



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERIA FORESTAL

ANÁLISIS DEL APORTE POLÍNICO DE ESPECIES FORESTALES
EN MUESTRAS DE MIEL PROCEDENTES DE APIARIOS,
UBICADOS EN LAS PROVINCIAS DE PASTAZA, ORELLANA Y
LOS RIOS

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

CÉSAR GERMÁN LUPERA GÓMEZ

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERIA FORESTAL

ANÁLISIS DEL APORTE POLÍNICO DE ESPECIES FORESTALES
EN MUESTRAS DE MIEL PROCEDENTES DE APIARIOS,
UBICADOS EN LAS PROVINCIAS DE PASTAZA, ORELLANA Y
LOS RIOS

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: CÉSAR GERMÁN LUPERA GÓMEZ

DIRECTOR: ING. MIGUEL ÁNGEL GUALLPA CALVA MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, César Germán Lupera Gómez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, César Germán Lupera Gómez, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

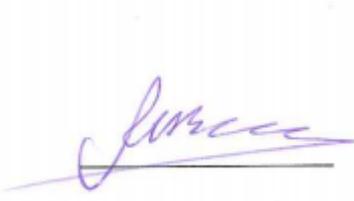
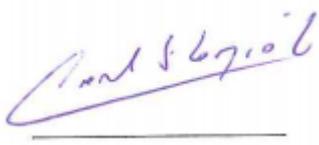
Riobamba, 29 de noviembre de 2023



César Germán Lupera Gómez
0605186634

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERIA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DEL APORTE POLÍNICO DE ESPECIES FORESTALES EN MUESTRAS DE MIEL PROCEDENTES DE APIARIOS, UBICADOS EN LAS PROVINCIAS DE PASTAZA, ORELLANA Y LOS RIOS**, realizado por el señor: **CÉSAR GERMÁN LUPERA GÓMEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Rosa del Pilar Castro Gómez PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-11-29
Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-11-29
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-11-29

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi familia, quienes han desempeñado un papel esencial en mi vida. Agradezco a mi padre, César, por su inquebrantable respaldo, a mi madre, Emperatriz, por su constante apoyo y aliento para continuar, y a mis hermanos por su respaldo y por siempre tener fe en mí.

César

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ingeniero Miguel Ángel Gualpa Calva MSc. por haber compartido su sabiduría constantemente con el propósito de alcanzar la finalización exitosa de esta labor investigativa de la manera más eficiente, también al Ingeniero Armando Esteban Espinoza Espinoza MSc, al Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MSc. por su disposición a brindar apoyo, también expreso mi agradecimiento Grupo de investigación Conservación y Producción Sustentable de los Recursos Naturales y Entomológicos "COPROSURENE" por brindarme la oportunidad de contribuir a sus investigaciones en curso.

César

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
INDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Hipótesis.....	4
1.4.1 <i>Nula</i>	4
1.4.2 <i>Alternante</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes de investigación.....	5
2.2 Referencias teóricas.....	5
2.2.1 <i>Miel</i>	5
2.2.2 <i>Clasificación</i>	6
2.2.3 <i>Especies con potencial melífero</i>	6

2.2.4	<i>Polen</i>	7
2.2.5	<i>Importancia del polen</i>	7
2.2.6	<i>Simetría del polen</i>	8
2.2.7	<i>Tamaño de granos de polen</i>	8
2.2.8	<i>Origen del polen en la miel</i>	8
2.2.9	<i>Papel ecológico de Apis mellifera L</i>	9
2.2.10	<i>Asociaciones polínicas</i>	9
2.2.11	<i>Melisopalinología</i>	10
2.2.12	<i>Índice de diversidad de Shannon–Weaver (H')</i>	10
2.2.13	<i>Índice de Pielou (J')</i>	11
2.2.14	<i>Índices de similitud / disimilitud</i>	11
2.2.15	<i>Aplicaciones de los índices de diversidad</i>	11
2.2.16	<i>Análisis Multivariante</i>	11
2.2.17	<i>Tipos de técnicas multivariantes</i>	12
2.2.18	<i>Métodos de dependencia</i>	12
2.2.18.1	<i>Análisis de regresión y correlación múltiple</i>	12
2.2.19	<i>Métodos de interdependencia o estructurales</i>	13
2.2.19.1	<i>Análisis de componentes principales o de factor común</i>	13
2.2.19.2	<i>Análisis de Conglomerados (CLUSTERS)</i>	13
2.2.19.3	<i>Índice de Bray-Curtis</i>	15

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	17
3.1	Descripción del enfoque de la investigación	17
3.2	Alcance de la investigación	17
3.3	Diseño de la investigación	18
3.4	Nivel de investigación	18
3.5	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	18

3.5.1	<i>Caracterización del lugar</i>	18
3.5.1.1	<i>Localización</i>	18
3.5.1.2	<i>Ubicación geográfica</i>	19
3.5.2	<i>Materiales y Equipos</i>	19
3.5.2.1	<i>Materiales</i>	19
3.5.2.2	<i>Software</i>	19
3.5.3	<i>Metodología</i>	20
3.5.3.1	<i>Análisis estadístico</i>	20
3.5.3.2	<i>Análisis de Conglomerados (CLUSTERES)</i>	21
3.5.3.3	<i>Cálculo del Índice de similitud de Bray-Curtis</i>	21

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	22
4.1	Prueba de Hipótesis	22
4.2	Índices de diversidad	22
4.2.1	<i>Índice de diversidad</i>	22
4.2.2	<i>Índice de equidad</i>	23
4.3	Discusión	27

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
5.1	Conclusiones	29
5.2	Recomendaciones	30

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Ubicación geográfica y condiciones climáticas de los apiarios en estudio..... 19

Tabla 4-6: Matriz de similitud entre las muestras de miel de los principales tipos polínicos 26

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Simetría: Radio simétricos 1 y 3; Bisimétricos 4 y 5: Asimétricos 6.	8
Ilustración 4-2: ANOSIM, prueba estadística no paramétrica.	22
Ilustración 4-3: Valores promedio del índice de diversidad (H') e índice de equidad (J') registrados en los distintos apiarios ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos.	23
Ilustración 4-4: Distribución de las frecuencias relativas de los principales tipos polínicos registrados en los distintos apiarios ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos.	24
Ilustración 4-5: Dendrograma de Similitud entre las muestras de miel de los principales tipos polínicos registrados en los distintos apiarios ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos.	25

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: BASE DE DATOS DEL ESPECTRO POLÍNICO ENCONTRADO EN LOS NUEVE APIARIOS ESTUDIADOS

ANEXO B: MATRIZ DE SIMILITUD ENTRE LAS MUESTRAS DE MIEL DE LOS PRINCIPALES TIPOS POLÍNICOS

ANEXO C: MATRIZ DE RESULTADOS DE INDICES DE DIVERSIDAD ALFA

ANEXO D: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA

ANEXO E: FECUENCIAS RELATIVAS Y ESPECTRO POLÍNICO TOTAL DE LOS DIFERENTES TIPOS POLINICOS

ANEXO F: VARIABLES CLIMÁTICAS DE LAS ZONAS EN ESTUDIO

ANEXO G: CONTRASTE DE HIPÓTESIS ANOSIM

RESUMEN

La región Costa y Oriente son conocidas por la presencia de una gran diversidad de flora y fauna, pero poco es conocido sobre las especies forestales con potencial apícola y las principales especies exploradas por la abeja *Apis mellifera* L., también en la actualidad se manifiesta un creciente interés de los apicultores por conocer el origen botánico de su miel, con el propósito de darle un valor agregado al producto, siendo esto una de las principales limitantes para la planeación apícola, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue analizar el aporte polínico de especies forestales en muestras de miel procedentes de nueve apiarios, ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos. La metodología implementada en la presente investigación tuvo enfoque cuantitativo ya que se manejó datos estadísticos para la asociación de variables correspondientes al contenido polínico de especies forestales, empleando índices de diversidad y análisis multivariado. En las provincias de Pastaza y Los Ríos se registró una diversidad media de flora melífera, de conformidad con el número de especies visitadas y la frecuencia de aparición de los tipos polínicos, *Apis mellifera* presentó un comportamiento politécnico al coleccionar polen de varias especies vegetales, haciendo énfasis a las abejas que no están especializadas en referencia a la colección de polen y usan el de muchas plantas de diversos grupos taxonómicos, por el contrario, en la provincia de Orellana se registró una diversidad baja de flora melífera, identificándose un menor porcentaje de polen relacionado con especies forestales, es decir *Apis mellifera* colecciona polen de un número limitado de especies vegetales. En cuanto al aporte polínico de especies forestales *Apis mellifera* exhibió una marcada inclinación de consumo hacia *Mimosa polydactyla* (66.33%), *Hieronyma asperifolia* Huber (47.33%), *Cecropia engleriana* Snethl. (34%) y *Quercus sp.* (25.67%), que sobresalen como sus preferencias principales.

Palabras clave: <FLORA MELÍFERA>, <POTENCIAL APÍCOLA>, <COMPOSICIÓN FORESTAL>, <ORIGEN BOTÁNICO >, < MELISOPALINOLOGÍA>, <CORRELACIÓN>, <TÉCNICAS MULTIVARIANTES >, <PERFIL POLÍNICO >.



ABSTRACT

The Coastal and Eastern regions are known for the presence of a great diversity of flora and fauna, but little is known about the forest species with beekeeping potential and the main species explored by the bee *Apis mellifera* L., also currently manifesting a growing interest of beekeepers in knowing the botanical origin of their honey, to give added value to the product, this being one of the main limitations for beekeeping planning, therefore, the objective of the present research was to analyze the Pollen contribution of forest species in honey samples from nine apiaries, located in the Provinces of Pastaza, Orellana and Los Ríos. The methodology implemented in this research had a quantitative approach since statistical data was handled for the association of variables corresponding to the pollen content of forest species, using diversity indices and multivariate analysis. In the provinces of Pastaza and Los Ríos, an average diversity of honey flora was recorded following the number of species visited and the frequency of appearance of pollen types. *Apis mellifera* presented a polytechnic behavior when collecting pollen from several plant species, emphasizing bees that are not specialized in collecting pollen and use that of many plants from various taxonomic groups. On the contrary, a low diversity of honey flora was recorded in the province of Orellana, with a lower percentage of pollen identified as related to forest species. It means that *Apis mellifera* collects pollen from a limited number of plant species. Regarding the pollen contribution of forest species *Apis mellifera* exhibited a marked inclination of consumption towards *Mimosa polydactyla* (66.33%), *Hieronyma asperifolia* Huber (47.33%), *Cecropia engleriana* Snethl. (34%) and *Quercus sp.* (25.67%) stand out as their main preferences.

Keywords: <HONEY FLORA>, <BEEKEEPING POTENTIAL>, <FOREST COMPOSITION>, <BOTANICAL ORIGIN>, <MELISOPALINOLOGY>, <CORRELATION>, <MULTIVARIANT TECHNIQUES>, <POLLEN PROFILE>.

Riobamba, December 10th, 2023



PhD. Dennys Tenelanda López
ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

Dentro de la vegetación que las abejas emplean para obtener polen, se incluyen árboles, arbustos y palmeras presentes en entornos de bosques naturales y otras zonas forestales. Por consiguiente, es factible considerar al polen recolectado por las abejas como un resultado secundario de los bosques y fomentarlo como un producto no maderero del ecosistema forestal (PFNM) (FAO, 2013; citado en Chamorro et al, 2013: p. 54).

En Ecuador, se cuentan con 1,760 apicultores y 19,155 colmenas que abastecen al mercado interno con miel de abeja, polen, propóleo y cera, de acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2018, tal como menciona Sánchez en 2020 (p. 26). El consumo local de miel de abeja en el país es aproximadamente de 601 toneladas métricas, tanto por parte de la industria como de la población ecuatoriana. Sin embargo, esta demanda supera la producción actual, generando un déficit nacional de 476.7 toneladas métricas, lo que conduce a la necesidad de importar el producto (Ministerio de Agricultura y Pesca, 2015; citado en Ayala et al, 2020: p. 1328).

