



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**DIVERSIDAD POLÍNICA EN EL BOSQUE SIEMPRE VERDE
PIEMONTANO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES EN
LA COMUNIDAD DE MALKI – HACIENDA MACHAY EN EL PERIODO
2021-2022”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera en Medio Ambiente

Autor:

Mañay Chimborazo Alba Liliana

Tutor:

Lema Pillalaza Jaime René Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Alba Liliana Mañay Chimborazo, con cédula de ciudadanía No. **0504359118**, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“DIVERSIDAD POLÍNICA EN EL BOSQUE SIEMPRE VERDE PIEMONTANO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES EN LA COMUNIDAD DE MALKI – HACIENDA MACHAY EN EL PERÍODO 2021 - 2022”**, siendo el Licenciado Mg. Jaime René Lema Pillalaza, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 23 de marzo del 2022

Alba Liliana Mañay Chimborazo
Estudiante
CC: 0504359118

Lcdo. Mg. Jaime René Lema Pillalaza
Docente Tutor
CC: 1713759932

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ALBA LILIANA MAÑAY CHIMBORAZO**, identificada con cédula de ciudadanía **0504359118** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Diversidad Polínica en el Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera Occidental de los Andes en la Comunidad de Malki – Hacienda Machay en el Período 2021 – 2022**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

HISTORIAL ACADÉMICO. -

Inicio de la carrera:	abril 2017 - agosto 2017
Finalización de la carrera:	octubre 2021 – marzo 2022
Aprobación en Consejo Directivo:	7 de enero del 2022
Tutor:	Lcdo. Mg. Jaime René Lema Pillalaza

Tema: “**Diversidad Polínica en el Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera Occidental de los Andes en la Comunidad de Malki – Hacienda Machay en el Período 2021 - 2022**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de marzo del 2022.

Alba Liliana Mañay Chimborazo
LA CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“DIVERSIDAD POLÍNICA EN EL BOSQUE SIEMPRE VERDE PIEMONTANO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES EN LA COMUNIDAD DE MALKI – HACIENDA MACHAY EN EL PERÍODO 2021 - 2022”, de Alba Liliana Mañay Chimborazo, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 23 de marzo del 2022

Lcdo. Mg. Jaime René Lema Pillalaza
DOCENTE TUTOR
CC: 1713759932

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Alba Liliana Mañay Chimborazo, con el título del Proyecto de Investigación: **“DIVERSIDAD POLÍNICA EN EL BOSQUE SIEMPRE VERDE PIEMONTANO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES EN LA COMUNIDAD DE MALKI – HACIENDA MACHAY EN EL PERÍODO 2021 - 2022”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 23 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. M.Sc. José Antonio Andrade Valencia
CC: 0502524481

Lector 2

Ing. Ph.D. Eliana Boada Cahueñas
CC: 1719312892

Lector 3

Ing. M.Sc. José Luis Agreda Oña
CC: 0401332101

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo de investigación quiero agradecer en primer lugar a Dios por los logros alcanzados y las bendiciones brindadas diariamente durante el transcurso de mi formación profesional, a mis padres y hermanos por el apoyo económico brindado durante toda la etapa de formación académica, al igual por la confianza, paciencia y la comprensión brindada.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias que me han brindado la oportunidad de ser parte de esta prestigiosa institución, al igual que los docentes quienes me transmitieron sus conocimientos en las diferentes etapas de formación. Agradezco al Director de la Carrera de Ingeniería Ambiental quien es el Mg. Jaime Lema por ser una guía para el trabajo de investigación realizado en la fase de campo, laboratorio y gabinete.

Alba Liliana Mañay Chimborazo

DEDICATORIA

En primer lugar, a mis padres Segundo Mañay y María Chimborazo por ser mi apoyo incondicional durante toda mi vida y brindarme consejos para no rendirme y lograr la meta propuesta. Sin ellos la meta propuesta en mi vida se vería fallido.

A mi hija Mishell Mañay quien fue el motor principal para cada día levantarme y seguir adelante y no rendirme, para dar lo mejor de mí en toda mi formación académica. A la vez por ser mi compañera de muchas noches de desvelos.

A mis hermanos Marco, Roberto, Darwin, Alexandra quienes desde el principio de mi carrera confiaron en mí y mi éxito del mañana, aportando con un granito arena en toda mi etapa de formación profesional.

A mis amigas Cynthia, Deysi por brindarme su amistad y apoyo moral mediante consejos que me ayudaron a no rendirme nunca y seguir luchando para lograr mi meta.

A mi compañero Sergio Andrango quien me acompañó durante la etapa de titulación, brindándome apoyo y quien fue un guía durante la elaboración de la tesis.

Alba Liliana Mañay Chimborazo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “DIVERSIDAD POLÍNICA EN EL BOSQUE SIEMPRE VERDE PIEMONTANO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES EN LA COMUNIDAD DE MALKI - HACIENDA MACHAY EN EL PERIODO 2021-2022”

Autora: Mañay Chimborazo Alba Liliana

RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de realizar un inventario florístico de las especies arbóreas y arbustivas, de igual la descripción morfológica del grano de polen de las especies arbustivas recolectadas en la hacienda Machay en el piso altitudinal de 300 a 1400 msnm, en este lugar se trazó una parcela de 50 m x 50 m, donde se levantó un inventario florístico de las especies tomando en cuenta solo los árboles que tenían un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 30 cm o igual, estos individuos fueron registrados y recolectados para realizar la fase de gabinete. En la recolección de muestras de polen, se realizó por sendero y el carretero tomando en cuenta la altura del piso correspondiente. El trabajo tiene como objetivo principal conocer las especies que se encuentran en la zona de estudio, también permite conocer la morfología de polen para realizar un catálogo fotográfico. En la parcela trazada se registró 77, de los cuales solo 71 especies arbóreas se encontró su clasificación taxonómica pertenecientes a 9 familias, donde se evidenció que la familia **EUPHORBIACEAE** tiene mayor número de individuos con el 25%, donde respectivamente la que presenta mayor dominancia relativa es la familia **ARECACEAE** con 22,13%. El sitio de estudio presenta un índice de diversidad de Simpson alta con 0,85. En su clasificación morfológica del grano polen se identificó la M1 de un tamaño pequeño con 17,9 μm , la M2 de un tamaño grande con 53,7 μm , la M3 de un tamaño grande con 269 μm y la M4 de un tamaño mediano con 26,9, con formas esferoidal y elipsoidal, en la clasificación taxonómica se identificó 3 familias diferentes como: **BIGNONIACEAE**, **BROMELIACEAE** y **MALVACEAE**. El presente proyecto aporta a la conservación, preservación y manejo, a través de la investigación se determinó el valor de uso de cada una de las familias ya sea para vivienda, alimentación de fauna silvestre, almacenar carbono, protección de fuentes hídricas, regulación del clima, capaces de absorber materiales pesados mejorando la fertilidad del suelo y polinización, en base a este diagnóstico los dueños de la hacienda pueden realizar programas o proyectos para el manejo sostenible y sustentable de los recursos naturales, para mantener el equilibrio.

Palabras claves: especies arbóreas, grano de polen, tamaño, forma.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "POLLEN DIVERSITY IN THE EVERGREEN 'PIEMONTANO' FOREST OF THE WESTERN ANDES MOUNTAIN RANGE IN THE 'MALKI' COMMUNITY – 'MACHAY' FARM IN THE PERIOD 2021-2022".

