpis
	<i>Sabal</i>	<i>Sabal yapa</i> ☼	Huano
Convolvulaceae	<i>Ipomea</i>	<i>Ipomea indica</i> ☼	Campanita
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Alternanthera ramosissima</i> ☼	Amor de monte
	<i>Celosia</i>	<i>Celosia argentea</i> ☼	Cola de gato
Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>Annona squamosa</i> L. ☼	Saramuyo
Acanthaceae	<i>Ruellia</i>	<i>Ruellia nudiflora</i> ☼	Petunia silvestre
Lythraceae	<i>Punicata</i>	<i>Punica granatum</i> ☼ ☼	Granada
	<i>Lagerstroemia</i>	<i>Lagerstroemia indica</i> ☼	Júpiter blanco
Malphiaceae	<i>Galphimia</i>	<i>Galphimia glauca</i> ☼ ☼	Arnica de raíz
Polygonaceae	<i>Antigonon</i>	<i>Antigonon leptopus</i> ☼ ☼	Flor de San Diego
Rubiaceae	<i>Ixora</i>	<i>Ixora coccinea</i> ☼ ☼	Cocinera
Malvaceae	<i>Pseudobombax</i>	<i>Pseudobombax ellipticum</i> ☼	Amapola blanca
Caesalpinioidae	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia divaricata</i> L. ☼	Pata de vaca
Cucurbitaceae	<i>Momordica</i>	<i>Momordica charantia</i> ☼	Cundeamor
Caricaceae	<i>Carica</i>	<i>Carica papaya</i> ☼	Papaya silvestre
Petiveriaceae	<i>Rivina</i>	<i>Rivina humilis</i> ☼	Coral/Tojitos

Simbología: ☼ (seca) y ☼ (lluvia).

Análisis Melisopalinológico

De las 12 muestras de miel analizadas 7 se clasificaron como mieles monoflorales, de las cuales cinco fueron de la especie *Bursera simaruba*, dos de *Pisidium guajava* y una de *Mimosa bahamensis*. Las mieles monoflorales de *Bursera simaruba* se obtuvieron en el segundo periodo de colecta, correspondiente a la época de lluvia, mientras que las mieles de *Pisidium guajava* y *Mimosa bahamensis* corresponden al primer periodo de colecta (época de seca) (tabla 5).

Un punto a resaltar es que las muestras de miel de época de lluvia (MNM-007, MNM-008, MNM-009, MNM-010, MNM-011 y MNM-012) son un duplicado de las muestras correspondientes a la época de seca (MNM-001, MNM-002, MNM-003, MNM-004, MNM-005 y MNM-006).

Época de seca. En el análisis polínico de la miel se registraron 15 tipos de polen pertenecientes a 7 familias y 13 géneros. La familia con mayor frecuencia fue Fabaceae (7 especies), seguida de Myrtaceae y Amaranthaceae (2 especies), mientras que Bignoniaceae, Caricaceae, Euphorbiaceae y Polygonaceae fueron representadas solo por una especie (tabla 5).

Época de lluvia. En el análisis polínico de la miel se registraron 15 tipos de polen pertenecientes a 5 familias y 15 géneros. La familia con mayor frecuencia fue Fabaceae (7 especies), seguida de Myrtaceae (2 especies), mientras que Amaranthaceae, Burseraceae y Polygonaceae fueron representadas por una sola especie (tabla 5).

Para cada una de los polenes encontrados en las muestras de miel se realizó una ficha descriptiva (anexo 2).

Tabla 5.*Clasificación de las muestras de miel según su origen floral.*

Muestra	Tipo de miel	Familia	Especie	Abundancia
MNM-001 ☀	Monofloral	Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i>	55,22 %
MNM-002 ☀	Multifloral	Polygonaceae, Myrtaceae y Fabaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> , <i>Pisidium guajava</i> y <i>Senna atomaria</i>	28, 8%, 26,6 % y 17, 7%
MNM-003 ☀	Monofloral	Myrtaceae	<i>Pisidium guajava</i>	66,92%
MNM-004 ☀	Multifloral	Polygonaceae, Myrtaceae y Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i> , <i>Pimienta dioica</i> y <i>Piscidia piscipula</i>	42, 8%, 32,6 % y 21, 4%
MNM-005 ☀	Multifloral	Polygonaceae, Myrtaceae y Fabaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> , <i>Pimienta dioica</i> y <i>Mimosa bahamensis</i>	41, 3%, 31,0 % y 13, 7%
MNM-006 ☀	Monofloral	Myrtaceae	<i>Pisidium guajava</i>	53,23 %
MNM-007 ☁	Monofloral	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	53,07 %
MNM-008 ☁	Multifloral	Burseraceae, Myrtaceae y Fabaceae	<i>Bursera simaruba</i> , <i>Pisidium guajava</i> y <i>Senna atomaria</i>	40,0%, 21,0 % y 18, 7%
MNM-009 ☁	Monofloral	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	72, 57%
MNM-010 ☁	Monofloral	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	56,55 %
MNM-011 ☁	Multifloral	Burseraceae, Fabaceae y Myrtaceae	<i>Bursera simaruba</i> , <i>Cassia fistula</i> y <i>Pisidium guajava</i>	34,0%, 32,0 % y 26, 7%
MNM-012 ☁	Monofloral	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	53,34 %

Simbología: ☀ (seca) y ☁ (lluvia).

La especie con mayor dominancia para ambas épocas fue *Bursera simaruba*, perteneciente a la familia Burseraceae con un total de 1,853 polenes, lo que representa el 52,73 % de abundancia, seguida de *Psidium guajava* de la familia Myrtaceae con 959 polenes (19,07 %) y *Mimosa Bahamensis* con 333 polenes (9,48 %) (figura 30).

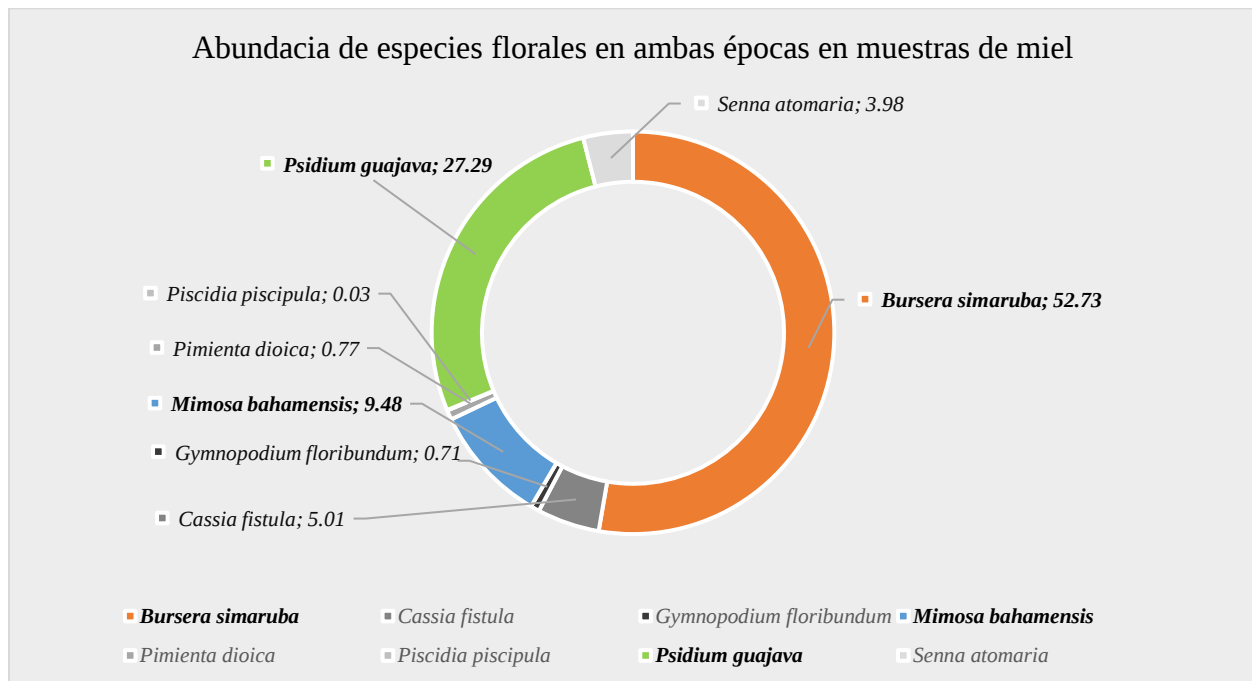


Figura 30. Abundancia de especies florales en época de seca y lluvia en muestras de miel.

Los tipos polínicos fueron clasificados por su clase de frecuencia, como predominante ($P > 45\%$), secundario ($S = 16-45\%$), de importancia menor ($I = 3-15\%$), polen menor ($M < 3\%$), y polen presente ($\leq 1\%$). Las mieles se caracterizaron como monoflorales cuando un tipo polínico fue predominante, y multiflorales cuando ningún tipo polínico representó más de 45% del contenido polínico en la muestra.

La especie con mayor frecuencia y abundancia para época de seca fue *Psidium guajava* con un total de 672 polenes (40,04%), seguida de *Mimosa bahamensis* con 353 polenes (21,03%) y *Pimienta dioica* con 205 polenes (12,21%). Mientras que los polenes con menor frecuencia pertenecen a la especie *Cnidoscolus aconitifolius* con 7 polenes (0,41%) y a los géneros *Senna* y *Amaranthus* con 1 polen (0,05%) (tabla 6) (figura 31).

Tabla 6.

Número de polen por especie en muestras de miel (época de seca).

Familia	Género	Especie	Nombre común	CP	A (%)
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia pennatula</i>	Ch'i'imay	63	3,75
	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa bahamensis</i>	Kaatsim blanco	353	21,03
	<i>Lysiloma</i>	<i>Lysiloma bahamensis</i>	Tsalam	69	4,11
	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i>	Xtuab	79	4,70
	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	20	1,19
	<i>Senna</i>	<i>Senna sp</i>	//	1	0,05
	<i>Senna</i>	<i>Senna sp</i>	//	1	2,02
Myrtaceae	<i>Pimenta</i>	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta tabasco	205	12,21
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	672	40,04
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Amor de monte seco	18	1,07
	<i>Amaranthus</i>	//	//	1	0,05
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea</i>	<i>Arrabidaea floribunda</i>	Bejuco morado	12	0,71
Caricaceae	<i>Carica</i>	<i>Carica papaya</i>	Papaya silvestre	13	0,77
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus</i>	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya silvestre	7	0,41
Polygonaceae	<i>Gymnopodium</i>	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	131	7,8

CP: Cantidad de polen y **A:** Abundancia.

La especie con mayor frecuencia y abundancia para época de lluvia fue *Bursera simaruba* con un total de 1501 polenes (51,31 %), seguida de *Cassia fistula* con 490 polenes (16,76 %) y *Psidium guajava* con 477 polenes (16,31 %). Mientras que los polenes con menor frecuencia pertenecen a la especie *Acacia pennatula* con 6 polenes (0,20 %) y *Alternanthera ramosissima* con 1 polen (0,03 %) (tabla 7) (figura 32).

Tabla 7.

Número de polen por especie en muestras de miel (época de lluvia).

Familia	Género	Especie	Nombre común	CP	A (%)
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia pennatula</i>	Ch'i'imay	6	0,20
	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa bahamensis</i>	Kaatsim blanco	60	2,05
	<i>Leucaena</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaxin	3	0,10
	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i>	Xtuab	124	4,24
	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	52	1,77
	<i>Acacia</i>	<i>Acacia gaumeri</i>	Kaatsim negro	15	0,51
	<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	490	16,76
Myrtaceae	<i>Pimenta</i>	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta tabasco	122	4,17
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	477	16,31
Amaranthaceae		<i>Alternanthera</i>	Amor de monte	1	0,03
	<i>Alternanthera</i>	<i>ramosissima</i>	seco		
Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	1501	51,31
Polygonaceae		<i>Gymnopodium</i>		14	0,47
	<i>Gymnopodium</i>	<i>floribundum</i>	Dzidzilché		
N/A	<i>Sp sin ID</i>			23	0,78

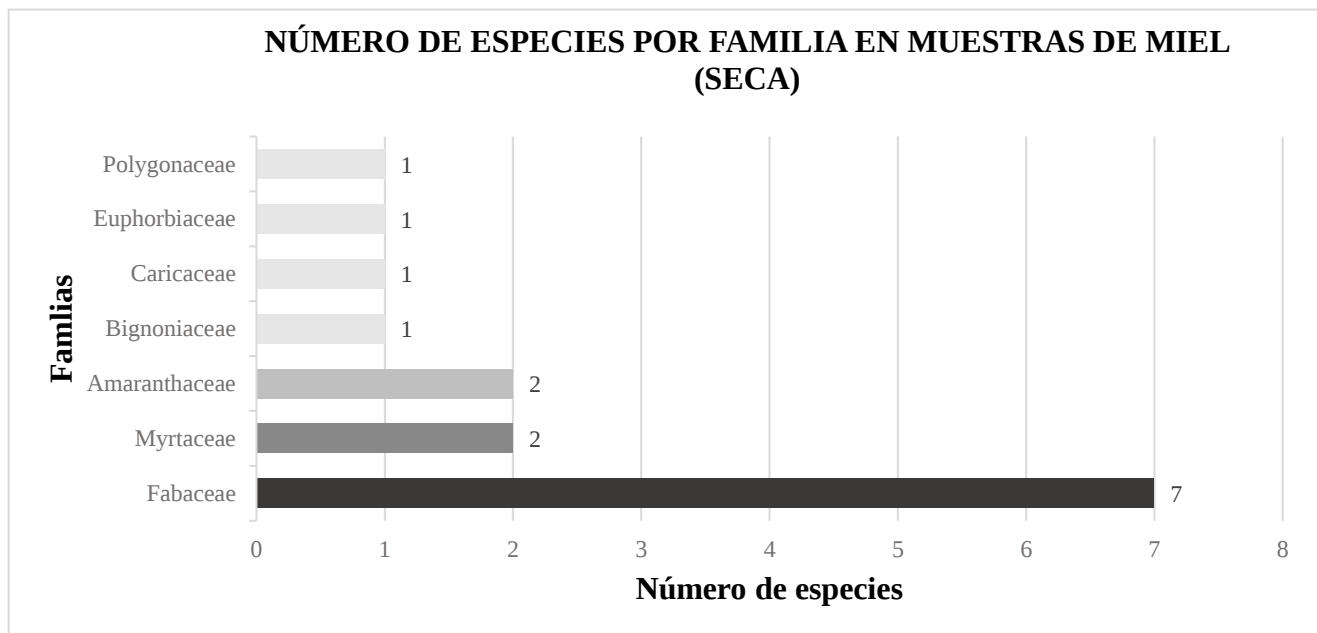


Figura 31. Número de especies por familia en época de seca en muestras de miel.

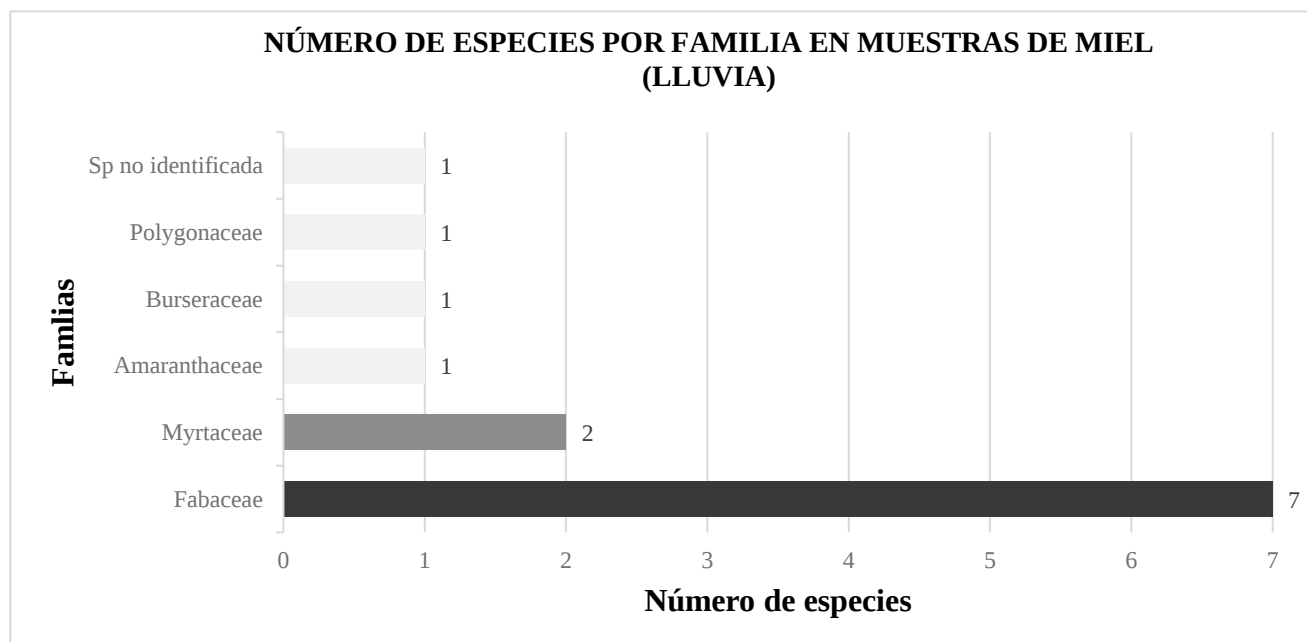


Figura 32. Número de especies por familia en época de lluvia en muestras de miel.

De acuerdo al análisis polínico de la miel la muestra, MNM-001-2025 fue clasificada como monofloral con un alto porcentaje de polen predominante perteneciente a la familia Fabaceae representada por la especie *Mimosa bahamensis* (55,22 %), como polen de importancia menor (3-15 %) se categorizó a la especie *Lysiloma bahamensis* (12,02 %), *Pimenta dioica* (10,80 %), *Senna atomaria* (7,31 %) y *Acacia pennatula* (6,96 %) (figura 33). Las familias Bignoniaceae, Myrtaceae y Amaranthaceae fueron determinados como polen menor. Mientras que, Caricaceae, Euphorbiaceae, Polygonaceae se catalogaron como polen presente (≤ 1) (tabla 8).

Tabla 8.

Especies presentes en la muestra MNM-001-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia pennatula</i>	Chi'i'may	6,96
	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa bahamensis</i>	Kaatsim blanco	55,22
	<i>Lysiloma</i>	<i>Lysiloma bahamensis</i>	Tsalam	12,02
	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i>	Xtuab	7,31
	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	2,61
	<i>Senna</i>	<i>Senna sp</i>	//	0,17
Myrtaceae	<i>Pimenta</i>	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta tabasco	10,80
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	0,17
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Amor de monte seco	1,21
	<i>Amaranthus</i>	//	//	0,17
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea</i>	<i>Arrabidaea floribunda</i>	Bejuco morado	2,09
Caricaceae	<i>Carica</i>	<i>Carica papaya</i>	Papaya silvestre	0,52
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus</i>	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya silvestre	0,34
Polygonaceae	<i>Gymnopodium</i>	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	0,34

A: Abundancia.