La calidad de la miel de abeja está estrechamente vinculada a los elementos presentes en la flora que las abejas utilizan para recolectar néctar, así como a las condiciones climáticas y a la composición del suelo en diversas áreas geográficas, regiones o naciones. Al realizar una descripción detallada de las distintas variedades de miel, se facilita la mejora del valor adicional del producto, lo que a su vez resulta en la obtención de un precio más equitativo. (Ciappini, et al., 2009: p. 46).

Las investigaciones relacionadas con la contribución de polen tanto de árboles como de arbustos son esenciales para ampliar el conocimiento sobre las especies que tienen potencial para producir miel. En el contexto actual de Ecuador, ya se han recopilado datos en regiones montañosas; debido a esto, surge el interés por llevar a cabo un análisis similar en colmenares ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos. Estas zonas se destacan por su amplia variedad y disponibilidad de especies arbóreas, en particular los bosques tropicales y subtropicales, que desempeñan un papel crucial en la provisión de néctar y polen. Esto resulta significativo en el proceso de producción de miel (Chamorro, et al., 2013: p. 30).

Chamorro García *et al.*, (2013: pp. 3-35) Afirman que tener un entendimiento de la vegetación empleada por las abejas en la fabricación de miel en una región específica resulta crucial para desarrollar una estrategia razonada en su utilización, lo cual favorece una gestión adecuada de los colmenares y promueve la producción de mieles con variadas procedencias botánicas.

Es importante destacar que la zona de investigación presenta una significativa abundancia y variedad de elementos como los bosques tropicales y subtropicales, los cuales tienen una destacada importancia en términos de proporcionar néctar y polen a través de sus periodos de floración. Estos elementos resultan esenciales para la producción de miel (Chamorro García *et al.*, 2013: pp. 3-35).

De acuerdo con los puntos presentados, el objetivo central de este estudio es examinar la contribución polínica de especies forestales presentes en muestras de miel. Una metodología que posibilita la identificación de los recursos florales utilizados por las colmenas es el análisis melisopalinológico, el cual determina los elementos de polen, néctar o una combinación de ambos que son aprovechados por las abejas para el sustento de la colonia y, consecuentemente, para la producción de miel. La investigación del polen contenido en la miel brinda información sobre su origen botánico y geográfico, además de proporcionar indicios sobre el estado de conservación del entorno donde se generó. (Gutiérrez, A. *et al.*, 2017: p. 7).

Por medio de análisis estadísticos, que involucran Índices de diversidad de Shannon-Weaver (1949), de uniformidad de Pielou (J'), Índices de similitud / disimilitud, además se realizarán análisis comparativos con otras zonas apícolas. Usando dicha metodología se establecerá cuáles son las especies vegetales visitadas por la abeja en su actividad selectiva de colecta del recurso néctar y polen. Lo que permitirá proporcionar alternativas de establecimiento y manejo de especies forestales con potencial melífero, que permitan sustentar la producción de miel en apiarios en condiciones similares.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad se manifiesta un creciente interés de los apicultores por conocer el origen botánico de su miel, con el propósito de darle un valor agregado al producto, siendo esto una de las principales limitantes para la planeación apícola, debido a la carencia de información sobre la procedencia de la miel que implica conocer las fuentes o recursos florales que la abeja utiliza para su producción en un intervalo de tiempo determinado y región específica. La región Costa y Oriente son conocidas por la presencia de una gran diversidad de flora y fauna, pero poco es conocido sobre las especies forestales con potencial apícola y las principales especies exploradas por la abeja *Apis mellifera* L., información que es de vital importancia para que los apicultores puedan potencializar el manejo de la flora en sus apiarios, ya que es el insumo más importante para la actividad apícola.

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo General*

Analizar el aporte polínico de especies forestales en muestras de miel procedentes de nueve apiarios, ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos.

1.2.2 *Objetivos específicos*

Estimar la diversidad de especies forestales con potencial melífero que integran los apiarios en estudio.

Analizar las asociaciones polínicas y su relación con las muestras de miel según su origen botánico.

1.3 Justificación

En apiarios, ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos es indispensable ampliar los conocimientos sobre los principales recursos florales forestales aprovechados por la abeja *Apis mellifera* L. para la producción de miel, de tal forma proporcionar al productor, alternativas de establecimiento y manejo de especies forestales con potencial melífero, que permitan sustentar la producción de miel en apiarios en condiciones similares.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Nula

Las muestras de miel en estudio son similares debido al origen vegetal del aporte polínico.

1.4.2 Alternante

Las muestras de miel en estudio son diferentes debido al origen vegetal del aporte polínico.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

En cuanto a los estudios del contenido polínico en mieles, en nuestro país se registran diferentes proyectos de investigación llevados a cabo en la serranía ecuatoriana, se determinaron zonas de valor apícola a partir del estudio del contenido polínico de muestras comerciales, constituyendo el primer aporte melisopalinológico para la provincia.

2.2 Referencias teóricas

2.2.1 Miel

La miel es una sustancia natural que elaboran las abejas a partir del néctar y las secreciones que recogen de las partes vivas de las plantas. de plantas o de excreciones de insectos chupadores presentes en las plantas, luego de la recolección las combinan con sustancias concretas propias, depositan, deshidratan, almacenan y depositan en las colmenas para que madure (Ulloa et al., 2010, p. 11).

La miel es un valioso producto natural que posee una relevancia significativa en diversas esferas:

- **Nutrición:** La miel, siendo una fuente natural de carbohidratos como la glucosa y la fructosa, se convierte en una fuente de energía rápida y orgánica. Además, contiene pequeñas cantidades de vitaminas, minerales y antioxidantes (Ulloa et al., 2010: p. 11).
- **Propiedades terapéuticas:** A lo largo de la historia, la miel ha sido empleada por sus cualidades medicinales. Sus propiedades antibacterianas y antisépticas la hacen beneficiosa en el cuidado de heridas y quemaduras menores, y ha sido empleada en remedios caseros para mitigar la tos y el dolor de garganta (Ulloa et al., 2011: p. 11).
- **Apicultura y economía:** La producción y comercialización de miel no solo es una fuente de ingresos para los apicultores y comunidades rurales alrededor del mundo, sino que la apicultura también desempeña un rol fundamental en la polinización de cultivos agrícolas, con un impacto económico significativo en la industria alimentaria (Ulloa et al., 2010: p. 11).

2.2.2 Clasificación

Se conocen diferentes tipos de miel, las cuales se distinguen debido principalmente a su origen botánico, geográfico o tecnológico. Debido a estas propiedades, dependiendo de la fuente de néctar para las abejas, se conoce la miel monofloral obtenida a partir del néctar de uno de los tipos de plantas melíferas; miel polifloral obtenida del néctar de diversas plantas melíferas y miel de melaza obtenida de plantas con néctar extrafloral y secreciones vegetales (Caamaño, 2003: p. 2).

Debido a su carácter tecnológico, es decir, por el procedimiento que se ejecuta para su extracción y elaboración se conocen dos formas de obtención de miel, y son; la miel en panal y la centrifugada. La miel que proviene de panal es totalmente estéril y la centrifugada se obtiene con el monoextractor. La miel se presenta en diferentes tonalidades, que van desde la miel clara hasta la miel semiclaro y oscura. Estas variaciones no solo se limitan al color, sino que también se reflejan en sus características físicas y químicas distintivas. (Caamaño, 2003: p. 2).

Tomando en cuenta la Norma chilena 616 E Of 68 el origen de la miel puede ser de dos tipos:

Miel de flores: se obtiene principalmente del néctar de las flores y tiene un color casi incoloro a amarillo y rojizo; y tiene un contenido de azúcar invertido de al menos el 70%, con excepción de la miel de trébol (*Trifolium*) que tiene un contenido de azúcar invertido de más del 65%. Esta miel es zurda (Caamaño, 2003: p. 2).

Miel dulce o mielada: obtenida principalmente de plantas de hoja caduca (miel de hojas) o de las secreciones de plantas, especialmente coníferas, su color puede variar de marrón claro a casi negro, tiene un olor resinoso particular y un contenido de azúcar equivalente en o superior 60%. Esta miel es diestra (Caamaño, 2003: p. 2).

2.2.3 Especies con potencial melífero

Flora con potencial melífero corresponde a la flora que provee recursos a las abejas, o las especies vegetales con potencial para abastecerlas, engloba aquel conjunto de plantas que segregan sustancias o elementos como polen, néctar o resinas, que son recolectados por las abejas para su alimentación. Para que una planta sea considerada parte de la flora nectarífera, es necesario que produzca polen o néctar que atraiga a las abejas, que el néctar sea fácilmente accesible y que la planta sea abundante en cantidad. De esta manera, la vegetación se erige como el elemento primordial en la planificación de la apicultura, ya que constituye el sitio donde las abejas

encuentran los ingredientes necesarios para su alimento. Esta vegetación resulta de suma importancia en la estrategia de desarrollo apícola. El conocimiento de las especies que pueden ser aprovechadas por las abejas no solo ayuda a planear la actividad apícola, sino que también permite identificar potenciales necesidades de conservación y restauración de los ecosistemas. Esto a su vez habilita una gestión más eficiente de los colmenares, con el objetivo de proporcionar opciones de adaptación frente a cambios en el entorno natural y evaluar la viabilidad de producir miel con una composición floral específica. Este último aspecto resulta especialmente crucial para el mercado de la apicultura (Andrada, 2003: p. 333).

2.2.4 *Polen*

Es el aparato fecundante masculino de las flores. La unión del polen con el gameto femenino da paso a la formación del fruto y de las semillas. Se presenta en forma de polvillo estrechamente fino, que las abejas recolectan y transforman en granitos y posteriormente los transportan a la colmena, su tonalidad varía en dependencia con el origen botánico del cual procede la muestra de miel, siendo generalmente amarillo o marrón claro, sin embargo, también puede tomar una coloración blanquecina, violácea y negra, la forma es muy variada, ya que puede llegar a ser poliédrica, globular, entre otras (Cobo, 1980: pp. 1-16).

2.2.5 *Importancia del polen*

El polen desempeña un papel fundamental en el desarrollo de la colmena, ya que proporciona proteínas, lípidos y vitaminas esenciales para el crecimiento y desarrollo de las larvas. Las abejas tienen una capacidad excepcional para recolectar polen, pudiendo reunir de 1 a 1000 veces más polen que otros insectos. Cada abeja puede salir de la colmena y regresar de 20 a 30 veces al día, y durante una temporada, los miembros de la colmena pueden visitar hasta 20 a 30 millones de flores. El polen ha sido aprovechado para el consumo humano después de pasar por diversos procesos de extracción, revelando propiedades farmacológicas y microbiológicas beneficiosas. Se considera un suplemento nutricional valioso debido a su contenido de vitaminas y sus propiedades hormonales, antibióticas y antioxidantes. En el ámbito de la sistemática y la taxonomía, el polen se valora enormemente, ya que su morfología permite identificar diferentes tipos botánicos. Esta disciplina se conoce como palinología y facilita el análisis de la biodiversidad botánica y el potencial apícola en una región geográfica específica. (Diéguez, 2017; citado en Briceño, 2018: p. 6).

2.2.6 Simetría del polen

La simetría de un grano de polen se determina en proyecciones polares y ecuatoriales. Un polen es radio simétrico (Ilustración 2-1, 1 y 3) cuando presenta 3 o más planos de simetría. Cuando pase sólo dos planos de simetría el polen se conoce como bisimétrico (Ilustración 2-1, 4 y 5) que a la vez se clasifica en isobisimétrico donde los ejes ecuatoriales tienen la misma longitud y se denominan heterobisimétricos si los dos ejes ecuatoriales tienen longitudes diferentes. Se dice que el polen que no tiene un plano de simetría es asimétrico (Diéz y Fernández, 1990; Citado en Briceño, 2018: p.9).

