ARTÍCULO CIENTÍFICO

Rivar
REVISTA IBEROAMERICANA DE VITICULTURA, AGROINDUSTRIA Y RURALIDAD

Editada por el Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Santiago de Chile

CARACTERIZACIÓN MELISOPALINOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE LA MIEL DE *APIS MELLIFERA* EN BOSQUES SECOS TROPICALES DE MANABÍ, ECUADOR

Melisopalinologic and physicochemical characterization of Apis mellifera *honey in tropical dry forests of Manabi, Ecuador*
Caracterização melisopalinológica e fisicoquímica do mel de Apis mellifera *em florestas tropicais secas de Manabí, Equador*

Italo Pedro Bello Moreira
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi
Montecristi, Ecuador
ORCID 0000-0003-0230-0632
italop.bello@uleam.edu.ec

David Rodríguez de la Cruz
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
ORCID 0000-0003-3885-5111
droc@usal.es

Cesar Fabián López Zambrano
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi
Manta, Ecuador
ORCID 0009-0007-3032-4996
cesar.lopez@uleam.edu.ec

Volumen 13, número 41, 275-293, octubre 2026
ISSN 0719-4994

Artículo de investigación
https://doi.org/10.35588/pq4fra21

Recibido
27 de diciembre de 2025

Aceptado
31 de marzo de 2026

Publicado
13 de noviembre de 2026

Cómo citar
Bello Moreira, I.P., Rodríguez de la Cruz, D. y López Zambrano, C.F. (2026). Caracterización melisopalinológica y fisicoquímica de la miel de Apis mellifera en bosques secos tropicales de Manabí, Ecuador. *RIVAR, 13*(41), 275-293.
https://doi.org/10.35588/pq4fra21

ABSTRACT
Twelve *A. mellifera* hives were evaluated in tropical dry forests from two sites in the province of Manabi, Ecuador. The melisopalynological analysis allowed the characterization of the honeys following criteria established by Louveaux et al. In the El Junco apiary, the c10b1 hive presented 56.60% of dominant pollen corresponding to the pollen type *Passiflora edulis* (Passifloraceae). In Chymis, c14b2 (51.70%) of *Prosopis pallida* (Fabaceaae). In both cases, the samples showed low diversity and medium uniformity, typical attributes of monofloral honeys. The physicochemical properties evaluated included electrical conductivity (EC), Color (Col), viscosity (cP), Schade units (DN), hydroxymethylfurfural (HFM), titratable acidity (TA), proteins (Prot) and moisture (H). The values obtained in honeys from Quimis were significantly higher than those from El Junco (Tukey HSD, $p<0.05$), with the exception of DN and TA. In all cases, the samples met international quality standards. The principal component analysis explained 73.35% of the total variation, separating both localities according to floral diversity and dominance. These findings show the importance of integrating melisopalinology with physicochemical properties to certify the botanical origin, allowing the design of sustainable management strategies in beekeeping production.

KEYWORDS
Honey, pollen, forest, passion flowers, fabaceae.

RESUMEN
Se evaluaron doce colmenas de *A. mellifera* en bosques secos tropicales de dos sitios de la provincia de Manabi, Ecuador. El análisis melisopalinológico permitió caracterizar las mieles siguiendo criterios establecidos por Louveaux et al. En el apiario El Junco, la colmena c10b1 presento un 56,60% de polen dominante correspondiente al tipo polínico *Passiflora edulis* (Passifloraceae). En Quimis, c14b2 (51,70%) de *Prosopis pallida* (Fabaceae). En ambos casos, las muestras mostraron baja diversidad y uniformidad media, atributos típicos de mieles monoflorales. Las propiedades fisicoquímicas evaluadas incluyeron conductividad electrica (CE), Color (Col), viscosidad (cP), unidades Schade (DN), hidroximetilfurfural (HFM), acidez titulable (TA), proteínas (Prot) y humedad (H). Los valores obtenidos en mieles de Quimis fueron significativamente mayores que los de El Junco (Tukey HSD, $p<0,05$), con excepción de DN y TA. En todos los casos, las muestras cumplieron con los estándares internacionales de calidad. El análisis de componentes principales explicó el 73,35% de la variación total, separando ambas localidades en función de la diversidad y dominancia floral. Estos hallazgos evidencian la importancia de integrar melisopalinología con las propiedades fisicoquímica para certificar el origen botánico, permitiendo diseñar estrategias de manejo sostenible en la producción apícola.

PALABRAS CLAVE
Miel, polen, bosque, pasifloráceas, fabáceas.

RESUMO
Colmeias de doze *A. mellifera* foram avaliadas em florestas tropicais secas de dois locais na província de Manabí, Equador. A análise melisopalinológica permitiu a caracterização dos meles seguindo critérios estabelecidos por Louveaux et al. No apiário de El Junco, a colmeia c10b1 apresentou 56,60% do pólen dominante correspondente ao tipo de pólen *Passiflora edulis* (Passifloraceae). Em Chymis, c14b2 (51,70%) de *Prosopis pallida* (Fabaceaae). Em ambos os casos, as amostras apresentaram baixa diversidade e uniformidade média, atributos típicos dos céis monoflorais. As propriedades fisicoquímicas avaliadas incluíam condutividade elétrica (CE), cor (Col), viscosidade (cP), unidades de Schade (DN), hidroximetilfural (HFM), acidez titulável (TA), proteínas (Prot) e umidade (H). Os valores obtidos em meis de Quimis foram significativamente maiores do que os de El Junco (Tukey HSD, $p<0,05$), com exceção de DN e TA. Em todos os casos, as amostras atenderam aos padrões internacionais de qualidade. A análise de componentes principais explicou 73,35% da variação total, separando ambas as localidades de acordo com a diversidade e dominância floral. Esses achados mostram a importância de integrar a melisopalinologia com propriedades fisicoquímicas para certificar a origem botânica, permitindo o desenvolvimento de estratégias de manejo sustentável na produção apicultora.

PALAVRAS-CHAVE
Mel, pólen, floresta, maracujá, fabaceae.

Introducción

A nivel global, la seguridad y autenticidad botánica de la miel son esenciales para garantizar la trazabilidad, la confianza del consumidor y el cumplimiento de las normativas, especialmente ante su creciente consumo por sus propiedades bioactivas (Daugaliyeva et al., 2025). La calidad de la miel depende estrechamente de su origen botánico y de sus características fisicoquímicas. En este contexto, *Apis mellifera* destaca por su importancia en la producción de miel, la polinización de cultivos y la conservación de la biodiversidad.

La sostenibilidad de las poblaciones de *Apis mellifera* enfrenta desafíos significativos, evidenciados por la disminución de colonias en diversas regiones, asociada a practicas inadecuadas de manejo apícola (Sarmad y Rysanek, 2025). De este modo, la relación entre el origen botánico del néctar y las propiedades fisicoquímicas de la miel adquiere relevancia especial en ecosistemas frágiles como los bosques secos, ya que condiciona tanto la calidad y autenticidad del producto como la disponibilidad floral determinada por la dinamica ecológica del bioma, mientras que para Jiang et al. (2024) el origen botánico de mieles continúa siendo incierto ya que está condicionada por factores temporales especiales como el mes, el año y la ubicación geográfica. Sin embargo, la apicultura de regiones tropicales depende de la biodiversidad floral, pues el análisis melisopalinológico revela que, pese a la elevada diversidad vegetal circundante, las abejas tienden a recolectar polen de un número limitado de taxones, lo que aporta información valiosa sobre sus preferencias alimenticias.