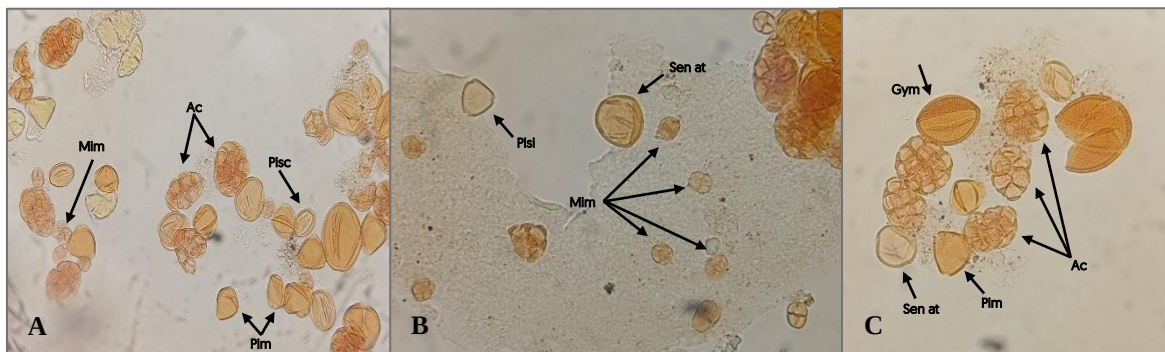


Figura 33. Sedimentos polínicos de la miel MNM-001-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Mim: *Mimosa bahamensis*; **Pim:** *Pimenta dioica*; **Psi:** *Psidium guajava*; **Gym:** *Gymnopodium floribundum*; **Ac:** *Acacia pennatula*; **Sen at:** *Senna atomaria* y **Pisc:** *Piscidia piscipula*.

La muestra MNM-002-2025 fue clasificada como multifloral con polen secundario (16-45%) estando presente polen perteneciente a la familia Polygonaceae representada por la especie *Gymnopodium floribundum* (28,88 %), seguido de la especie *Psidium guajava* (26,66 %) y *Pimenta dioica* (20,0 %) pertenecientes a la familia Myrtaceae, además de la especie *Senna atomaria* (17,77 %) perteneciente a la familia Fabaceae (figura 34). La familia Euphorbiaceae fue determinada como polen menor (<3) (tabla 9).

Tabla 9.

Especies presentes en la muestra MNM-002-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Polygonaceae	<i>Gymnopodium</i>	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	28,88
Myrtaceae	<i>Pimenta</i>	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta tabasco	20
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	26,66
Fabaceae	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i>	Xtuab	17,77
	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa bahamensis</i>	Kaatsim blanco	4,44
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus</i>	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya silvestre	2,22

A: Abundancia.



Figura 34. Sedimentos polínicos de la miel MNM-002-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Gym: *Gymnopodium floribundum* y **Sen at:** *Senna atomaria*.

La muestra MNM-003-2025 fue clasificada como monofloral con un alto porcentaje de polen predominante perteneciente a la familia Myrtaceae representada por la especie *Psidium guajava* (66,92 %), como polen de importancia menor se categorizó la especie *Pimenta dioica* (9,12 %) de la misma familia y *Gymnopodium floribundum* perteneciente a la familia Polygonaceae (9,12 %) (figura 35). Las familias Fabaceae y Amaranthaceae se categorizaron como polen menor (<3) y Caricaceae fue determinado como polen presente (≤ 1) (tabla 10).

Tabla 10.

Especies presentes en la muestra MNM-003-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Myrtaceae	<i>Pimenta</i>	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta tabasco	9,12
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	66,92
Polygonaceae	<i>Gymnopodium</i>	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	9,12
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Amor de monte seco	1,9
Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa bahamensis</i>	Kaatsim blanco	4,18
	<i>Acacia</i>	<i>Acacia pennatula</i>	Ch'i'imay	3,04
	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i>	Xtuab	4,56
	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	0,76
Caricaceae	<i>Carica</i>	<i>Carica papaya</i>	Papaya silvestre	0,38

A: Abundancia.

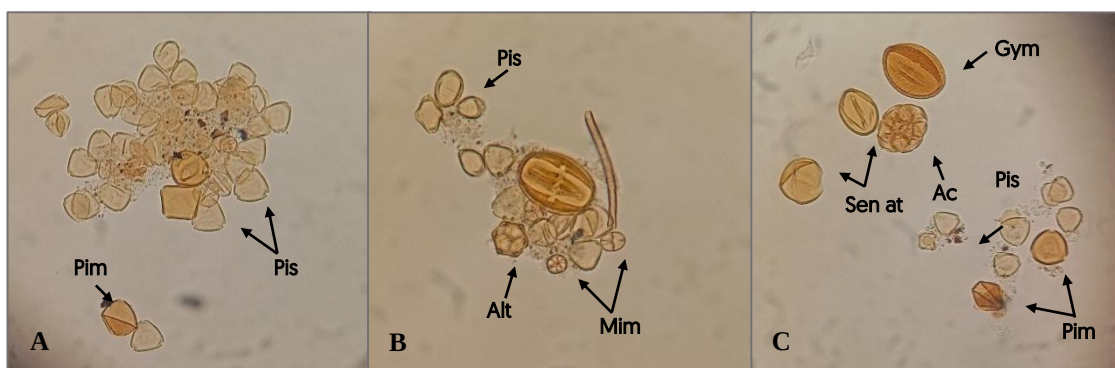


Figura 35. Sedimentos polínicos de la miel MNM-003-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Mim: *Mimosa bahamensis*; **Pim:** *Pimenta dioica*; **Psi:** *Psidium guajava*; **Gym:** *Gymnopodium floribundum*; **Ac:** *Acacia pennatula*; **Sen at:** *Senna atomaria* y **Alt:** *Alternanthera ramosissima*.

La muestra MNM-004-2025 fue clasificada como multifloral con polen secundario (16-45%) estando presente polen perteneciente a la familia Fabaceae representada por la especie *Mimosa bahamensis* (42,85 %), seguido de la especie *Pimenta dioica* (32,14 %) de la familia Myrtaceae y *Piscidia piscipula* (21,42 %) pertenecientes a la familia Fabaceae (figura 36) (tabla 11).

Tabla 11.

Especies presentes en la muestra MNM-004-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Myrtaceae	<i>Pimenta</i>	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta tabasco	32,14
Fabaceae	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	21,42
	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa bahamensis</i>	Kaatsim blanco	42,85
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus</i>	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya silvestre	3,57

A: Abundancia.

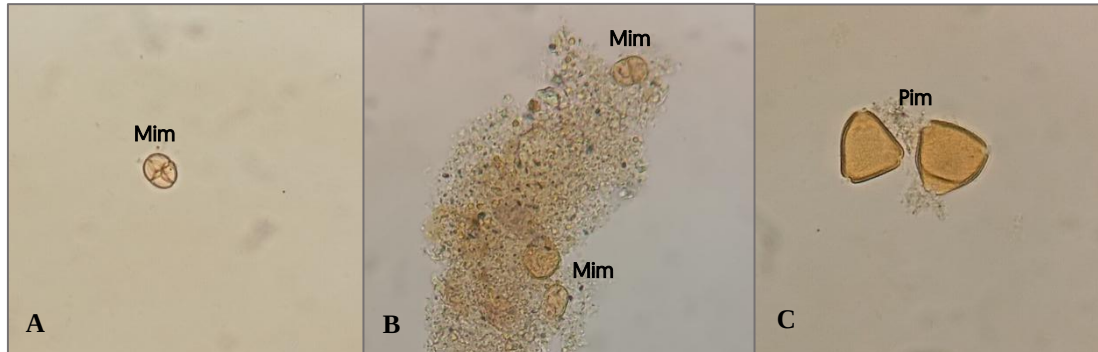


Figura 36. Sedimentos polínicos de la miel MNM-004-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Mim: *Mimosa bahamensis* y **Pim:** *Pimenta dioica*

La muestra MNM-005-2025 fue clasificada como multifloral con polen secundario (16-45%) estando presente polen perteneciente a la familia Polygonaceae representada por la especie *Gymnopodium floribundum* (41,37 %), seguido de la especie *Pimenta dioica* (31,03 %) perteneciente a la familia Myrtaceae (figura 37). Las especies *Mimosa bahamensis* (13,79 %) y *Cnidoscolus aconitifolius* (10,34 %) se categorizaron como polen de importancia menor (3-15%) de las familias Fabaceae y Euphorbiaceae respectivamente (tabla 12).

Tabla 12.

Especies presentes en la muestra MNM-005-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Myrtaceae	<i>Pimenta</i>	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta tabasco	31,03
Polygonaceae	<i>Gymnopodium</i>	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	41,37
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus</i>	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya silvestre	10,34
Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa bahamensis</i>	Kaatsim blanco	13,79
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	//	//	3,44

A: Abundancia.



Figura 37. Sedimentos polínicos de la miel MNM-005-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Mim: *Mimosa bahamensis*; **Pim:** *Pimenta dioica*; **Gym:** *Gymnopodium floribundum* y **Cni:** *Cnidoscolus*

La muestra MNM-006-2025 fue clasificada como monofloral con un alto porcentaje de polen predominante perteneciente a la familia Myrtaceae representada por la especie *Psidium guajava* (55,23 %), como polen secundario (16-45 %) se categorizó a la especie *Gymnopodium floribundum* (24,18 %) de la familia Polygonaceae (figura 38). La especie *Pimenta dioica* (13,35 %) y *Senna atomaria* (4,69 %) fueron determinadas como polen de menor importancia (<3), mientras que *Alternanthera ramosissima* y *Acacia pennatula* se categorizaron como especies con polen presente (≤ 1) (tabla 13).

Tabla 13.

Especies presentes en la muestra MNM-006-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Myrtaceae	<i>Pimenta</i>	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta tabasco	13,35
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	55,23
Polygonaceae	<i>Gymnopodium</i>	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzidzilché	24,18
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Amor de monte seco	0,18
Fabaceae	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i>	Xtuab	4,69
	<i>Acacia</i>	<i>Acacia pennatula</i>	Ch'i'imay	2,16
	<i>Senna</i>	<i>Senna sp</i>	//	0,18

A: Abundancia.

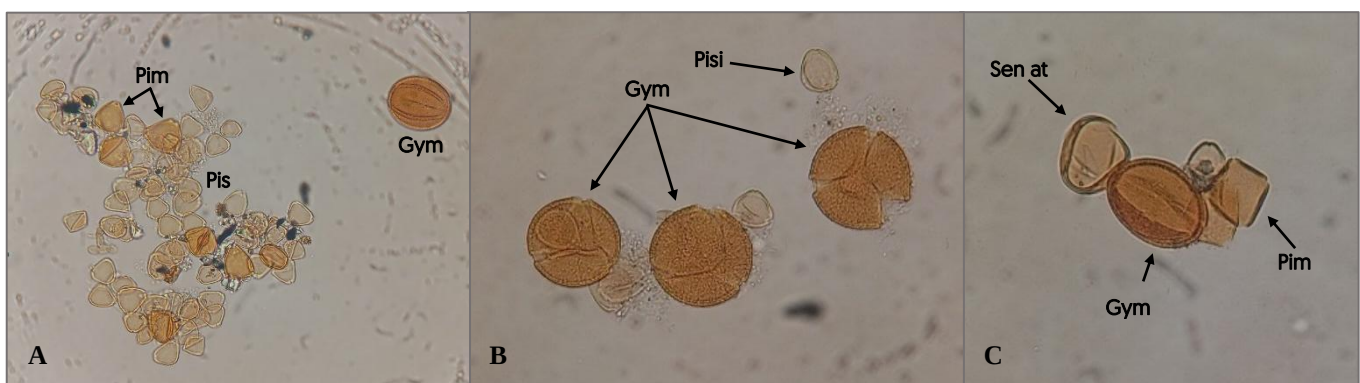


Figura 38. Sedimentos polínicos de la miel MNM-006-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Pim: Pimienta dioica; **Gym:** *Gymnopodium floribundum*; **Sen at:** *Senna atomaria* y **Psi:** *Psidium guajava*.

MNM-007-2025 fue clasificada como monofloral con un alto porcentaje de polen predominante perteneciente a la familia Fabaceae representada por la especie *Bursera simaruba* (53,07 %), como polen secundario se categorizó a la especie *Cassia fistula* (30,30 %) de la familia Myrtaceae (figura 39). Fabaceae y Myrtaceae fueron determinados como polen de importancia menor (<3) en la muestra de miel (tabla 14).

Tabla 14.

Especies presentes en la muestra MNM-007-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	53,07
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia gaumeri</i>	Kaatsim negro	2,30
	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa bahamensis</i>	Kaatsim blanco	4,92
	<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	30,30
Myrtaceae	<i>Pimienta</i>	<i>Pimienta dioica</i>	Pimienta tabasco	6,92
//	//	<i>sp no identificada</i>	//	2,46

A: Abundancia.



Figura 39. Sedimentos polínicos de la miel MNM-007-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Pim: Pimienta dioica; **Bur:** Bursera simaruba; **Psi:** Psidium guajava; **Sen at:** Senna atomaria.

La muestra de miel MNM-008-2025 fue clasificada como multifloral con un alto porcentaje de polen predominante perteneciente a la familia Fabaceae representada por la especie *Bursera simaruba* (40,0 %), como polen secundario se categorizó a la especie *Psidium guajava* (20,95 %) de la familia Myrtaceae y *Senna atomaria* (17,93 %) de la familia Fabaceae (figura 40). Polygonaceae fue determinada como una familia de polen presente (≤ 1) en la muestra de miel (tabla 15).

Tabla 15.

Especies presentes en la muestra MNM-008-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	40,0
Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa bahamensis</i>	Kaatsim blanco	1,11
	<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	6,98
	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i>	Palo zorrillo	17,93
	<i>Leucaena</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaxin	0,15
Myrtaceae	<i>Pimienta</i>	<i>Pimienta dioica</i>	Pimienta tabasco	11,74
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	20,95
Polygonaceae	<i>Gymnopodium</i>	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzizilché	1,11

A: Abundancia.



Figura 40. Sedimentos polínicos de la miel MNM-008-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Pim: Pimienta dioica; **Bur:** Bursera simaruba; **Pisi:** Psidium guajava; **Pisc:** Piscidia piscipula;

Sen at: Senna atomaria; **Ac pen:** Acacia pennatula.

Para la muestra de miel MNM-009-2025 fue clasificada como monofloral con un alto porcentaje de polen predominante perteneciente a la familia Fabaceae representada por la especie *Bursera simaruba* (72,57 %), como polen secundario se categorizó a la especie *Psidium guajava* (10,90 %) de la familia Myrtaceae (figura 41). Amaranthaceae y Polygonaceae fueron determinados como polen presente (≤ 1) (tabla 16).

Tabla 16.

Especies presentes en la muestra MNM-009-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Amor seco de monte	0,17
Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	72,57
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia pennatula</i>	Algarrobo	0,68
	<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	2,89
	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i>	K'anjabin	1,87
	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabin	8,85
Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	10,90
	<i>Pimienta</i>	<i>Pimienta dioica</i>	Pimienta tabasco	0,51
Polygonaceae	<i>Gymnopodium</i>	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Dzizilché	1,19
		<i>sp no identificada</i>		0,34

A: Abundancia.

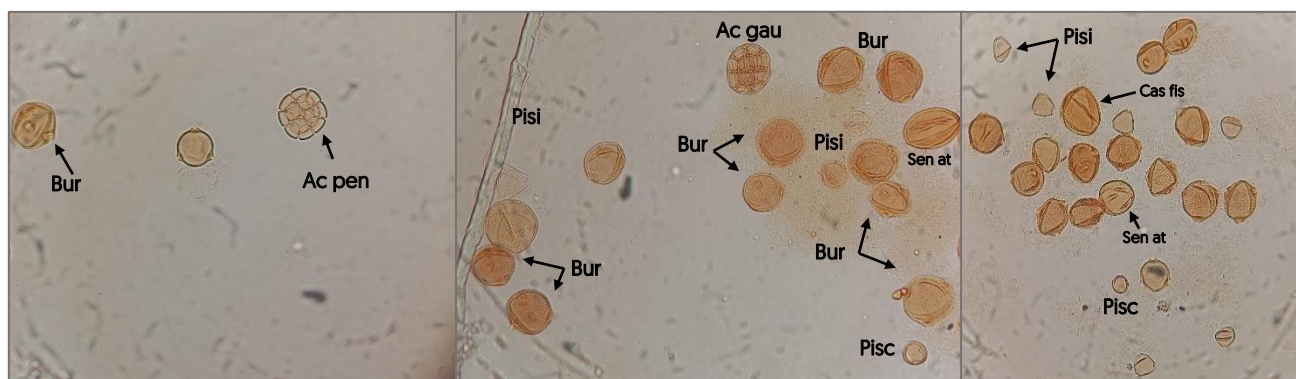


Figura 41. Sedimentos polínicos de la miel MNM-009-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Bur: *Bursera simaruba*; **Psi:** *Psidium guajava*; **Pisc:** *Piscidia piscipula*; **Sen at:** *Senna atomaria*;

Ac pen: *Acacia pennatula*; **Ac gau:** *Acacia gaumeri* y **Cas fis:** *Cassia fistula*.

La muestra de miel MNM-010-2025 fue clasificada como monofloral con un alto porcentaje de polen predominante perteneciente a la familia Fabaceae representada por la especie *Bursera simaruba* (56,55 %), seguido de la especie *Psidium guajava* (26,61 %) de la familia Myrtaceae (figura 42). Como polen secundario se categorizó a la especie *Cassia fistula* (10,95 %). Las especies clasificadas como polen menor (<3) y polen presente (≤ 1) pertenecen a la familia Fabaceae (tabla 17).

Tabla 17.

Especies presentes en la muestra MNM-010-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	56,55
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia pennatula</i>	Algarrobo	0,39
	<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	10,95
	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa bahamensis</i>	Kaatsim blanco	4,10
	<i>Leucaena</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaxin	0,39
Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	26,61
		<i>sp no identificada</i>		0,97

A: Abundancia.

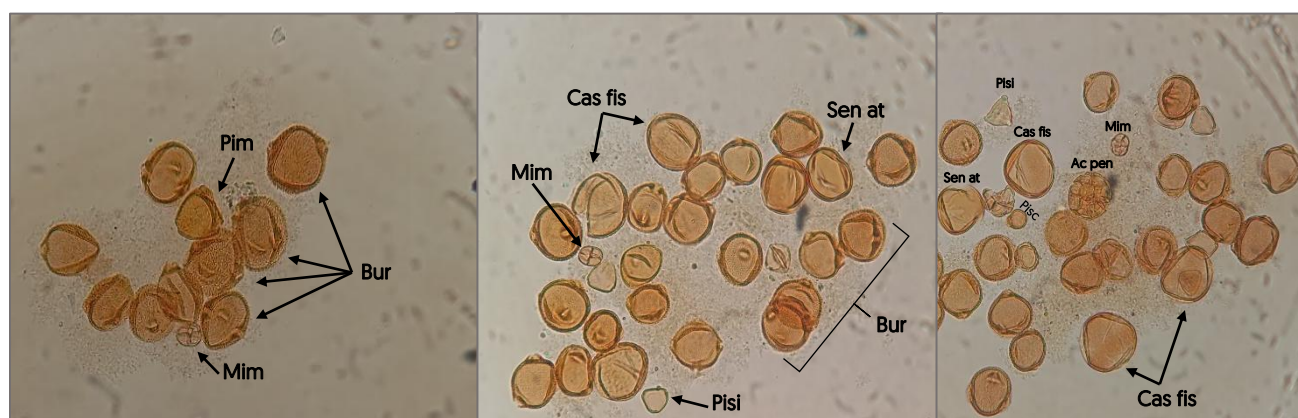


Figura 42. Sedimentos polínicos de la miel MNM-010-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Bur: *Bursera simaruba*; **Pisi:** *Psidium guajava*; **Pisc:** *Piscidia piscipula*; **Sen at:** *Senna atomaria*;

Ac pen: *Acacia pennatula*; **Cas fis:** *Cassia fistula*; **Mim:** *Mimosa bahamensis*.