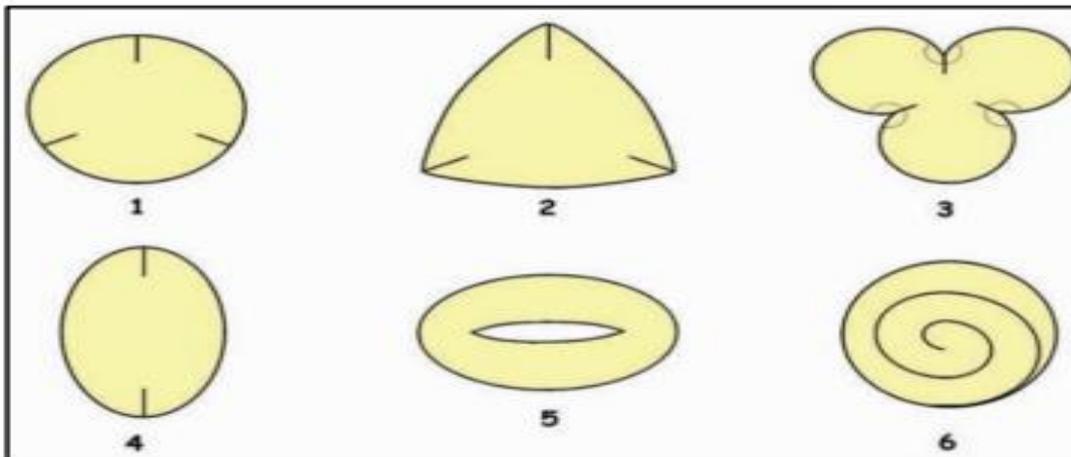


Ilustración 2-1: Simetría: Radio simétricos 1 y 3; Bisimétricos 4 y 5; Asimétricos 6.

Fuente: Sáenz, 2004.

2.2.7 Tamaño de granos de polen

El tamaño de los granos de polen se determina al medir el eje más largo, ya sea el polar o el ecuatorial, sin considerar cualquier protuberancia de la exina que sea mayor a 0.5 μm de longitud. Si un grano de polen carece de polaridad, se mide su diámetro. Cada especie tiene tamaños de polen específicos. Según Erdtman (1952), se establece una clasificación en función del tamaño de los granos de polen: granos de polen muy pequeños, que son menores a 10 μm ; pequeños, que tienen entre 10 y 15 μm ; medianos, con tamaños de 25 a 50 μm ; grandes, que oscilan entre 50 y 100 μm ; y gigantes, que superan los 200 μm . (Erdtman, 1952; Citado en Briceño, 2018: p.9).

2.2.8 Origen del polen en la miel

Los granos de polen son estructuras complejas que se forman en los sacos de polen. Cuando germinan, producen gametos masculinos que fertilizan la oosfera o célula reproductora femenina.

La transferencia de los granos de polen de la antera al gineco se confirma mediante un proceso llamado polinización. Durante este proceso el polen suele verse sometido a una serie de condiciones adversas, por lo que la naturaleza lo ha dotado de una cubierta protectora extremadamente resistente. El proceso de polinización puede llevarse a cabo debido al viento, los animales o el agua (García, 2003: p.64). El polen se introduce en la miel de cuatro formas diferentes: 1) por la acción mecánica de la abeja, que sacude las anteras, provocando su desprendimiento y caída en el néctar de las flores; 2) Se lleva a cabo en el interior de la colmena por el polen recolectado y almacenado para la nutrición de las mismas y se produce en el curso de transformación del néctar en miel; 3) por el manejo que hace el productor apícola; 4) proviene en parte del polen existente en la atmósfera, y también mayoritariamente de parte de especies anemófilas (Persano et al, 2007: p.199; citado en Briceño, 2018: p.14).

2.2.9 Papel ecológico de *Apis mellifera* L

La abeja *Apis mellifera* L. es una especie nativa de África, oeste de Asia y Europa (Michener, 2007; citado en Agüero, 2015, p. 11), pero ha sido llevado por el hombre a todos los continentes excepto a la Antártida; principalmente para la producción de miel y en segundo lugar para la polinización de cultivos, siendo hoy en día el animal más utilizado para esta tarea (Moritz et al., 2005; Garibaldi et al., 2013; citados en Agüero, 2015: p. 11).

La exposición de las abejas melíferas puede variar según los factores ambientales, como la temperatura o la diversidad de plantas (Giannini et al., 2015; citados en Agüero, 2015, p. 32). La “fuerza” de la abeja melífera, es decir, la dependencia de las plantas a la abeja melífera en una red planta-polinizador (Dormann, 2011; citados en Agüero, 2015: p. 33) disminuye con el aumento de la temperatura y la disminución del número de especies de plantas en la red (Giannini et al., 2015; citados en Agüero, 2015: p. 33). Además, los impactos relacionados con las abejas pueden diferir en entornos más sensibles, como islas, reservas y áreas naturales de agricultura intensiva (Myers et al. 2000; Geslin et al. 2017; citados en Agüero, 2015, p: 33).

2.2.10 Asociaciones polínicas

La abeja *Apis mellifera* L. es una especie nativa de África, oeste de Asia y Europa (Michener, 2007; citado en Agüero, 2015): p. 11), pero ha sido llevado por el hombre a todos los continentes excepto a la Antártida; principalmente para la producción de miel y en segundo lugar para la polinización de cultivos, siendo hoy en día el animal más utilizado para esta tarea (Moritz et al., 2005; Garibaldi et al., 2013; citados en Agüero, 2015: p. 11).

La exposición de las abejas melíferas puede variar según los factores ambientales, como la temperatura o la diversidad de plantas (Giannini et al., 2015; citados en Agüero, 2015: p. 32). La “fuerza” de la abeja melífera, es decir, la dependencia de las plantas a la abeja melífera en una red planta-polinizador (Dormann, 2011; citados en Agüero, 2015: p. 33) disminuye con el aumento de la temperatura y la disminución del número de especies de plantas en la red (Giannini et al., 2015; citados en Agüero, 2015: p. 33). Además, los impactos relacionados con las abejas pueden diferir en entornos más sensibles, como islas, reservas y áreas naturales de agricultura intensiva (Myers et al. 2000; Geslin et al. 2017; citados en Agüero, 2015: p. 33).

2.2.11 *Melisopalinología*

La melisopalinología es una rama de la palinología basada en el análisis cualitativo y cuantitativo del polen presente en mieles específicas. Su objetivo es conocer el origen botánico y geográfico de la miel. Esto permite establecer una denominación de origen y agregar valor al producto, ya que muchas propiedades y características de la miel dependen del tipo de planta que las abejas utilizan como fuente de néctar para la producción. Las plantas llevan por error granos de polen en busca de néctar, a partir del cual producen químicamente la miel que consumimos regularmente. Todas las especies de plantas tienen el polen que las caracteriza. Tiene una estructura morfológica y anatómica única que se comporta como una de las sustancias más elásticas que se encuentran en la naturaleza, y de hecho actúa excepcionalmente como un resto fósil. Al identificar y contar el polen en varias categorías predefinidas, es posible determinar cuántas especies de plantas diferentes utilizan las abejas. El origen específico de este polen viene indicado por la denominación de origen botánico de la miel (Caamaño, 2003: p. 11).

2.2.12 *Índice de diversidad de Shannon–Weaver (H')*

Representa la homogeneidad de los valores de importancia para todas las especies de la muestra. Mide el grado medio de incertidumbre al predecir a qué especie pertenece un individuo seleccionado al azar de una colección. Los individuos se seleccionan al azar y se supone que todas las especies están presentes en la muestra. Es cero si solo está presente una especie, y toma valores entre los logaritmos de S si todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Valdez et al., 2019: p. 1677).

2.2.13 Índice de Pielou (J')

El índice Pielou mide la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima esperada. Sus valores van de 0 a 1, por lo que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies se dan por igual (Valdez et al., 2019: p. 1677).

2.2.14 Índices de similitud / disimilitud

Los índices de similitud y disimilitud describen el grado de similitud entre dos muestras en función de las especies que se encuentran dentro de las muestras. Por lo tanto, son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre las dos muestras. Sin embargo, la disimilitud (d) entre muestras se puede calcular fácilmente a partir de los valores de similitud. Estos indicadores pueden determinarse directamente a partir de datos cualitativos o cuantitativos, o a través de métodos de gestión comunitaria o taxonomía (Moreno, 2001: p.47).

2.2.15 Aplicaciones de los índices de diversidad

Las aplicaciones para estudiar la diversidad de muchos de los indicadores descritos en diferentes investigaciones indistintamente del tema, se basan en información biológica recolectada previamente de muchos lugares. La investigación de la biodiversidad también requiere la recopilación de información biológica, pero esta vez en una escala espacial mucho mayor y taxones más diversos. No se pueden utilizar estimaciones cuando falta información. Por lo tanto, el primer paso ineludible, como sucede en algunos países, es la clasificación de un conjunto preseleccionado de grupos en base al conocimiento taxonómico disponible sobre los grupos y sus pesos en el árbol, debe ser recopilar la información científica y biogeográfica en un base de datos. La vida y su capacidad para representar las diversas formas de vida y posibilidades productoras de energía que existen en la naturaleza, (Moreno, 2001: p. 7).

2.2.16 Análisis Multivariante

Conjunto de métodos o técnicas diseñados con el fin de examinar e interpretar la información contenida en un conjunto de variables, sin perder la interacción o grado en que se afectan unas con otras (Bech, 2019: p. 24).

El análisis multivariante tiene como principal propósito comprender la estructura y los patrones presentes en los datos que abarcan múltiples dimensiones. Estas metodologías resultan

beneficiosas cuando se manejan datos con varias variables interrelacionadas y se busca descubrir tendencias, patrones enmascarados y relaciones complejas (Bech, 2019: p. 24).

Las técnicas de análisis multivariante pueden dirigirse a diferentes objetivos, como simplificar la dimensión de los datos (por ejemplo, a través del análisis de componentes principales), identificar grupos u agrupaciones de observaciones semejantes (mediante el análisis de conglomerados), detectar conexiones entre variables (mediante análisis de correlación y regresión múltiple), y explorar la estructura subyacente de los datos (por medio del análisis factorial, entre otras). Algunos ejemplos de técnicas de análisis multivariante abarcan el análisis de componentes principales (PCA), el análisis factorial, el análisis de conglomerados (clustering), el análisis discriminante, el análisis de correspondencia, el análisis de regresión múltiple y muchas más. Estas técnicas son extensamente empleadas en distintas disciplinas, como la investigación científica, la economía, la psicología, la biología, la ingeniería y otras, con el fin de extraer información valiosa y entender las relaciones entre variables en conjuntos de datos complejos (Bech, 2019: p. 24).

2.2.17 Tipos de técnicas multivariantes

En términos generales, es posible categorizarlos en dos amplias categorías:

- 1) Métodos de dependencia.
- 2) Métodos de Interdependencia.

2.2.18 Métodos de dependencia

Este método deduce que las variables analizadas se dividen en dos grupos, variables dependientes e independientes. El propósito del método de dependencia es determinar si y cómo un conjunto de variables independientes influye en un conjunto de variables dependientes, y si esa relación causal puede expresarse como una función o ecuación y cómo (Bech, 2019: p. 26).

Dentro de los métodos de dependencia se pueden ubicar la siguiente técnica:

2.2.18.1 Análisis de regresión y correlación múltiple

El objetivo del análisis de regresión y correlación múltiple es obtener de los datos una ecuación que permita identificar la relación de causalidad que existe entre las variables independientes y dependientes, y cuantificar el grado de relación que existe entre las variables independientes con

respecto a la variable dependiente. Las variables involucradas en ambas técnicas son de naturaleza cuantitativa, lo que significa que pueden medirse numéricamente (Bech, 2019: p. 25).