En ecosistemas frágiles como los bosques secos de Manabí, la acelerada deforestación registrada desde 2008 ha modificado de forma sustancial la estructura del paisaje, reduciendo la disponibilidad y diversidad de recursos florales y, por ende, alterando el rigen botánico del néctar utilizado por *A. mellifera*, con efectos directos sobre la composición fisicoquímica de la miel (Quimis et al., 2023).

Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar el origen floral y evaluar las propiedades fisicoquímicas de la miel producida por *A. mellifera* en bosques secos tropicales de dos recintos de la provincia Manabí. Para ello se analizaron siete colmenas en el recinto El Junco (cantón Sucre) y cinco colmenas en el recinto Quimis (cantón jipijapa), empleando un apiario por sitio. El estudio incluyo inventario florístico, análisis melisopalinológico, estimación de biodiversidad y pruebas fisicoquímicas.

Estos procedimientos determinaron perfiles florales dominantes y caracterizaron los parámetros fisicoquímicos asociados a la calidad de la miel. En donde se estableció que el contenido polínico presente en la miel refleja la frecuencia y dominancia de las especies vegetales en el entorno del bosque seco tropical, lo que condiciona tanto su origen como sus propiedades fisicoquímicas. Esto demuestra la particularidad de mieles locales, mejorando la comprensión de su composición y calidad, favoreciendo a los productos apícolas de esta región como parte del patrimonio agroalimentario de Manabi, Ecuador.

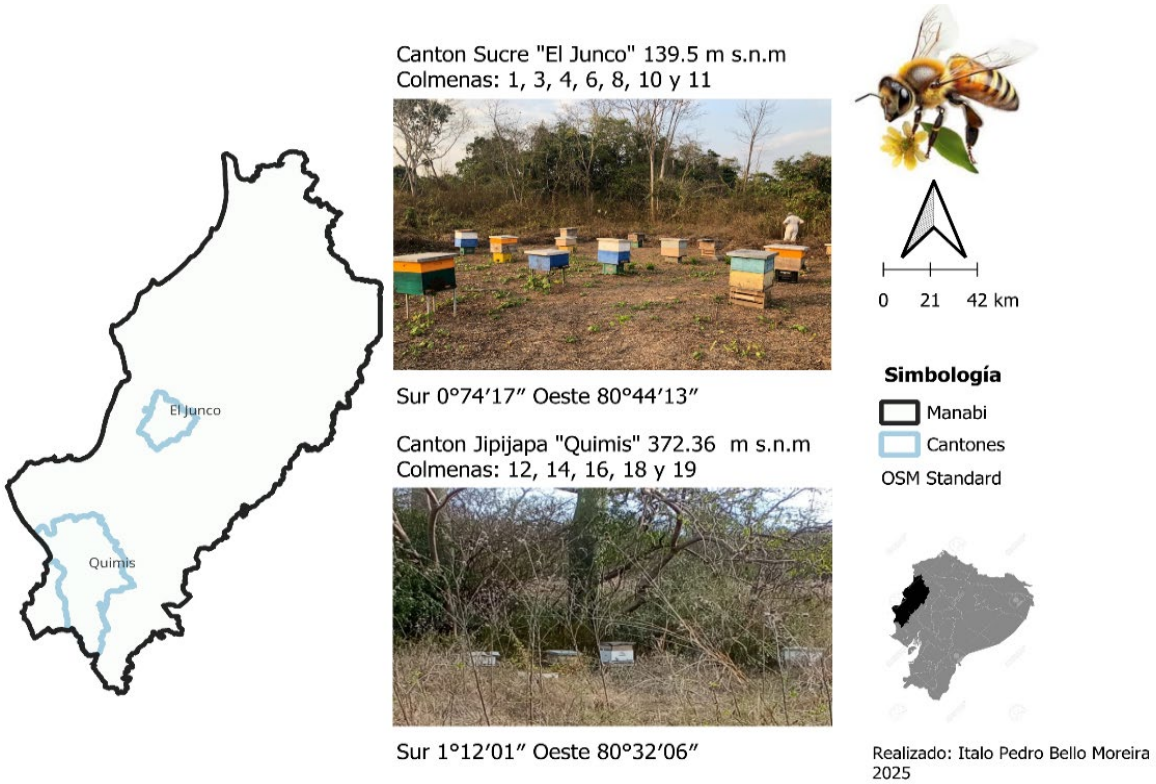
CC BY
RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 275-293 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

Materiales y métodos

La investigación se realizó en dos unidades de producción apícola (apiarios) de *A. mellifera* (Linnaeus, 1758), ubicadas en la provincia de Manabí, Ecuador, durante el periodo seco comprendido entre agosto y noviembre de 2024. Siendo agosto el mes más representativo de la estación seca. El primer muestreo se efectuó en siete colmenas (números 1, 3, 4, 6, 8, 10 y 11) del sitio El Junco, (0°74'17''S,80°44'13''W), a una altitud de 139,5 m s.n.m. El segundo muestreo se llevó a cabo en cinco colmenas (números 12, 14, 16, 18 y 19) ubicadas en el sitio Quimis, (1°12'01''S,80°32'06''W), a una altitud de 372,36 m s.n.m. Ambos sitios presentan clima tropical, con vegetación característica de bosque seco. Para cada muestreo se recolectaron entre 150 y 250 ml de miel, obtenidos mediante el retiro de celdillas completamente llenas y operculadas. Este criterio garantiza que la miel se encuentre en estado de madurez, con una humedad aproximada de 17,5%, condición necesaria para asegurar la representatividad del polen contenido en la muestra.

Posteriormente, las muestras fueron procesadas mediante centrifugación para la separación de los sólidos y la obtención del sedimento melisopalinológico destinado al análisis. ver Figura 1.

Figura 1. Apiarios de bosque seco El Junco y Quimis provincia de Manabí, Ecuador
Figure 1. El Junco and Quimis dry forest apiaries, Manabi province, Ecuador



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Inventario florístico

Para realizar el inventario florístico se delimito el área de estudio y se establecieron parcelas representativas en aproximadamente 600 metros, en donde cada unidad se logró identificar las especies presentes con su asignación de frecuencia relativa utilizando la escala de Braun-Blanquet, donde 1= Muy escasa (menos del 5% del área), 2= Escasa (5-25%), 3= Moderada (26-50%), 4= Abundante (51-75%) y 5= Muy abundante (más del 75%). Finalmente, se registraron datos en tabla para analizar la especie y dominancia de la vegetación con su potencial melífero según criterio de los apicultores de ambos sitios.