La muestra MNM-011-2025 fue clasificada como multifloral con polen secundario (16-45%) estando presente polen perteneciente a la familia Burseraceae representada por la especie *Bursera simaruba* (34,67 %), seguido de la especie *Cassia fistula* (32,29 %) perteneciente a la familia Fabaceae y la especie *Pisidium guajava* (26,60 %) de la familia Myrtaceae (figura 43), siendo de las mieles con polen de abundancia dentro de un rango similar (tabla 18).

Tabla 18.

Especies presentes en la muestra MNM-011-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	34,67
Fabaceae	<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	32,29
Myrtaceae	<i>Pisidium</i>	<i>Pisidium guajava</i>	Guayaba	26,60
		<i>sp no identificada 2</i>		6,42

A: Abundancia.

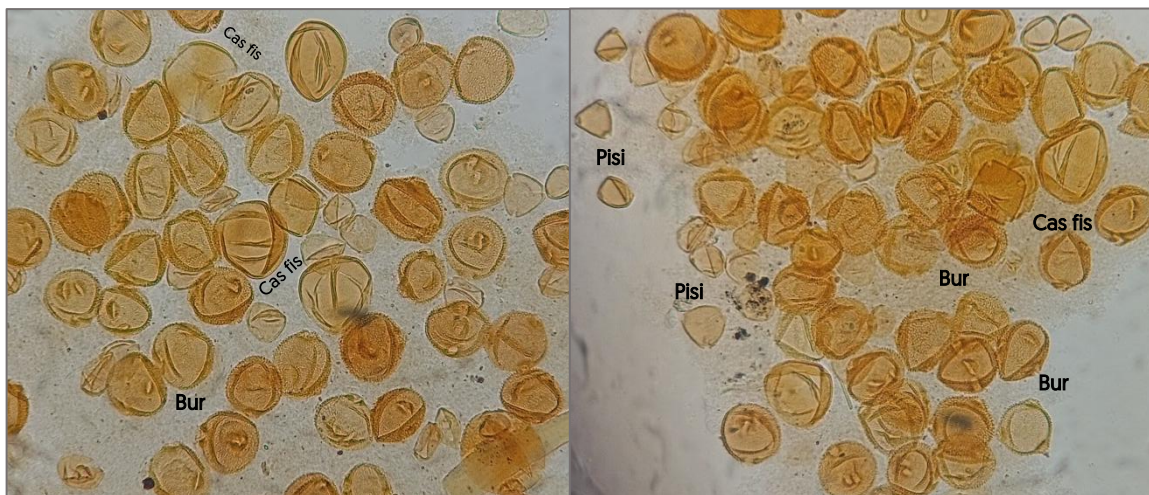


Figura 43. Sedimentos polínicos de la miel MNM-011-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Bur: *Bursera simaruba*; **Pisi:** *Pisidium guajava* y **Cas fis:** *Cassia fistula*.

La muestra MNM-012-2025 se clasificó como monofloral con un alto porcentaje de polen predominante perteneciente a la familia Fabaceae representada por la especie *Bursera simaruba* (69,15 %), como polen secundario se categorizó a la especie *Psidium guajava* (10,90 %) de la familia Myrtaceae y como polen de importancia menor la especie *Senna atomaria* (16,11 %) perteneciente a la familia Fabaceae (tabla 19) (figura 44).

Tabla 19.

Especies presentes en la muestra MNM-012-2025.

Familia	Género	Especie	Nombre común	A (%)
Burseraceae	Bursera	Bursera simaruba	Chaka	69,16
Myrtaceae	Psidium	Psidium guajava	Guayaba	16,11
Fabaceae	Senna	Senna atomaria	K'anjabin	14,73

A: Abundancia.

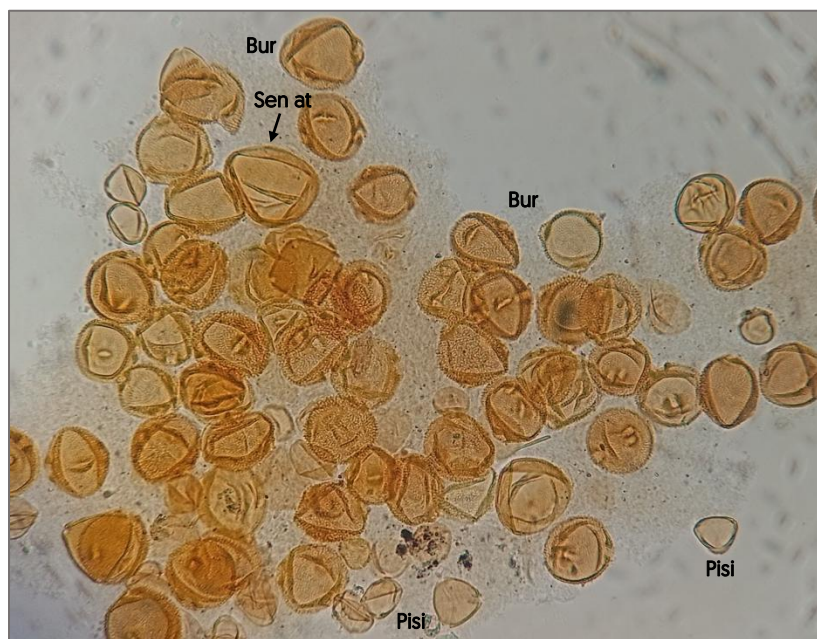


Figura 44. Sedimentos polínicos de la miel MNM-012-2025 acetolizada vista microscopio de 40x.

Bur: *Bursera simaruba*; **Pisi:** *Psidium guajava* y **Sen at:** *Senna atomaria*.

Análisis fisicoquímicos

En la tabla 20, se resume el análisis de las muestras, el cuál revela que el pH presenta una media de 3.48, lo que indica una marcada acidez, característica común en productos de miel de abeja, los rangos observados se encuentran entre 3.30 y 3.74, lo que coincide con los valores del análisis realizado en colmenas de *M. beecheii* en Veracruz por Ortiz-Reyes et al. (2022) dónde alcanzaron entre 3.36 a 3.43, al igual que Grajales- Conesa et al. (2018) en un estudio realizado en el Sur de Chiapas, establece que las mieles de abejas sin aguijón registraron valores de pH entre 3.42 y 4.5. En cuanto a la acidez libre, se obtuvo una media de 18.33 con una desviación estándar elevada (5.18), reflejando una gran variabilidad entre las muestras. Los resultados se encuentran por debajo del límite establecido por la norma (50 mEq/kg) lo que puede indicar una buena calidad de la muestra (Fonte *et al.*, 2013). Este comportamiento sugiere diferencias en el grado de madurez o en los procesos de elaboración de la miel.

El contenido de cenizas mostró una media de 0.27 y un rango pequeño (0.10–0.45), lo que indica una composición mineral relativamente estable y con baja variabilidad, lo que podría relacionarse con un mayor contenido mineral y una procedencia floral variada (Grajales- Conesa et al., 2018).

Respecto a la humedad, el promedio fue de 16.11%, con valores que oscilaron entre 14.40 y 18.79. Este nivel moderado de humedad resulta relevante para la estabilidad y conservación del producto, puede variar por diferentes factores como son la humedad original del néctar, la zona geográfica de donde proceden las mieles o las prácticas de extracción (Ortiz-Reyes *et al.*, 2022).

Los grados Brix (°Bx) alcanzaron una media de 76.54, de igual manera con un rango muy reducido (75.10–77.47), lo que evidencia un alto contenido de sólidos solubles, principalmente azúcares, típico de jarabes o extractos concentrados. Por otro lado, los valores de índice refractométrico (IR) y conductividad eléctrica fueron muy bajos y poco variables, lo que probablemente indica pureza o alta concentración del producto, es importante indicar que el Codex Alimentarius no menciona un límite respecto a este parámetro.

En relación con los índices de diversidad, el índice de Pielou fue de 0.70 y el de Shannon de 1.20, lo que sugiere una diversidad moderada en compuestos fenólicos o antioxidantes.

Finalmente, en el análisis de antioxidantes, el HMF presentó una media de 31.21, señalando cierta degradación térmica. Las pruebas DPPH y ABTS mostraron alta variabilidad, lo que indica diferencias significativas en la capacidad antioxidante entre las muestras.

Tabla 20.

Valores de análisis fisicoquímicos para muestras de miel de M. beecheii.

Variables	Media muestral	Desviación típica	Mínimo	Máximo
<i>pH</i>	3.48	0.12	3.30	3.74
<i>Acidez Libre</i>	18.33	5.18	10.00	26.00
<i>Cenizas</i>	0.27	0.12	0.13	0.45
<i>Humedad</i>	16.11	1.13	14.40	18.79
<i>°Bx</i>	76.54	0.63	75.10	77.47
<i>IR</i>	1.48	0.00	1.48	1.48
<i>Conductividad eléctrica</i>	0.29	0.16	0.13	0.58
<i>Pielou</i>	0.70	0.15	0.44	0.91
<i>Shannon</i>	1.20	0.22	0.83	1.56
<i>HMF</i>	31.21	6.14	23.03	45.24
<i>DPPH</i>	37.99	15.08	19.94	63.76
<i>ABTS</i>	30.34	13.02	2.47	51.79
<i>DNS</i>	30.49	1.49	28.99	33.33
<i>Glucosa libre</i>	26.43	1.26	24.38	28.43

Como observaciones generales podemos ver que las variables más estables fueron °Bx, pH y cenizas, mientras que las más variables correspondieron a acidez libre, ABTS y DPPH. Estas diferencias pueden estar asociadas al origen, procesamiento o condiciones de almacenamiento del producto.

Los parámetros físicoquímicos de la miel analizada se compararon con los rangos establecidos por la NOM-003-SAG/GAN-2017 y el Codex Alimentarius para miel de *Apis mellifera*. De acuerdo con estas normativas, la miel debe presentar una humedad inferior al 20%, un pH entre 3.2 y 4.5, una conductividad eléctrica menor a 0.8 mS/cm para mieles florales, y un contenido mínimo de azúcares reductores (fructosa + glucosa) del 60%, mientras que la sacarosa no debe exceder el 5%. Dicho parámetro si presenta valores inferiores al mínimo normativo podrían indicar adulteración con jarabes o una cosecha temprana, lo que afecta la percepción sensorial y la calidad comercial.

Por su parte, un nivel de HMF constituye un indicador de frescura en la miel, con un contenido inferior a 40 mg/kg, y las cenizas no deben superar el 0.6%, sin embargo, el Codex alimentarius (2018) también establece que para regiones tropicales el valor máximo puede alcanzar los 80.00 mg/kg. Otros investigadores han reportado valores mayores, por ejemplo, Grajales (2001) explica que obtuvo el valor de HMF de 64,79 mg/kg, esto indica una frescura dentro de los rangos normales de la miel (Llorente *et al.*, 2023).

Al contrastar los valores obtenidos con estos criterios, en la tabla 20 se observa que cuando la humedad supera el límite normativo, se incrementa el riesgo de fermentación, lo que compromete la estabilidad microbiológica y la vida útil del producto. Este fenómeno puede atribuirse a la naturaleza de las muestras de abejas sin aguijón. Por otro lado, desviaciones en el

pH y la acidez libre pueden reflejar variaciones botánicas o procesos de maduración variados, mientras que una conductividad eléctrica elevada suele asociarse con mieles de origen melífero distinto al floral, como las mieles de mielada, lo cual también puede ocurrir en especies de meliponinos.

Estas desviaciones no solo tienen implicaciones tecnológicas, sino también económicas y regulatorias, ya que la miel que no cumple con los estándares oficiales no puede comercializarse como miel pura, afectando la competitividad del productor. Además, la presencia de parámetros fuera de norma puede impactar la confianza del consumidor y la trazabilidad del producto en mercados internacionales.

En síntesis, el cumplimiento de los parámetros establecidos por la normativa es esencial para garantizar la calidad, autenticidad y seguridad alimentaria de la miel. Las diferencias encontradas sugieren la necesidad de implementar controles más estrictos en las etapas de cosecha, procesamiento y almacenamiento, así como estrategias de capacitación para los meliponicultores. Futuras investigaciones podrían enfocarse en correlacionar las variaciones físicoquímicas con factores ambientales y florales, con el fin de establecer perfiles característicos que permitan diferenciar mieles genuinas de aquellas adulteradas o mal procesadas.

En la figura 45 se presenta un gráfico de Linkert que muestra la comparación de cómo cambian múltiples parámetros físicoquímicos y funcionales entre dos condiciones (época de seca y época de lluvia) en diferentes muestras. El centro (0) indica el punto neutro o de menor variabilidad, en este caso el IR. Los valores se distribuyen hacia la izquierda (negativos) o derecha (positivos), mostrando diferencias relativas entre variables analizadas para cada muestra.

Las muestras pertenecientes a la época de lluvia parecen tener mayor desplazamiento hacia la derecha en algunas variables (por ejemplo, ABTS y DPPH) lo que podría indicar mayor actividad antioxidante o conductividad, que de acuerdo con Álvarez-Suárez *et al.* (2025) reportaron una capacidad antioxidante significativamente mayor en miel sin aguijón (42,23 $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$) en comparación con la miel europea (31,06 $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$) utilizando el ensayo DPPH. En cuanto a las muestras pertenecientes a la época de secas tienden a estar más equilibradas o con desplazamientos menores, lo que sugiere diferencias en composición química según la condición

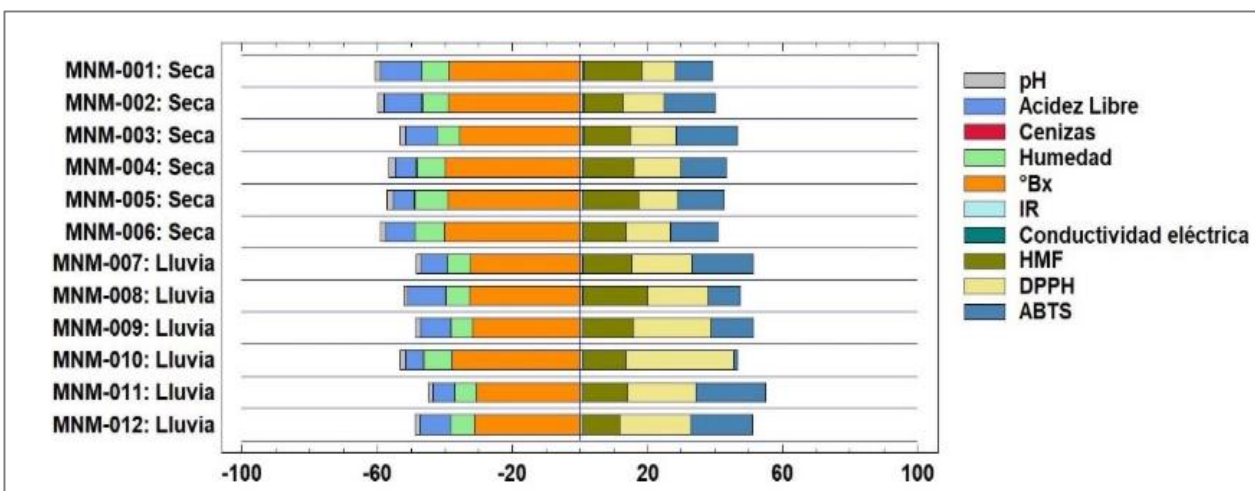


Figura 45. Gráfica de Likert expresando parámetros fisicoquímicos para ambas épocas (lluvia y seca).

La figura 46 muestra los diagramas de radar (o gráficos de araña) para cada muestra (MNM-001 a MNM-012), comparando dos épocas: Seca (gris) y Lluvia (azul). Cada eje del radar representa una variable físicoquímica o funcional. Cada polígono muestra la magnitud relativa de las variables para una muestra en una época específica. Áreas más grandes indica valores más altos en varias variables. El color azul (lluvia) y gris (seca) permiten comparar cómo cambian las propiedades entre épocas para las muestras provenientes de una misma caja o colonia de producción.

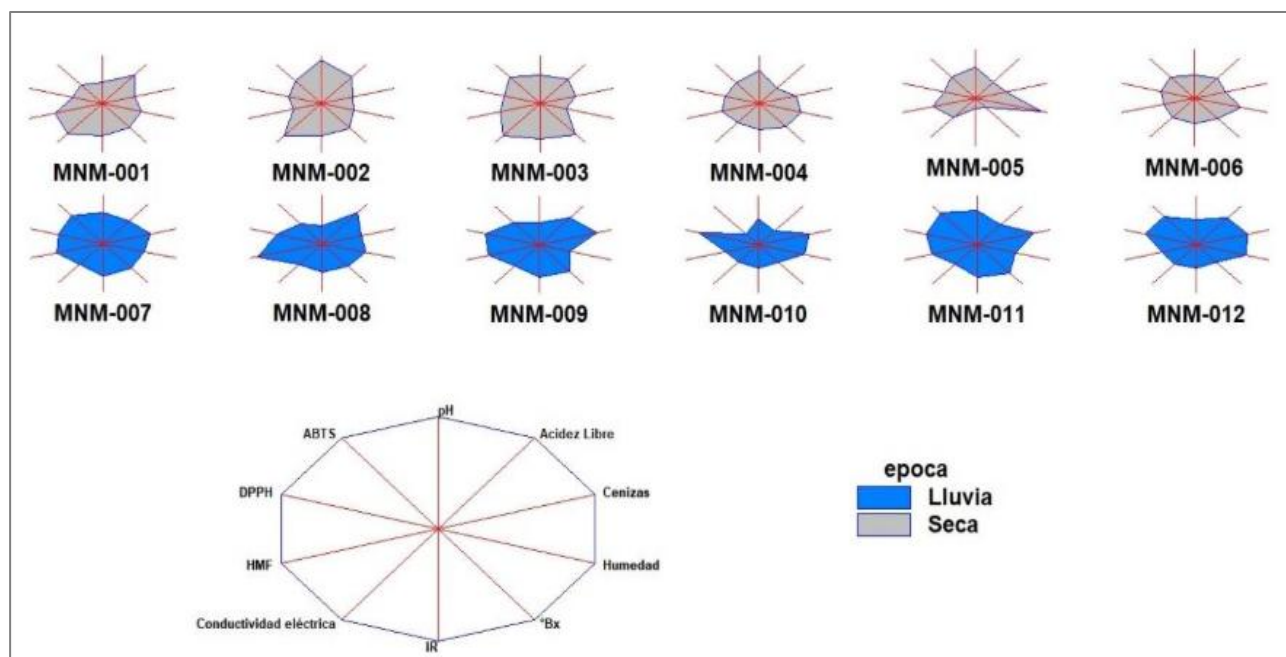


Figura 46. Diagrama de radar (gráfico de araña) para parámetros fisicoquímicos en ambas épocas (seca y lluvia).

Las muestras MNM-007 a MNM-012 (lluvia) tienen polígonos azules más amplios, lo que sugiere mayores valores en varias variables (por ejemplo: humedad, conductividad, antioxidantes en función de las variables de capacidad antioxidante (DPPH y ABTS)). Mientras que las muestras MNM-001 a MNM-006 (seca) presentan polígonos más pequeños y equilibrados, indicando menor variabilidad y valores más bajos en esas variables.

Las variables como HMF, DPPH y ABTS tienen cambios más asociados a la época de lluvia, mientras que pH y acidez libre no muestran diferencias tan marcadas. Por lo que mayor conductividad eléctrica, mayor actividad antioxidante (ABTS, DPPH) y posible incremento en humedad y HMF pueden estar asociados con la época de lluvia.