Author: Mañay Chimborazo Alba Liliana

ABSTRACT

The purpose of this research study was to carry out a floristic inventory of the tree and shrub species, as well as the morphological description of the pollen grain of the shrub species collected in the 'Machay' farm at the altitudinal level of 300 to 1400 meters above sea level. A 50 m x 50 m plot was drawn up at this site, where a floristic inventory of the species was made, taking into account only the trees that had a diameter at breast height (DBH) greater than or equal to 30 cm, these individuals were registered and collected for the cabinet phase. Pollen samples were collected by trail and road considering the height of the corresponding level. The main purpose of this study is to know the species found in the study area and also to know the morphology of pollen to make a photographic catalog. In the plot plotted 77 were recorded, of which only 71 tree species were found to be taxonomically classified, belonging to 9 families, where it was evidenced that the EUPHORBIACEAE family has the largest number of individuals with 25%, where respectively the one with the highest relative dominance is the ARECACEAE family with 22.13%. The study site has a high Simpson's diversity index of 0.85. The morphological classification of the pollen grain, M1 was identified as small size with 17.9 μm , M2 as large size with 53.7 μm , M3 as large size with 269 μm and M4 as medium size with 26.9 μm , with spheroidal and ellipsoidal shapes. In the taxonomic classification, 3 different families were identified BIGNONIACEAE, BROMELIACEAE, and MALVACEAE. This study contributes to the conservation, preservation, and management, through the research the value of the use of each of the families was determined, whether for housing, wildlife feeding, carbon storage, protection of water sources, climate regulation, capable of absorbing heavy materials improving soil fertility and pollination, based on this diagnosis the owners of the farm can carry out programs or projects for supportable and sustainable management of natural resources, to maintain the balance.

Keywords: tree species, pollen grain, size, shape.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5. OBJETIVOS.....	5
5.1 GENERAL	5
5.2 ESPECÍFICOS.....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
7. CONTEXTUALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN TEÓRICA.....	7
7.1 BOSQUE PIEMONTANO	7
7.2 INVENTARIO FLORÍSTICO	7
7.3 MORFOLOGÍA DEL POLEN	7
7.4 LOS INVENTARIOS BIOLÓGICOS	8
7.4.1 Tipos de Muestreos de Vegetación.....	8
7.4.2 Transeptos.....	8
7.4.3 Cuadrantes	8
7.4.4 Parcela Cuadrada	9
7.5 FENOLOGÍA.....	9

7.6 FENOLOGÍA DE LAS PLANTAS	9
7.7 FLOR	9
7.8 INFLORESCENCIAS	10
7.8.1 Tipos de Inflorescencias	10
7.9 PALINOLOGÍA	10
7.10 POLEN	10
7.11 GRANOS DE POLEN	11
7.12 EXINA	11
7.13 MORFOLOGÍA POLÍNICA	11
7.13.1 Apertura	11
7.13.2 Tamaño	12
7.13.3 Forma	13
7.13.4 Simetría	13
7.14 BOTONES FLORALES	13
7.15 MÉTODOS DE POLEN	14
7.15.1 Técnica de Acetólisis	14
7.15.2 Tratamiento con el Hidróxido de Potasio (KOH) al 10%	14
8. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS	14
9. METODOLOGÍA	15
9.1 ÁREA DE ESTUDIO	15
9.2 MÉTODOS Y TÉCNICAS	16
9.2.1 Método Descriptivo	16
9.2.2 Bibliográfico Documental	17
9.3 TÉCNICAS	17
9.3.1 De Campo	17
9.4 INSTRUMENTOS	17
9.5 METODOLOGÍA PARA ELABORAR EL LISTADO FLORÍSTICO	17
9.5.1 Materiales y Equipos	18
9.5.2 Fase de Campo	18
9.5.2.1 Marcado de Individuos, Recolectado y Transporte de Especímenes.	18
9.5.3 Fase de Laboratorio	19
9.5.3.1 Prensado y Secado de las Muestras	19
9.5.3.2 Montaje	19

9.5.3.3 Identificación.....	19
9.5.4 Fase de Gabinete.....	20
9.5.4.1 Análisis de la Información.....	20
9.5.4.2 Área Basal (AB) en m ²	20
9.5.4.3 Densidad Relativa (DnR).....	21
9.5.4.4 Dominancia Relativa (DmR).....	21
9.5.4.5 Índice de Valor de Importancia (IVI).....	21
9.5.4.6 Índice Riqueza y Abundancia.....	22
9.5.4.7 Índice de Diversidad de Simpson.....	23
9.6 METODOLOGÍA PARA DESCRIBIR MORFOLÓGICAMENTE EL GRANO DE POLEN.....	24
9.6.1 Materiales y Equipos.....	24
9.6.2 Fase de Campo.....	24
9.6.2.1 Recolectado del Grano de Polen.....	25
9.6.2.2 Registro y Transporte del Grano de Polen.....	25
9.6.2.3 Preservación del Polen.....	25
9.6.3 Fase de Laboratorio.....	25
9.6.4 Traslado.....	26
9.6.5 Observación del Grano de Polen.....	26
9.6.6 Descripción Morfológica del Polen.....	26
9.6.6.1 Tamaño.....	26
9.6.6.2 Forma.....	27
9.6.6.3 Apertura.....	27
9.7 METODOLOGÍA PARA ELABORACIÓN DE UN CATÁLOGO DE LOS TIPOS DE POLEN.....	28
9.7.1 Elaboración del Catálogo.....	29
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	29
10.1 OBJETIVO 1: DETERMINACIÓN DEL LISTADO FLORÍSTICO.....	29
10.2 FAMILIAS.....	33
10.3 ESTIMACIÓN DE LOS ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y DIVERSIDAD... ..	34
10.4 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA.....	38
10.5 ÍNDICE DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA.....	39
10.6 ÍNDICE DE SIMPSON.....	40
10.7 IMPORTANCIA AMBIENTAL.....	40
10.8 OBJETIVO 2: DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL GRANO DE POLEN.....	41

10.8.1 M1: Familia BIGNONIACEAE	42
10.8.2 M2: Familia BROMELIACEAE	43
10.8.3 M3: Familia MALVACEAE	44
10.8.4 M4: Familia MALVACEAE	45
10.9 OBJETIVO 3: CATÁLOGO FOTOGRÁFICO DE LOS TIPOS DE POLEN.....	46
10.9.1 Portada del Catálogo.....	46
11. RESPUESTA A LA PREGUNTA CIENTÍFICA.....	53
12. IMPACTOS SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS	53
12.1 SOCIALES	53
12.2 AMBIENTALES.....	53
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	54
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
14.1 CONCLUSIONES	55
14.2 RECOMENDACIONES.....	56
15. BIBLIOGRAFÍA.....	57
16. ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formas de Polen en una Vista Polar y Ecuatorial con Diferentes Aperturas	12
Figura 2. Simetría Mediante la Observación del Eje Ecuatorial y el Eje Polar	13
Figura 3. Ubicación del Área de Estudio	15
Figura 4. Familias.....	33
Figura 5. Índice de Valor de Importancia por Familia.....	38
Figura 6. Índice de riqueza y abundancia por familia.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios del proyecto.....	3
Tabla 2. Actividades y Sistemas de Tareas en Relación a los Objetivos Planteados.....	6
Tabla 3. Coordenadas de la parcela para el inventario florístico	16