Análisis melisopalinológico

El análisis melisopalinológico consistió en identificar los granos de polen según su especie y familia botánica (Tabla 1). Este proceso se realizó en el Laboratorio de Análisis de la carrera de Ingenieria Agroindustrial de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Para la preparación de las muestras se aplicó la técnica de acetólisis siguiendo el protocolo descrito por Erdtman (1969). El conteo de granos de polen se efectuó procesando 50 ml de miel por muestra, de acuerdo con la metodología propuesta por Louveaux et al. (1978) y empleando la terminología estandarizada por dichos autores. Las observaciones se realizaron utilizando un microscopio óptico BOECO (Alemania), modelo 1459441, equipado con objetivos de 40x para la identificación y 100x para el conteo aleatorio de 500 granos de polen por muestra. La captura de imágenes se realizó con una cámara digital Swift de 5.0 megapíxeles montada en el ocular y conectada mediante USB. Posteriormente, se calcularon los porcentajes relativos de cada taxon utilizando el programa Excel.

Tabla 1. Pólenes predominantes según el tipo de miel
Table 1. Predominant pollens according to the type of honey

Tipo de miel	Característica
Monofloral	Cuando una sola especie de planta representa más del 45% del total de granos de polen en la muestra de miel.
Bifloral	Cuando dos especies de plantas juntas representan al menos el 50% del total de granos de polen en la muestra de miel, y la diferencia en las islas de su porcentaje individual es del 5%.
Polifloral	Cuando ninguna especie supera el 45% del total de granos de polen, y no hay dos especies juntas que representen al menos el 50% del total de granos de polen. En otras palabras, la miel no es monofloral ni bifloral.

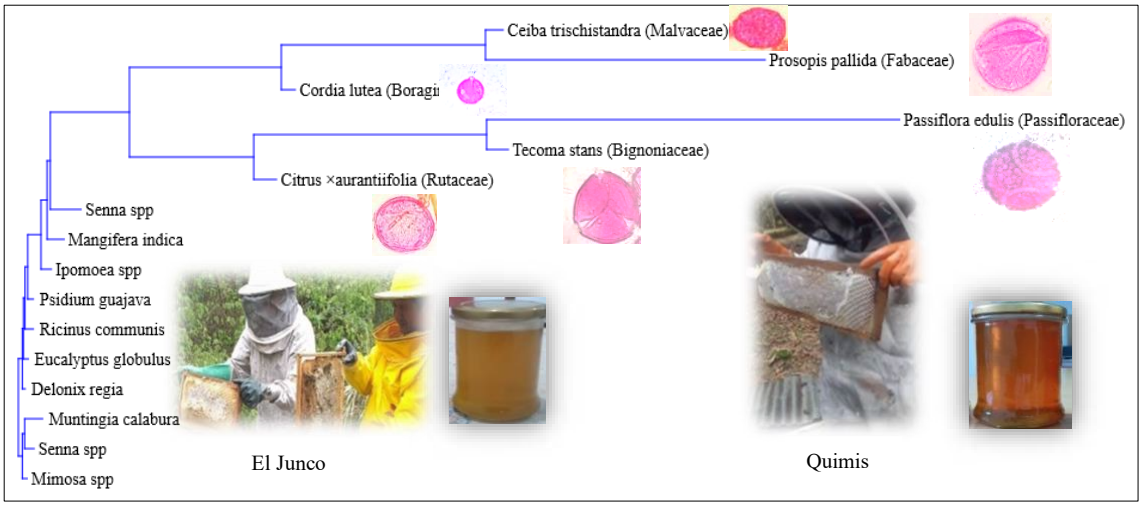
Fuente : Louveaux et al. (1978). Source : Louveaux et al. (1978).

RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 275-293 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

La clasificación de polen en base a su frecuencia se consideró lo siguiente (Figura 2):

- ✓ Polen muy frecuente (>45%)
- ✓ Polen frecuente (16-45%)
- ✓ Polen raro (4-15%)
- ✓ Polen esporádico (1-3%)
- ✓ Presentes (<1%)

Figura 2. Identificación de polen en miel de colmenas por apiarios ≥16%
Figure 2. Identification of pollen in honey from hives by apiaries ≥16%



Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Índices de diversidad, uniformidad y riqueza

Se utilizó el índice de diversidad de Shannon (Somarriba, 1999) para cuantificar la diversidad de polen en muestras de miel producidas por una sola especie de planta, con miel monofloral definida por un taxón predominante que representa >45%. Para la búsqueda de alimento de las abejas se evaluó utilizando el índice de uniformidad de Pielou (1984).

El **índice de Shannon (H')** se calcula la variación aleatoria en la caracterización de tipos de polen, armonizando riqueza de especies y cantidades relativas. Cuando H' toma valores más altos, indica mayor diversidad por que el índice aumenta tanto cuando se incorporan más tipos de polen al sistema como cuando las proporciones de cada tipo tienden a ser más balanceada. En términos estadísticos, valores elevados de H' reflejan una mayor incertidumbre al predecir a que tipo de polen pertenecerá una unidad muestreada al azar. Siendo esta mayor incertidumbre la marca matemática de un sistema más diverso.

El **índice de uniformidad de Pielou (J')** valora el repartimiento similar de tipos de polen, pues un valor próximo a 1 muestra que todos los pólenes presentes están en proporciones similares.

El **índice de riqueza (S)** considera la diversidad biológica midiendo la cantidad total de especies presentes en una muestra o comunidad, sin considerar la abundancia relativa.

Caracterizaciones fisicoquímicas de la miel

Conductividad eléctrica (CE): La conductividad eléctrica de la miel se determinó utilizando un analizador electroquímico portátil modelo Consort C6010. Se preparo una solución de miel disolviendo 20 g de materia seca de miel en 100 ml de agua destilada, y se realzaron mediciones a 20°C, cuyos resultados se expresaron en milisiemens por centímetro (mS/cm).

Color (Col): Se utilizó un instrumento óptico fotómetro portátil H1967885, para medir la absorbancia de la miel expresado en mm Pfund, con el fin de eliminar evaluaciones visuales subjetivas (IHC 2009).

Viscosidad (cP): Se adaptó al laboratorio de rutina empleando viscosímetro rotacional marca (Brookfield) con adaptadores pequeños para caracterizar la fluidez de la miel ya que la miel presenta viscosidad constante frente a cambios de fuerza de corte. El instrumento convierte esta resistencia en unidades de centiPois (mPa·s) pascales-segundos. Siguiendo el método descrito por Marchini et al. (2004).

Determinación de actividad de la diastasa (DN): La actividad diastasa de las muestras de miel se analizó utilizando un espectrofotómetro modelo JENWAY 6320D a una longitud de onda 660nm siguiendo la norma (IHC 2009).

Determinación del hidroximetilfurfural (HFM): Este análisis HFM se procedió a realizar el método espectrofotómetro. Este método implica reacción de HFM con p-toluidina y ácido barbitúrico, originando un coloreado que se cuantifica a 284 nm y 336 mediante espectrofotómetro modelo JENWAY 6320D estos resultados se mostraron en miligramos por kilogramos (mg/kg) de miel (IHC 2009).

Análisis de acidez titulable (TA): Se analizó mediante un método de titulación ácido/ácido. La preparación del ensayo 10 g de miel disuelto en 75 ml de agua destilada sin CO2, esta solución se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) de 1,0 N mientras se monitorizaba perennemente el pH hasta alcanzar 8,3. La acidez total se calculó y se calculó deliberando en equivalente de ácido por kg de miel (meq/kg) (IHC 2009).

CC BY
RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 275-293 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

Proteína (Prt): Para la determinación del porcentaje de proteína bruta en la miel se usó el método Kjeldahl (AOAC, 1977: 954.01).