En la figura 47 se muestran análisis estadísticos del índice de equidad de Pielou (J') bajo dos factores: cajas (1 a 6) y época (lluvia vs seca), utilizando la prueba Fisher LSD al 95% para comparar medias. El índice de Pielou mide la equidad o uniformidad en la distribución de especies dentro de una muestra de miel. Los resultados son congruentes con lo que se esperaba en época seca, generalmente, la disponibilidad de recursos es menor, lo que puede favorecer la dominancia de unas pocas especies adaptadas a condiciones de estrés. Esto tiende a reducir la equidad (J más bajo). Mientras en la época de lluvia hay mayor disponibilidad de agua y nutrientes favorece la coexistencia de más especies con abundancias más equilibradas, aumentando la equidad (J más alto). Sin embargo, analizar esta medida de equidad por si sola, no representa diferencia significativa entre temporadas para la zona evaluada. Por lo que se realizó un análisis de covariancia incluyendo las variables asociadas a su funcionalidad HMF, DPPH y ABTS, para verificar el efecto conjunto de estas variables.

En la figura 47 (A), se observa que el índice de Pielou varía notablemente entre las cajas. La Caja 1 presenta el valor más alto (≈ 0.90), seguida por las cajas 2 y 4 con valores similares (≈ 0.80), y la caja 6 con un valor intermedio (≈ 0.70). Lo cual puede estar asociado también a la fortaleza de la colonia. En contraste, las cajas 3 y 5 muestran los valores más bajos de diversidad polínica (≈ 0.37 y 0.40 , respectivamente). Las letras asignadas (A, B, C, D, E) indican que estas diferencias son estadísticamente significativas, lo que sugiere que la equidad en la distribución de especies no es uniforme entre las cajas o colmenas.

En la figura 47 (B), se comparan las dos épocas. La época lluvia presenta un índice de Pielou significativamente mayor (≈ 1.05) que la época de seca (≈ 0.37), lo que indica que durante la época seca la distribución polínica es dominante para contadas especies, es decir, las especies están distribuidas de manera más uniforme (Pumasupa *et al.*, 2021). En cambio, en la época de

lluvia se observa menor equidad, lo que podría deberse a la dominancia de ciertas especies favorecidas por las condiciones húmedas y una mayor diversidad pólinica. En conjunto, estos resultados muestran que tanto la ubicación (caja) como la época influyen en la estructura de la comunidad. La mayor equidad en época lluvia sugiere que las condiciones abundantes favorecen una distribución más balanceada, mientras que la época de secas, con menor disponibilidad de recursos, podría permitir que algunas especies se vuelvan dominantes.

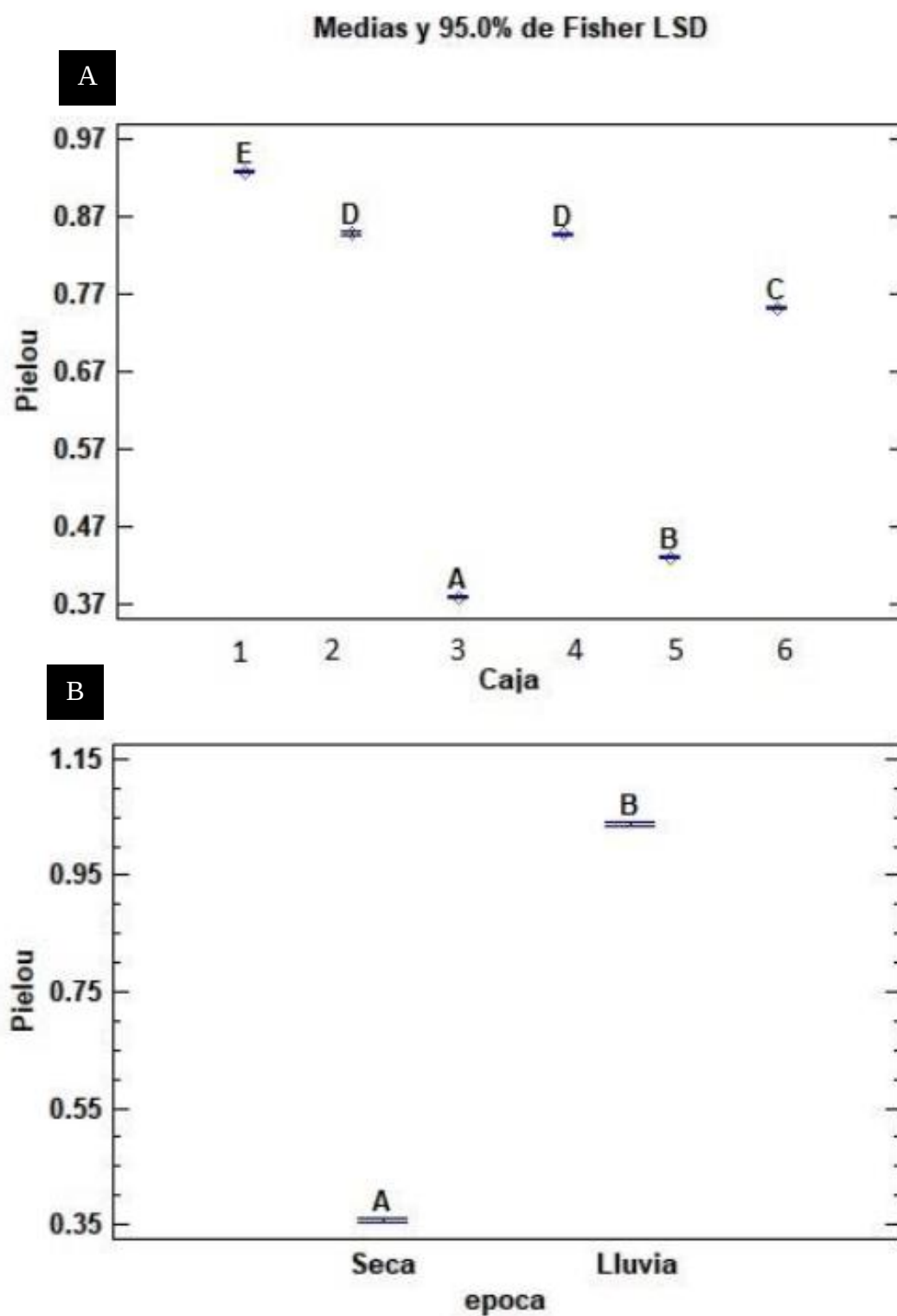


Figura 47. Análisis estadísticos del índice de equidad de Pielou en ambas épocas (lluvia y seca).

Azúcares reductores. Para determinarlos utilizaron dos métodos, el primero; con el Glucómetro, dónde se realizó una curva estándar de glucosa con un nivel de confianza del 98%, utilizando glucosa a 900 mg/dl de la marca Sigma. Se ajustaron seis concentraciones para 5ml de solución (figura 48). El segundo; la determinación del DNS utilizando la misma curva estándar.

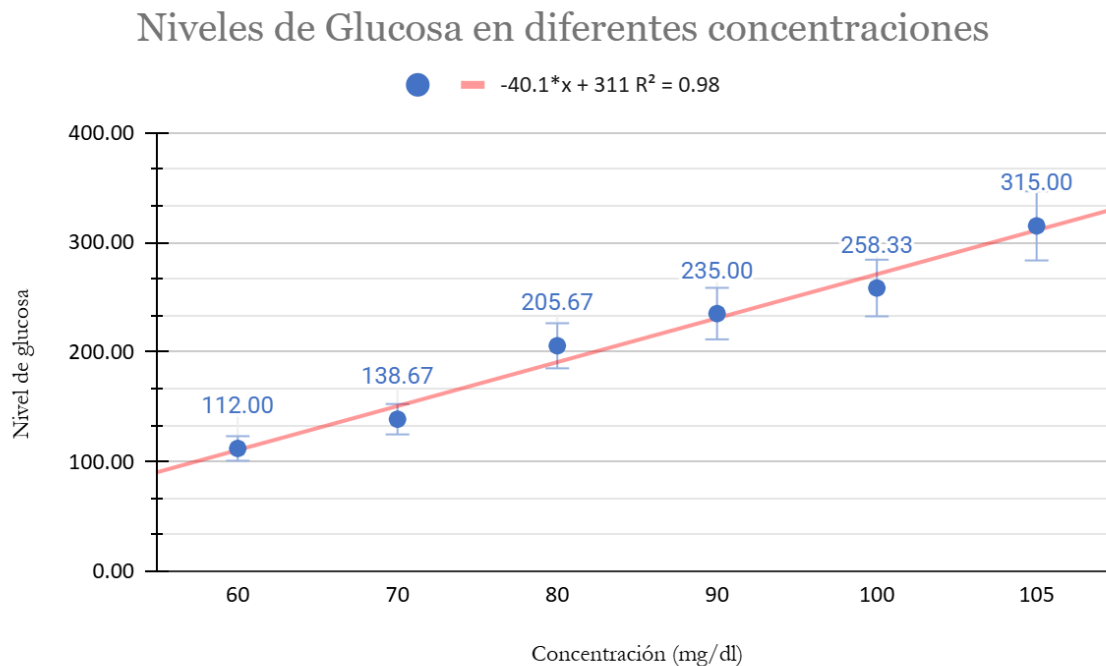


Figura 48. Calibración de concentraciones de Glucosa para lectura en Glucómetro.

De acuerdo con la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SAG/GAN-2018 las muestras de miel de *M. beecheii*, cumplen con las especificaciones de 60 g/100g como mínimo, teniendo una media en DNS de 30.49 g/kg y 26.43 g/kg de glucosa libre, que coincide con los valores establecidos por Castillo *et al.* (2023) dónde el mínimo y máximo de Glucosa (g 100 g⁻¹ de miel) para *M. beecheii* fue de 21.4 y 38.7 respectivamente.

CONCLUSIONES

Los valores de los parámetros de calidad y funcionalidad de la miel producida por abejas Meliponas (*Melipona beecheii*) se mantuvieron bajo los índices de la normatividad establecida para la miel las cuales rigen a la miel como alimento y producto de exportación. Los valores mostraron variabilidad entre las dos épocas de colecta, pero semejantes a datos reportados en diferentes estudios. Además, la capacidad antioxidante estuvo en los niveles promedio en ambas épocas de colecta manteniendo valores similares a los que se establece para *A. mellifera*. Se determinó que la miel de abeja Melipona tiene un alto nivel de capacidad antioxidante, lo permite determinar su importancia y cotización en el mercado de las mieles. Sin embargo, la ausencia de normativas nacionales o internacionales específicas para las mieles de meliponinos limita la efectividad de los análisis, ya que no existe un parámetro oficial de comparación.

El análisis Melisopalinológico mostró que las doce muestras de miel tuvieron una preferencia muy marcada para ambas épocas que las determinó como monoflorales y multiflorales, predominando para época de seca mieles multiflorales y para época de lluvia mieles monoflorales. Se determinaron cinco mieles monoflorales, cuatro determinadas como miel de *Bursera simaruba*, una como miel de *Mimosa bahamensis* y otra se identificó como miel de *Pisidium guajava*. Las familias que contribuyen principalmente a esta composición polínica de la miel coincidieron con las reportadas para la península de Yucatán, siendo las más relevantes: Fabaceae, Solanaceae, Acanthaceae, Astereaceae, Boraginaceae y Apocynaceae.

Esto abre un panorama para determinar si las colmenas siguen un patrón dependiendo de la época y que, en vez de generalizarlas como una sola, se establezcan preferencias florales de manera individual.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones serían: elaborar una normatividad estándar para los parámetros fisicoquímicos de miel de *Melipona beecheii*, incluyendo variables como la madurez, coloración y antioxidantes que tengan correlación con su origen floral; también realizar seguimiento de colmenas para determinar más específicamente la selectividad florística por época del año, enfocado a brindarles los recursos florales necesarios para su aprovechamiento; realizar análisis que incluyan el propóleo, cera y subproductos de las colmenas para determinar la existencia o no de una correlación con las propiedades de la miel y evaluar las propiedades fisicoquímicas de la misma, al igual que la selectividad florística de otras especies de Meliponinos de la región.

ANEXOS

Anexo 1.

Bitácora de registro de especies vegetales.

SEGUIMIENTO DE MELIPONARIO EN NOLO, TIXKOKOB, YUCATÁN						
BITÁCORA DE COLECTA DE FLORES						
FECHA: HORA: ÉPOCA DEL AÑO:						
Código	Nombre común	Nombre en maya	Nombre científico	Árbol/Herbácea	Prensada	Observaciones

Anexo 2.

Fichas técnicas de polen de muestras de especies florales en época de seca y lluvia.

FICHA 1



Fabaceae	
Sauco amarillo (<i>Tecoma stans</i>)	
Flor:	Se presentan en racimos de color amarillo vistoso. Se caracterizan por tener forma de pequeña trompeta. Se distribuyen al final de las ramas.
Código de herbario:	1
Época de colecta:	Seca y lluvia
Hábito de crecimiento:	Árbol
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	X'canlol- K'an lool
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tricolporado. AP: Monada heteropolar. Exina: Subtectada, reticulada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X				X	X	X	X



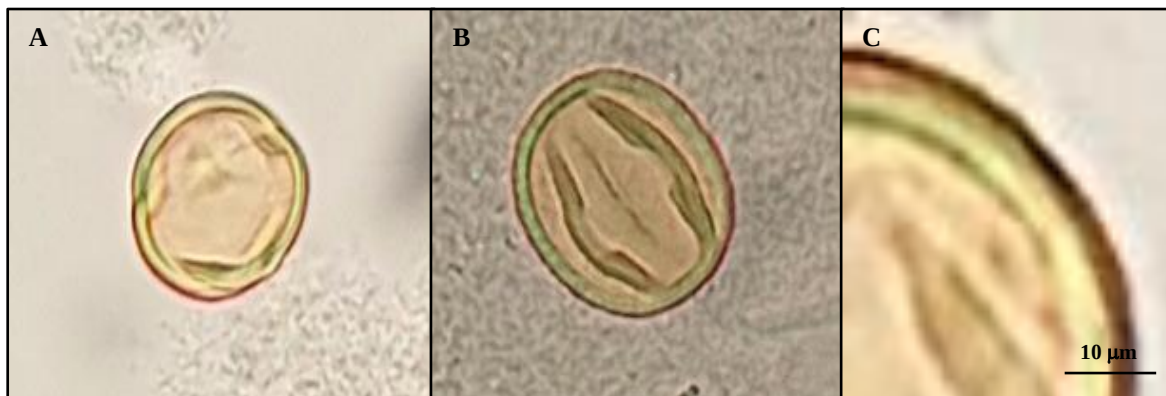
Polen de *Tecoma stans*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B), ornamentación (C) y exina (D).

FICHA 2



Fabaceae	
Jabín (<i>Piscidia piscipula</i>)	
Flor:	Se distribuyen en inflorescencias abundantes y perfumadas de color rosa a ligeramente morado.
Código de herbario:	2
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Árbol
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Ja'abín
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tricolporado. ASP: Monada isopolar. Exina: Tectada, psilada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X		X	X	X							



Polen de *Piscidia piscipula*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B) y exina (C).

FICHA 3



Fabaceae	
K'anjabín (<i>Senna atomaria</i>)	
Flor:	Se distribuyen en racimos con pétalos asimétricos con coloración amarilla.
Código de herbario:	3
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Árbol
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	K'anjabín
Características del polen	
Forma: Suboblado. Abertura: Tricolpado. ASP: Monada heteropolar. Exina: Semitectada, psilada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Senna atomaria*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B) y exina (C).

FICHA 4



Fabaceae

Bigotillo rojo/amarillo (*Caesalpinia pulcherrima*)

Flor:

Contienen cinco pétalos de color rojo/amarillo, las cuales se distribuyen en racimos. Las anteras son alargadas.

Código de herbario: 4

Época de colecta: Seca-Lluvia

Hábito de crecimiento: Árbol

Distribución: Nativa

Nombre en maya: Chac'sikin

Características del polen

Forma: Suboblado. **Abertura:** Tricolporado, colpos alargados con membranas escrobiculadas. **ASP:** Monada isopolar. **Exina:** Semitectada, reticulada, homobrocada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Caesalpinia pulcherrima*.
Vista polar (A y B), vista ecuatorial (C), ornamentación (D) y exina (E).

FICHA 5



Fabaceae

Huaxin

(*Leucaena leucocephala*)

Flor:

Contiene inflorescencias blancas que se agrupan en forma de globo.

Código de herbario:

N/A

Época de colecta:

Seca

Hábito de crecimiento:

Árbol

Distribución:

Nativa

Nombre en maya:

Waaxin

Características del polen

Forma: Esferoidal. **Abertura:** Tricolpado con membranas lisas **ASP:** Monada isopolar. **Exina:** Semitectada, microreticulada-microestriada.

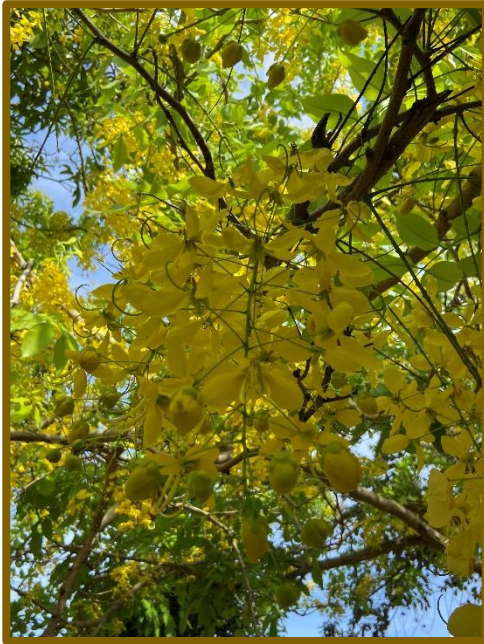
FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



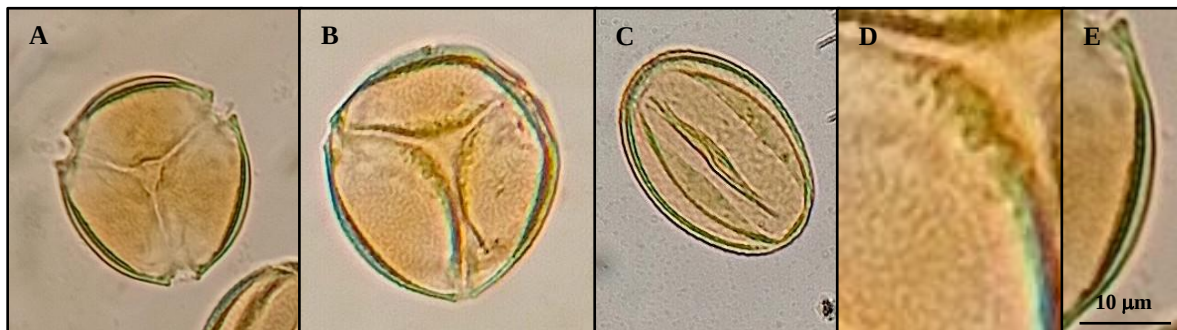
Polen de *Leucaena leucocephala*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B), ornamentación (C) y exina (D).

FICHA 6



Fabaceae	
Lluvia de oro (<i>Cassia fistula</i>)	
Flor:	Se encuentran en racimos colgantes muy vistosos de color amarillo intenso.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Lluvia
Hábito de crecimiento:	Árbol
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	K'an k'ux
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tricolporado. ASP: Monada isopolar. Exina: Semitectada, psilada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
			X	X	X	X					



Polen de *Cassia fistula*.
Vista polar (**A y B**), vista ecuatorial (**C**), ornamentación (**D**) y exina (**E**).

FICHA 7



Solanaceae

Chile ma'ax

(*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*)

Flor:

Surgen de la axila de la hoja, son de coloración blanca y se distribuyen de manera individual.