Tabla 4. Ponderación del IVI	22
Tabla 5. Índice de Simpson	23
Tabla 6. Escala de Significancia.....	24
Tabla 7. Tamaño del Grano de Polen	27
Tabla 8. Formas del Grano de Polen	27
Tabla 9. Clasificación en Base al Sistema de Número, Posición y Carácter de las Aperturas (NPC)	28
Tabla 10. Determinación del Listado Florístico	30
Tabla 11. Cálculo de los índices de área basal, densidad relativa, dominancia relativa, índice de valor de importancia, índice de riqueza y abundancia.	35
Tabla 12. Índice de Simpson	40
Tabla 13. Descripción Morfológica de la Familia BIGNONIACEAE	42
Tabla 14. Descripción Morfológica de la Familia BROMELIACEAE	43
Tabla 15. Descripción morfológica de la familia MALVACEAE	44
Tabla 16. Descripción morfológica de la familia MALVACEAE	45
Tabla 17. Presupuesto para la propuesta del proyecto	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Libreta de campo del listado florístico	64
Anexo 2. Fotografías del trabajo de campo	67
Anexo 3. Fotografías de la fase de laboratorio	68
Anexo 4. Muestras recolectadas de las especies	70
Anexo 5. Fotografías del grano de polen	73
Anexo 6. Proforma de adquisición del servicio de análisis de polen.....	74
Anexo 7. Acta de entrega.....	75
Anexo 8. Plantilla descripción del polen	76
Anexo 9. Programa Flipsnack logo.....	76
Anexo 10. Plantilla descripción del polen	77
Anexo 11. Entrega de Catálogo al Herbario de la Universidad	77
anexo 12. aval de traductor	78

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: “Diversidad Polínica en el Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera Occidental de los Andes en la Comunidad de Malki - Hacienda Machay en el periodo 2021-2022”

Lugar de ejecución: Provincia Cotopaxi cantón La Maná, comunidad de Malki, sector la Hacienda Machay

Institución, unidad académica y carrera que auspicia

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, carrera de Ingeniería en Medio Ambiente.

Nombre de equipo de investigación

Tutor: Lcdo. Mg. Jaime Rene Lema Pillalaza

Estudiante: Alba Liliana Mañay Chimborazo

LECTOR 1: Ing. MSc. José Andrade

LECTOR 2: Ing. PhD. Eliana Boada

LECTOR 3: Ing. MSc. José Luis Agreda

Área de conocimiento:

Ciencias Naturales. Medio Ambiente, Ciencias Ambientales.

Línea de investigación

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sublínea de investigación de la Carrera

Manejo y conservación de la biodiversidad.

Línea de Vinculación de la Facultad

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El ser humano, centrándose únicamente en el valor económico que aportan las especies arbóreas y la agricultura, está generando una serie de impactos ambientales como la pérdida de la biodiversidad tanto de la flora y la fauna e incluso la reducción de las áreas verdes. Las acciones negativas frente a la deforestación requieren la creación medidas para mitigar el daño ambiental provocado, una de las cuales es la reforestación de especies de arbóreas nativas de la zona para evitar el daño ambiental y no alterar su entorno (Meléndez, 2006).

El bosque siempre verde piemontano de la hacienda Machay, años atrás era considerada una hacienda agropecuaria según lo que manifiesta Tuapanta (2019) en ese tiempo se ha realizado extracción masiva de árboles para uso maderero teniendo beneficio 100% económico. La generación de alteraciones en el ecosistema ha impulsado a buscar maneras de que el bosque sobrante se mantenga protegido.

En la actualidad en la hacienda Machay no existen estudios de flora según lo que manifiesta Moncayo (2021) esta es una de las razones para realizar el proyecto mediante un inventario florístico y obtener datos que les ayudará a conocer más sobre la flora que posee el bosque. El presente documento busca estudiar la diversidad polínica de las especies arbustivas colectadas en la cordillera occidental de los Andes, en la comunidad de Malki, hacienda Machay, guiándose en los factores morfológicos como: tamaño, forma y apertura.

La presente investigación tiene como objetivo principal conocer las especies que se encuentran en la zona al igual que la morfología de polen, información que ayudará a realizar un catálogo fotográfico del polen y de las flores encontradas dentro del piso altitudinal de 300 a 1400 msnm. La metodología propuesta para la investigación son métodos viables de manera económica, ya que no generan muchos gastos para el cumplimiento de las fases de campo, laboratorio y gabinete. El lugar es de fácil acceso, existe senderos realizados por los dueños de la hacienda Machay para llegar al sitio de estudio, lo cual no implica mucho esfuerzo físico. Este documento servirá como guía para posteriores investigaciones.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios de la presente investigación serán tanto de la parte directa como indirecta, debido a que este documento contiene información detallada de cada uno de los procesos que se va a realizar para cumplir cada uno de los objetivos. Información que lo pueden hacer uso para generar nuevos estudios e enriquecer el conocimiento.

Tabla 1.

Beneficiarios del proyecto

BENEFICIARIOS DIRECTOS	BENEFICIARIOS INDIRECTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Herbario de la Universidad Técnica de Cotopaxi. • La comunidad de Malki con 300 hab. • El dueño de la hacienda Machay. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiantes de carrera de Ingeniería Ambiental. • Visitantes. • Docentes.

Nota. La presente tabla muestra las partes beneficiarias de manera directa donde resalta los habitantes de la comunidad de Malki e indirecta, tomado del INEC, 2010. Elaborado por el investigador.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Ecuador siendo un país biodiverso por su alta diversidad de especies forestales y especies endémicas donde la que sobre sale es la familia **ORCHIDACEAE** de las orquídeas con un 37,9% esto según Ciciarelli & Roller, (2010). No se ha desarrollado estudios palinológicos de flora silvestre tan a detalle, ya que solo existe un estudio realizado en las Islas galápagos en el bosque seco. Sin embargo, es evidente la pérdida masiva de los hábitats a nivel nacional debido a la deforestación, las actividades agrícolas y ganaderas (Sarukhán, 2009).

Como lo manifiesta Ron (2020) el bosque piemontano de la cordillera de los Andes se ha convertido en una de las regiones más amenazadas del Ecuador, ya que sus bosques han sido deforestados al menos el 52,1% agregando también las actividades humanas.

Ecuador según Pereira (2006) al estar localizada en una zona de Convergencia Intertropical recibe el patrón climático de corrientes cálidas y frías, agregando fuertes vientos e intensas lluvias, mismas que influyen en la dispersión de polen a diferentes hábitats y pérdida del polen por factores climáticos.

En la provincia de Cotopaxi en el cantón La Maná los bosques de especies forestales, se han convertido en zonas destinadas para la agricultura y pastoreo lo que ha provocado el deterioro y retroceso de su propio ecosistema por tala de bosques, estas acciones van provocando la degradación del material genético, ecológico y biológico.

La depredación de los bosques ha provocado el aumento del caudal del río Quindigua debido a fuertes lluvias, misma que origino una fuerte escorrentía que acabo con algunos puentes, árboles y casi con una comunidad entera. Las precipitaciones altas evidenciadas en el sitio de estudio impiden el estado de maduración del polen en la flor, deteriorando su viabilidad polinizadora.

5. OBJETIVOS

5.1 General

- Identificar la diversidad polínica existente en el Bosque Siempre Verde Piemontano Bajo de la Cordillera de los Andes, en el cantón La Maná en la comunidad de Malki - Hacienda Machay, mediante la aplicación de inventarios cualitativo y cuantitativo.

5.2 Específicos

- Elaborar un listado florístico de las especies arbóreas y arbustivas encontradas en el Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera Occidental de los Andes, mediante un inventario cuantitativo.
- Analizar morfológicamente el grano de polen de las especies arbustivas encontradas en el área de estudio, mediante un inventario cualitativo.
- Realizar un catálogo fotográfico de los tipos de polen que fueron encontrados en la localidad, mediante fotografías e información recopilada.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2.