2.2.19 Métodos de interdependencia o estructurales

Estos métodos no distinguen entre variables independientes y dependientes y su objetivo principal es resumir la información. El objetivo es revelar qué variables se relacionan entre sí, cómo se relacionan entre sí y por qué. Ejemplo: describir las tendencias del mercado utilizando un pequeño número de variables. A diferencia de los métodos dependientes, estos métodos buscan puntos en común entre las variables para unificarlas y resumir la información, en lugar de tratar de encontrar relaciones causales entre las variables, de modo que todas las variables sean independientes. Disponible. (Bech, 2019: p. 26).
Algunas de estas técnicas son:

2.2.19.1 Análisis de componentes principales o de factor común.

En el llamado análisis factorial, las conexiones entre una gran cantidad de variables métricas se analizan y, por lo tanto, solo se explican por los factores (también llamados atributos, características o dimensiones) que describen al grupo (Bech, 2019: p. 26).

El objetivo del análisis de componentes principales, o análisis factorial, es considerar algunas observaciones utilizando las variables p y expresar adecuadamente esta información utilizando un pequeño número de variables construidas como combinaciones lineales de las variables originales a representar. si es posible describir. . La técnica de componentes principales tiene su origen en Hotelling (1933), pero sus orígenes se encuentran en el ajuste de mínimos cuadrados ortogonales introducido por (Pearson 1901), (Zandamela, 2008: p. 91).

2.2.19.2 Análisis de Conglomerados (CLUSTERS)

Análisis de conglomerados o análisis de agrupación o clúster. Esta técnica se utiliza principalmente para la segmentación del mercado basada en la similitud. Consiste en formar grupos que contengan elementos que sean lo más similares posible entre sí y que sean lo más diferentes posible en comparación con otros elementos. Esto sirve como entrada para el análisis discriminante, ya que los grupos se forman en el análisis de conglomerados y los discriminantes detectan las diferencias entre ellos, esto comprueba si efectivamente estamos correctamente

segmentados dentro del clúster (Bech, 2019, p. 26).

La diferencia entre este método y el análisis factorial es que intenta agrupar objetos o individuos en base a actitudes o comportamientos compartidos, o análisis factorial. Las técnicas de agrupación tienen como objetivo clasificar una muestra de entidades en grupos mutuamente excluyentes en función de la similitud de la entidad (Bech, 2019: p. 27).

El análisis por conglomerados desvela patrones y similitudes latentes en los datos al agrupar las muestras en función de sus semejanzas, brindando así una visión más profunda y esclarecedora de la estructura subyacente de los datos. La esencia de identificar conjuntos de datos que compartan similitudes fundamentales es de gran relevancia en la toma de decisiones informadas. Al segmentar las muestras en grupos con similitudes internas, es posible detectar características comunes o tendencias que de otra manera podrían pasar desapercibidas. Esto resulta esencial para la formulación de estrategias efectivas, la toma de decisiones respaldadas por evidencia y, en última instancia, la maximización del valor de la información contenida en los datos. En resumen, la elección de emplear una metodología de análisis multivariante y análisis por conglomerados se fundamenta en la necesidad de alcanzar una comprensión más profunda y significativa de los datos, lo que, a su vez, facilita la toma de decisiones sólidas y basadas en evidencia en el contexto de la investigación (Zandamela, 2008: p.92).

El propósito del análisis de conglomerados es agrupar elementos en grupos homogéneos en función de la similitud entre los elementos. Las observaciones generalmente se agrupan de tal manera que los grupos se caracterizan en última instancia por las variables. Estos métodos también se denominan métodos de clasificación automática (Zandamela, 2008: p.92).

Algunas ventajas del análisis de conglomerados son las siguientes:

- **Descubrimiento de patrones encubiertos:** El análisis de conglomerados tiene la capacidad de exponer similitudes ocultas entre observaciones que podrían no ser perceptibles a simple vista. Esta habilidad es particularmente beneficiosa al trabajar con extensos conjuntos de datos multidimensionales (Zandamela, 2008: p.92).
- **Agrupación imparcial:** No se necesita tener conocimiento previo sobre las categorías o grupos en los datos. El análisis de conglomerados permite que los grupos surjan de manera natural en función de las similitudes entre las observaciones (Zandamela, 2008: p. 92).

- **Exploración de la estructura de los datos:** Esta técnica puede contribuir a la comprensión intrínseca de los datos y a cómo se agrupan las observaciones. También puede asistir en la identificación de subconjuntos de datos con características afines (Zandamela, 2008: p. 92).
- **Clasificación y segmentación:** El análisis de conglomerados es valioso para clasificar y segmentar observaciones en grupos basados en sus semejanzas, siendo esto útil en áreas como el marketing, la segmentación de clientes y el análisis de mercado (Zandamela, 2008: p. 92).
- **Visualización de datos:** Frecuentemente, el análisis de conglomerados se combina con técnicas de visualización para representar de forma gráfica las relaciones entre las observaciones, presentándolas en dendrogramas, mapas de calor y otros formatos (Zandamela, 2008: p.92).
- **Exploración de series temporales:** El análisis de conglomerados puede emplearse en contextos de series temporales para identificar patrones y tendencias a lo largo del tiempo (Zandamela, 2008: p.92).
- **Utilización en investigación científica y biología:** En campos como la biología y la ecología, el análisis de conglomerados se aplica para identificar grupos de especies con características parecidas o patrones de distribución (Zandamela, 2008: p.92).
- **Guía para la toma de decisiones:** Los resultados del análisis de conglomerados pueden contribuir en la toma de decisiones al proveer un entendimiento más profundo de las similitudes y diferencias entre los grupos de datos (Zandamela, 2008: p.92).

En resumen, el análisis de conglomerados representa una herramienta poderosa para desentrañar patrones y relaciones en los datos, lo cual puede conllevar a una comprensión más profunda y a la toma de decisiones informadas en diversas áreas (Zandamela, 2008: p.92).

2.2.19.3 Índice de Bray-Curtis

El índice de Bray-Curtis emerge como una herramienta robusta para evaluar las disparidades en las abundancias de especies dentro de conjuntos de datos, especialmente en entornos ecológicos y en el análisis de composición biológica. Su fundamento en la presencia/ausencia y la abundancia relativa de especies confiere una versatilidad distintiva, permitiendo la comparación eficaz de comunidades biológicas en diversas muestras (Betanzos, 2019: p. 17).

La información proporcionada por el índice de Bray-Curtis facilita la identificación de sitios con disparidades significativas en la composición de sus poblaciones. Los resultados generados por este índice varían entre 0 y 1. Un valor próximo o igual a cero indica similitud estadística entre los sitios, mientras que un valor cercano o igual a uno señala diferencias significativas entre los

sitios analizados. En resumen, este índice ofrece una medida cuantitativa que permite discernir la similitud o divergencia entre las comunidades biológicas presentes en diferentes sitios (Betanzos, 2019: p. 17).

A continuación, se presentan argumentos adicionales y sugerencias de mejora para respaldar su utilidad:

Sensibilidad a la abundancia relativa: El índice de Bray-Curtis destaca por su consideración de la abundancia relativa de las especies. Este enfoque no se limita simplemente a la presencia o ausencia de especies, sino que también pondera la importancia de las especies dominantes en cada muestra. Esta perspectiva es esencial en ecología, ya que comunidades con especies dominantes pueden ejercer impactos más sustanciales en el ecosistema (Betanzos, 2019: p. 17).

Robustez ante variaciones en la abundancia total: La capacidad del índice de Bray-Curtis para mantener su validez frente a cambios en la abundancia total de las muestras lo convierte en una herramienta valiosa. Su baja sensibilidad a variaciones en la densidad total es especialmente útil en situaciones donde las fluctuaciones cuantitativas no son el foco principal de interés. Esto lo hace idóneo para comparaciones entre muestras de diferentes tamaños (Betanzos, 2019: p. 17).

Aplicación en estudios de biodiversidad: El índice de Bray-Curtis se erige como un recurso invaluable en estudios de biodiversidad y conservación al evaluar la diversidad biológica mediante la comparación de composiciones de especies. Facilita la identificación de patrones de similitud o divergencia entre comunidades biológicas, proporcionando una comprensión esencial de la variabilidad en la distribución de especies (Betanzos, 2019: p. 17).

Amplia aplicabilidad en diferentes escalas: La versatilidad del índice de Bray-Curtis se manifiesta en su aplicabilidad a diversas escalas, desde comunidades microbianas en el suelo hasta comunidades de plantas en un ecosistema más amplio. Esta cualidad lo convierte en una herramienta coherente y adaptable para abordar interrogantes relacionadas con la estructura de la biodiversidad en una variedad de contextos (Betanzos, 2019: p. 18).

En términos de mejoras, es necesario reconocer que el índice de Bray-Curtis no incorpora información sobre la secuencia evolutiva o filogenética de las especies. Para abordar esta limitación, podría resultar beneficioso complementar su aplicación con enfoques que integren dicha información, ofreciendo así una comprensión más completa de las relaciones entre las comunidades biológicas (Betanzos, 2019: p. 21).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del enfoque de la investigación

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo ya que se manejó datos estadísticos para la asociación de variables correspondientes al contenido polínico de especies forestales de nueve apiarios. El enfoque cuantitativo también ofrece la ventaja de permitir un procesamiento estadístico más robusto. Al trabajar con una cantidad significativa de datos recolectados, este enfoque facilita la aplicación de técnicas estadísticas avanzadas para descubrir patrones subyacentes, asociaciones y diferencias entre las variables estudiadas.

El enfoque cuantitativo elegido para esta investigación se adecuó al propósito de analizar los datos mediante la aplicación de técnicas estadísticas relacionados con el contenido polínico de especies forestales en nueve colmenares. Proporcionó una base sólida para el análisis de datos numéricos y facilita la identificación de patrones y asociaciones, contribuyendo a una comprensión más precisa y objetiva de los resultados obtenidos.

3.2 Alcance de la investigación

El alcance del presente trabajo de investigación consideró en primera instancia el tipo de investigación a aplicarse que fue descriptivo, en este sentido, el presente análisis del aporte polínico de especies forestales se limita a apiarios, ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos, y mediante el cálculo de índices de diversidad y técnicas de análisis multivariado. Esta investigación proporcionará a los apicultores un entendimiento más profundo de la flora melífera aprovechada por la abeja *Apis mellifera* en situaciones similares, ofreciendo información valiosa sobre diversas especies que podrán considerar como opciones viables para la introducción y la gestión de recursos forestales con potencial melífero. Este conocimiento fortalecerá sus capacidades y respaldará el sostenimiento de su producción apícola.

3.3 Diseño de la investigación

Para la selección de las muestras en este estudio, se utilizó un enfoque de muestreo no probabilístico conocido como muestreo deliberado o crítico. En este método, los elementos de la muestra se eligieron de manera selectiva, basándose en la información previamente disponible relacionada con la caracterización palinológica de tres apiarios por provincia. El propósito de esta elección fue la posterior agrupación de las muestras y la aplicación de una técnica estadística no paramétrica para lograr la consecución de los objetivos establecidos en la investigación. Además, se empleó la prueba ANOSIM con el propósito de examinar la hipótesis nula referente a la semejanza entre los parámetros que caracterizan el comportamiento de las variables. Los datos, que consistían en valores medios porcentuales de contenido polínico, fueron recolectados y organizados desde una matriz en hojas de cálculo de Microsoft Excel. Estos datos se sometieron a análisis mediante el software estadístico Past, con el fin de calcular diversos índices de diversidad y llevar a cabo análisis multivariados.

3.4 Nivel de investigación

Nivel Descriptivo y Analítico: En el presente trabajo de investigación se utilizó un nivel descriptivo, ya que se recopiló información y se detallaron características específicas del contenido polínico en las muestras de miel y cómo varían en diferentes contextos. Esto puede implicar la presentación de datos cuantitativos sobre las especies de polen presentes en cada muestra, porcentajes de contenido polínico. La investigación mostró un enfoque analítico al utilizar métodos estadísticos para descubrir patrones significativos en la conexión entre el contenido polínico y otros elementos, lo cual condujo a una exploración más exhaustiva y detallada.