Humedad (H): El contenido de humedad de las muestras se determinó utilizando el método (IHC 2009).

Análisis estadístico

Los cálculos estadísticos se procesaron en el software PAST (Paleontological Statistics) versión 5.3 y RStudio versión 4.5.1. con datos expresados en media ± desviación estándar (DE). Se utilizo el análisis de la varianza (ANOVA) con el estadígrafo Tukey (HSD) a un nivel de significancia de $p<0.05$. Todos los análisis de muestras se realizaron por triplicado, para mejorar la confiabilidad y reproducibilidad de los resultados.

Resultados y discusión

Inventario florístico de apiarios El Junco y Quimis provincia de Manabi

En El Junco se identificaron 21 especies pertenecientes a 12 familias botánicas de las cuales 9 son familia Fabaceae similar al estudio de Cabrera et al. (2024) siendo este taxón distintivo de la zona. Para el vuelo de *A. mellifera (Linnaeus, 1758), se identificaron seis especies por su alta frecuencia: P. edulis, cultivada como plantación agrícola típica del sitio, seguidas por I. spectabilis; M. indica; P. pallida; T. stans; M. calabura* y *C. aurantiifolia* (Tabla 2).

Tabla 2. Inventario florístico del apiario El Junco
Table 2. Floristic inventory of the El Junco apiary

Familia	Nombre científico	Biológico	Frec.	Interés apícola
Fabaceae	*Erythrina megistophylla* Diels	Árbol	1	Néctar
Fabaceae	*Caesalpinia pluviosa* DC.	Árbol	1	Néctar/polen
Malvaceae	*Ceiba trischistandra* (A. Gray) Bakh.	Árbol	3	Néctar/polen
Fabaceae	*Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose	Árbol	1	Polen
Fabaceae	*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.	Árbol	2	Néctar/polen
Fabaceae	*Inga spectabilis* (Vahl) Willd.	Árbol	4	Néctar/polen
Anacardiceae	*Mangifera indica* L.	Árbol	4	Néctar/polen
Fabaceae	*Samanea saman* (Jacq.) Merr.	Árbol	2	Néctar/polen
Fabaceae	*Prosopis pallida* (Humb. Bonpl. ex Willd.) Kunth	Árbol	4	Néctar/polen
Fabaceae	*Tamarindus indica* L.	Árbol	3	Néctar/polen
Combretaceae	*Terminalia catappa* L.	Árbol	3	Néctar
Bignoniaceae	*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth	Arbusto	4	Néctar/polen
Lamiaceae	*Vitex gigantea* Kunth	Árbol	1	Néctar/polen
Fabaceae	*Senna incarnata* (Pav. & Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Arbusto	2	Néctar/polen
Myrtaceae	*Psidium guajava* L.	Árbol	3	Néctar/polen
Passifloraceae	*Passiflora edulis* Sims	Liana	5	Néctar/polen
Muntingiaceae	*Muntingia calabura* L.	Árbol	4	Polen
Lauraceae	*Laurus nobilis* L.	Árbol	1	Néctar/polen
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.	Herbácea	2	Néctar
Rutaceae	*Citrus* x *aurantiifolia* (Christm.) Swingle	Árbol	4	Néctar/polen

Apicultores del apiario El Junco en Manabí, Ecuador, año 2024. Frecuencia con escala Braun Blanquet, donde 1= Muy escasa; 2= Escasa; 3= Moderada; 4= Abundante; 5= Muy Abundante. Fuente: elaboración propia. Beekeepers of the apiary El Junco in Manabi, Ecuador, year 2024. Frequency with Braun Blanquet scale, where 1= Very scarce; 2= Scarce; 3= Moderate; 4= Abundant; 5= Very abundant. Source: own elaboration.

En el caso del sitio Quimis, 25 especies pertenecientes a 13 familias botánicas similar a lo conseguido por González Jiménez et al. (2024b), quienes demostraron que *P. pallida, C. trischistandra* y *C. lutea* tienen potencial melífero. Mientras que para el vuelo de *A. mellifera* (Linnaeus, 1758), se destacaron diez especies por su alta frecuencia: *P. pallida; B. sprucei; C. trischistandra; C. lutea; C. flexuosa seguida C. arvensis; X. medium; E. ruizii; L. leucocephala* y *P. excelsum* (Tabla 3).

CC BY

Tabla 3. Inventario florístico del apiario Quimis
Table 3. Floristic inventory of the Quimis apiary

Familia	Nombre científico	Biológico	Frec.	Interés apícola
Fabaceae	*Prosopis pallida* (Humb. Bonpl. ex Willd.) Kunth	Árbol	5	Néctar/polen
Primulaceae	*Bonellia sprucei* (Mez)	Arbusto	5	Polen
Fabaceae	*Caesalpinia paipai* Ruiz & Pav.	Arbusto	2	Polen
Malvaceae	*Ceiba trischistandra* (A. Gray) Bakh.	Árbol	5	Néctar/polen
Cannabaceae	*Trema micranthum* (L.) Blume	Árbol	2	Polen
Solanaceae	*Acnistus arborescens* (L.) Schltdl.	Arbusto	3	Néctar/polen
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis* L.	Herbácea	4	Néctar/polen
Convolvulaceae	*Xenostegia medium* (L.) D.F.	Liana	4	Néctar/polen
Fabaceae	*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.	Árbol	3	Néctar/polen
Malvaceae	*Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A.Robyns	Árbol	4	Néctar/polen
Fabaceae	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	Arbusto	4	Néctar/polen
Boraginaceae	*Cordia lutea* Lam.	Arbusto	5	Néctar
Apocinaceae	*Vallesia glabra* (Cav.)	Arbusto	1	Néctar
Fabaceae	*Pithecellobium excelsum* (Kunth) Benth.	Arbusto	4	Néctar/polen
Capparaceae	*Capparicordis crotonoides* (Kunth) Iltis & Cornejo	Arbusto	1	Néctar/polen
Capparaceae	*Cynophalla sclerophylla* (Iltis & Cornejo) Cornejo & Iltis	Arbusto	1	Néctar
Capparaceae	*Cynophalla flexuosa* (L.) J.Presl	Arbusto	5	Néctar
Capparaceae	*Colicodendron scabridum* (Kunth) Seem	Arbusto	1	Néctar/polen
Fabaceae	*Erythrina velutina* Willd.	Árbol	2	Néctar/polen
Muntingiaceae	*Muntingia calabura* L.	Árbol	1	Polen
Fabaceae	*Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose	Árbol	1	Polen
Euphorbiaceae	*Croton rivinifolius* Kunth	Arbusto	1	Néctar/polen
Rhamnáceae	*Sarcomphalus thyrsiflorus* (Benth.)	Arbusto	1	Néctar/polen
Burseraceae	*Bursera graveolens* (Kunth)	Árbol	3	Polen
Fabaceae	*Mimosa acantholoba* (humb. & Bonpl. ex Willd.) Poir.	Arbusto	1	Néctar/polen

Apicultores del apiario Quimis en Manabí, Ecuador, año 2024. Frecuencia con escala Braun Blanquet, donde 1= Muy escasa; 2= Escasa; 3= Moderada; 4= Abundante; 5= Muy Abundante. Source: Beekeepers of the Quimis apiary in Manabi, Ecuador, year 2024. Frequency with Braun Blanquet scale, where 1= Very scarce; 2= Scarce; 3= Moderate; 4= Abundant; 5= Very abundant. Source: own elaboration.