Actividades y Sistemas de Tareas en Relación a los Objetivos Planteados

ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS			
OBJETIVOS	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADO
* Elaborar un listado florístico de las especies arbóreas encontradas en el Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera Occidental de los Andes, mediante un inventario cuantitativo.	*Reconocimiento y selección de los puntos de la parcela.		
	*Recolección, marcado y de los individuos.	*Trabajo de campo.	*Listado de especies arbóreas identificadas.
*Analizar morfológicamente el grano de polen de las especies arbustivas encontradas en el área de estudio, mediante un inventario cualitativo.	*Cálculos del área basal, densidad relativa, índice de valor de importancia, índice de riqueza, índice de abundancia e índice de Simpson.	*Fase de laboratorio y gabinete.	*Cálculos de diversidad y valor de importancia.
	*Registro fotográfico de la flor.	*Trabajo de campo.	
*Realizar un catálogo fotográfico de los tipos de polen que fueron encontrados en la localidad, con fotografías e información recopilada.	*Recolección del polen.	*Fase de laboratorio.	*Plantilla del polen.
	*Tratamiento de la muestra colectada.	*Análisis del grano de polen e identificación.	
	*Buscar su clasificación como familia, género.		
	*Recopilación de información obtenida en el objetivo dos.	*Fase de gabinete.	*Catálogo fotográfico del polen recolectado.

Nota. En la siguiente tabla se detalla las actividades y sistemas de tareas con respecto a los objetivos, actividades, metodologías y resultados. Elaborado por Mañay A., (2022)

7. CONTEXTUALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN TEÓRICA

7.1 Bosque Piemontano

Este bosque como lo manifiesta Ron (2020) se lo encuentra a una altitud de 300 a 1300 msnm, donde cubre los 15305 km² de la Cordillera de los Andes, en el sitio se encuentran árboles dominantes de la familia **FABACEAE**, **BURSERCEAE** y **MIMOSACEAE**, allí los arboles por lo general llegan a una altura de 30 m.

La cobertura forestal en el Ecuador se mantuvo hasta 1990, donde a partir de ese año se fue reduciendo debido a la tala excesiva de los árboles y la introducción de otras especies, a esto sumándose la intervención agropecuaria. En 2008 la región amazónica fue la menos deforestada en comparación con otras regiones. En la actualidad todos los bosques se están acabando por la intervención del hombre y ello estamos generando cambios climáticos que ya se está viviendo (Sierra et al., 2021).

7.2 Inventario Florístico

Según el estudio realizado por Jiménez et al, (2017) en la provincia de Zamora Chinchipe en sus resultados obtenidos luego del muestreo se logró identificar 1412 especies de 35 familias y 96 especies. Donde las principales familias arbóreas fueron **RUBIACEAE**, **MELASTOMATACEAE**, **MORACEAE**, en cuanto para los arbustos se encuentra las familias **ARACEAE**, **DRYOPTERIDACEAE** y **MARATTIACEAE**, por lo cual se consideró que la riqueza y diversidad fueron para ambas tanto arbóreas como arbustivas.

El inventario florístico arbóreo realizado por Pilatasig (2017) en el sector del recinto de los Laureles, se logró ver que en sus resultados logra identificar 20 especies de 134 individuos arbóreos, por lo que se refleja que las especies dominantes fueron: *Inga edulis* (Uavillo) y el *Ficus crocata* (Uabolon), así mismo la especie con menor abundancia fue la especie de *Croton draconoides* (Sangre de drago) y el *alchornea triplinervea* (Tumbil).

7.3 Morfología del Polen

Como señala Laserna (1981) quien realizó el estudio morfológico del polen en el género *Bystropogon* de la familia LAMIACEAE, en su identificación dio como resultado que el polen es radiosimétrico polar y que en vista meridiana varían de oblato esferoidales a problatos. En cuanto a su tamaño solo varían poco de unas especies a otras, es así que los de

mayor tamaño pertenece al género *Bystropogon odoratissimus* y *Bystropogon maderensis*, mientras que de menor tamaño se encuentra el género *Bystropogon canariensis*.

Ciciarelli & Roller, (2010) señala en sus resultados obtenidos del trabajo realizado sobre el tema morfología del polen en especies de *Canna* de la familia **CANNACEAE**, se registró que los granos de polen se mostraron esferoidales y omniaberturados. Esta especie en el tamaño va desde los 55 hasta los 99µm lo cual si pueden variar de acuerdo al habitat que se encuentre la especie.

Dicho con palabras de Mambrín & Ferrucci, (2010) en su estudio realizado del tema análisis morfológico del polen de *Corchorus*, *Heliocarpus*, *Leuehea*, *Molla* y *Triumfetta* pertenecientes a la familia **MALVACEAE, GREWIOIDEAE**, todas las especies que fueron estudiados tienen formas subesferoidales aprotos, con tamaños grandes.

7.4 Los Inventarios Biológicos

7.4.1 Tipos de Muestreos de Vegetación.

“El tipo y diseño de muestreo determina el tipo de análisis estadístico a emplearse” (Fredericksen & Mostacedo, 2000).

7.4.2 Transeptos

Este muestreo es ampliamente utilizado porque se puede muestrear la vegetación con rapidez obteniendo una mayor heterogeneidad, el tamaño va a depender del grupo de plantas a ser medidas. Es adecuado para evaluar la vegetación de los bosques húmedos donde por lo general se puede medir parámetros como altura, DAP y la frecuencia (Fredericksen & Mostacedo, 2000).

7.4.3 Cuadrantes

Este método es más común cuando se trata de un muestreo de vegetación ya que tienen menos impactos en comparación con los transeptos. Anteriormente eran muy utilizados en vegetación sabana y herbácea pero actualmente se utiliza para muestrear cualquier clase de plantas. El tamaño varía según la densidad de los individuos a medir (Fredericksen & Mostacedo, 2000).

7.4.4 Parcela Cuadrada

Las parcelas como señala Tricone & Anderson, (2018) se debe colocar aleatoriamente, donde haya especies de interés para la investigación, también dependerá de la vegetación, del hábitat. La parcela cuadrada se suele utilizar generalmente para dimensiones pequeñas, pero también se puede ampliar si es necesario, en caso de que las dimensiones sean grandes se recomienda usar cintas para encerrar el cuadrante donde se va a proceder a realizar el estudio esto según Ferro (2015). Una parcela cuadrada forma parte de otro de un terreno más grande donde se realiza la división.

7.5 Fenología

La fenología estudia las fechas por las que comienzan las diferentes fases del desarrollo de las plantas, esto según lo que manifiesta Portillo (2009). También se considera según InfoAgro (2017) como registro observado de los eventos del ciclo biológico en su periodo de brote y maduración, e igual es considerada una forma de observar las hojas, flores y frutos para realizar un registro de cada especie diferente.

7.6 Fenología de las plantas

Según Flórez (2018) explica que para estudiar la fenología de plantas se lo realiza mediante la observación directa, obteniendo un registro e interpretación de los eventos observados de la zona como son: de hojas, flores y frutos; al igual que el estudio de los factores tanto bióticos como abióticos.

7.7 Flor

La flor según Pérez (2021) lo define como la encargada de dar origen a nuevas plantas por medio de las semillas tras un acto de fertilización. Así mismo Gómez (2021) nos da a conocer que la flor es una estructura muy variable en cuanto al tamaño, distribución, coloración, número y la forma de los verticilos.

La flor es un conjunto de antófilos, que se la considera con un eje caulinar, denominado pedúnculo, que se ensancha en el extremo apical, formando el tálamo o receptáculo, para dar asiento a los verticilos florales donde se desarrolla una yema axilar floral (Chuncho et al., 2019).

7.8 Inflorescencias

La inflorescencia es un sistema de ramas de los espermatofitos que son los que están destinados a la formación de las flores, este consta de un eje principal llamado raquis (Gonzalez, 2013). Son responsables de la reproducción sexual ya que forman parte vital del ciclo reproductivo debido a que es su función y la deben cumplir (Acosta , 2021).