3.5 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.5.1 Caracterización del lugar

3.5.1.1 Localización

Las áreas de estudio corresponden a nueve apiarios de interés apícola ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos: Apiario N°1, localizada en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, apiario N°2, ubicado en la parroquia 7 de octubre y el apiario N°3, se halla en la

parroquia San Carlos, localidad Santa Rosa, N°4, Madre Tierra 1, N°5, Madre Tierra 2 y N°6, en Calle 4 del cantón Puyo, provincia de Pastaza. En Orellana apiario N°7, 8 y 9 ubicados en el cantón Joya de los Sachas.

3.5.1.2 Ubicación geográfica

Se procedió a la georreferenciación de las áreas donde se encuentran situados los colmenares, considerando parámetros como la altitud, la temperatura promedio anual, la cantidad anual de precipitación y la humedad relativa.

Tabla 3-1: Ubicación geográfica y condiciones climáticas de los apiarios en estudio

N° Apiario	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)	Temp. media anual (°C)	Precip. Anual (mm)	Hum. Relativa (%)
1	1°5'7.92 "S	79°29'25.32"O	90	26	6182	92.12
2	1°0'26.11 "S	79° 28'55.71"O	89			
3	1°7'1.91 "S	79° 25'58.79"O	100,2			
4	1°32'2.87"S	78° 3'8.79"O	951	23	4548	81.10
5	1°31'55.39"S	78° 3'6.09"O	951			
6	1°30'19.26"S	78° 0'39.17"O	951			
7	0°16'1.81"S	76°51'31.71"O	287	28	3650	83
8	0°20'0.73"S	76°50'35.68"O	274			
9	0°18'29.44"S	76°51'39.36"O	278			

Fuente: (INAMHI, 2021; Aynaguano, 2022; Cholota, 2022; Yuquilema, 2021).

Elaborado por: Lupera C., 2023

3.5.2 Materiales y Equipos

3.5.2.1 Materiales

Computadora

3.5.2.2 Software

Microsoft Excel ®

Past ®

3.5.3 Metodología

3.5.3.1 Análisis estadístico

3.5.3.1.1 Generación de una base de datos

Con el propósito de recopilar y estructurar la información, se creó una matriz de datos que consistían en valores medios porcentuales de polen de diversas especies identificadas en cada muestra proveniente de los distintos apiarios ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos. Con información procedente de investigaciones de trabajos de integración curricular de caracterización palinológica (Aynaguano, 2022: pp. 31-43; Cholota, 2022: pp.28-31; Yuquilema, 2021: pp. 48-51).

3.5.3.1.2 Cálculo del índice de diversidad de Shannon–Weaver (H')

Con el propósito de identificar las tácticas de búsqueda de recursos polínico por parte de las abejas, se empleó el índice de diversidad Shannon–Weaver (H') (1949), basándose en la diversidad del espectro polínico encontrado.

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Donde:

H' = es el índice de diversidad

\ln = es el logaritmo natural

p_i = es la proporción de cada tipo polínico (i)

3.5.3.1.3 Cálculo del índice de Equidad de Pielou (J')

Con el fin de evaluar la homogeneidad en la recolección de recursos, se utilizó el índice de equidad (Pielou, 1977) o uniformidad (J'). Los valores de J' tienden hacia 0 cuando existe una utilización dispar de los recursos, mientras que, si los recursos se explotan de manera uniforme, los valores se acercan a 1. El índice de equidad se calculará empleando la fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

J' = es la uniformidad de pecoreo de las abejas

H' = es el índice de diversidad

H'_{\max} = es el logaritmo natural del total de número de tipos polínicos en la muestra (Kleinert & Imperatriz 1987).

3.5.3.2 *Análisis de Conglomerados (CLUSTERES)*

Se empleó una metodología de análisis multivariante con el propósito de discernir y categorizar las muestras objeto de estudio. Además, esta aproximación permitió la evaluación del comportamiento intrínseco de las muestras, involucrando la aplicación de técnicas de análisis estadístico por conglomerados. Un componente esencial de este procedimiento de agrupamiento reside en la identificación de conjuntos de datos que comparten similitudes intrínsecas, lo cual, a su vez, enriquece la comprensión de la estructura latente de los datos y facilita la toma de decisiones basadas en una segmentación bien fundamentada. El análisis por conglomerados permitió descubrir patrones y similitudes ocultas en los datos, agrupando las muestras en función de su similitud, lo que proporcionó una perspectiva más profunda de la estructura subyacente de los datos.

3.5.3.3 *Cálculo del Índice de similitud de Bray-Curtis*

El índice de similitud de Bray-Curtis ha sido ampliamente adoptado en análisis de clústeres y estudios ecológicos como una herramienta fundamental para evaluar la semejanza entre dos conjuntos de datos. En el contexto específico del análisis del aporte polínico, esta métrica se ha empleado para contrastar los perfiles de composición polínica de diversas especies de polen presentes en distintas muestras. Este enfoque permite cuantificar de manera efectiva la similitud o disparidad en la presencia y abundancia relativa de especies de polen entre distintos entornos o momentos temporales. La aplicación del índice de Bray-Curtis en este contexto facilita la comparación y agrupación de muestras, proporcionando valiosa información sobre la diversidad y distribución de especies de polen en diferentes contextos ambientales o períodos de tiempo. Este método se convierte así en una herramienta esencial para comprender las variaciones en la composición polínica y sus implicaciones en estudios relacionados con la ecología y la biodiversidad.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Prueba de Hipótesis

ANOSIM

Permutation N:	9999
Mean rank within:	7,111
Mean rank between:	22,3
R:	0,8436
p (same):	0,0043

Ilustración 4-2: ANOSIM, prueba estadística no paramétrica.

Realizado por: Lupera C., 2023

Los grupos conformados por el clúster se sometieron a la prueba ANOSIM, la cual arrojó un valor de R Global de 0,8436 con un nivel de significancia p de 0,0043. Por consiguiente, se respalda la hipótesis alternativa, concluyendo que existen diferencias estadísticamente significativas en las muestras de miel en lo que respecta al origen vegetal del aporte polínico.

4.2 Índices de diversidad

4.2.1 Índice de diversidad

La ilustración 4-1 muestra los valores del índice de diversidad de Shannon–Weaver (H') y uniformidad (J') de las muestras de miel analizadas. De acuerdo con el número de especies visitadas por *A. mellifera* en los nueve apiarios y la frecuencia de aparición de los tipos polínicos, los mayores valores del índice de diversidad (H') se registraron en las muestras del cantón Puyo M5 (2,64), y M6 (2,53), valores que están dentro del rango de (1,36 a 3,5) que corresponden a una diversidad media, es decir que el comportamiento de esta especie de abeja es polilético al coleccionar néctar de varias especies vegetales, por el contrario se registra una diversidad baja en la el cantón Orellana M8 (1,35) valor que se encuentra en el rango de (0 a 1,35), es decir *A.*

mellifera presenta un comportamiento monolético, se refiere a abejas que se limitan a unas pocas especies vegetales.

4.2.2 Índice de equidad

Los mayores valores de J' se registraron en muestras del cantón Quevedo M1 (0,98) y cantón Puyo M5 (0,95), valores que se aproximan a 1, indicando un pecoreo más homogéneo, ya que las especies son igual de abundantes, mientras que en las muestras con bajo índice de equidad mostraron una explotación heterogénea debido a las preferencias florales sobre pocos recursos, acompañado de la poca uniformidad de las especies.

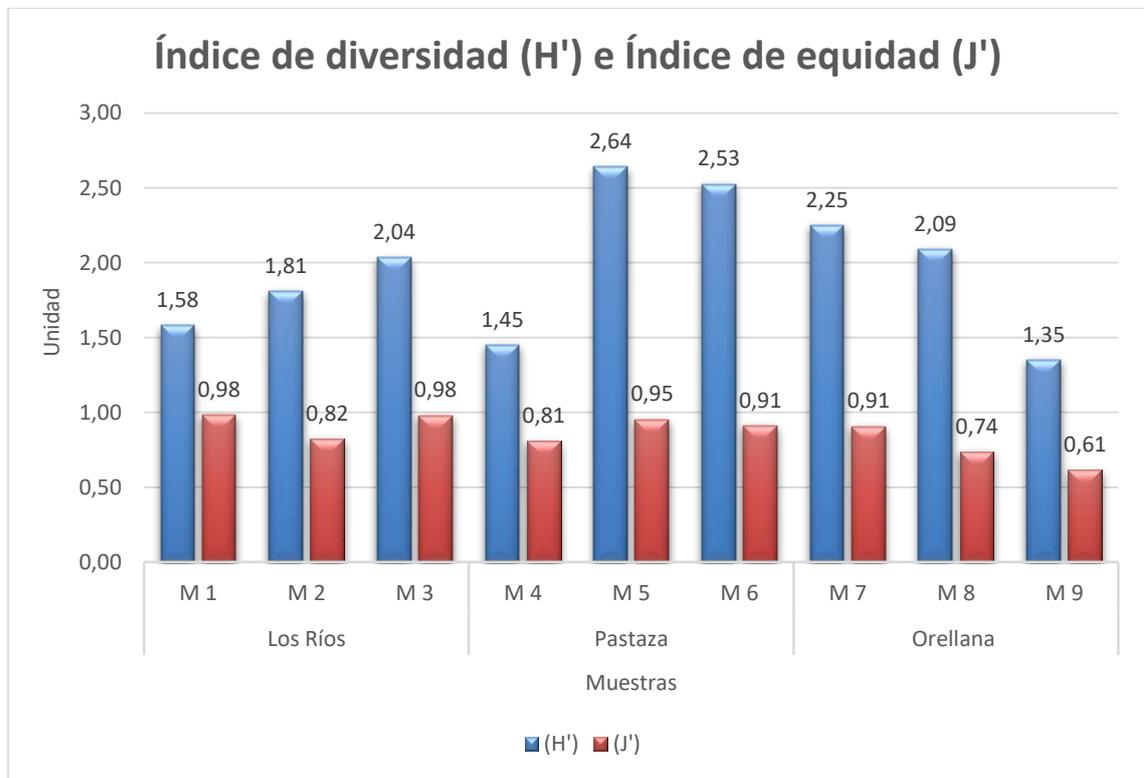


Ilustración 4-3: Valores promedio del índice de diversidad (H') e índice de equidad (J') registrados en los distintos apiarios ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos.

Realizado por: Lupera C., 2023

Aporte Polínico de especies forestales

Los tipos polínicos con mayor frecuencia de aparición en las muestras fueron cuatro: *Mimosa polydactyla* (66,33%) M7 y M9, *Hieronyma asperifolia* Huber., (47,33 %) M4, *Cecropia engleriana* Snethl., (34%) M8 y *Quercus sp.* (25,67%) M2.