Código de herbario:

N/A

Época de colecta:

Seca-Lluvia

Hábito de crecimiento:

Arbusto

Distribución:

Nativa

Nombre en maya:

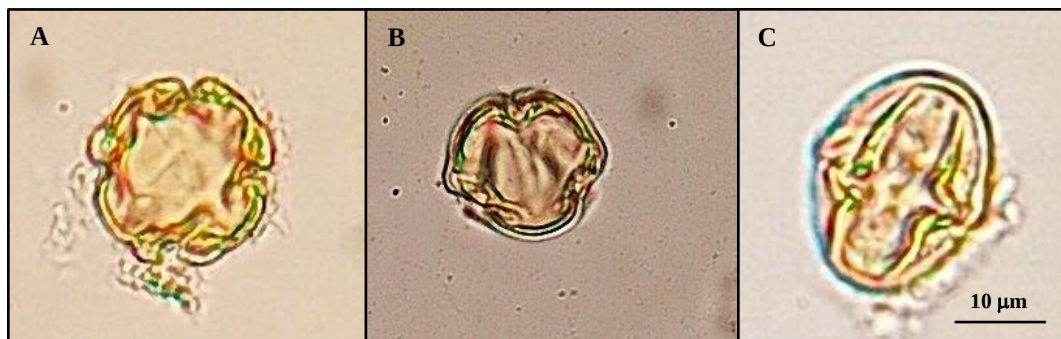
Ma'ax iik

Características del polen

Forma: Prolado. **Abertura:** Tricolporado. **ASP:** Monada isopolar. **Exina:** Semitectada, psilada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
	X	X	X	X	X	X	X	X	X		



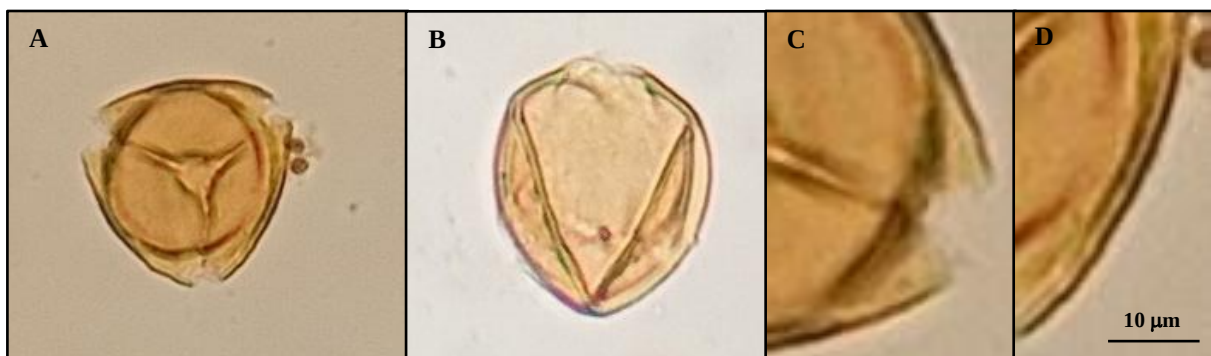
Polen de *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*.
Vista polar (A y B) y vista ecuatorial (C).

FICHA 8



Solanaceae	
Palo hediondo (<i>Solanum erianthum</i> D.)	
Flor:	Prominentes de coloración blanca con centro amarillo, distribuidas en racimos con tres o dos flores.
Código de herbario:	7
Época de colecta:	Lluvia
Hábito de crecimiento:	Arbusto
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Chal che'- Pukin
Características del polen	
Forma: Oblado. Abertura: Tricolporado con membranas escrobiculadas ASP: Monada isopolar.	
Exina: Semitectada, psilada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
						X	X	X	X		



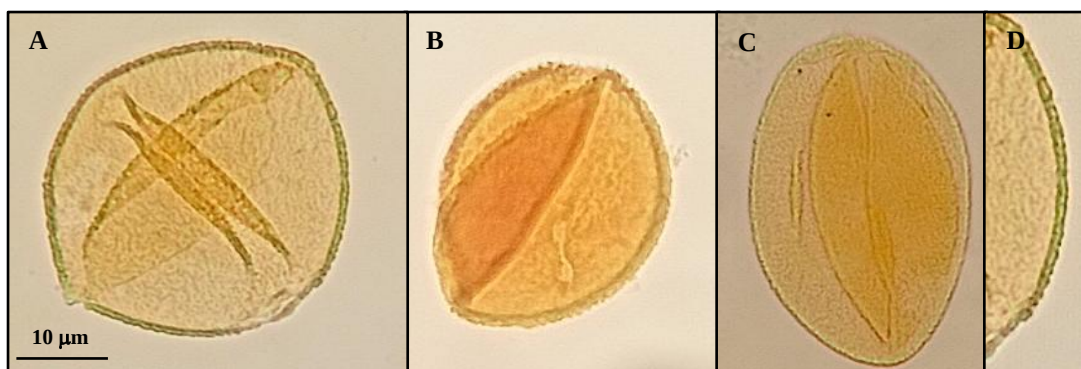
Polen de *Solanum erianthum* D.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B), poro (C) y exina (D).

FICHA 9



Solanaceae	
Galán de noche (<i>Brunfelsia americana</i>)	
Flor:	Se distribuyen en una sola flor con cinco pétalos de color amarillo pálido, con el centro blanco.
Código de herbario:	8
Época de colecta:	Lluvia
Hábito de crecimiento:	Arbusto
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	N/A
Características del polen	
Forma: Subprolato. Abertura: Tricolporado. ASP: Monada heteropolar. Exina: Tectada, semi-psilada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Brunfelsia americana*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B y C) y exina (D).

FICHA 10



Rutaceae	
Limón criollo (<i>Citrus x aurantifolia</i>)	
Flor:	Se distribuyen en una sola flor pequeña y blancas con centro prominente de color amarillo.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Árbol
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Muliix
Características del polen	
Forma: Suboblado. Abertura: Tetracolporado. ASP: Monada heteropolar. Exina: Subtectada, reticulada, homobrocada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
	X	X	X	X	X	X					



Polen de *Citrus x aurantifolia*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B) y exina (D).

FICHA 11



Rutaceae	
Naranja agria (<i>Citrus x aurantium</i>)	
Flor:	Se distribuyen en una sola flor pequeña y blancas con centro prominente de color amarillo.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Árbol
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Su'uts' pak'áal
Características del polen	
Forma: Suboblado. Abertura: Tetracolporado.	
ASP: Monada heteropolar.	
Exina: Subtectada, reticulada, homobrocada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
	X	X	X	X	X	X					



Polen de *Citrus x aurantium*.
Vista polar (A y B), vista ecuatorial (C) y exina (D).

FICHA 12



Rutaceae	
Mandarina (<i>Citrus x reticulata</i>)	
Flor:	Se distribuyen en una sola flor pequeña y blancas con centro prominente de color amarillo.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Árbol
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Muliix
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tetracolporado. ASP: Monada isopolar. Exina: Semitectada, reticulada, homobrocada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
	X	X	X	X	X	X					



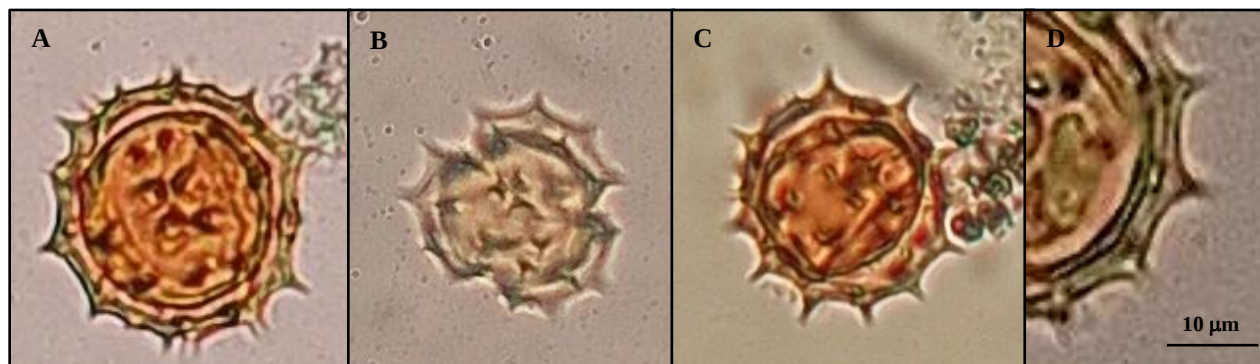
Polen de *Citrus x reticulata*.
Vista polar (A y B), vista ecuatorial (C), ornamentación (D) y exina (E).

FICHA 13



Asteraceae	
Acahual (<i>Simsia amplexicaulis</i>)	
Flor:	Se distribuyen en una sola flor octalobulada de color amarillo/naranja vistoso.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	N/A
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tricolporado, espinas ampuliformes. ASP: Monada isopolar.	
Exina: Tectada, equinada-supraequinada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
				X	X	X	X	X	X	X	



Polen de *Simsia amplexicaulis*.
Vista polar (A y B), vista ecuatorial (C) y exina (E).

FICHA 14



Asteraceae

Hierba del toro (*Tridax procumbens*)

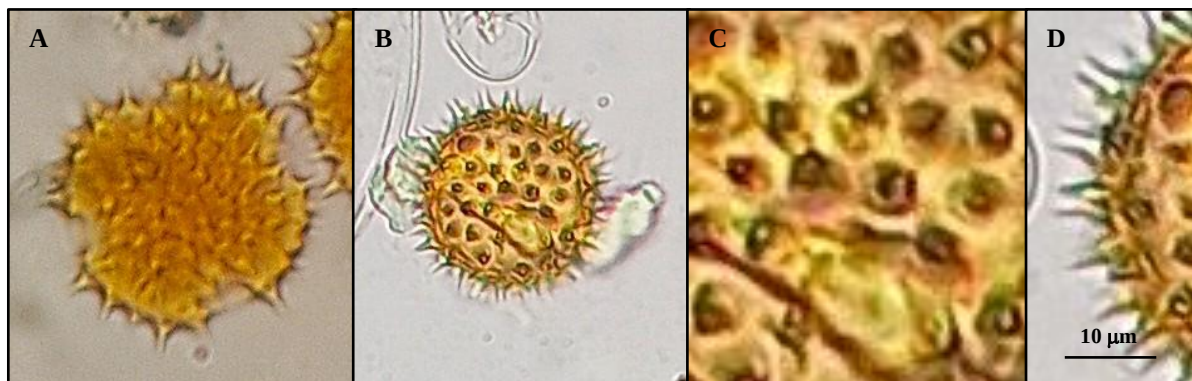
Flor:	Se distribuyen en una sola flor octalobulada de color amarillo/naranja vistoso.
Código de herbario:	9
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Ta'ulu'um

Características del polen

Forma: Esferoidal. **Abertura:** Tetraporado, espinas ampuliformes. **ASP:** Monada isopolar. **Exina:** Tectada, equinada-supraequinada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		



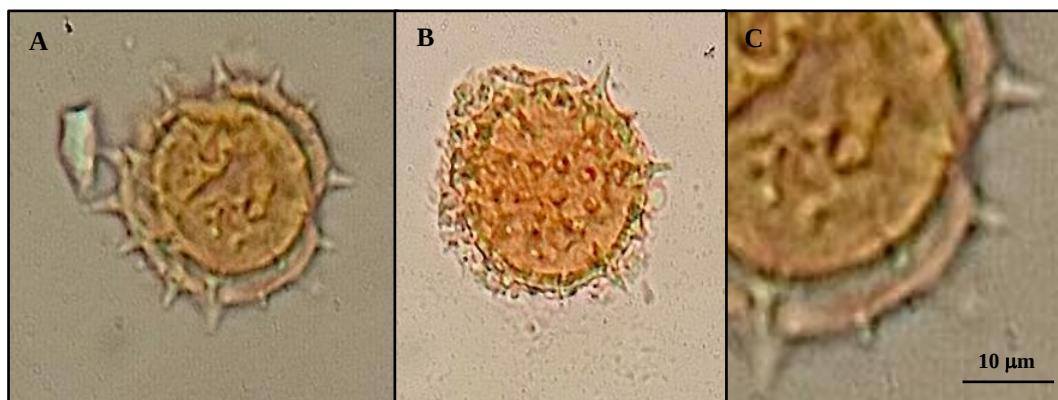
Polen de *Tridax procumbens*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B), ornamentación (C) y exina (E).

FICHA 15



Asteraceae	
Mirasol amarillo <i>(Cosmos sulphureus)</i>	
Flor: Código de herbario: Época de colecta: Hábito de crecimiento: Distribución: Nombre en maya:	Se distribuyen en una sola flor octalobulada de color naranja o amarillo-rojizo. N/A Lluvia Herbácea Nativa Ta'ulu'um
Características del polen	
Abertura: Diporado, con espinas ampuliformes. ASP: Monada isopolar. Exina: Tectada, equinada-supraequinada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		



Polen de *Cosmos sulphureus*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B) y exina (C).

FICHA 16



Amaryllidaceae

Lirio listado (*Crinum asiaticum*)

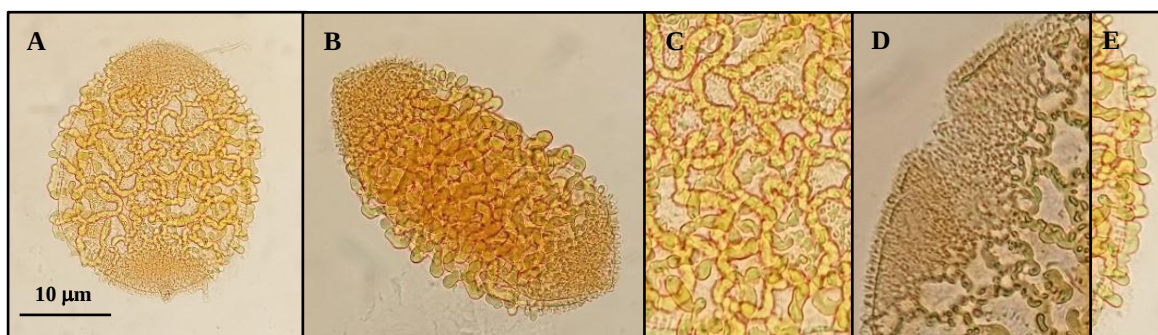
Flor:	Se
Código de herbario:	10
Época de colecta:	Lluvia
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	

Características del polen

Forma: Esferoidal. **Abertura:** Monoporado. **ASP:** Monada isopolar. **Exina:** Subtectada, reticulada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		



Polen de *Crinum asiaticum*.

Vista polar (**A**), vista ecuatorial (**B**), ornamentación (**C**), poro (**D**) y exina (**E**).

FICHA 17



Amaryllidaceae

Brujita blanca (*Zephyranthes insularum*)

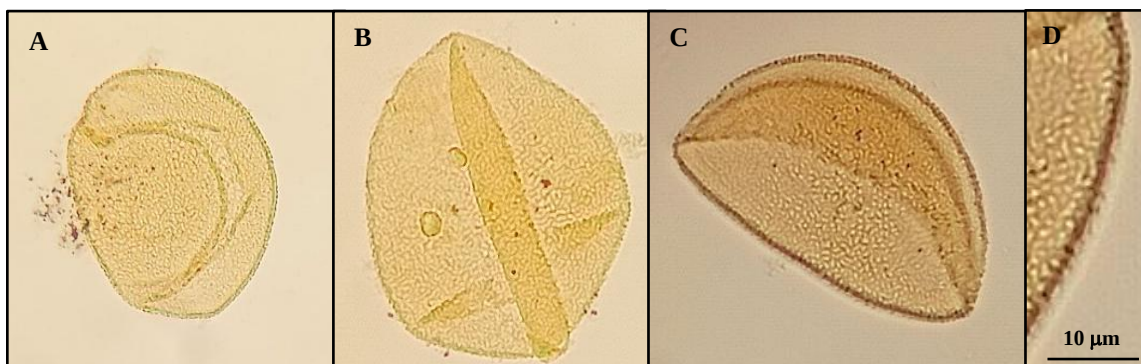
Flor:	Se distribuyen en una sola flor de coloración blanca, contiene seis pétalos.
Código de herbario:	11
Época de colecta:	Lluvia
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	N/A

Características del polen

Forma: Prolado. **Abertura:** Dicolporado. **ASP:** Monada heteropolar. **Exina:** Semitectada, reticulada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
					X	X	X	X	X	X	



Polen de *Zephyranthes insularum*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B y C) y exina (D).

FICHA 18



Apocynaceae	
Adelfa rosa (<i>Nerium oleander</i>)	
Flor:	Se distribuyen en una sola flor de coloración blanca, contiene seis pétalos.
Código de herbario:	12
Época de colecta:	Lluvia
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	N/A
Características del polen	
Abertura: Tetraporado. ASP: Monada heteropolar.	
Exina: Semitectada, semi-psilada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
					X	X	X	X	X	X	



Figura. Polen de *Nerium oleander* en vista polar.

FICHA 19



Apocynaceae

Vicaria rosa (*Catharanthus roseus*)

Flor:	Se distribuyen en una sola flor de coloración rosa con cinco pétalos. Se ha reportado como tóxica.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Lluvia
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	N/A

Características del polen

Forma: Esferoidal. **Abertura:** Tricolporado. **ASP:** Monada isopolar. **Exina:** Semitectada, psilada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Catharanthus roseus*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B), poro (C) y exina (D).

FICHA 20



Boraginaceae

Ciricote

(*Cordia dodecandra*)

Flor:

Se distribuyen en racimos de flores en forma de corneta con 10-12 pétalos de coloración naranja vistoso.

Código de herbario: 13

Época de colecta: Seca-Lluvia

Hábito de crecimiento: Árbol

Distribución: Nativa

Nombre en maya: K'oopte'

Características del polen

Forma: Esferoidal. **Abertura:** Tricolporado. **ASP:** Monada heteropolar. **Exina:** Subtectada, reticulada, homobrocada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Cordia dodecandra*.

Vista polar (A), vista ecuatorial (B), ornamentación (C) y exina (D).

FICHA 21



Boraginaceae

Roble (*Ehretia tinifolia* L.)

Flor:	Inflorescencias con color blanco y estambres largos.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Lluvia
Hábito de crecimiento:	Árbol
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Beek

Características del polen

Forma: Oblado. **Abertura:** Dicolporado, con granulaciones internas. **ASP:** Monada isopolar. **Exina:** Semitectada, psilada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
		X	X	X	X						



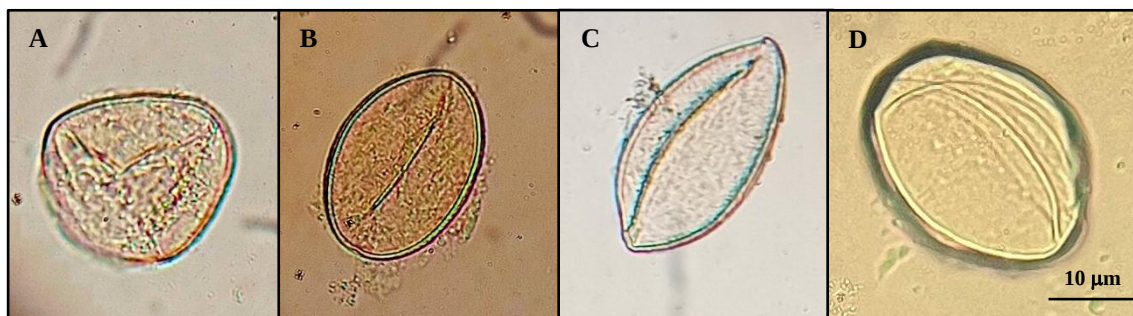
Polen de *Ehretia tinifolia* L.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B y C) y exina (D).