7.8.1 Tipos de Inflorescencias

Existen diferentes tipos de inflorescencias, pero las más básicas como son: la inflorescencia unifloral es cuando tiene una sola flor exclusivamente con ramificaciones de primer orden y la inflorescencia plurifloral ya que cuenta con varias flores es decir es compuesta tanto en el eje principal como en los laterales (Acosta , 2021).

Los tipos de inflorescencias como lo describe Huaranca (2010) existen varios tipos como las inflorescencias homogéneas que son de una sola naturalidad, la inflorescencia heterogénea es considerada cuando son de diferente naturalidad. Las inflorescencias en racimos son producidas a los costados de la planta como yemas florales.

7.9 Palinología

La palinología es el estudio del polen y las esporas; con el tiempo y los avances tecnológicos, se ha descubierto que el ser humano puede estudiar el polen desde puntos tan importantes como la alimentación o la medicina, pero también es una ciencia relativamente moderna que, con ampliación para sus aplicaciones en diversas ramas (Cañada, 2013). También se considera que la palinología es una herramienta primordial cuando se trata de un estudio de flora ya que aporta estudios taxonómicos como la morfología y micromorfología (Santillán et al., 2016).

7.10 Polen

El polen en términos de botánica es un conjunto de células reproductivas masculinas que poseen las plantas y es el encargado de transportar los gametos masculinos al estigma de la flor, en algunos casos al observar en la flor el polen tiende a ser un fino polvillo de color amarillo o anaranjado que son transportados por sus polinizadores (Acosta , 2021).

Como lo describe Varroa (2021) existen algunas plantas como sauce y chupamieles que producen el polen más rico en proteínas y de igual forma las plantas que no aportan mucho son los girasoles, naranjos. Si las plantas están en lugares secos, estas no pueden producir granos de polen con muchos nutrientes para las abejas.

7.11 Granos de Polen

Los granos de polen como lo manifiesta Miralles (2009) son estructuras microscópicas de 10-6 micras de diámetro, estas pueden ser redondeadas u ovaladas en el cual se encuentre el material reproductor. Expresa Belmonte & Roure, (s.f.) que los granos de polen son considerados células sexuales masculinas en una flor, estas se forman en el interior de los estambres y una vez entrado a su etapa de madurez estas son liberadas.

Los estudios de los granos de polen como lo manifiesta Lozano et al, (2017) ayudará a reconstruir comunidades de especies de plantas terrestres o acuáticas y con ello lograr un cambio ambiental notorio. Como expresa Mungsan (2018) los granos de polen se encuentran en los sacos polínicos que rodea los estambres.

7.12 Exina

La exina es la capa dura externa del grano de polen, tiene una resistencia a la acción de los ácidos y las bases concentradas. Esta se encarga de proteger al grano de polen (Saenz, 1976).

7.13 Morfología Polínica

La morfología del grano de polen y su característica según Rowley et al, (1981) permite realizar la identificación para saber de qué planta proviene. Mediante el microscopio se puede lograr caracterizar la forma, el tamaño, estructura e ornamentación de la exina y las aperturas que esta pueda presentar, pudiendo observar los poros, colpos, o a su vez la combinación de ambos o su ausencia, el número y disposición en la superficie del grano o exina.

7.13.1 Apertura

Arbo (2016) indica que la apertura nos ayuda a la descripción del grano de polen, posee áreas muy delgadas que son delimitadas por la exina. Las funciones principales que

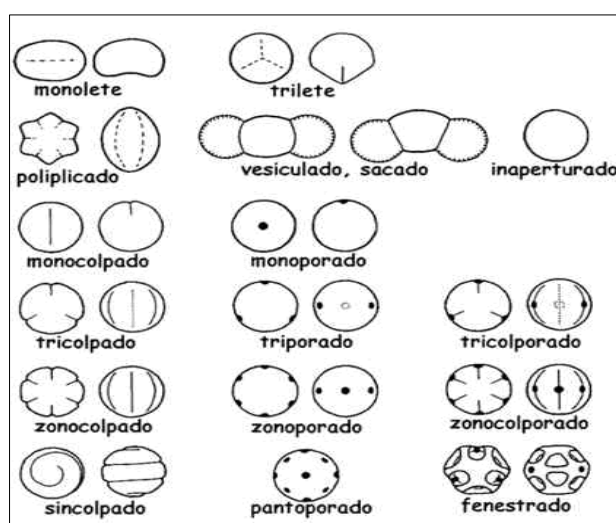
desarrolla es que sirve como salida para la germinación. Según Reverte (2013) los grupos de plantas llevan distintos nombres de acuerdo a su forma y posición, también describe brevemente los tipos que existe.

- **Anatremos:** Aquí se encuentran los Vesiculados, Monocolpato, Monoporados, Inaperturado.
- **Zonotremos:** Se encuentran los Tricolpado, Triporado, Tricolporado, Fenestrado, Estefanocolpado, Estefanoporado, Estefanocolporado, Heterocolpado, Inaperturado.
- **Pantotremos:** Aquí se encuentra los Pantoporado y Pantocolporado.

En la figura 1 se puede evidenciar las formas de polen en una vista polar y ecuatorial con diferentes aperturas.

Figura 1.

Formas de Polen en una Vista Polar y Ecuatorial con Diferentes Aperturas



Nota. Figura de los tipos de formas de polen en vista polar y ecuatorial con diferentes aperturas según la clasificación de Faegri & Ivenson, (1964)

7.13.2 Tamaño

Según Orbe (2021) los granos de polen se van a clasificar según sus medidas en la unidad de micras (μm); donde los más pequeños se encuentra en el rango de los 5 μm a los 8 μm , pequeños están entre 10-25 μm , medianos van desde los 25-50 μm , grandes están dentro del rango de 50-100 μm y por último los granos de polen más grandes pueden superar los 300 μm .

7.13.3 Forma

Como describe Jaramillo & Trigo, (2011) el grano de polen recolectado muestra una variedad de formas, donde los más comunes son: triangular, circular, elíptico. La forma del grano de polen de igual manera se podrá definir obteniendo el eje polar y ecuatorial, es importante considerar que el mayor diámetro será la vista ecuatorial; así como también que en los granos de polen bilateral la anchura del grano puede ser medida únicamente en vista polar.

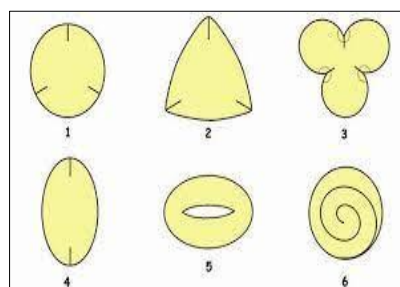
7.13.4 Simetría

La simetría se analiza mediante la observación del eje ecuatorial y el eje polar donde por lo más común es encontrar simetrías radiosimétricos, bisimétrico, asimétrico Ver figura 2, como lo relata Sojearto & Fonnegra, (2008) rara vez un grano de polen puede ser asimétrico. Su clasificación puede ser:

Un grano de polen isométrico con simetría radial, ya que tiene un solo plano ecuatorial, pero tiene dos planos polares, donde cada grano se divide en dos mitades iguales. Un polen isopolar con simetría bilateral, está poseerá tres planos de simetría como uno horizontal y dos verticales que son perpendiculares de uno al otro. Un polen heteropolar con simetría bilateral, posee uno o dos planos de simetría vertical que son perpendicular del uno al otro (Sojearto & Fonnegra, 2008).

Figura 2.