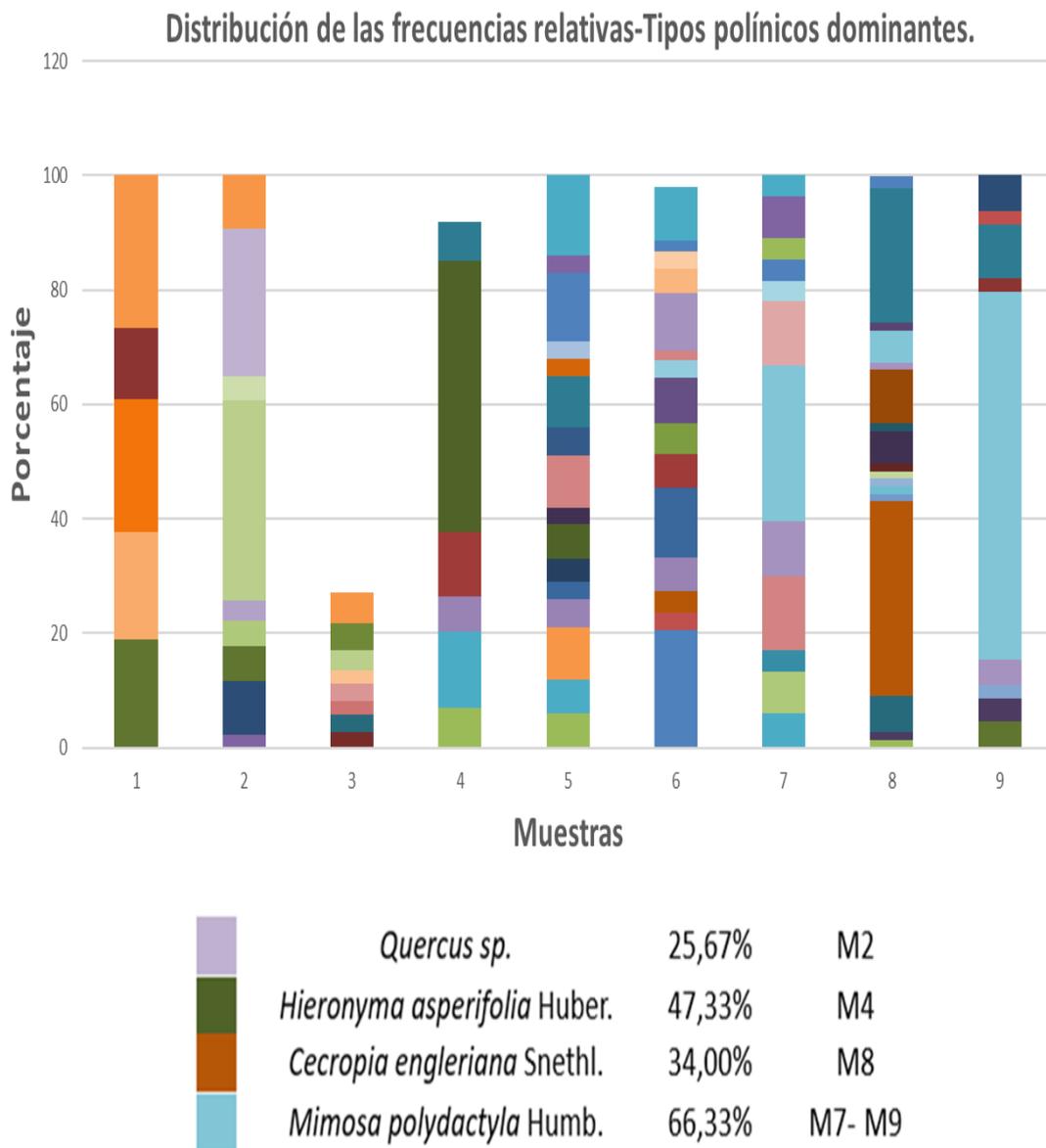


Ilustración 4-4: Distribución de las frecuencias relativas de los principales tipos polínicos registrados en los distintos apiarios ubicados en las Provincias de Pastaza, Orellana y Los Ríos.

Realizado por: Lupera C., 2023

Tabla 4-6: Matriz de similitud entre las muestras de miel de los principales tipos polínicos

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
M1	1								
M2	0,17	1							
M3	0,08	0,13	1						
M4	0,00	0,00	0,00	1					
M5	0,00	0,00	0,00	0,29	1				
M6	0,00	0,00	0,00	0,11	0,19	1			
M7	0,00	0,05	0,00	0,06	0,22	0,17	1		
M8	0,00	0,00	0,04	0,10	0,14	0,10	0,12	1	
M9	0,17	0,06	0,00	0,07	0,04	0,04	0,11	0,18	1

Realizado por: Lupera C, 2023

4.3 Discusión

La evaluación de los parámetros ecológicos a partir de las frecuencias de los granos de polen presentes en la miel de *A. mellifera* mostró un comportamiento poliléctico, ya que durante los meses de muestreo visitó un gran número de especies vegetales (n=97), datos que concuerdan con Castellanos et al. (2012:p.19) donde se obtuvo un espectro polínico de (n=128) especies visitadas por *A. mellifera*, haciendo énfasis a las abejas que no están especializadas en referencia a la colección de polen y usan el de muchas plantas de diversos grupos taxonómicos. Estos patrones enfatizan la inclinación hacia la polilectía por parte de las abejas, lo cual implica que no están especializadas en la recolección de polen de una única fuente vegetal. En cambio, demuestran una adaptabilidad excepcional al coleccionar polen de una variedad de plantas pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos. Este comportamiento poliléctico puede ser una estrategia beneficiosa para enfrentar cambios en la disponibilidad de recursos en su entorno, permitiéndoles aprovechar una amplia gama de fuentes de alimento para mantener su salud y colmena en equilibrio.

Los resultados presentan un patrón consistente donde las familias Fabaceae, Asteraceae y Euphorbiaceae sobresalen con porcentajes de aparición del 26%, 12% y 9% respectivamente. Esta similitud con el estudio de Gualpa et al. (2019) es especialmente evidente en lo que respecta a la familia Fabaceae. En este estudio anterior, se estableció que las familias Fabaceae, Myrtaceae y Rosaceae eran las que presentaban mayores porcentajes de aparición. Además, estas familias han sido identificadas como proveedoras esenciales de polen en la literatura. En el contexto de nuestra investigación, es notable que *Mimosa polydactyla*, clasificada en la familia Fabaceae, se destacó como la especie con el porcentaje más alto de polen, alcanzando un significativo 66.33%. Este hallazgo encuentra respaldo en el estudio de Castellanos et al. (2012: p.24), donde se señala que el género *Mimosa*, en este caso, personificado por *Mimosa albida*, desempeña un papel importante como proveedor de polen en el ecosistema. La convergencia de nuestros resultados con investigaciones previas subraya la influencia significativa de las especies de *Mimosa* en la dispersión de polen en este entorno particular.

En consecuencia, los resultados de esta investigación refuerzan el papel crucial de las leguminosas en la oferta de recursos polínicos. Las familias Fabaceae y Euphorbiaceae, que se destacan en esta investigación, son ejemplos claros de la relevancia de las leguminosas en la red de recursos polínicos. No se puede subestimar el hecho de que estas especies leguminosas sean comunes en la zona de estudio. Esta familiaridad con el entorno es un factor adicional que fortalece su influencia en la provisión de recursos polínicos para las abejas. En conjunto, estos hallazgos

respaldan la importancia tanto ecológica como práctica de estas familias de plantas en el ciclo de vida de las abejas y en la ecología de la región en cuestión.

En términos generales, se observó que *Apis mellifera* presentó valores de diversidad (H') que respaldan su tendencia hacia hábitos generalistas. Este hallazgo es coherente con lo reportado por Castellanos et al. (2012: p.24) y está en línea con lo que se ha documentado en la literatura científica. La variación en la vegetación disponible en una determinada área tiene una influencia directa en los patrones de forrajeo de las abejas. Dependiendo de la diversidad y abundancia de las fuentes de alimento, la abeja puede ajustar su comportamiento de búsqueda de recursos. En este contexto, la presencia de valores de diversidad significativos en *Apis mellifera* subraya su capacidad para adaptarse a una variedad de fuentes de néctar y polen en función de las condiciones del entorno.

En el análisis de las muestras de miel en esta investigación, se destacó una marcada similitud en términos de su origen botánico. Esta similitud también tomó en consideración la influencia de factores como la temperatura y la altitud. No obstante, estos resultados difieren de los obtenidos por Meza (2022: p. 52), quien llevó a cabo su investigación a lo largo de un ciclo de producción de miel en los meses específicos de noviembre y diciembre.

La discrepancia radica en que, en el estudio de Meza (2022: p. 53), la similitud entre las muestras de miel fue más notoria en términos temporales que espaciales. Esto se debe a la concentración del muestreo en los meses de noviembre y diciembre, lo que implica que la similitud se manifestó predominantemente en función del tiempo y no tanto en función de las ubicaciones geográficas.

Este enfoque temporal del estudio de Meza (2022: p.54) contrasta con la perspectiva de la presente investigación, que incorporó múltiples aspectos, como el origen botánico y las condiciones climáticas. A pesar de las diferencias, estos resultados aportan a la comprensión general de cómo los factores temporales y espaciales pueden influir en la similitud de las muestras de miel y cómo diferentes enfoques metodológicos pueden llevar a conclusiones distintas en estudios similares.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En los apiarios evaluados ubicados en las provincias de Pastaza y Los Ríos se observó un nivel de diversidad medio respecto a la flora melífera, caracterizado por un mayor porcentaje de polen asociado a las diversas especies forestales visitadas por *Apis mellifera*, y una frecuencia relativamente equitativa en la presencia de diferentes tipos polínicos, por otro lado, en la provincia de Orellana, se constató una diversidad más restringida, identificándose un menor porcentaje de polen relacionado con las especies forestales y una frecuencia menos uniforme en la presencia de tipos polínicos.

Apis mellifera exhibió una marcada inclinación de consumo hacia las especies melíferas forestales, en particular *Mimosa polydactyla* (66.33%) M7 y M9, *Hieronyma asperifolia* Huber (47.33%) M4, *Cecropia engleriana* Snethl. (34%) M8 y *Quercus sp.* (25.67%) M2, que sobresalen como sus preferencias principales.

A partir de los datos presentados, se determinó una moderada similitud en las muestras 4 y 5, caracterizada por un coeficiente de similitud de 0,30, ambas provenientes de la provincia de Pastaza. En contraste, se evidenció una similitud más modesta entre las muestras 6, 7, 8 y 9, todas con un valor de similitud de 0,15, originadas respectivamente en las provincias de Orellana y Los Ríos.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda ampliar estos estudios mediante la inclusión del análisis fenológico. Además, se sugiere que los análisis de porcentaje de polen se realicen al menos en dos o tres ocasiones en el mismo apiario. También se aconseja llevar a cabo un análisis bromatológico de las muestras de miel para determinar la cantidad de miel que se encuentra disponible en el mercado de las diferentes especies a lo largo de un ciclo anual de producción de miel. Esta combinación de análisis permitirá comprender de qué manera la fenología de las plantas afecta la producción de miel por parte de *Apis mellifera*.

Ampliar el análisis del aporte polínico a nivel nacional sería provechoso con el fin de comprender mejor las especies de polen más consumidas por los insectos. Esta iniciativa contribuiría a contrarrestar riesgos como la mortalidad provocada por condiciones climáticas adversas, la exposición a pesticidas y la necesidad de buscar fuentes de polen específicas

Es aconsejable complementar el análisis de la miel con una exhaustiva caracterización físico-química y organoléptica. Este enfoque permitirá identificar las características únicas que la flora melífera específica proporciona a la muestra de miel.

GLOSARIO

Flora melífera: La flora melífera abarca un grupo de vegetación que genera néctar y/o polen, los cuales actúan como recursos alimenticios para abejas y otros insectos polinizadores (Ulloa et al., 2010, p. 11).

Aporte polínico: Implica la aportación de partículas de polen de diversas plantas, transportadas por insectos como abejas y otros polinizadores, hacia un lugar de recolección como una colmena. Estos polinizadores recogen este polen al buscar néctar y alimento, y este puede quedar adherido a sus cuerpos, siendo transferido de una flor a otra mientras buscan néctar (Andrada, 2003, p. 333).

Análisis Multivariante: Un análisis multivariante es una técnica estadística que se utiliza para analizar simultáneamente múltiples variables en un conjunto de datos. En contraste con los análisis univariantes que examinan una sola variable a la vez, los análisis multivariantes permiten examinar las relaciones y patrones complejos entre varias variables al mismo tiempo (Bech, 2019, p. 24).

Asociaciones polínicas: Las asociaciones polínicas son conjuntos de granos de polen que los polinizadores, como las abejas, recolectan y luego depositan en colmenas o nidos. Estos patrones de polen pueden cambiar debido a la ubicación geográfica y el tiempo, ya que están influenciados por las plantas en floración en ese lugar y momento particulares (Pereira et al, 2018, p. 1760).