FICHA 22



Arecaceae	
Palma Kerpis (<i>Adonidia merrillii</i>)	
Flor:	Inflorescencias muy ramificadas que se distribuyen debajo de las hojas de coloración amarillo verdoso.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Arborescente
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Monosulcado. ASP: Monada isopolar. Exina: Semitectada, reticulada, homobrocada. Vista: Elipsoidal.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
		X	X	X	X						



Polen de *Adonidia merrillii*.
Vista polar (A) y vista ecuatorial (elipsoidal) (B, C y D).

FICHA 23



Arecaceae	
Huano (<i>Sabal yapa</i>)	
Flor:	Inflorescencias pequeñas muy ramificadas de coloración blanco-crema.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Arborescente
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	N/A
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tricolporada en vista polar y en vista elipsoidal contiene una abertura monosulcada. ASP: Monada isopolar. Exina: Semitectada, reticulada, homobrocada. Vista: Elipsoidal.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
				X	X	X					



Polen de *Sabal yapa*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B), ornamentación (C) y exina (D).

FICHA 24



Convolvulaceae

Campanita (*Ipomea indica*)

Flor:	Se distribuyen en una sola flor grande de coloración azul-morado con forma de campana.
Código de herbario:	14
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Enredadera
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	N/A

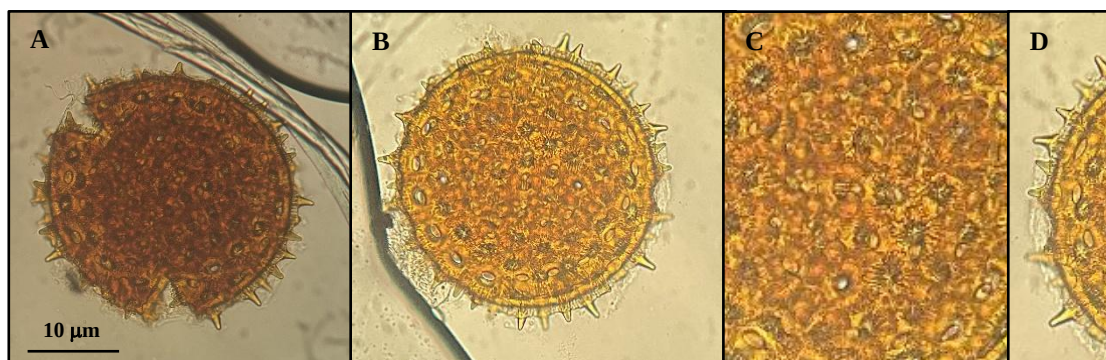
Características del polen

Forma: Perprolado. **Abertura:** Dicolporado, espinas ampuliformes. **ASP:** Monada isopolar.

Exina: Tectada, equinada-supraequinada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Ipomea indica*.
Vista polar (A y B), ornamentación (C) y exina (D).

FICHA 25



Amaranthaceae

Amor seco de monte (*Alternanthera ramosissima*)

Flor:

Se distribuyen en una sola estructura pequeña en forma de pompom con inflorescencias de color crema y amarillo en el centro.

Código de herbario: N/A

Época de colecta: Seca

Hábito de crecimiento: Herbácea

Distribución: Nativa

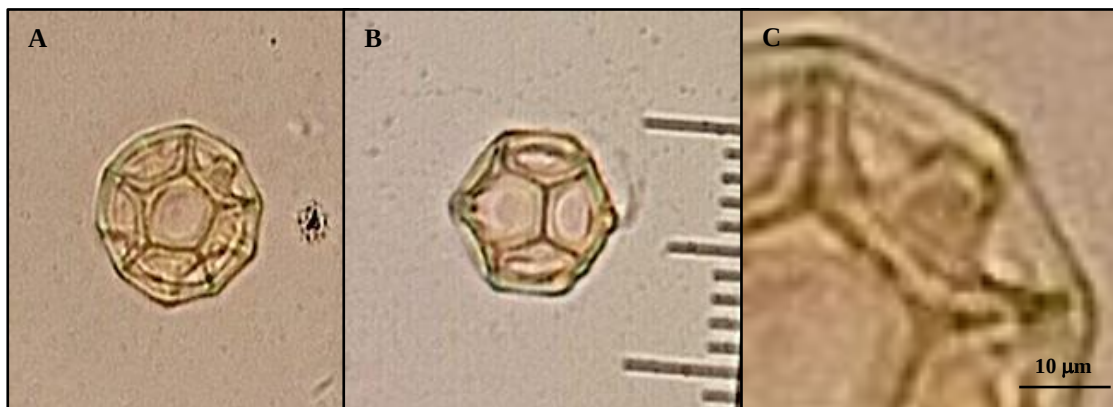
Nombre en maya: Zakmuul

Características del polen

Forma: Esferoidal. **Abertura:** Pantoporado. **ASP:** Monada apolar. **Exina:** Tectada, psilada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
			X	X	X						



Polen de *Alternanthera ramosissima*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B) y exina (D).

FIGURA 26



Amaranthaceae	
Cola de gato (<i>Celosia argentea</i>)	
Flor:	Se distribuyen en inflorescencias aterciopeladas con flores diminutas.
Código de herbario:	15
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Xtees
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Poliporado dicolporado. ASP: Monada apolar. Exina: Semitectada, verrugada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
					X	X	X	X	X	X	



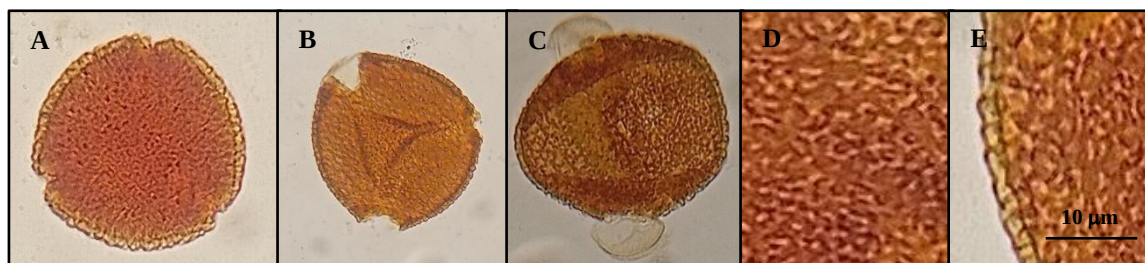
Polen de *Celosia argentea*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B y C), ornamentación (D) y exina (E).

FICHA 27



Annonaceae	
Saramuyo (<i>Annona squamosa</i> L.)	
Flor:	Se distribuyen en racimos de flores blancas con estambres largos de coloración blanca.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Lluvia
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Ts'almuy
Características del polen	
Forma: Perprolado. Abertura: Tricolporado. ASP: Monada isopolar. Exina: Tectada, reticulada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
				X	X	X					



Polen de *Annona squamosa* L.
Vista polar (**A y B**), vista ecuatorial (**C**), ornamentación (**D**) y exina (**E**).

FICHA 28



Lythraceae

Granada (*Punica granatum*)

Flor:	Se distribuyen agrupadas o solitarias, con forma de campana y con coloración vibrante rojo.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca-Lluvia
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	N/A

Características del polen

Forma: Suboblado. **Abertura:** Uniporado dicolpado. **ASP:** Monada isopolar. **Exina:** Semitectada, psilada.

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
	X	X	X	X	X	X	X				



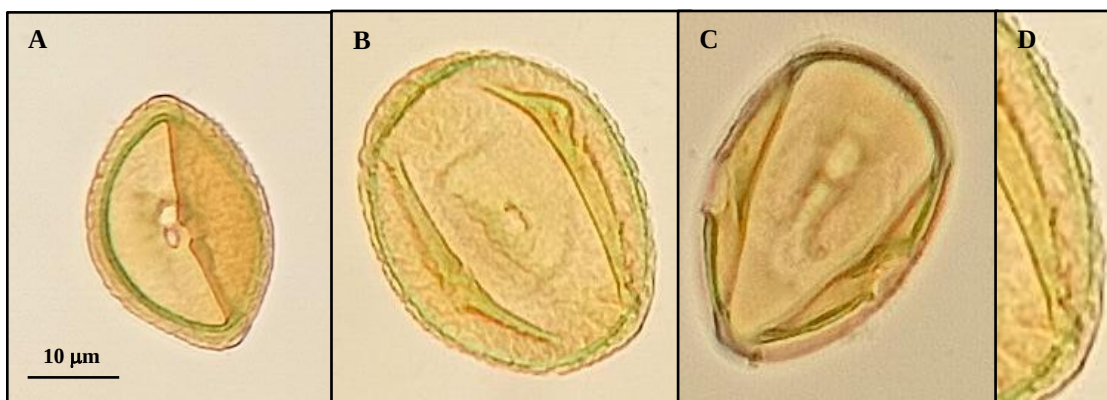
Polen de *Punica granatum*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B), ambas vistas (C).

FICHA 29



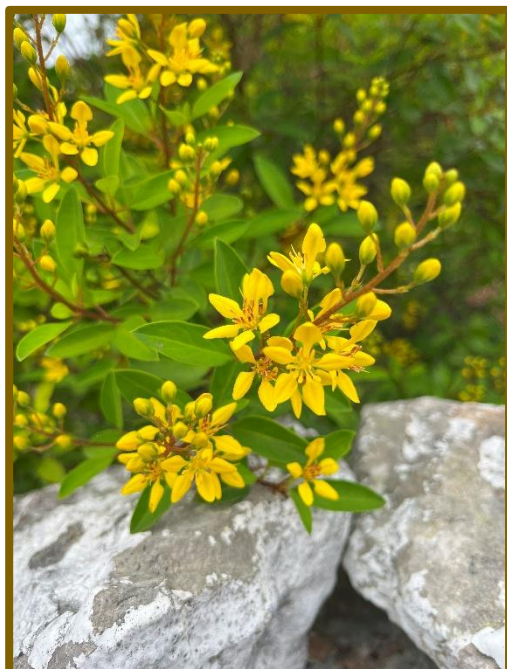
Lythraceae	
Júpiter blanco (<i>Lagerstroemia indica</i>)	
Flor:	Se distribuyen agrupadas en racimos con pétalos parecidos al papel crepé de coloración blanca.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca-Lluvia
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	N/A
Características del polen	
Forma: Subprolato. Abertura: Dicolporado. ASP: Monada heteropolar. Exina: Tectada, semi-psilada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
			X	X	X	X	X	X			



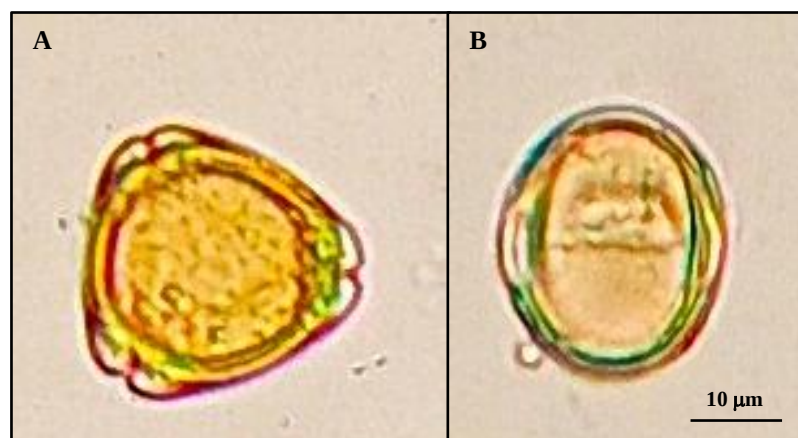
Polen de *Lagerstroemia indica*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B y C) y exina (D).

FICHA 30



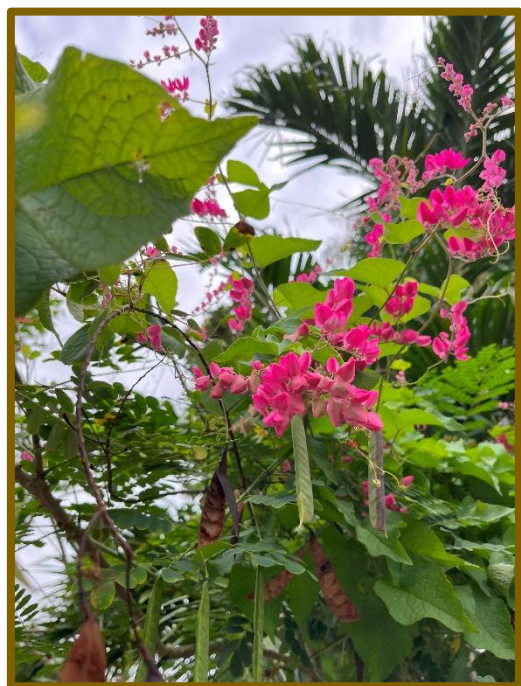
Malphigiaceae	
Árnica de raíz (<i>Galphimia glauca</i>)	
Flor: Código de herbario: Época de colecta: Hábito de crecimiento: Distribución: Nombre en maya:	Se distribuyen en racimos de abundantes flores amarillas en forma de estrella. 17 Seca-Lluvia Herbácea Nativa
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Triporado con operculos. AP: Monada isopolar. Exina: Semitectada, psilada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Galphimia glauca*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B), ambas vistas (C).

FICHA 31



Polygonaceae	
Flor de San Diego (<i>Antigonon leptopus</i>)	
Flor: Código de herbario: Época de colecta: Hábito de crecimiento: Distribución: Nombre en maya:	Se distribuyen en racimos de flores rosa vistoso, a lo largo de toda la estructura de la planta. 18 Seca-Lluvia Enredadera Nativa Chak lool
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tricolporado. ASP: Monada isopolar. Exina: Semitectada, reticulada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
	X			X	X	X	X	X	X	X	



Polen de *Antigonon leptopus*.
Vista ecuatorial (A y B) y exina (C).

FICHA 32



Rubiaceae	
Cocinera (<i>Ixora coccinea</i>)	
Flor:	Se distribuyen en racimos de flores de cuatro pétalos de coloración roja.
Código de herbario:	18
Época de colecta:	Seca-Lluvia
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tricolporado. ASP: Monada isopolar.	
Exina: Semitectada, psilada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Ixora coccinea*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B) y poro en vista ecuatorial y polar (C).

FICHA 33



Malvaceae

Amapola blanca (*Pseudobombax ellipticum*)

Flor:	Se distribuye en flores grandes individuales con pétalos enrollados y estambres largos y sobresalientes.
Código de herbario:	19
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Árbol
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Chak k'uuyche'

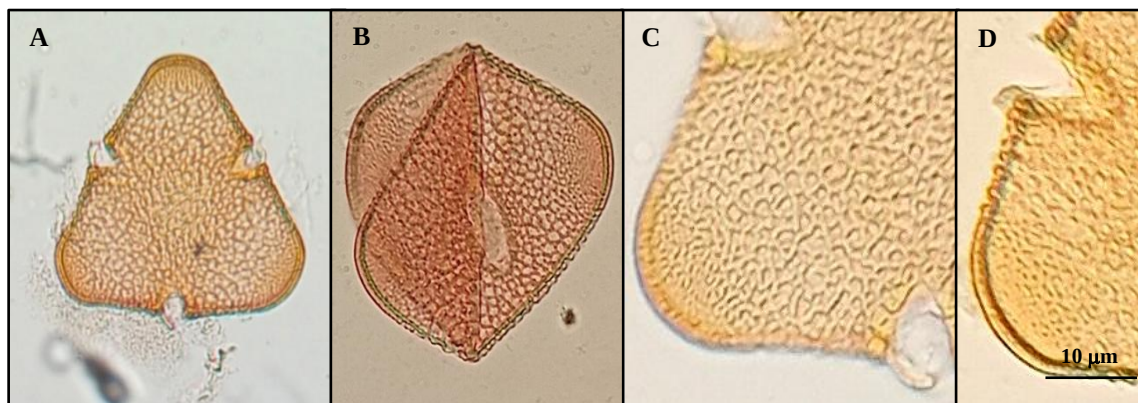
Características del polen

Forma: Esferoidal. **Abertura:** Tricolporado, con aberturas angulares. **ASP:** Monada isopolar.

Exina: Subtectada, reticulada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
			X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Pseudobombax ellipticum*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B), ornamentación (C) y exina (D).

FICHA 34



Caesalpinioideae

Pata de vaca (*Bauhinia divaricata* L.)

Flor:	Se distribuye en racimos de flores blancas o rosas con 5 pétalos más o menos igual de largos y angostos, con estambres largos.
Código de herbario:	20
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Ts' ulub took'

Características del polen

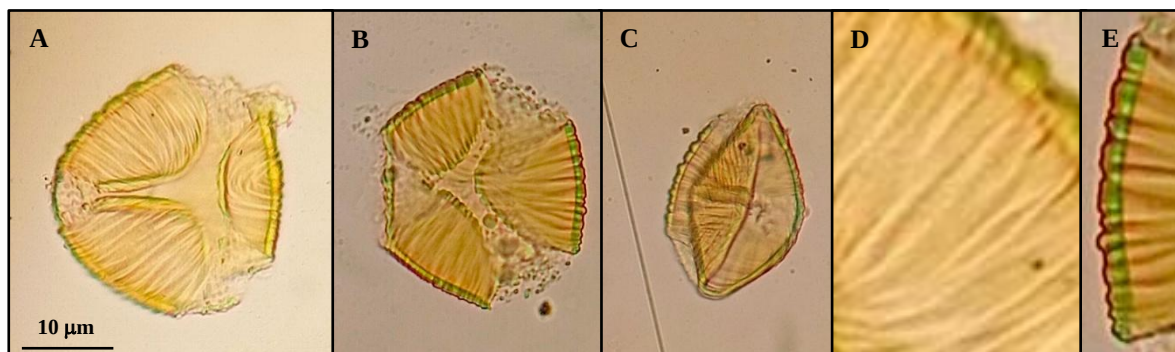
Forma: Esferoidal. **Abertura:** Zonotetracolporado.

ASP: Monada heteropolar.

Exina: Tectada-semitectada, estriada.

FLORACIÓN

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Bauhinia divaricata* L.

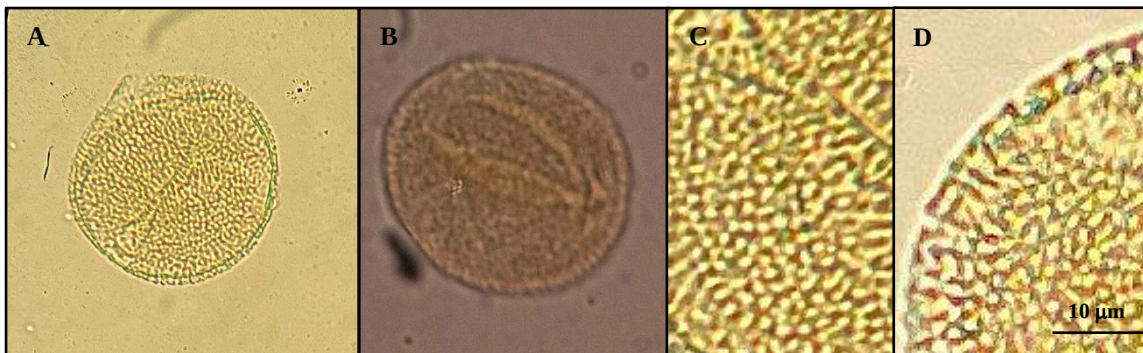
Vista polar (**A y B**), vista ecuatorial (**C**), ornamentación (**D**) y exina (**E**).