CC BY

Análisis melisopalinológico en colmenas de apiarios El Junco y Quimis

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos del análisis melisopalinológico, en El Junco el polen dominante muy frecuente >45% fue en la colmena c10b1 con la especie P. edulis de la familia Passifloraceae en 56,60% siendo esta una especie cultivada por el apicultor, su alta atracción para *A. mellifera* coincide con lo reportado por Pachón et al. (2020), quienes destacan la autocompatibilidad de Passifloraceae con polinizadores, ayudando a producir mieles específicas. Así mismo le siguen fuentes secundarias polen frecuente entre 16-45%, la colmena c11b1 destaco con *T. stans* (Bignoniáceae) con el 36,35% y *C. aurantiifolia* (22,82% en c4b1). En el caso de polen raro entre 4-15%, fue para (*Ipomoea* spp., *Senna* spp., *M. indica*) y esporádico de 1-3% estuvo para (*C. trischistandra, D. regia, P. guajava, R. communis, E. globulus*) las mismas que incrementaron la diversidad botánica, debido a esto es de vital importancia comprender la interacción planta-polinizador y la preferencia polínica de las abejas para la conservación apícola.

En el sitio de Quimis, destaco la colmena c14b2 con 51,70% mostraron dominancia por la especie de *P. pallida* (Fabaceae), seguidas de *C. trischistandra* (Malvaceae) con el 37,28% en la colmena c18b2 y *C. lutea* (Boraginaceae) con 20,50% en c19b2. Este comportamiento se asemeja con lo reportado por Jiménez González et al. (2024a), quienes indican que estas especies meliferas son frecuentadas por las abejas para la producción de néctar en apiarios de bosque seco tropical donde las especies encontradas en su mayoría encajan en la familia Fabaceae, especie que florecen en temporadas secas con la diferencia que sus muestras se obtuvieron mediante trampas de polen en las colmenas y no en miel por esta razón es importante hacer el registro de la flora apícola de acuerdo al tiempo de floración para futuros estudios ya que el mismo podría determinar la especie nectaríferas y poliníferas requerida por las abejas *A. mellifera* en su vuelo para la producción de miel.

En el caso del polen raro fue para (*M. calabura*) y esporádico (*Senna* spp., *Mimosa* spp.,) las cuales incrementaron la diversidad botánica. Como consecuencia, la frecuencia de los pólenes predominantes según Louveaux (1978) el tipo de miel clasifica como monofloral en ambos sitios en un total de doce colmenas.

CC BY

Tabla 4. Frecuencia de pólenes en miel melífera de colmenas de bosque seco (n=12)
Table 4. Frequency of pollens in honey from dry forest hives (n=12)

Apiarios	Colmenas	Fabáceae				Malvaceae		Myrtaceae		Boraginaceae	Passifloraceae	Bignoniáceae	Convolvuláceae	Anacardiaceas	Rutaceae	Euphorbiaceae
		Senna spp.	*D. regia*	*P. pallida*	*Mimosa* spp.	*C. trischistandra*	*M. calabura*	*P. guajava*	*E. globulus*	*C. lutea*	*P. edulis*	*T. stans*	*Ipomoea* spp.	*M. indica*	*C. aurantiifolia*	*R. communis*
El Junco	c1b1	9,16%	0,52%	0,00%	0,00%	1,31%	0,00%	1,31%	0,00%	0,00%	**47,12%**	**18,32%**	5,24%	5,24%	11,78%	0,00%
	c3b1	4,54%	0,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,45%	0,00%	0,00%	**47,62%**	**27,21%**	0,68%	2,27%	**15,87%**	0,91%
	c4b1	0,00%	0,49%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,21%	0,97%	0,00%	**48,54%**	**19,42%**	0,73%	4,85%	**22,82%**	0,97%
	c6b1	0,00%	0,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,36%	0,54%	0,00%	**54,60%**	**27,25%**	0,54%	0,54%	12,26%	2,45%
	c8b1	0,00%	0,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,91%	0,61%	0,00%	**54,57%**	**27,44%**	0,00%	0,30%	15,24%	0,61%
	c10b1	0,00%	0,27%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,54%	0,00%	0,00%	**56,60%**	**32,35%**	0,27%	0,27%	9,43%	0,27%
	c11b1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,36%	0,23%	0,00%	**50,00%**	**36,35%**	0,00%	0,68%	11,36%	0,00%
Quimis	c12b2	1,68%	0,48%	**47,00%**	1,92%	**28,78%**	4,08%	0,00%	0,00%	**16,07%**	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	c14b2	0,78%	0,26%	**51,70%**	1,29%	**28,70%**	3,10%	0,00%	0,00%	14,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	c16b2	1,90%	0,00%	**53,40%**	0,00%	**24,40%**	1,36%	0,00%	0,00%	**19,00%**	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	c18b2	1,75%	0,00%	**45,18%**	0,00%	**37,28%**	0,44%	0,00%	0,00%	15,35%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	c19b2	1,37%	0,46%	**45,60%**	0,23%	**31,90%**	0,00%	0,00%	0,00%	**20,50%**	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

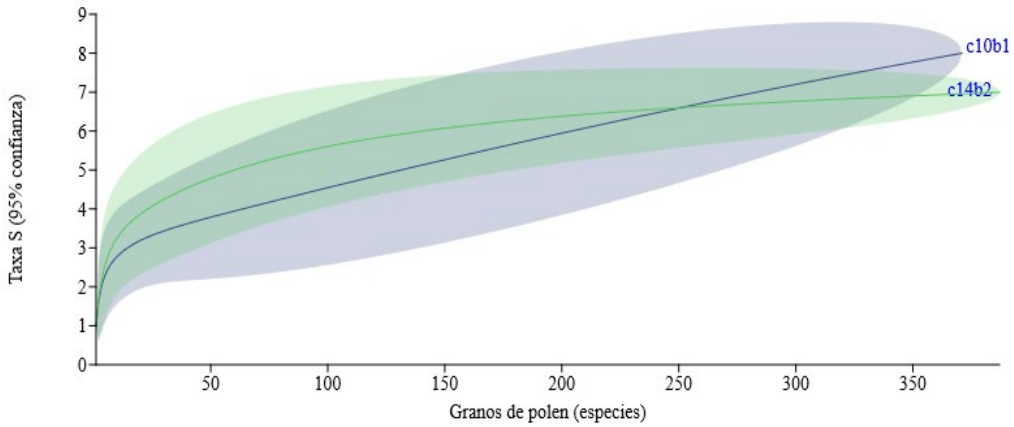
¿Recuento de polen de plantas nectaríferas, descartando especies poliníferas/anemófilas entre géneros melíferas (Louveaux, 1978). Pólenes muy frecuentes >45%, Polen frecuente 16-45%, Polen raro 4-15%, Polen esporádico 1-3% y presente <1%. Fuente: elaboración propia. Pollen count of nectariferous plants, discarding polliniferous/anemophilous species among honey genera (Louveaux 1978). Very frequent pollen >45%, frequent pollen 16-45%, rare pollen 4-15%, sporadic pollen 1-3% and present <1%. Source: own elaboration.