Simetría Mediante la Observación del Eje Ecuatorial y el Eje Polar



Nota. Clasificación de la simetría como tenemos: Simetría. 1-3, Radiosimétrico; 4-5, Biosimétrico; 6, Asimétrico Fuente: Jaramillo & Triago, (2011)

7.14 Botones Florales.

Los botones florales crecen encerrados en las hojas superiores que presentan 5 sépalos totalmente unidos que encierran a la flor. Transcurrido varios días los botones comienzan a

salir entre las hojas que aún no están desplegadas, y es en ese momento que produce la fase de fecundación, este es un proceso que ocurre antes de la apertura de las flores (Uccl, s.f.).

7.15 Métodos de Polen

7.15.1 Técnica de Acetólisis

Como lo manifiesta Erdtman (1962) la técnica de acetólisis es una metodología que más se utiliza para el análisis del grano de polen fresco o fósil, pero también ha sido utilizada en las muestras de polen de las heces fecales de animales vertebrados, logrando así resultados verídicos, donde se pueden observar el grano de polen nítido con una limpieza en la parte de la exina, lo que facilita la determinación de la clasificación taxonómica del material polínico colectado y analizado. Esta técnica es considerada altamente corrosiva debido a que necesita reactivos muy peligrosos que puede afectar a la persona quien está analizando.

7.15.2 Tratamiento con el Hidróxido de Potasio (KOH) al 10%

El método ayuda a la preparación del grano de polen, manteniendo su estructura morfológica inicial, para su óptima observación, así retirando las impurezas con reactivos fáciles de encontrar para dejar previamente limpia y lista (Rull et al., 2015).

El hidróxido de potasio (KOH) al 10% se lo encuentra en polvo, escamas o lentejuelas. Para la preparación se debe pesar 1g del (KOH), luego se lo colocara en un matraz en mismo se debe agregarle 10ml de agua para disolver la solución con la ayuda de una vara de agitación y así quedándose homogénea (Pérez et al., 2017). Se tomar en consideración la cantidad que necesites para su preparación. Esta técnica es la más recomendable debido a su valor económico no muy elevado. También porque los resultados de las fotografías que se obtienen son excelentes, sin ninguna obstrucción de la morfología del polen.

8. Pregunta Científica o Hipótesis

¿La identificación de especies arbóreas y arbustivas permitirán conocer la diversidad polínica del Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera de los Andes en el cantón La Maná en la hacienda Machay?

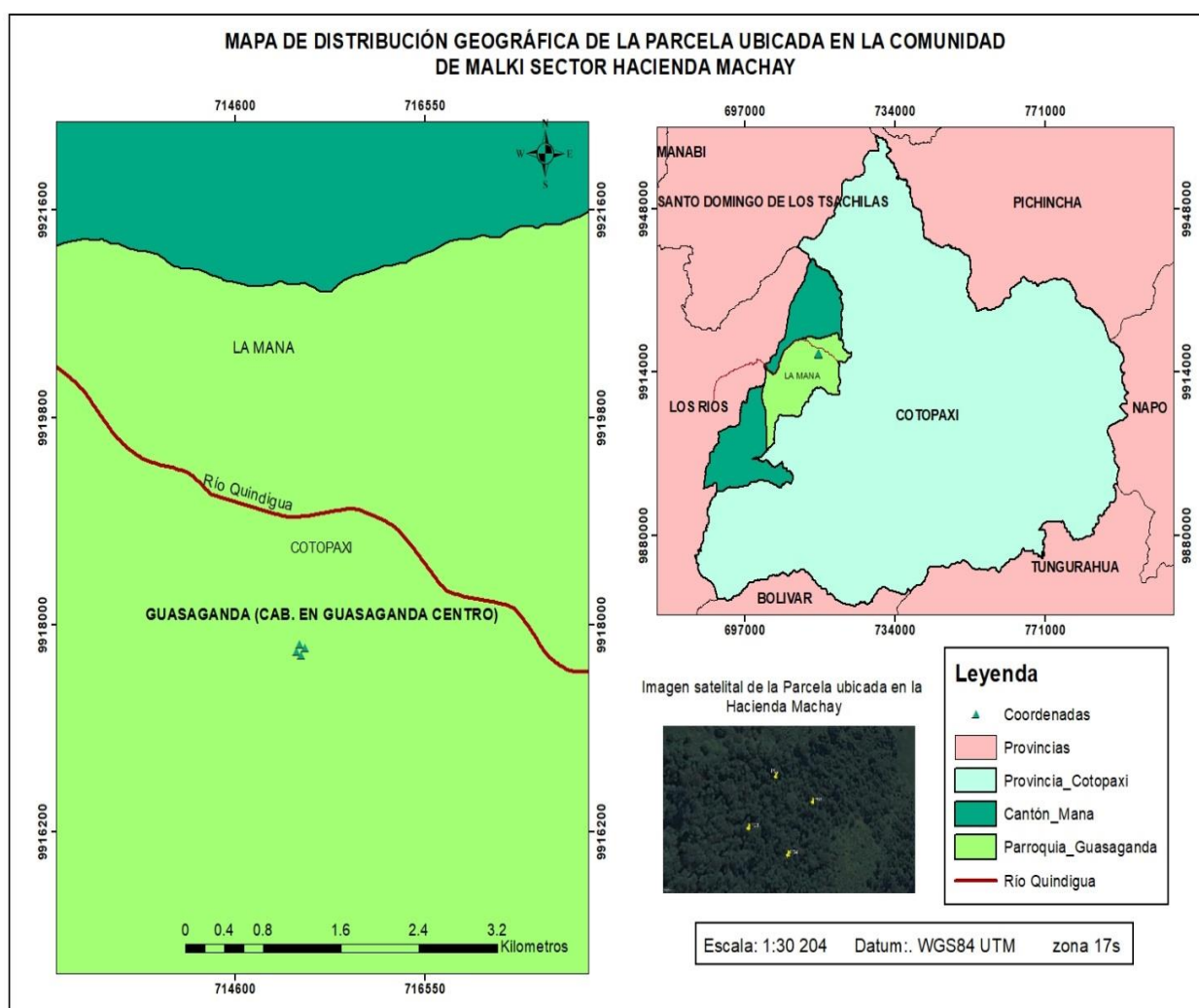
9. METODOLOGÍA

9.1 Área de Estudio

El estudio se efectuó en el Bosque Siempre Verde Piemontano, ubicada en la hacienda Machay en la comunidad de Malki, en el Cantón La Maná perteneciente a la Provincia de Cotopaxi, Ecuador. Se encuentra a 8 km desde la comunidad de Pucayacu, tiene un clima templado y subtropical que crea condiciones favorables para la producción frutos costeros y montañosos. Es una zona donde se han realizado excavaciones arqueológicas logrando encontrar una serie de reliquias antiguas que todo indica que fue el lugar de descanso final de Atahualpa.

Figura 3.

Ubicación del Área de Estudio



Nota. Mapa de ubicación del área de estudio realizado con el programa ArcGis. Elaborado por Mañay A., (2022)

El Bosque Siempre Verde Piemontano tiene un ecosistema que comprende un área basal entre los 25 a 30 m, comparte muchas especies con los bosques de las tierras bajas, este bosque presenta laderas muy pronunciadas. Entre las familias dominantes del Bosque Siempre Verde Piemontano del piso altitudinal de 300 a 1400 msnm se encuentran la **ARECACEAE** con los géneros *Wettinia*, *Geonoma* y *Chamaedorea*; **LAURACEAE** con los géneros *Ocotea*, *Nectandra* y *Aniba*; y la familia **RUBIACEAE** con los géneros de *Palicourea* y *Faramea* (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

La siguiente tabla indica las coordenadas (UTM – WGS84) de la parcela del área de estudio directo, está ubicado en la hacienda Machay el bosque nativo donde se realizó el trabajo de campo que pertenece actualmente a la familia Moncayo Naranjo.