FICHA 35



Curcubitacea	
Cundeamor (<i>Momordica charantia</i>)	
Flor:	Se distribuye en racimos de flores blancas o rosas con 5 pétalos más o menos igual de largos y angostos, con estambres largos.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Enredadera
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Kol mo'ol
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tetracolporado. ASP: Monada heteropolar. Exina: Subtectada, reticulada, homobrocada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Momordica charantia*.
Vista polar (A), vista ecuatorial (B), ornamentación (C) y exina (D).

FICHA 36



Caricaceae	
Papaya (<i>Carica papaya</i>)	
Flor:	Se distribuye en racimos de flores de coloración amarillo blanquecino con forma de trompeta.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Arborescente
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	Chich'put
Características del polen	
Abertura: Tricolpado. ASP: Monada isopolar.	
Exina: Semitectada, semireticulada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Polen de *Carica papaya*.
Vista polar (A y B), vista ecuatorial (C) y exina (D).

FICHA 37



Petiveraceae	
Coral (<i>Rivina humilis</i>)	
Flor:	Se distribuye en racimos de flores pequeñas de coloración amarillo blanco.
Código de herbario:	N/A
Época de colecta:	Seca
Hábito de crecimiento:	Herbácea
Distribución:	Nativa
Nombre en maya:	K'uxub-kan
Características del polen	
Abertura: Tricolporado, colpos alargados con membranas escrobiculadas. ASP: Monada isopolar.	
Exina: Semitectada, psilada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



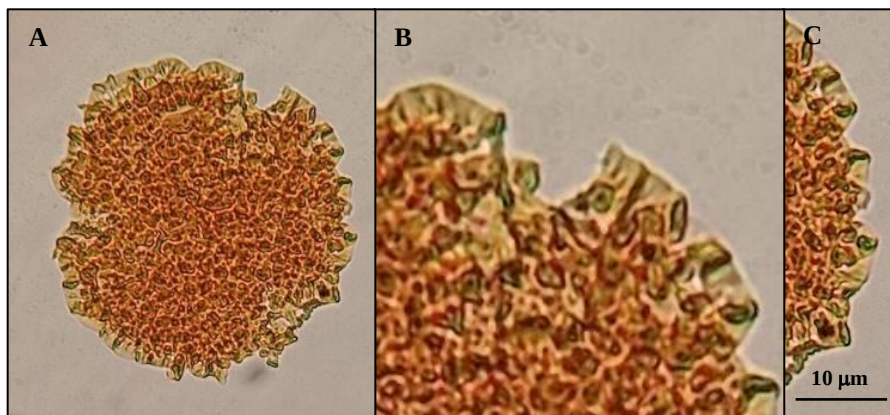
Polen de *Rivina humilis*.
Vista polar (**A y B**) y vista ecuatorial (**C**).

FICHA 38



Acanthaceae	
Petunia silvestre <i>(Ruellia nudiflora)</i>	
Flor: Código de herbario: Época de colecta: Hábito de crecimiento: Distribución: Nombre en maya:	Se distribuye en racimos de flores pequeñas de coloración morada o blanca. N/A Lluvia Herbácea Nativa Che'su'uk
Características del polen	
Abertura: Triporado. ASP: Monada isopolar. Exina: Tectada, reticulada.	

FLORACIÓN											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
					X	X	X	X	X	X	



Polen de *Ruellia nudiflora*.
Vista polar (A), ornamentación (B) y exina (C).

Anexo 3.

Fichas técnicas de polen de muestras de miel en época de seca y lluvia.



Alternanthera ramosissima.

Amaranthaceae	
Amor de monte seco (<i>Alternanthera ramosissima</i>)	
Época de colecta:	Seca MNM-001-2025
Muestra:	MNM-003-2025 MNM-006-2025
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Pantoporado. ASP: Monada apolar. Exina: Tectada, psilada.	



Polen de *Alternanthera ramosissima* en vista ecuatorial.

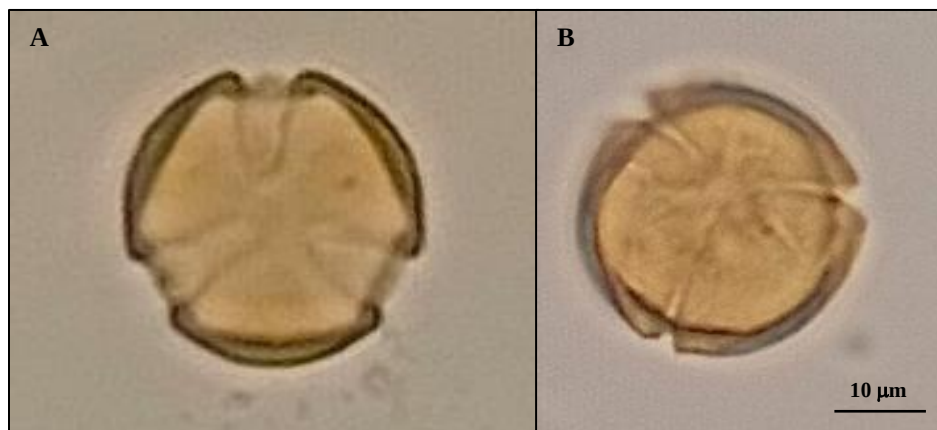
Bignoniaceae

Bejuco morado
(*Arrabidaea floribunda*)

Época de colecta: Seca
Muestra: MNM-001-2025

Características del polen

Forma: Esferoidal. **Abertura:** Tricolpado con membranas lisas
ASP: Monada isopolar. **Exina:** Semitectada, microreticulada-microestriada.



Polen de *Arrabidaea floribunda* en vista polar.



Arrabidaea floribunda.



Bursera simaruba.

Burseraceae	
Chaká (<i>Bursera simaruba</i>)	
Época de colecta:	Seca
Muestra:	MNM-001-2025 MNM-003-2025
Características del polen	
Forma: Oblato-Esférico. Abertura: Triporado. ASP: Monada isopolar. Exina: Semitectada, microreticulada-microestriada.	



Polen de *Bursera simaruba*.
Vista polar (A, D y F) y vista ecuatorial (B, C y E).

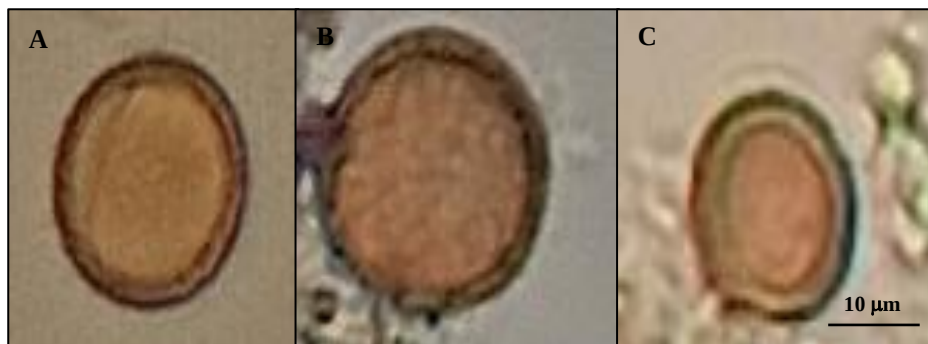


Carica papaya.

Caricaceae	
Papaya silvestre (<i>Carica papaya</i>)	
Época de colecta:	Seca
Muestra:	MNM-001-2025 MNM-003-2025
Características del polen	
Abertura: Tricolpado. ASP: Monada isopolar. Exina: Semitectada, semireticulada.	
A B C	

Polen de *Carica papaya*.
Vista polar (**A** y **B**) y vista ecuatorial (**C**).

Euphorbiaceae	
Chaya silvestre (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	
Época de colecta:	Seca MNM-001-2025 MNM-002-2025
Muestra:	MNM-004-2025 MNM-005-2025
Características del polen	
Abertura: Inaperturado (sin poros ni colpos) ASP: Monada apolar. Exina: Psilada.	



Polen de *Cnidoscolus aconitifolius* en vista polar.

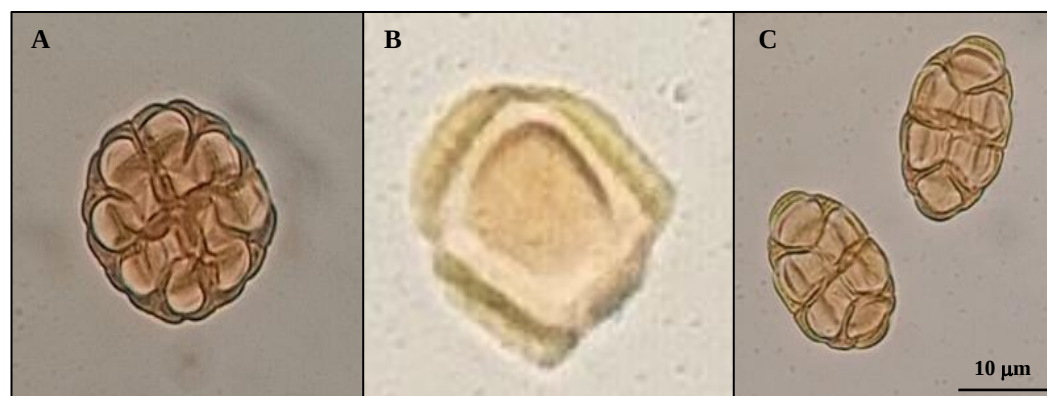


Cnidoscolus aconitifolius.



Acacia pennatula.

Fabaceae	
Chi'i'may (<i>Acacia pennatula</i>)	
Época de colecta:	Seca
Muestra:	MNM-001-2025 MNM-003-2025 MNM-006-2025
Características del polen	
ASP: Poliada con aspecto circular, formada por 16 granos de polen (8 centrales y 8 periféricos), en vista ecuatorial solo se observan 6 granos de polen generalmente. Monada semi cuadradas, triporadas, sincolpadas. Exina: Tectada.	



Poliada de *Acacia pennatula*.
Vista polar de poliada (A), polen individual en vista polar (B),
vista ecuatorial de poliada (C).

Fabaceae

Algarrobo

(*Acacia gaumeri*)

Época de colecta: Seca

Muestra: MNM-007-2025

Características del polen

ASP: Poliada con aspecto circular, formada por 16 granos de polen (8 centrales y 8 periféricos), en vista ecuatorial solo se observan 6 granos de polen generalmente. **Exina:** Tectada-psilada.



Poliada de *Acacia gaumeri* vista ecuatorial.

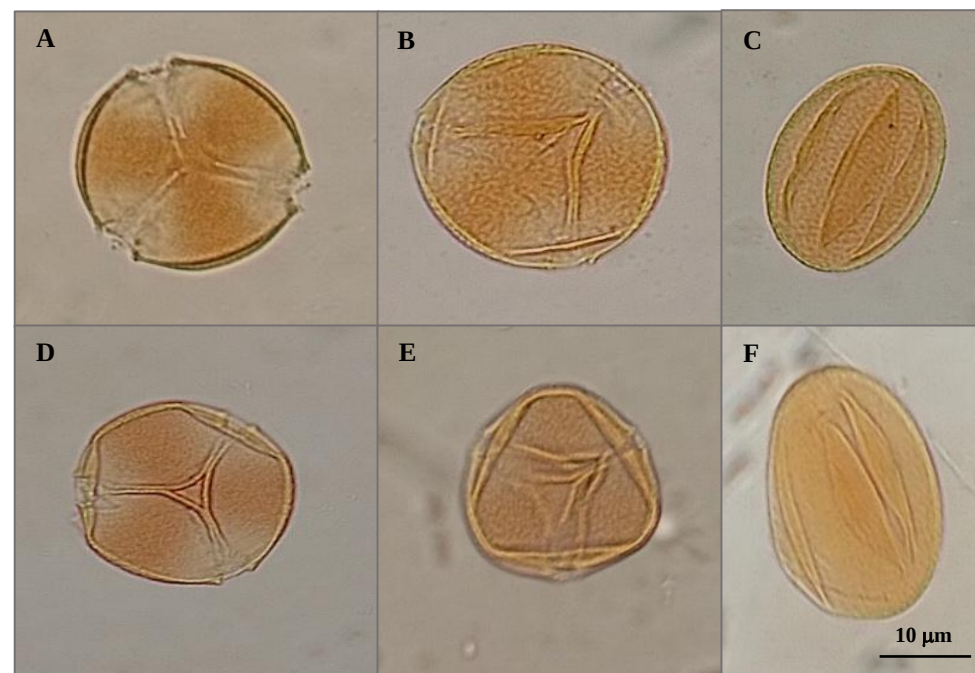


Acacia gaumeri.



Cassia fistula.

Fabaceae	
Lluvia de oro (<i>Cassia fistula</i>)	
Época de colecta:	Seca
Muestra:	MNM-001-2025
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tricolporado. ASP: Monada isopolar.	
Exina: Semitectada, psilada.	



Polen de *Cassia fistula*.
Vista polar anterior (**A** y **B**), vista polar posterior (**D** y **E**) y
vista ecuatorial (**C** y **F**).

Fabaceae	
Kaatsim blanco (<i>Mimosa bahamensis</i>)	
Época de colecta:	Seca MNM-001-2025 MNM-002-2025
Muestra:	MNM-003-2025 MNM-004-2025 MNM-005-2025
Características del polen	
<i>ASP:</i> Tétrada. <i>Exina:</i> Tectada-psilada.	



Tétrada de *Mimosa bahamensis*.
Vista polar de tétrada (A y B) y vista ecuatorial de tétrada (C y D).



Mimosa bahamensis.



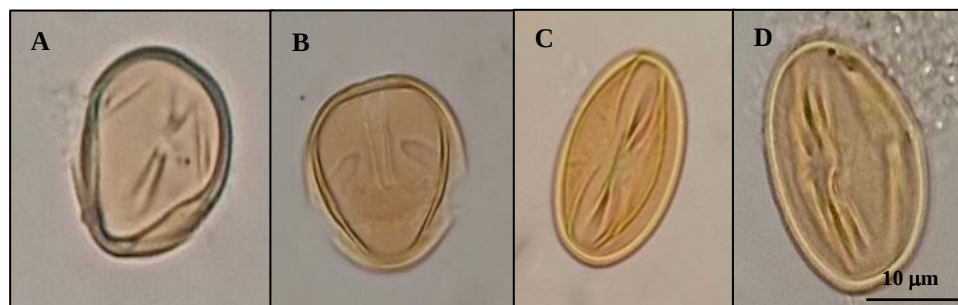
Lysiloma bahamensis.

Fabaceae	
Tsalam (<i>Lysiloma bahamensis</i>)	
Época de colecta:	Seca
Muestra:	MNM-001-2025
Características del polen	
ASP: Poliada con aspecto circular, formada por 16 granos de polen (8 centrales y 8 periféricos), en vista ecuatorial solo se observan 6 granos de polen generalmente. Exina: Tectada-psilada-microreticulada.	



Poliada de *Lysiloma bahamensis*.
Vista polar de poliada (A) y vista ecuatorial de poliada (B y C).

Fabaceae	
Xtuab (<i>Senna atomaria</i>)	
Época de colecta:	Seca
Muestra:	MNM-001-2025
	MNM-002-2025
	MNM-003-2025
	MNM-006-2025
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tricolporado. ASP: Monada isopolar. Exina: Tectada, psilada.	

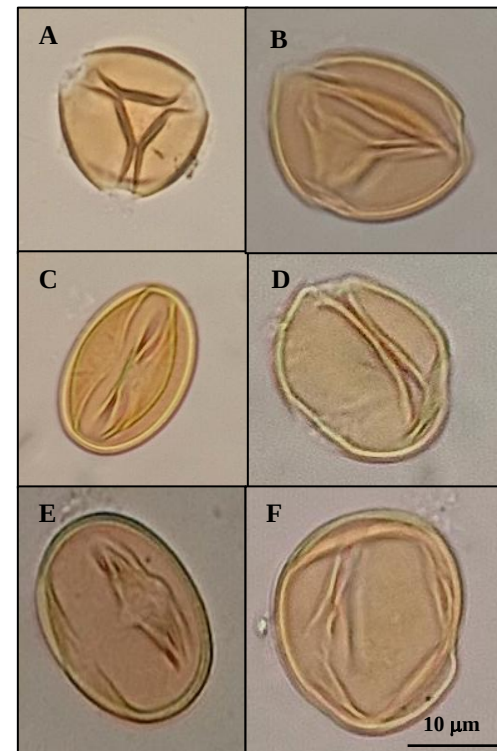


Polen de *Senna atomaria*.
Vista polar (**A** y **B**) vista ecuatorial (**C** y **D**).



Senna atomaria.

Fabaceae	
<i>Senna</i> (<i>Senna sp.</i>)	
Época de colecta:	Seca
Muestra:	MNM-001-2025
Características del polen	
Abertura: Tricolporado con membranas lisas. ASP: Monada isopolar. Exina: Semitectada, psilada.	



Polen de *Senna sp.*
Vista polar (**A**, **D** y **F**) y vista ecuatorial (**B**, **C** y **E**).

Fabaceae	
J'abin (<i>Piscidia piscipula</i>)	
Época de colecta:	Seca
Muestra:	MNM-001-2025
	MNM-003-2025
	MNM-004-2025
Características del polen	
Forma: Suboblado. Abertura: Tricolpado. ASP: Monada heteropolar.	
Exina: Semitectada, psilada.	



Polen de *Piscidia piscipula* en vista ecuatorial.



Piscidia piscipula.



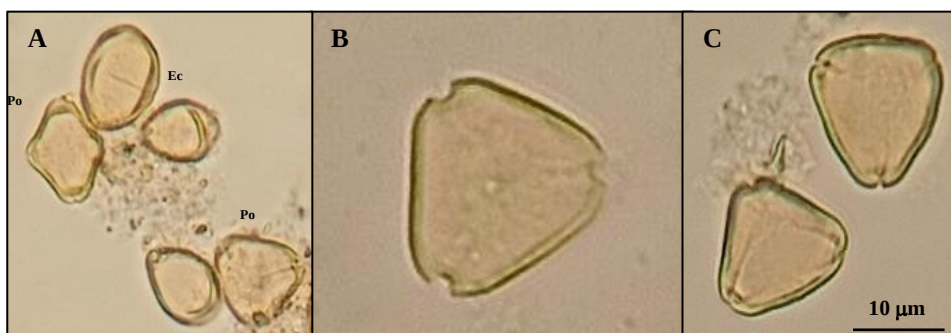
Pimienta dioica.

Myrtaceae	
Pimienta tabasco (<i>Pimienta dioica</i>)	
Época de colecta:	Seca
Muestra:	MNM-001-2025
	MNM-002-2025
	MNM-003-2025
	MNM-004-2025
	MNM-005-2025
	MNM-006-2025
Características del polen	
Forma: Oblato. Abertura: Tricolporado ASP: Monada heteropolar. Exina: Semitectada, psilada-microreticulada. Vista: P= Triangular.	



Polen de *Pimienta dioica*.
Vista polar (A y B) vista ecuatorial (C y D).

Myrtaceae	
Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	
Época de colecta:	Seca MNM-001-2025 MNM-002-2025 MNM-003-2025 MNM-006-2025
Muestra:	
Características del polen	
Forma: Oblato. Abertura: Tricolporado ASP: Monada heteropolar. Exina: Semitectada, psilada-microreticulada. Vista: P= Triangular.	



Polen de *Psidium guajava*.
Vista polar (**Po**) (A y B) vista ecuatorial (**Ec**) (C y D).



Psidium guajava.



Gymnopodium floribundum.