CC BY

Índices de diversidad, uniformidad y riqueza de colmenas monoflorales

En cuanto a riqueza, biodiversidad y uniformidad de las mieles monoflorales. En El Junco fue para la colmena c10b1 con 371 granos de polen, riqueza (S= 8 especies), baja diversidad y uniformidad media (H'=1,01; J'=0,48), destacando *P. edulis* de tipo biológico «liana» seguida *T. stans* «arbusto» este comportamiento coincide con el hallazgo por Ramírez et al. (2016), quien indica que *A. mellifera* es una especie poliléctica, capaz de recolectar recursos florales provenientes de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, demostrado una notable plasticidad adaptativa en diversos paisajes boscosos. Por ejemplo, en El Junco la especie dominante se usa como cultivo para mantener a las colmenas. En Quimis fue para c14b2 con 387 granos, riqueza (S=7), baja diversidad y uniformidad media (H'1,20; J'=0,61), dominada *P. pallida* «árbol» y *C. trischistandra* «árbol» (Figura 3).

Figura 3. Análisis de riqueza, según el grano de polen por colmenas
Figure 3. Richness analysis, according to pollen grain per hives



Colmenas destacadas en bosque seco tropical. Fuente: elaboración propia. Outstanding hives in tropical dry forest. Source: own elaboration.

Propiedades fisicoquímicas en muestras de miel por colmenas

Las mieles de *A. mellifera* de apiarios de ambos sitios El Junco y Quimis presentaron parámetros fisicoquímicos dentro de estándares internacionales, indicando frescura y estabilidad. El Junco, con su miel monofloral fue dominada por *P. edulis* (colmena c10b1) mostro conductividad electrica (CE=0,62±0,01mS/cm); color (Col=35,91±1,39 Pfund); viscosidad (cP=19,18±0,13 Pa·s); índice de diastasa (DN=19,6±0,30); hidroximetilfurfural (HFM= 1,47 mg/100g); acidez titulable (TA=26,61±1,20 meq/kg); proteína (Prt=0,57±0,01); humedad (H=16,43±0,37). En Quimis, por *P. pallida* (colmena c14b2) (CE=0,68±0,01 mS/cm); (Col=64,54±0,14); (cP=20,63±0,02); (DN=16,53±0,26); (HFM=2,75±0,43); (TA=21,47±0,20); (Prt=0,65±0,01) y (H=17,61±0,67). Según Rivera-Mondragón et al. (2023), *Prosopis spp*. (Fabaceae) suele ser dominante en ecosistemas secos sudamericanos, siendo este recurso clave para la nutrición de abejas y la calidad de la miel, para Morales-Alba et al. (2022) la alta diversidad funcional de abejas se relaciona con la cercanía de cultivos en bosques, lo que indica beneficios

CC BY

recíprocos entre agroecosistemas y polinizadores. Por su parte, Ruiz-Toledo et al. (2020) enfatizan la necesidad de comprender conexiones entre paisaje agrícola y comunidades polinizadoras para optimizar servicios ecosistémicos.

En este contexto, Ormeño-Luna y Santander-Ruiz (2023) indican que la miel de bosques secos tropicales de tonos claros tiene (CE=0,582 mS/cm) y pardo (CE=0,67 mS/cm) datos similares a los de esta investigación. Así pues, la importancia de comprender la relación entre diversidad floral y calidad fisicoquímica de la miel (Tabla 5).

Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas de miel de los apiarios del bosque seco (n=12)

Table 5. Physicochemical properties of honey from dry forest apiaries (n=12)

Apiarios	Colmenas	Conductividad (mS/cm)	Color (Pfund)	Viscosidad (mPa-s)	Índice diastasa (ID)	HFM (mg/kg)	Acidez (meq/kg)	Proteínas (%)	Humedad (%)
El Junco	c1b1	0,62±0,02 b	36,88±166 bc	19,30±0,06 c	16,80±0,67 ef	1,53±0,01 c	23,33±1,60 cde	0,54±0,04 ef	16,18±0,60 a
	c3b1	0,63±0,02 b	39,21±1,65 b	19,16±0,13 c	18,75±0,60 bc	1,54±0,03 c	31,06±1,50 a	0,51±0,02 f	16,61±077 a
	c4b1	0,60±0,01 a	33,21±0,36 d	18,61±0,05 d	20,43±0,03 a	1,35±0,12 c	17,08±2,20 f	0,40±0,01 g	16,49±0,32 a
	c6b1	0,68±0,01 a	35,41±0,40 cd	19,05±0,02 c	18,23±0,30 cd	1,33±0,11 c	22,17±2,00 de	0,60±0,02 cd	16,96±0,64 a
	c8b1	0,57±0,01 c	23,61±0,75 e	19,20±0,07 c	16,26±0,21 fg	1,67±0,05 c	19,71±1,70 ef	0,58±0,01 de	16,24±0,55 a
	c10b1	0,62±0,01 b	35,91±1,39 cd	19,18±0,13 c	19,60±0,30 ab	1,59±0,14 c	26,61±1,20 bc	0,57±0,01 def	16,43±0,37 a
	c11b1	0,60±0,01 bc	35,71±0,75 cd	19,15±0,11 c	17,40±0,31 de	1,30±0,13 c	28,76±1,60 ab	0,51±0,04 f	16,57±0,60 a
Quimis	c12b2	0,70±0,01 a	65,12±0,19 a	21,25±0,07 a	15,26±0,35 g	2,70±0,12 b	23,44±0,50 cde	0,64±0,02 bc	17,62±0,32 a
	c14b2	0,68±0,01 a	64,54±0,14 a	20,63±0,02 b	16,53±0,26 ef	2,75±0,43 ab	21,47±0,20 de	0,65±0,01 abc	17,61±0,67 a
	c16b2	0,69±0,02 a	64,68±0,63 a	21,44±0,01 a	17,93±0,30 cd	3,16±0,07 a	24,03±0,30 cd	0,68±0,01 ab	17,39±0,97 a
	c18b2	0,67±0,02 a	66,25±1,60 a	21,54±0,08 a	15,73±0,20 fg	2,47±0,07 b	24,47±0,10 cd	0,69±0,01 ab	16,88±0,89 a
	c19b2	0,67±0,03 a	65,27±1,08 a	21,33±0,28 a	18,73±0,20 bc	2,55±0,03 b	23,49±0,50 cde	0,70±0,01 a	17,67±0,50 a
CV		2,24%	2,21%	0,56%	2,08%	7,58%	5,57%	3,20%	3,75%
F		26,2*	739,07*	311,58*	55,87*	59,38*	24,26*	67,27*	2,32ns
p		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0413

Test: Tukey (HSD) (p<0,05). Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

CC BY

Componentes principales de perfiles en mieles monoflorales por colmenas

En la Figura 4 el análisis de componentes principales evidencio una separación marcada entre los dos sitios, para (PC1, 59,00%), discrimina colmenas de Quimis, caracterizada por valores elevados de conductividad eléctrica (CE), color (Col), viscosidad (cP), hidroximetilfurfural (HFM), proteínas (Prt), humedad (H), índice de equidad (J_div) y polen frente a colmenas de El Junco, asociadas a mayor acidez titulable (TA), diversidad de polen, (H_div), índice de diastasa (DN) y riqueza taxonómica (Taxa_S), pero con valores inferiores en las propiedades anteriores. El (PC2, 14,35%) aporta variación secundaria dentro de cada sitio destacándose la colmena c10b1 de El Junco, con bajos niveles en variables dominantes de Quimis, mientras que c14b2 refleja el perfil típico de Quimis, con altos valores en atributos fisicoquímicos que definen PC1.