Tabla 3.

Coordenadas de la parcela para el inventario florístico

PUNTO	LONGITUD (X)	LATITUD (Y)	ALTITUD
1	715320.17	9917800.38	1137 msnm
2	715262.03	9917833.04	1138 msnm
3	715226.41	9917768.35	1171 msnm
4	715281.80	9917735.72	1163 msnm

Nota. Puntos tomados con sus respectivas coordenadas UTM, para la delimitación de la parcela de la zona de estudio. Elaborado por el investigador Mañay A., (2022)

La parcela 4 es un bosque intervenido por la extracción excesiva de madera y el sembrío de pastizales para alimento y crianza de ganado, por lo que se observó poca vegetación arbórea y arbustiva. Los árboles presentes no tienen alturas mayores a 20 m, por lo que se evidenció que está en proceso de recuperación y conservación.

9.2 Métodos y Técnicas

9.2.1 Método Descriptivo

Este método permitió conocer el estado actual del bosque y sus afectaciones. Permitted describir las características y rasgos de las muestras colectadas, como también la descripción de la caracterización morfológica del grano de polen.

9.2.2 Bibliográfico Documental

La investigación en sitios bibliográficos como tesis, revistas, libros ayudo a recopilar una amplia información sobre el tema de estudio y ampliar conocimientos en el tema de realizar inventarios florísticos y poder coleccionar, preparar y describir el grano de polen para obtener así un catálogo con los atributos necesarios.

9.3 Técnicas

9.3.1 De Campo

Con esta técnica permitió delimitar el área de estudio donde se trazó 4 puntos para formar una parcela de 50m x50m, donde se levantó información florística de las especies encontradas en el sitio. En la parcela se procedió a medir, documentar individuos con un DAP igual o mayor a 10cm para árboles. De igual manera ayudo a coleccionar los botones florales para extraer el polen de cada flor.

9.4 Instrumentos

Para extraer la información se utilizó una libreta de campo, computadora, instrumentos de campo y de laboratorio para realizar un listado florísticos y plasmar la descripción morfológica del grano de polen para su perfecto entendimiento. Para crear el catalogo se utilizará el programa Flipsnack Logo donde se diseñó la portada.

Las herramientas que se utilizó en la fase de campo del primer objetivo para elaborar el listado florístico son: cámara fotográfica, machete, podadora aérea y manual, cinta de marcaje, piola, spray de color rojo o naranja, alcohol etílico de 70%, algodón, fundas ziploc de varios tamaños, libreta de campo, marcador permanente, materiales para escalar, arnés de seguridad de 60cm, cinta métrica y una cinta de 50m. Las herramientas del segundo objetivo para la descripción morfológica del grano de polen son: libreta de campo, frascos herméticos, bisturí, fundas ziploc de varios tamaños.

9.5 Metodología para Elaborar el Listado Florístico

Para poder realizar el listado florístico arbóreo del piso altitudinal que va desde 300 a 1400 msnm, se realizó un inventario cuantitativo y cualitativo, donde se hizo una exploración previa del área de estudio para trazar una parcela permanente, con una dimensión de 2500 m²,

es decir (50 m x 50 m), sus límites se establecieron con una piola roja e indicado con una cinta de marcaje en cada extremo que sirvió para la toma de coordenadas **UTM** (Universal Transverse Mercator). Dentro de cada parcela permanente se: medio, documento, tabulo y se identificó, todos los individuos con un **CAP** (Circunferencia a la Altura del Pecho, aproximado de 1.3 m del suelo), donde será igual o superior a 30 cm para árboles y posterior encontrar el valor de **DAP** dividiendo para 3,1416.

Para lograr el objetivo se tomó en consideración el manual de manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos para el herbario propuesto por Lot & Chiang, (1986).

9.5.1 Materiales y Equipos

- **Fase de campo:** cámara fotográfica , machete, podadora aérea y manual, cinta de marcaje, piola, spray de color rojo o naranja, alcohol etílico de 70%, algodón, fundas ziploc de varios tamaños, libreta de campo, marcador permanente, arnés de seguridad de 60 cm, cinta métrica y una cinta de 50 m.
- **Fase de Laboratorio:** secador, prensa, cartón, papel periódico, alfombrilla, cartulinas antiácidas, piola, hilo de chillo, computador, materiales de oficina.

9.5.2 Fase de Campo

Para coleccionar las especies, se tomó tres ejemplares por especie encontrada en el piso altitudinal. Para lo cual esta parte de la investigación se realizó en tres fases que son: la fase de campo con un inventario cuantitativo, fase de laboratorio con un inventario cualitativo y fase de gabinete.

9.5.2.1 Marcado de Individuos, Recolectado y Transporte de Especímenes.

Los individuos fueron marcados en orden con un spray de color rojo o naranja, esto permitió una mejor localización del individuo, se colectó al menos 3 muestras por cada espécimen fértil. Las especies encontradas fueron registradas en la libreta de campo con un código único que permitió identificar la especie, a su vez se realizó un registro fotográfico. Para preservar la muestra colectada, realice una limpieza suave con algodón y alcohol etílico al 70%, para eliminar cualquier impureza que afecte a la integridad de la muestra.

Cada muestra fue extendida en el papel comercio; de tal forma que se muestre el haz y en vez de la hoja para así observar las nervaduras. En caso de las muestras grandes se realizó dobladillos de las hojas para que abarque en la hoja de papel comercio y por último se procedió al marcado con el código único que se registró en la libreta de campo para evitar confusiones, posteriormente se transportaron hasta el herbario de la Universidad Técnica de Cotopaxi para su identificación.

9.5.3 Fase de Laboratorio

9.5.3.1 Prensado y Secado de las Muestras

Para el proceso de prensado se utilizó una prensa elaborada por dos tablas con dimensiones de (45 cm x 30 cm), para el secado primero se colocó un cartón luego la alfombrilla, seguido el papel periódico y la muestra, se repitió el mismo procedimiento con todos los especímenes botánicos, hasta obtener una cantidad considerable de 20 cm a 30 cm de grosor, por último, se procedió amarrar firmemente con piola y se colocó en la estufa para secar durante 4 días.

9.5.3.2 Montaje

Los especímenes secos se colocaron en cartulinas antiácidas con la ayuda de pegamento blanco o de hilo de nailon para sujetar las partes gruesas para evitar que se desprendan, se dejó en la parte inferior derecha un espacio en blanco donde se ubicó la etiqueta con toda la información correspondiente.

9.5.3.3 Identificación

Es importante registrar la información obtenida en campo sobre el hábitat, olor, presencia de látex o resina y aromas, entre otras características que se pierden durante el proceso de secado. La identificación de las muestras botánicas permitió ubicar la Familia, Género, Nombre científico y Nombre común, para esto fue necesario observar detenidamente cada muestra e ir comparando en libros la forma de la hoja, el tipo de flor o fruto si fuese el caso.

Los especímenes fértiles que fueron colectados reposaron en el Herbario la Universidad Técnica de Cotopaxi. Se tomó un registro fotográfico de los especímenes fértiles para luego identificar su Familia, Género y Nombre común. Los especímenes que no se logró

identificarlos en el herbario de la UTC, se los identifiqué mediante las siguientes plataformas (“www.plantsystematics.org”), (“<https://identify.plantnet.org/es>”), (“<https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/home>”).

9.5.4 Fase de Gabinete

9.5.4.1 Análisis de la Información

Para el análisis de los datos obtenidos en la fase de campo y laboratorio de los diferentes parámetros se aplicó la caracterización de la vegetación como: Área Basal, Densidad Relativa, Dominancia Relativa, Índice de Valor de Importancia, Índice de Riqueza y Abundancia y el índice de Simpson, estos parámetros los hallara empleando las siguientes fórmulas matemáticas y estadísticas.