Polygonaceae	
Dzidzilché (<i>Gymnopodium floribundum</i>)	
Época de colecta:	Seca
Muestra:	MNM-001-2025
	MNM-002-2025
	MNM-003-2025
	MNM-005-2025
	MNM-006-2025
Características del polen	
Forma: Esferoidal. Abertura: Tricolporado. ASP: Monada isopolar. Exina: Semitectada, reticulada.	



Polen de *Gymnopodium floribundum*.
Vista polar (**A** y **B**) vista ecuatorial (**C** y **D**).

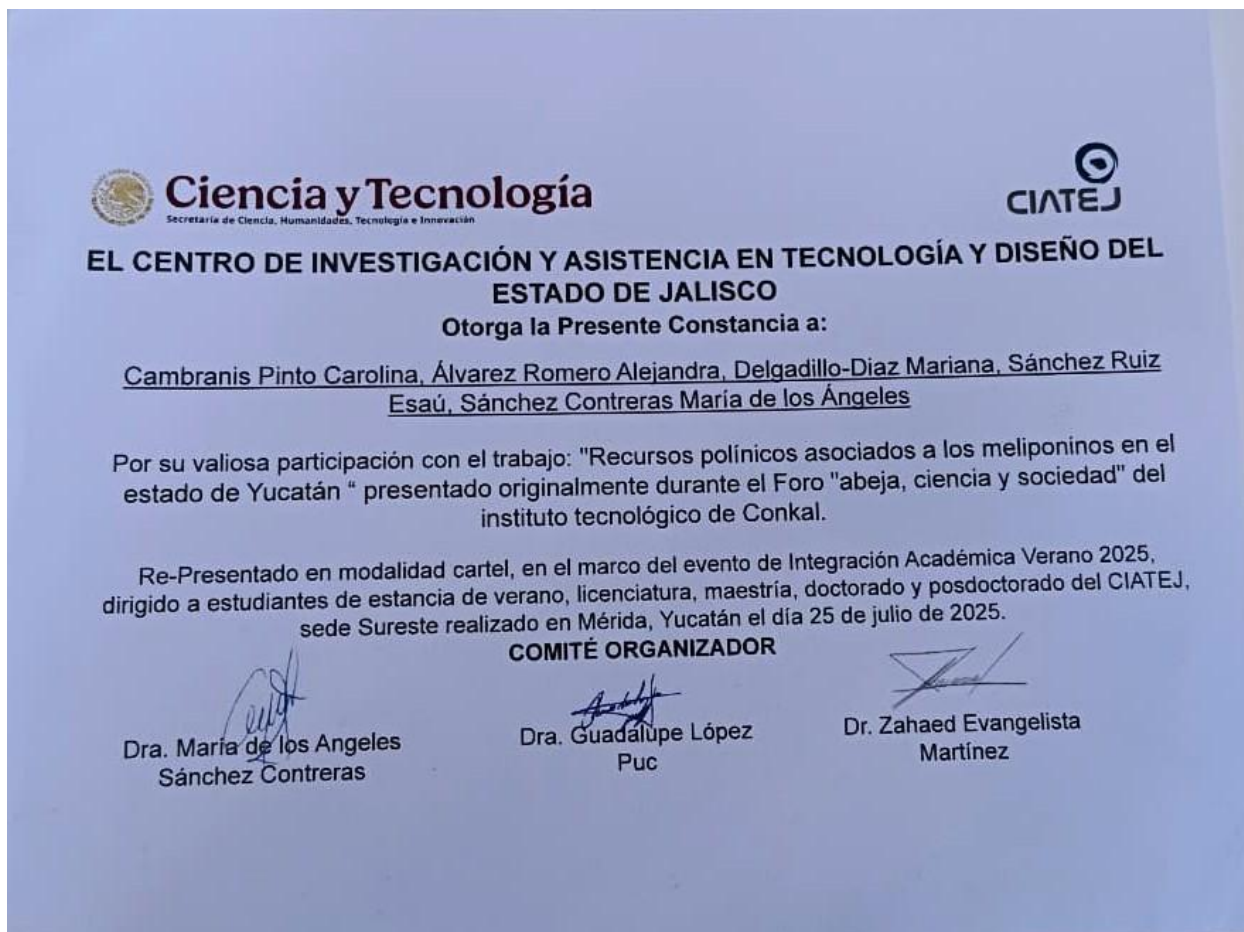
Anexo 4.

Presentación en Congreso de "Cambio climático" en el CERT de Ticul.



Anexo 5.

Presentación de cartel científico en el evento de “Integración Académica Verano 2025”.



Anexo 6.

Presentación de taller de Palinología y recursos florales asociados a los Meliponinos.



RENACIMIENTO MAYA
YUCATÁN
GOBIERNO DEL ESTADO | 2024 • 2030

SECIHTI
SECRETARÍA DE CIENCIA,
HUMANIDADES, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN



**El Gobierno del Estado de Yucatán a través de la Secretaría de
Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación**

OTORGA LA PRESENTE

CONSTANCIA A

Carolina Lizeth Cambranis Pinto

Por su valiosa participación en el proyecto “Científicas y
Científicos por un día”, realizado en el Parque Científico y
Tecnológico de Yucatán el día 31 de julio de 2025.

Mérida, Yucatán a 7 de agosto de 2025

Dra. Geovani Cecilia Campos Vázquez
Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación



Anexo 7.

Presentación de cartel científico en el "Día del Biólogo" del del Instituto Tecnológico de Conkal.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Conkal
Dirección

Constancia No. 0104/2026

A QUIEN CORRESPONDA PRESENTE *

Por este medio, la que suscribe Directora de este Instituto, **HACE CONSTAR** que **CAROLINA LIZETH CAMBRANIS PINTO**, participó con la exposición del **CARTEL** denominado **"DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD Y FUNCIONALIDAD DE LA MIEL PRODUCIDA POR ABEJAS MELIPONAS (MELIPONA BEECHEII) EN LA COMISARIA DE NOLO, TIXKOKOB, YUCATAN"**; efectuado en el **SONOMURO** de la Unidad Académica de nuestro Instituto Tecnológico Campus Conkal, en el marco del evento **"DIA DEL BIOLOGO"**, dirigido a estudiantes de la carrera **LICENCIATURA EN BIOLOGIA**.

A petición de la parte interesada y para los fines y efectos pertinentes, se expide la presente en la localidad de Conkal, Yucatán a los trece días del mes de febrero del año dos mil veintiséis.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica

ROCIO ELIZABETH PULIDO OJEDA
DIRECTORA



ccp. Archivo.

REPO/MCLG/JSEV/shp



2026
año de
Margarita Maza



Av. Tecnológico S/N C.P. 97345 Conkal, Yucatán.
Tel. 01 (999)9-12-41-30, 9-12-41-31 www.conkal.tecnm.mx

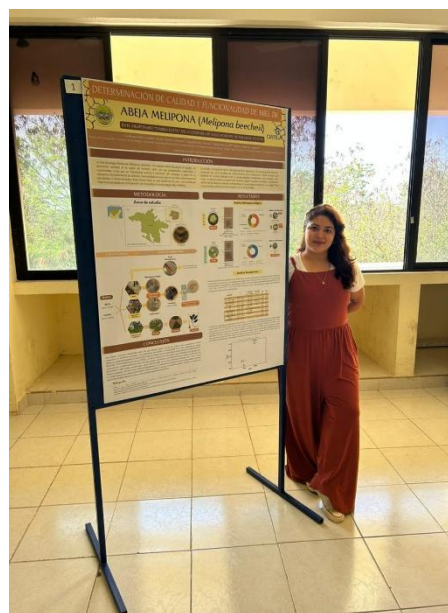
Anexo 8.

Presentación de cartel científico en el Foro
“Abeja, ciencia y sociedad” del Instituto
Tecnológico de Conkal. (Constancia en espera).



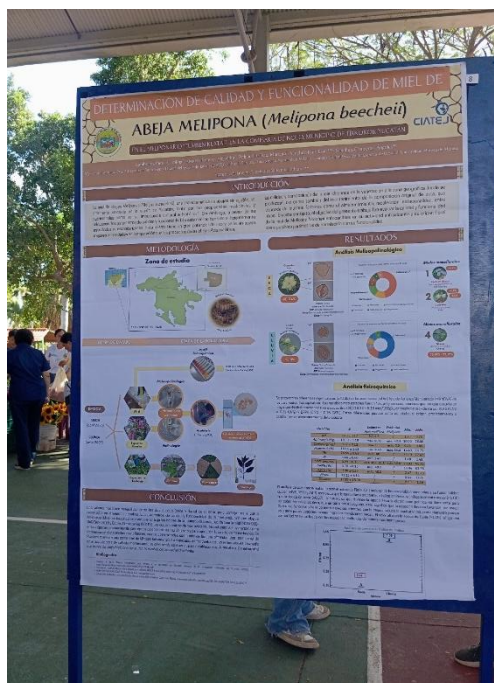
Anexo 9.

Presentación de cartel científico en el “Día del
Biólogo” del del Instituto Tecnológico de Conkal.
1^{er} lugar en la categoría “Exposición de cartel
científico a nivel licenciatura”.



Anexo 10.

Presentación de cartel científico en el “Día del
agrónomo” del del Instituto Tecnológico de Conkal.
3^{er} lugar en la categoría “Exposición de cartel
científico”.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, R.; González, J.; Ortiz, J.; Viera, A.; Burgos, A.; Martínez, E. y Ramíre, A. (2010). Caracterización palinológica de las mieles de la península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. <https://altexto.mx/index.php/caracterizacion-palinologica-de-las-mieles-de-la-peninsula-de-yucatan-ajbn0.html>
- Cahuich, R.; Ruiz, J.; Ortiz, E. y Segura, M. (2015). Potencial antioxidante de la miel de Melipona beecheii y su relación con la salud: una revisión. *Nutrición hospitalaria*. 2015;32(4):1432-1442 ISSN 0212-1611. [04revision04.pdf \(isciii.es\)](#)
- Castillo Martínez T., García Osorio C., García Muñiz J.G., Aguilar Ávila J., Ramírez Valverde R. (2022). Azúcares y °Brix en miel de Apis mellifera, Melipona beecheii y miel comercial del mercado local en México. En Veterinaria México OA., vol. 9, DOI: <https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2022.950>
- Censo Agropecuario (2007). La apicultura en la Península de Yucatán: Censo Agropecuario 2007 Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, 2012.
- Contreras-Martínez, C.; Macías-Nieves, J.; García-González, J.; Trejo-Guardado, V. y Carranza-Concha, J. (2023). ANTIOXIDANT CAPACITY AND PHENOLIC CONTENT OF BEE HONEY PRODUCED IN ZACATECAS, MEXICO. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 43(4), 453-453. DOI: <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.4.453>
- De Araujo Freitas J., González Acereto J. y Marrufo Olivares J. (2010). Apicultura práctica en la Península de Yucatán. UADY, Mérida, Yucatán, México. 250 pp.

- Dorantes-Salazar, E.; Báez-González, J.; Gastelúm-Martínez, E.; Morales-Landa, J. y García-Márquez, E. (2023). Determinación de actividad antioxidante en alimentos funcionales. Vol. 8 pp: 6 <https://idcyta.uanl.mx/index.php/i/article/view/84>
- Echazarreta, C. (s.f.). Apicultura y producción de miel. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY. Cap. 2 <https://www.cicy.mx>
- Espinosa, L. (2018). Historia de la apicultura en México. SADER. <https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx/cap3.html#a001>
- Fattori, S. (2004). La miel: Propiedades, Composición Y Análisis Físico- Químico. Capítulo I: La miel. Apicultura - “LA MIEL” Propiedades, Composición Y Análisis Físico - Químico (apiservices.biz)
- Figuerroa, A. (2020). Miel melipona, usos y propiedades. Miel melipona, usos y propiedades miel. <https://www.mielnativa.com/post/miel-melipona-usos-y-propiedades>
- Fonte, L.; Díaz, M.; Machado, R.; Blanco, D.; Demedio, J.; y García, A. (2013). Caracterización físico-química y organoléptica de miel de *Melipona beecheii* obtenida en sistemas agroforestales. Pastos y Forrajes, 36(3), 345-349. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sciarttext&pid=S086403942013000300006&lng=es&tlng=es>.
- Fraccaro, E. (2022). Los beneficios de la miel. 3Bee. <https://blog.3bee.com/es/los-beneficios-de-la-miel/>

- García-Chaviano, M.; Armenteros-Rodríguez, E.; Escobar-Álvarez, M.; García-Chaviano, J.; Méndez-Martínez, J. y Ramos-Castro, Guillermo. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Revista Médica Electrónica*, 44(1), 155-167.
- Garrido, D. (2022). Extracción con ultrasonido de compuestos bioactivos de diferentes mieles con propiedades antioxidantes y antidiabéticas. UAEH. [AT26505.pdf](#)
- González, J. y Quezada, J. (2019). Producción tradicional de miel: abejas nativas sin aguijón (trigonas y meliponas). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán I Uso de la Flora y Fauna Silvestre pp: 382-384 <https://www.cicy.mx>
- Grajales-Conesa, J.; Ibarias-Toledo, C.; Ruiz, J. y Sanchez, D. (2018). Mieles de abejas sin aguijón en el tratamiento de úlceras de pie diabético. *Salud Pública de México*. 60. 102. 10.21149/8604. <https://www.researchgate.net/publication/320585630>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2012). La apicultura en la Península de Yucatán: Censo Agropecuario. ISBN 978-607-494-421-1. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/agropecuaria/2007/agricola/peni_yuc_apicola/ApicYucatan.pdf
- INIFAP (2023). La miel fortalece el sistema inmunológico y cicatriza heridas. [Miel de las abejas meliponas, cotizada por sus propiedades medicinales | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias | Gobierno | gob.mx \(www.gob.mx\)](#)

- Grajales-Conesa, J., Vandame, R., Santiesteban-Hernández, A., López-García, A. y Guzmán-Díaz, M. (2018). Propiedades fisicoquímicas y antibacterianas de mieles de abejas sin aguijón del Sur de Chiapas, México. *IBCIENCIAS*, 1(1), 1–7. Recuperado a partir de <https://www.revistas.unach.mx/index.php/ibciencias/article/view/242>
- Kedare, S. y Singh, P. (2011). Génesis y desarrollo del método DPPH de ensayo antioxidante. *J Food Sci Technol*. 48(4):412-22. doi: 10.1007/s13197-011-0251-1. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3551182/>
- Llorente E. J, Alvarado H. J., Castro J. M., Sosa B. M., y Puga S. A. (2023). Evaluación del contenido de hidroximetilfurfural en miel comercial y artesanal de Los Ríos-Babahoyo. *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH*. Vol. 8, N°. 1. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7734033>
- Main, D. (2022). Miel medicinal: por qué la llaman el “líquido milagroso” de las abejas sin aguijón. National Geographic. [Miel medicinal: por qué la llaman el “líquido milagroso” de las abejas sin aguijón | National Geographic \(nationalgeographicla.com\)](https://www.nationalgeographic.com/mexico/2022/05/2022-05-20-miel-medicinal-por-que-la-llaman-el-liquido-milagroso-de-las-abejas-sin-aguijon/)
- Moguel, Y.; Echazarreta, C.; Mora, R. (2005). Calidad fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración *Técnica Pecuaria en México*, vol. 43, núm. 3, pp. 323-334 <https://www.redalyc.org/pdf/613/61343303.pdf>
- Ocampo-Thomason, P., Vázquez-Elorza, A., y Cocom-Vázquez, J. M. (2016). Producción de miel en México: Situación histórica y actual. (pp. 21-41). CIATEJ

- Ortíz, A.; Bolívar; D. y Estrada, R. (2023). La meliponicultura: herencia maya en la península de Yucatán. *Revista Ciencia*. Volumen 34. N°4 pp: 34-39. 07_74_4_1449.pdf (amc.edu.mx)
- Ortiz Reyes, L. Y., Quiroz-García, D. L., Arreguín-Sánchez, M. L., y Fernández Nava, R.. (2022). Origen botánico y caracterización fisicoquímica de la miel de meliponinos (Apidae:Meliponini) de Teocelo, Veracruz, México. *Polibotánica*, (54), 153-170. Epub 12 de septiembre de 2022.<https://doi.org/10.18387/polibotanica.54.10>
- Pereira, A. (s.f.). Abejas ancestrales, una mirada a la apicultura en Yucatán. *Revista de la universidad autónoma de Yucatán*. N°235 pp: 86-91 <https://www.revistauniversitaria.uady.mx/pdf/235/ru23511.pdf>
- Pumasupa J.; Flores Y.; Huisa S.; Condori D.; Centeno M.; Valdez T.; Yaja A. (2021). Índices de calidad, estructura comunitaria y diversidad funcional: ¿cuál aproximación permite una mejor caracterización de la calidad ambiental en ríos de la serranía suroccidental? Un análisis con datos de macroinvertebrados bentónicos en ríos de Moquegua. *Ciencia & Desarrollo*, Vol. 28, Núm.1, pp. 41-56 (2021) ISSN-e 2304-8891 DOI: <https://doi.org/10.33326/26176033.2021.1.1107>
- Ramírez J. y Ortiz R. (1995). Crianza de abejas sin aguijón. Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales-Universidad Nacional, proyecto regional de apicultura y meliponicultura. Heredia. pp: 22
- Ramón-Sierra, J.; Ruiz-Ruiz, J. y Ortiz-Vázquez, E. (2015). Electrophoresis characterisation of protein as a method to establish the entomological origin of stingless bee honeys. *Revista Elsevier*. Vol. 183. pp: 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.015>

- Ramos, A. y Pacheco, N. (2016). Producción y comercialización de miel y sus derivados en México: Desafíos y oportunidades para la exportación. CIATEJ Unidad sureste. ISBN 978-607-97421-2-6 [divulgacion_5f243ecb97f89.pdf](#)
- Rosales, G. y Rubio, A. (2008). "Apicultura y organizaciones de apicultores entre los mayas de Yucatán". *Estudio cultura maya* [online]. 2010, vol.35, pp.163-186. ISSN 0185-2574.
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) (2022). *Melipona beecheii*: "La abeja sagrada maya". <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/melipona-beecheii>
- Secretaría de Desarrollo sustentable (SDS) (2024). Diagnóstico de la Meliponicultura en Yucatán. Programa Especial Estatal de Cambio Climático de Yucatán. 1era edición, pp: 22-37. https://sds.yucatan.gob.mx/documentos/Diagnostico_de_la_meliponicultura_en_Yucatan_2024_VF.pdf
- SETY (Secretaría de economía y Trabajo de Yucatán) (s.f.) <https://www.sefoet.yucatan.gob.mx/secciones/ver/tixkokob>
- Torres Mejía, F., Torres Mejía, J. A., Bautista Cruz, M. D., & Pérez Licon, E. (2023). Análisis fisicoquímico de miel de tres especies de abejas en el Oriente de Honduras. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 10691-10713. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5241
- Vázquez, A.; Contreras L.; Aldasoro, E. y Mérida, J. (2019). Conocimiento de las abejas nativas sin aguijón y cambio generacional entre los mayas lacandones de Nahá, Chiapas. *Estudios de cultura maya*. Vol. LVI, pp. 205-225. <https://www.redalyc.org/journal/2813/281364930008>

Villanueva, R. y Colli-Ucan, W. (1996). La apicultura en la península de Yucatán, México, y sus perspectivas. *Folia entomológica mexicana*. pp: 55-70. <https://sursureste.org.mx/wp-content/uploads/2022/08/Cera.pdf>

Victor M. Moo-Huchin, Gustavo A. González-Aguilar, José D. Lira-Maas, Emilio Pérez-Pacheco, Raciél Estrada-León, Mariela I. Moo-Huchin y Enrique Sauri-Duch [47344-176778-2-PB.pdf](#)