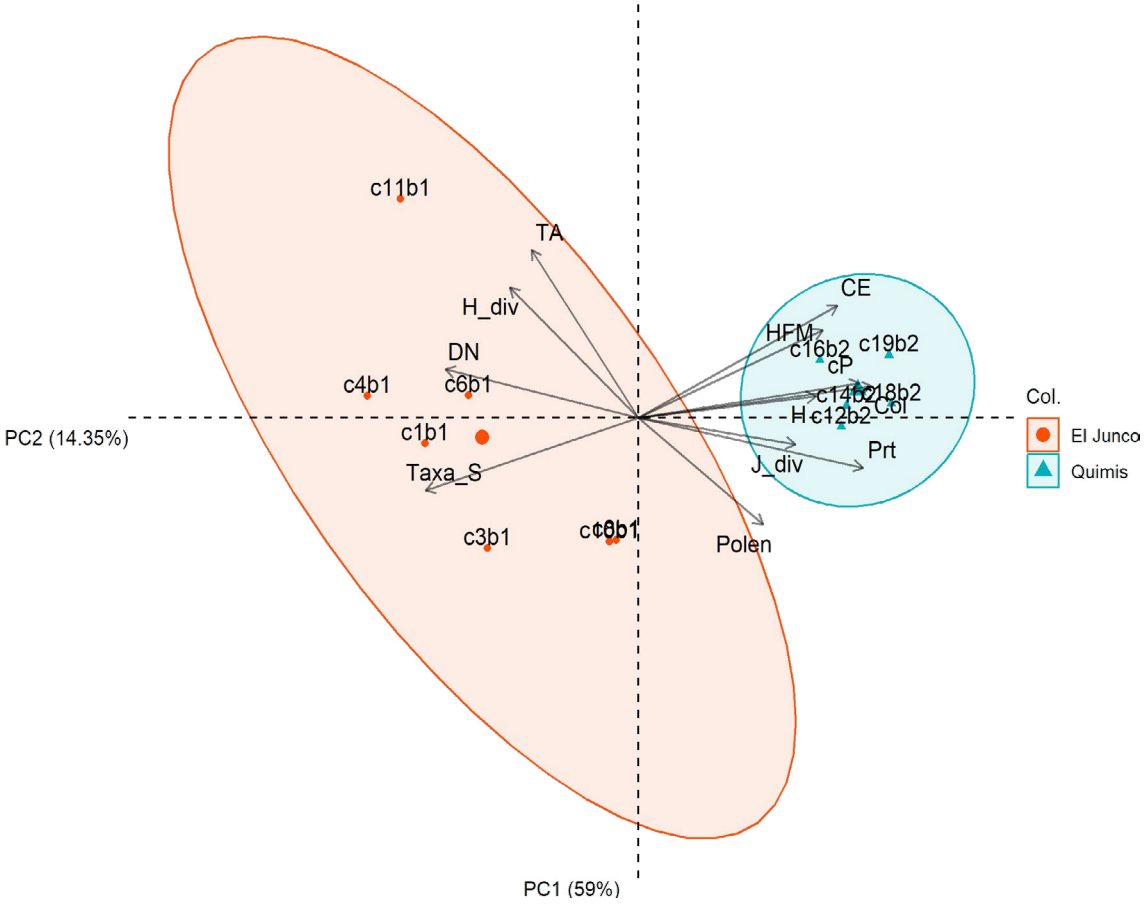
Estos resultados confirman diferencias estructurales entre sitios e indican que la gestión apícola debe orientarse a potenciar las variables clave según el contexto, pues mejorar CE, Col y HFM en El Junco, mantener la disponibilidad floral y condiciones ambientales son esenciales para sostener altos valores observados en Quimis.

Además, la disponibilidad de recursos florales determina la actividad de las abejas. Según Layek et al. (2022), los apicultores deben conocer bien la vegetación circundante, especialmente las fuentes de néctar y polen. En conjunto, la diversidad polínica influye en la fisiología de las abejas, por lo que comprender el impacto de la mala prácticas agrícolas es esencial para la apicultura en ambas localidades de Manabi.

Esta interacción entre ambiente, comportamiento de forrajeo y composición de la miel es respaldada por Klein et al. (2019), quienes señalan que las recolectoras de *A. mellifera* deben mantener un balance entre néctar y polen para la estabilidad de la colonia, aunque la variabilidad interindividual en las preferencias de forrajeo y los niveles de actividad aun no esta completamente explicada. A su vez, Vaudo et al. (2024) señalan que el valor nutricional del polen ha sido poco considerado, aunque su contenido de macronutrientes puede explicar las interacciones planta con abejas y aportar a la restauración de hábitats y al diseño de plantaciones favorables para las abejas, mientras que para Santisteban et al. (2025) el forrajeo responde al carácter nativo del ecosistema, resaltando la importancia de conservar la flora local. En este sentido en Manabí, la estacionalidad climática influye en los patrones de forrajeo de las abejas donde se explica el 73,35% de la variación en el análisis de componente principales.

CC BY
RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 275-293 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

Figura 4. Componentes principales de perfiles monoflorales por colmenas
Figure 4. Main components of monofloral profiles by hives



Datos generales de apiarios en El Junco y Quimis. Fuente: elaboración propia. Source: General data on apiaries in El Junco and Quimis. Source: own elaboration.

Conclusiones

La integración del análisis melisopalinológico con la caracterización fisicoquímica de las mieles se consolido como una herramienta fundamental para certificar el origen floral y garantizar la calidad del producto conforme a estándares internacionales. En este estudio, las colmenas c10b1 (El Junco) y c14b2 (Quimis) fueron las más representativas, evidenciando perfiles florales y fisicoquímicos consistentes.

Los resultados permitieron identificar mieles monoflorales, descartando la influencia de especies anemófilas y confirmando la dominancia de polen procedente de plantas meliferas cuyas especies dominantes fueron *P. edulis* familia Passifloraceae (de tipo biológico liana inducida por el apicultor como cultivo para mantener a las colmenas en el apiario y *P. pallida* (Fabácea) (árbol) especie nativa típica de bosque seco de la zona.

En ambos apiarios, la miel presento diversidad baja (H') y uniformidad media (J'), parámetros típicos de mieles monoflorales con >45% de un tipo polínico, acorde con los criterios de Louveaux (1978).

La variabilidad entre apiarios evidencio la influencia directa del entorno florístico en la composición de la miel. Así, los tonos ámbar claro y marrón observados pueden asociarse al contenido polínico de la especie dominante, vinculando el paisaje vegetal con atributos específicos de la miel. Este hallazgo refuerza la necesidad de estrategias de manejo adaptativo que prioricen la conservación de la biodiversidad en los bosques secos tropicales.