BIBLIOGRAFÍA

AGÜERO, Juan Ignacio. Impacto de abejas invasoras sobre las interacciones planta-polinizador del matorral norpatagónico. (Trabajo de titulación). (Doctoral). Escuela de Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano, Facultad de Agronomía. Buenos Aires-Argentina. 2015. pp. 11-13. Consulta: 15 de junio 2023]. Disponible en: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2022aguerojuanignacio.pdf>

ANDRADA, Ana C. “Flora utilizada por *Apis mellifera* L. en el sur del Caldenal (Provincia Fitogeográfica del Espinal), Argentina”. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie* [en línea], 2003 (Argentina) 5(2), pp. 329-336. [Consulta: 16 de mayo 2023]. ISSN 2007 - 0713. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228366424_Flora_utilizada_por_Apis_mellifera_L_en_el_sur_del_Caldenal_Provincia_Fitogeografica_del_Espinal_Argentina

AYNAGUANO ÑAÑAY, Doris Adriana. Caracterización del Aporte Polínico de Especies Arbóreas y Arbustivas en tres muestras de miel procedentes de tres apiarios, ubicados en el cantón Orellana. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2022. págs. 31-34. [Consulta: 2023-07-18]. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/18197>

BECH VERTTI, Javier. *Análisis Multivariado*. 1ª ed. Aguascalientes-México: UAA.MX, 2019, pp. 24-27. [Consulta: 28 de junio 2023]. Disponible en: https://editorial.uaa.mx/docs/analisis_multivariado.pdf

BELTRAN AYALA, Pablo. “Análisis de los costos de producción de miel de abeja en Ecuador como insumo en la generación de políticas públicas que estimulen su producción: caso Pichincha”. *Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 7, (2020), (Ecuador) pp. 1326-1340. [Consulta: 09 de mayo 2023]. Disponible en: [file:///C:/Users/ANDRES/Downloads/Dialnet AnalisisDeLosCostosDeProduccionDeMielDeAbejaEnEcu-8298058%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ANDRES/Downloads/Dialnet AnalisisDeLosCostosDeProduccionDeMielDeAbejaEnEcu-8298058%20(1).pdf)

BETANZOS SAN JUAN, Rafael. Distribución y abundancia de microorganismos marinos en el Golfo de México, identificados mediante citometría de flujo. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Baja California-México. 2019. págs. 16-42. [Consulta: 2023-07-11]. Disponible en:

https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3062/1/Tesis%20Betanzos_05_DIC_2019.pdf

BRICEÑO SANTIAGO, Cinthia Isabel. Identificación de flora melífera con potencial ornamental y medicinal en Yucatán (Trabajo de titulación) (Maestría). Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Mérida Yucatán, México. 2018 pp. 1-115. [Consulta: 28 de mayo 2023]. Disponible en: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/598/1/Cinthia%20Isabel%20Brice%C3%B1o%20Santiago.pdf>

CHAMORRO GARCÍA, Fermín José. “El polen apícola como producto forestal no maderable en la Cordillera Oriental de Colombia”. *SciELO*, vol. 16, (2013), (Colombia) pp. 53-66. [Consulta: 23 de mayo 2023]. ISSN 0120-0739. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392013000100004#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20polen%20ap%C3%ADcola%20en%20la%20Cordillera%20Oriental%20es,polen%20\(Mart%C3%ADnez%2C%202006\)](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392013000100004#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20polen%20ap%C3%ADcola%20en%20la%20Cordillera%20Oriental%20es,polen%20(Mart%C3%ADnez%2C%202006)).

CHOLOTA GUAMÁN, Maritza Elizabeth. Caracterización del Aporte Polínico de Especies Arbóreas y Arbustivas en tres muestras de miel procedentes de tres apiarios, ubicados en el cantón Puyo. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2022. págs. 28-31. [Consulta: 2023-06-22]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17906>

DIAS CAAMAÑO, Carola Alexandra. Determinación del origen botánico y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellifera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucriphya cordifolia* Cav.) [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Valdivia, Chile. 2003. [Consulta: 19 de mayo 2023]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/fad542d/pdf/fad542d-TH.3.pdf>

DIÉGUEZ ANTÓN, Ana. Origen y biodiversidad del polen apícola (Trabajo de titulación). (Grado). Universidad Complutense, Facultad de Farmacia. Madrid-España. 2017. pp. 2-23. [Consulta: 19 de mayo 2023]. Disponible en: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/NOOSIN%20MUNGSAN.pdf>

DÍEZ, M.; & FERNÁNDEZ, I. "Algunas consideraciones sobre terminología palinológica. I, polaridad y simetría". *Lagascalia*, vol. 16, n°1 (1990), (España) pp. 52-60. [Consulta: 29 de mayo

2023]. ISSN 0210-7708. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=624653>

DORMANN, Carsten F. “How to be a specialist? Quantifying specialisation in pollination networks”. *Network Biology*, 1(1) (2011), (Alemania) pp. 1-20. [Consulta: 17 junio 2023]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/284699528_How_to_be_a_specialist_Quantifying_specialisation_in_pollination_networks/link/57aa9cb208ae7a6420bd2945/download

ELIAS ERDTMAN, Otto. *Morphology and Taxonomy Angiospermae: An Introduction to Palynology*. Massachusetts-USA: The Botánica Company Wather, 1952, pp.4-25 [Consulta: 28 de mayo 2023]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/11/2105/pdf>

GESLIN, Benoit. et al. Massively introduced managed species and their consequences for plant-pollinator interactions. *Advances in Ecological Research*, 57: (2017), (Francia) pp. 147-199. [Consulta: 24 junio 2023]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065250416300563>

GIANNINI, Teresa C. et al. “Native and non-native supergeneralist bee species have different effects on plant-bee networks”. *PloS one*, 10(9) (2015), (Brasil) pp. 1-13. [Consulta: 27 de junio 2023]. ISSN 0210-9778. Disponible en:
https://pdfs.semanticscholar.org/af73/a76acab87c752bc1b03964e41d3f42ac1cf0.pdf?_gl=1*r8teci*_ga*ODk3OTkxOTkwLjE2ODc4MjMwNzQ.*_ga_H7P4ZT52H5*MTY4OTI1MzQ2My4yLjAuMTY4OTI1MzQ2NC41OS4wLjA.

MORENO, Claudia E. *Métodos para medir la biodiversidad*. 1ª ed. Zaragoza-España: CYTED, 2001, pp. 47. [Consulta: 17 junio 2023]. Disponible en:
<http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

MORITZ, R., HÄRTEL, S. & NEUMANN, P. Global invasions of the western honeybee (*Apis mellifera*) and the consequences for biodiversity. *Ecoscience*, 12(3) (2005), (Alemania) pp. 289-301. [Consulta: 28 de mayo 2023]. Disponible en:
https://www.academia.edu/21633461/Global_invasions_of_the_western_honeybee_Apis_mellifera_and_the_consequences_for_biodiversity

MUNGÓI ZANDAMELA, Eduarda María Flora. Caracterización Físico-Química y Evaluación Sanitaria de la Miel de Mozambique (Trabajo de titulación). (Doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Veterinaria. Barcelona-España. 2008. pp. 90-96. [Consulta: 18 de junio 2023]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5701/emfzm1de1.pdf?sequence=1>

MYERS, Norman. et al. “Biodiversity hotspots for conservation priorities”. *Nature*, 403(6772) (2000), (Estados Unidos) pp. 853–858. [Consulta: 24 junio 2023]. Disponible en: https://sdmmp.com/upload/SDMMP_Repository/0/038n1thz2kcdwfpqs7jy6mrvq4xb59.pdf

PEREIRA, De los Ángeles Elizabeth. et al. “Asociaciones polínicas de sedimentos superficiales del norte de la región chaqueña argentina”. *SciELO*, vol. 66, (2018), (Argentina) pp. 1754-1767. [Consulta: 08 de agosto 2023]. ISSN 0034-7744. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442018000401754

PERSANO, O.; et al. I miele regionali italiani. Caratterizzazione melissopalinoologica. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. CRA. Istituto Sperimentale per Zoologia Agraria, Sezioni di apicoltura, Roma, Italia. 2007 p.139. [Consulta: 28 de mayo 2023]. Disponible en: https://www.pianaricerca.it/wp-content/uploads/2017/11/32_I_mieli_regionali_italiani.pdf

SÁENZ, Concepción. "Glosario de términos palinológicos". *Lazaroa*, vol. 25 (2004), (España) pp. 93- 112. [Consulta: 12 de junio 2023]. ISSN 0210-9778. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1123656>

SÁENZ, Concepción. *Polen y esporas. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico.* Madrid-España: H. Blume Ediciones, 1978, pp. 1-129. [Consulta: 28 de mayo 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=19466>

SÁNCHEZ BRAVO, Richard Eduardo. Modelo de producción asociativa para la asociación apívada del cantón chone (Trabajo de titulación) (Maestría). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador. 2020 pp. 1-112. [Consulta: 20 de mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1238>

ULLOA, J.et al. “La miel de abeja y su importancia”. *La Fuente año 2* [en línea], 2010, (México)(4), pp. 11-18. [Consulta: 13 de mayo 2023]. ISSN 2007 - 0713. Disponible en: <http://aramara.uan.mx:8080/handle/123456789/437>

VALDEZ M., Carlos Gerardo et al. “Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México”. *Rev. biol. tropa*, vol.66, n.4 (2018), (México) pp. 1674-1682. [Consulta: 20 de junio 2023]. ISSN 0034-7744. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S003477442018000401674&lng=pt&nrm=iso&tlng=es

YUQUILEMA LLANGOMA, Inti Tupac. Caracterización del Aporte Polínico de Especies Frutícolas y Arbustivas en tres muestras de miel procedentes de tres apiarios, ubicados en el cantón Quevedo. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2021. págs. 48-51. [Consulta: 2023-06-23]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16547>



ANEXOS

ANEXO A: BASE DE DATOS DEL ESPECTRO POLÍNICO ENCONTRADO EN LOS NUEVE APIARIOS ESTUDIADOS

Familia	Nombre científico	Los Ríos			Pastaza			Orellana		
		M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9
Euphorbiaceae	<i>Acalypha amentacea</i> L.						20,6 7			
Anacardiaceae	<i>Acalypha cuneata</i> L.						3			
Apocynaceae	<i>Aeschinomene ciliata</i>				7	6			1,33	
Arecaceae	<i>Aiphanes hirsuta</i> Burret.		2,33							
Arecaceae	<i>Allophylus floribundus</i>				13,3 3	6		6		
Asteraceae	<i>Ambrosia peruviana</i>					9				
Asteraceae	<i>Astronium graveolens</i>		9,33							
Asteraceae	<i>Astronium megalocarpon</i>			2,6 7						
Asteraceae	<i>Attalea insignis</i>	19	6							4,67
Bignoniaceae	<i>Bixa orellana</i>								1,33	4
Fabaceae	<i>Cassia grandis</i>			3,0 2					6,33	
Boraginaceae	<i>Cecropia engleriana</i>						3,67		34	
Burseraceae	<i>Cedrela odorata</i>								1,33	
Clusiaceae	<i>Chamaesyce thymifolia</i>			2,4						
Cucurbitaceae	<i>Citrus limon</i>		4,67					7,33		
Cyperaceae	<i>Clidemia sp</i>				6	5	6			
Euphorbiaceae	<i>Clusia salvinii</i>								1,33	
Euphorbiaceae	<i>Corchorus hirtus</i>	18,6 7								
Euphorbiaceae	<i>Cordia alliodora</i>					3	12			
Euphorbiaceae	<i>Couropita guianensis</i>				11,3 3		6			
Fabaceae	<i>Coursetia dubia</i>						5,33			
Fabaceae	<i>Cuphea procumbens</i>						8			
Fabaceae	<i>Cymbopogon citratus</i>							3,67		

Fabaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	23,3 3								
Fabaceae	<i>Dacryodes peruviana</i>								1,33	
Fabaceae	<i>Eleocharis sp.</i>			3,0 8						
Fabaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>								1,33	
Fabaceae	<i>Euterpe precatória</i>		3,33							
Fabaceae	<i>Faramea capillipes</i>						3			
Fabaceae	<i>Fraxinus chinensis</i>			2,4 2						
Fabaceae	<i>Gossypium hirsutum</i>					4				
Fabaceae	<i>Heliconia psittacorum</i>								1,33	
Euphorbiaceae	<i>Hieronyma asperifolia</i>				47,3 3	6				
Euphorbiaceae	<i>Hymenaea oblongifolia</i>					3			5,67	
Fabaceae	<i>Laetia procera</i>								1,33	
Fabaceae	<i>Leptaspis</i>								9,33	
Fabaceae	<i>Lycianthes inaequilatera</i>									2,33
Fabaceae	<i>Macropodium longepedunculatum</i>					9	1,67	13		
Flacourtiaceae	<i>Melicocca bijuga</i>		35	3,5 8						
Lauraceae	<i>Melochia lupulina</i>						10	9,67	1,33	4,33
Lythraceae	<i>Mimosa polydactyla</i>							27	5,67	64,3 3
Malvaceae	<i>Momordica charantia</i>						4,33			
Malvaceae	<i>Myrcianthes hallii</i>					5				
Melastomataceae	<i>Nicotiana glauca</i>	12,3 3								2,33
Meliaceae	<i>Nicotiana tabacum</i>			4,5 8						
Myrtaceae	<i>Ocotea rotundata</i>								1,33	
Myrtaceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>				7	9			23,3 3	9,33
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims.					3				

Piperaceae	<i>Pentacalia pailasensis</i>					3				
Poaceae	<i>Piper aduncum</i>							11,3 3		
Poaceae	<i>Prestoea acuminata</i>		4,33							
Poaceae	<i>Quercus sp.</i>		25,6 7							
Rubiaceae	<i>Salix humboldtiana</i>							3,67		
Rutaceae	<i>Senegalia polyphylla</i>						3			
Fabaceae	<i>Senna dariensis</i>					12	2	3,67	2,33	
Sapindaceae	<i>Solanum altissimum</i>									2,33
Solanaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>							3,67		
Solanaceae	<i>Tibouchina mollis</i> Aubl.					3		7,33		
Solanaceae	<i>Tipuana ecuatoriana</i>					14	9,33	3,67		
Sterculiaceae	<i>Tridax procumbens</i> L.	26,6 7	9,33	5,5						
Urticaceae	<i>Zea mays</i>									6,33

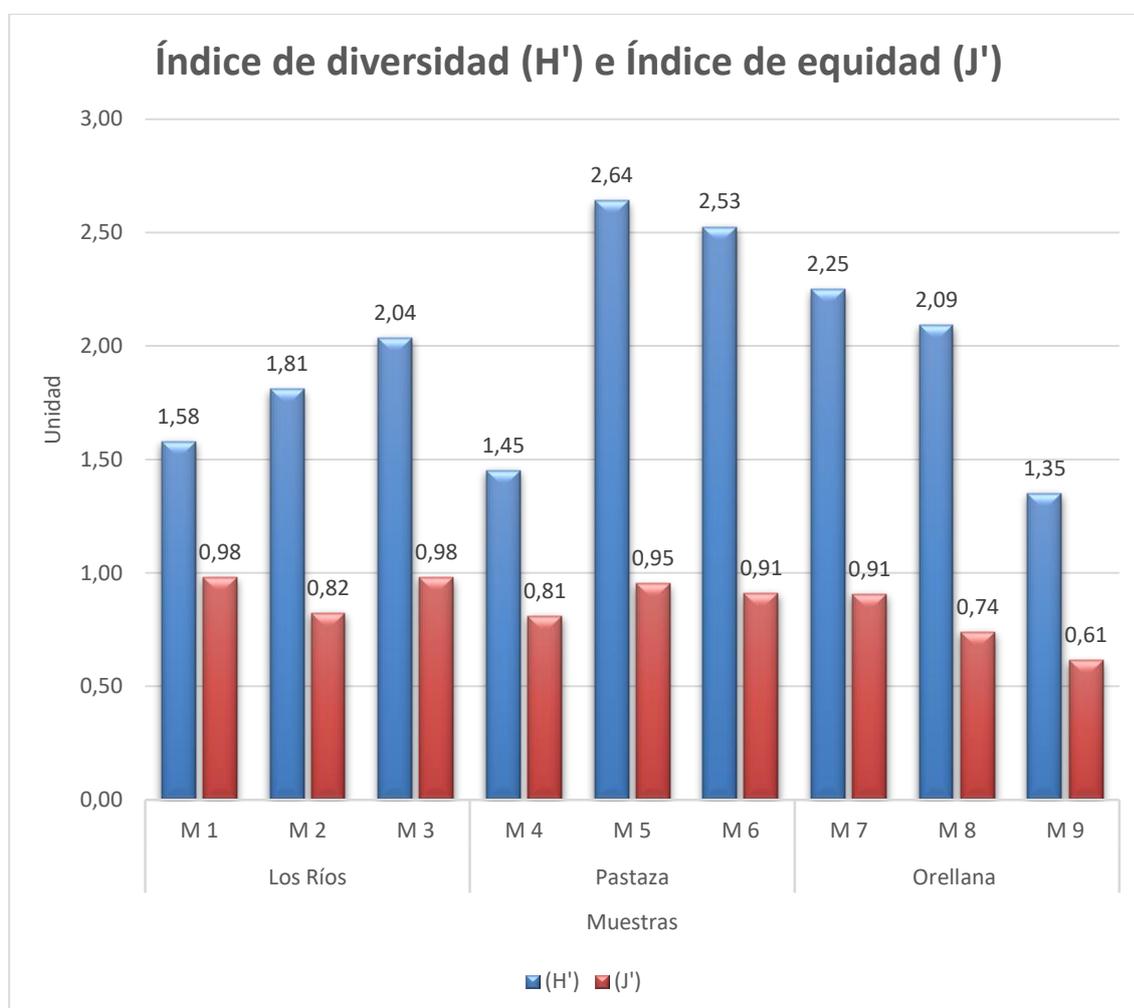
ANEXO B: MATRIZ DE SIMILITUD ENTRE LAS MUESTRAS DE MIEL DE LOS PRINCIPALES TIPOS POLÍNICOS

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
M1	1								
M2	0,17	1							
M3	0,08	0,13	1						
M4	0,00	0,00	0,00	1					
M5	0,00	0,00	0,00	0,29	1				
M6	0,00	0,00	0,00	0,11	0,19	1			
M7	0,00	0,05	0,00	0,06	0,22	0,17	1		
M8	0,00	0,00	0,04	0,10	0,14	0,10	0,12	1	
M9	0,17	0,06	0,00	0,07	0,04	0,04	0,11	0,18	1

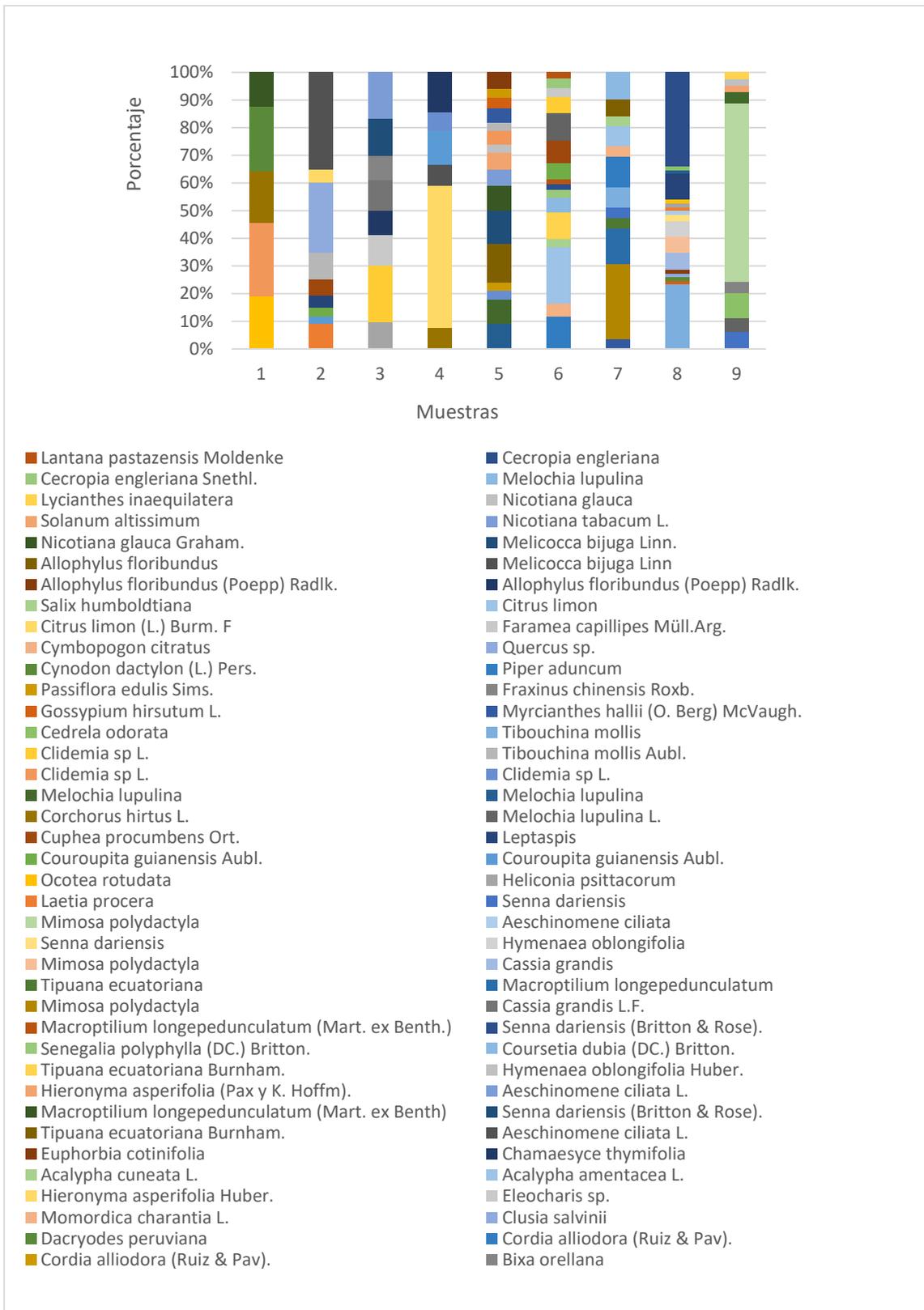
ANEXO C: MATRIZ DE RESULTADOS DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA

	Los Ríos			Pastaza			Orellana		
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9
n.º spp.	5	9	8	6	16	16	12	17	9
(H')	1,58	1,81	2,04	1,45	2,64	2,53	2,25	2,09	1,35
(J')	0,98	0,82	0,98	0,81	0,95	0,91	0,91	0,74	0,61

ANEXO D: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA



ANEXO E: FECUENCIAS RELATIVAS Y ESPECTRO POLÍNICO TOTAL DE LOS DIFERENTES TIPOS POLINICOS



ANEXO F: VARIABLES CLIMÁTICAS DE LAS ZONAS EN ESTUDIO

		Altitud (m.s.n.m)	Temp. media anual (°C)	Precip. Anual (mm)	Hum. Relativa (%)
Los Ríos	M1	90	26	6182	92.12
	M2	89	26	6182	92.13
	M3	100,2	26	6182	92.14
Pastaza	M4	951	23	4548	81.10
	M5	951	23	4548	81.11
	M6	951	23	4548	81.12
Orellana	M7	287	28	3650	83
	M8	274	28	3650	83
	M9	278	28	3650	83

ANEXO G: CONTRASTE DE HIPÓTESIS ANOSIM

ANOSIM

Permutation N : 9999
Mean rank within: 7,111
Mean rank between: 22,3
 R : 0,8436
 p (same): 0,0043



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE**

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 11/ 12 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR	
Nombres – Apellidos: César Germán Lupera Gómez	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad: Recursos Naturales	
Carrera: Ingeniería Forestal	
Título a optar: Ingeniero Forestal	
f. Analista de Biblioteca responsable:	 Ing. Fernanda Arévalo M.



2128-DBRA-UPT-2023