En conjunto, la combinación del análisis melisopalinológico con las propiedades fisicoquímicas se posiciona como un enfoque integral y robusto para la certificación del origen botánico, la trazabilidad, el manejo racional de apiarios y la gestión de ecosistemas estratégicos, especialmente en los bosques secos tropicales de Manabí. Estos criterios no solo fortalecen la sostenibilidad de la actividad apícola de la provincia, sino que también incrementa su competitividad en mercados que demanda productos auténticos y con calidad certificada.

Declaración de autoría (CRediT)

Italo Pedro Bello Moreira: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, redacción – borrador original y redacción – revisión y edición.

David Rodríguez De La Cruz: Análisis formal, metodología, validación, visualización y redacción – borrador original.

Cesar Fabián López Zambrano: Metodología y redacción – borrador original.

Referencias

AOAC Internacional (1977). *AOAC Official Method 976.05: Protein (crude) in Animal Feed and Pet Food, Automated Kjeldahl Method* (First Action 1976, Final Action 1977). AOAC Internacional.

Cabrera Verdesoto, C.A., Bermúdez Chica, J.F., Mero Jalca, O.F., García Álava, J.A. y Cali Ligua, V.L. (2024). Áreas verdes y arbolado urbano existente en el cantón sucre, Manabí, Ecuador. *Ciencia y tecnología, 17*(2), 40-46. DOI 10.18779/cyt.v17i2.595

Daugaliyeva, S., Daugaliyeva, A., Amirova, K., Yelubayeva, A., Toktarov, N. y Peletto, S. (2025). Identifying honey species composition and verifying label accuracy using melissopalynological analysis and DNA metabarcoding. *Food Analytical Methods, 18*(11), 2634-2650. DOI 10.1007/s12161-025-02883-y

RIVAR volumen 13, número 41, 2026: 275-293 • ISSN online 0719-4994
Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile

Erdtman, G. (1969). *Handbook of Palynology: An Introduction to the Study of Pollen Grains and Spores.* Munksgaard.

Jiang, W., Battesti, M.J., Yang, Y., Élodie, J.M., Costa, J., Béreau, D., Paolini, J. y Robinson, J.C. (2024). Melissopalynological analysis of honey from French Guiana. *Foods, 13*(7), 1073. DOI 10.3390/foods13071073

Jiménez González, A., Cedeño Loor, M.J., Vera Salazar, L.M. y Estévez Valdés, I. (2024a). Evaluación morfológica del polen de especies melíferas del bosque seco tropical del recinto Quimis. *Revista Cubana de Ciencias Forestales, 12*(1), e829-e829.

Jiménez González, A., Vera Salazar, L.M., Cedeño Loor, M.J. y Estévez Valdés, I. (2024b). Estimación del potencial melífero en seis apiarios del bosque seco tropical del recinto Quimis, cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador. *Bosque Latitud Cero, 14*(2), 15-26. DOI 10.54753/blc.v14i2.2227

International Honey Commission (IHC) (2009). *IHC Harmonised Methods of the International Honey Commission*. International Honey Commission.

Klein, S, Pasquaretta, C., Jiang He, X., Perry, C., Søvik, E., Devaud, J.M., Barron, A.B. y Lihoreau, M. (2019). Honeybees increase their foraging performance and frequency of pollen trips through experience. *Scientific Reports, 9*(1), 6778. DOI 10.1038/s41598-019-42677-x

Layek, U., Das, N., Jundo, A. y Karmakar, P. (2022). Methods employed in determining nectar and pollen sources for bees. A review of the global scenario. *Annals of the Entomological Society of America, 11*(6), 417-426. DOI 10.1093/aesa/saac013

Louveaux, J., Maurizio, A. and Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World, 59,* 139-154. DOI 10.1080/0005772x.1978.11097714

Marchini, L.C., Sodré, G.S. y Moreti, A.C.C.C. (2004). *Mel brasileiro: Composição e normas*. A.S. Pinto.

Morales-Alba, A.F., Carvajal-Cogollo, J.E. y Morales Castaño, I.T. (2021). Abejas en sistemas agrícolas: Revisión de la diversidad taxonómica y funcional, y perspectivas de investigación. *Acta Biológica Colombiana, 27*(2), 282-291. DOI 10.15446/abc.v27n2.92192

Ormeño-Luna, J. y Santander-Ruiz, W.E. (2023). Dominancia cromática de carga de polen corbicular y mieles colectadas por *Apis mellifera L. en el Bajo Mayo, San Martin. Revista Agrotecnología Amazónica, 3*(1), e432. DOI 10.51252/raa.v3i1.432

Pachón, J., Espinosa, J., Bonilla, J.D., Murcia, N., Cañas, P., Ariza, R. y Sáenz, S.(2020). Identificación de fuentes complementarias de alimentación para polinizadores en cultivos de Passiflora. *Revista Universidad de La Salle, 1*(83), 181-193. DOI 10.19052/ruls.vol1.iss83.11

Pielou, E.C. (1984). *The Interpretation of Ecological Data: A Primer on Classification and Ordination*. J. Wiley and Sons.

Quimis Gómez, A.J., Rivas, C.A., González-Monero, P. y Navarro-Cerrillo, R.M. (2023). Forest plantations in Manabi (Ecuador): Assessment of fragmentation and connectivity to support dry tropical forests conservation. *Applied Sciences, 13*(11), 6418. *DOI* 10.3390/app13116418

Ramírez Arriaga, E., Martínez-Bernal, A., Ramírez-Maldonado, N. y Martínez-Hernández, E. (2016). Análisis palinológico de mieles y cargas de polen de Apis mellifera (*Apidae) de la región centro y norte del estado de Guerrero, México. Botanical Sciences, 94*(1), 141-156. DOI 10.17129/botsci.217

Rivera-Mondragón, A., Marrone, M., Bruner-Montero, G., Gaitán, K., de Núñez, L., Otero-Palacio, R., Añino, Y., Wcislo, W.T., Martínez-Ruiz, S. y Fernández-Marín, H. (2023). Assessment of the quality, chemometric and pollen diversity of *Apis mellifera* honey from different seasonal harvests. *Foods, 12*(19), 3656. DOI 10.3390/foods12193656

Ruiz-Toledo, J., Vandame, R., Penilla-Navarro, P., Gómez, J. y Sánchez, D. (2020). Seasonal abundance and diversity of native bees in a patchy agricultural landscape in Southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 292*(106807), 106807. DOI 10.1016/j.agee.2019.106807

Santisteban, R.M. et al. (2025). Melissopalinological analysis, Physicochemical Properties, and chemical composition of Apis mellifera and Malipona mandacaia honey from the Brazilian semi-ari region. *ACS Food Sciencie & Technology, 5*(6), 2139-2155. DOI 10.1021/acsfoodscitech.4c01075

Sarmad, M. y Rysanek, P. (2025). Impac of different constant temperatures on the survival of honeybees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie, 56*(4), 68. DOI 10.1007/s13592-025-01191-y

Somarriba, E. (1999). Diversidad Shannon. *Agroforestería en las Américas, 6*(23), 72-74.

Vaudo, A.D., Dyer, L.A. y Leonard, A.S. (2024). Pollen nutrition structures bee and plant community interactions. *Proceedings National Academy of Sciences of the United States of America, 121*(3), e2317228120. DOI 10.1073/pnas.2317228120

CC BY