9.5.4.2 Área Basal (AB) en m²

El área basal de un individuo es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco a una determinada altura desde el suelo; que la misma se expresa en m² del material vegetal por unidad de una superficie de terreno. La medición del DAP como lo plantean Matteucci & Colma, (1982) siempre se realiza a la altura del pecho en las especies arbóreas, es decir aproximadamente a una altura de 1,3 m desde el suelo. Para expresar el área basal se utilizó la siguiente fórmula:

ECUACIÓN 1

$$AB = \frac{\pi D^2}{4}$$

Dónde:

D=Diámetro a la altura del pecho

π = constante 3,1416

9.5.4.3 Densidad Relativa (DnR)

Es la comparación de una especie con otras especies que se tome como referencia. Como lo argumenta Matteucci & Colma, (1982) la densidad relativa se determina mediante una división entre el número de individuos de una especie, con respecto al número total de individuos en la parcela. La fórmula que se utilizó para el cálculo es la siguiente:

ECUACIÓN 2

$$\mathbf{DnR} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos de una especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100$$

9.5.4.4 Dominancia Relativa (DmR)

Es la relación porcentual que tiene una especie sobre otras. Como lo manifiesta Matteucci & Colma, (1982) la dominancia relativa se determina con la relación entre el área basal total de una especie o familia y la suma del área basal de todas las especies o familias de la muestra. La siguiente fórmula es la que se utilizó para el cálculo:

ECUACIÓN 3

$$\mathbf{DmR} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

9.5.4.5 Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI), se sumarán dos parámetros: (Densidad Relativa y Dominancia Relativa). La sumatoria del Valor de Importancia para todas las especies en el transecto es siempre igual a 200. Por lo tanto, podemos considerar que las especies que alcanzan un valor de significancia superior a 20 en la parcela (un 10% del valor total) son componentes importantes y comunes componentes del bosque muestreado Mostacedo & Fredericksen, (2000). Para el respectivo cálculo se utilizó la siguiente fórmula planteada:

ECUACIÓN 4

$$\mathbf{IVI} = DR + DMR$$

Dónde:

DR= Densidad Relativa.

DMR= Dominancia Relativa.

Zhofre (2013) establece los valores ponderados de IVI para la estimación de conservación de una especie, los valores de la tabla 4 fueron considerados para la comparación con los resultados obtenidos en la investigación.

Tabla 4.

Ponderación del IVI

IVI	Valor Ponderado	Calificación
0-33 %	1,67	Poco Importante (PI)
34 – 75 %	3,33	Importante (I)
76 – 100 %	5	Muy Importante Ecológicamente (MIE)

Nota. Tabla de ponderación mediante porcentaje del índice de valor de importancia, misma que nos ayudara a emitir una calificación al resultado obtenido. **Fuente** (Zhofre, 2013)

9.5.4.6 Índice Riqueza y Abundancia

Según Mostacedo & Fredericksen, (2000) el término “riqueza” se refiere al número de especies presentes dentro de una comunidad; es decir, se estima utilizando el número de especies dividido por el número de registros encontrados. Para el cálculo se utilizó la siguiente formula:

ECUACIÓN 5

$$\text{Índice de riqueza y abundancia} = n / N$$

Dónde:

n= número de especie

N= número total de individuos

Los resultados obtenidos permiten realizar comparaciones directas entre las parcelas de vegetación, referente a la diversidad y abundancia de las especies de árboles, incluso si el número de árboles varían entre los arboles muestreados, el dato obtenido siempre será un

valor que estará entre los rangos de 0 y 1, si todos los árboles de los muestreos fueran de especies diferentes, tendrían un valor de 1 y cuando exista una alta diversidad de especies en lugar de estudio tendrán un valor de 0,5 de significancia. Los parámetros de riqueza y abundancia determinan la diversidad de especies relacionada a su equitatividad dentro de la muestra analizada.

9.5.4.7 Índice de Diversidad de Simpson

El índice de Simpson determina la diversidad de una comunidad vegetal, es el más recomendado según Mostacedo & Fredericksen, (2000) donde establece solo las especies de mayor importancia sin considerar el resto de especies, el valor obtenido en el cálculo realizado en un grupo de especies es inversamente proporcional debido a que cuando existe mayor dominancia existe menor diversidad y cuando existe menor dominancia existe mayor diversidad. El índice se calculó utilizando la siguiente fórmula:

ECUACIÓN 6

$$I = \sum P_i^2$$

Dónde:

I = Índice de Simpson.

Pi² = Proporción de individuos elevado al cuadrado.

Pi = Porción de individuos registrados en cada especie (n/N).

Zhofre (2013) recomienda la matriz para organizar de mejor manera la información y poder calcular el Índice de Simpson. La tabla 5 se utilizó para realizar el respectivo calculo.

Tabla 5.

Índice de Simpson

Especie	N° de Individuos	Pi (n/N)	Pi²
		N	
		N	
Total	∑	N	

Nota. Tabla de variables para el cálculo de índice de Simpson. **Fuente:** (Zhofre, 2013)

Zhofre (2013) establece una tabla de escala de significancia entre los rangos de 0 - 1, cuando el valor se acerca a 1 se interpreta como completa uniformidad en la comunidad; mientras que el valor se acerca más a cero, la comunidad es más diversa. La siguiente tabla se tomó en consideración para la interpretación de los resultados.

Tabla 6.

Escala de Significancia

Valores	Significancia
0 – 0.33	Diversidad baja
0.34 – 0.66	Diversidad media
0.67 – 1	Diversidad alta

Nota. Tabla de valores de la escala de significancia para la comparación del resultado del índice de Simpson.

Fuente: (Zhofre, 2013)

9.6 Metodología para Describir Morfológicamente el Grano de Polen

Para la descripción morfológica del grano de polen se utilizó un inventario cualitativo y cuantitativo, en el cual se describió la forma, tamaño y apertura.

9.6.1 Materiales y Equipos

- **Fase de campo:** libreta de campo, frascos herméticos, bisturí, fundas ziploc de varios tamaños.
- **Fase de Laboratorio:** varilla de agitación, tubos de ensayo, colador (malla de 300 μ), tubo de eppendorf, hidróxido de potasio (KOH) al 10%, alcohol etílico, benceno, Mufla, centrifugadora, porta y cubreobjetos, pipeta, papel sketch o seda.

9.6.2 Fase de Campo

Para la fase de campo se consideró la parcela trazada (50 m x 50 m), donde se colectó de 2 a 4 muestras de cada espécimen fértil esto dependió de la cantidad de polen que se encontraba en la flor. Para desarrollar el estudio se consideró que el espécimen fértil se encuentre en su estado de madurez.

En vista de no encontrar especies tanto arbóreas como arbustivas en estado de floración dentro de la parcela trazada, se procedió a coleccionar muestras botánicas e información fuera de

la parcela, es decir a su alrededor, sendero y en el camino cerca de llegar al sitio de estudio, con el fin de tener datos e información para abordar el estudio.

9.6.2.1 Recolectado del Grano de Polen

De la muestra de flor seleccionada en campo, se procedió a coleccionar con la ayuda de una tijera, una podadora manual o podadora área, estas fueron guardadas en frascos herméticos y en fundas de basura esto debido al tamaño de la flor. Posterior a esto se procedió a extraer las anteras con la ayuda de un bisturí.

9.6.2.2 Registro y Transporte del Grano de Polen

El grano de polen coleccionado se registró con un código único, misma que permitió su identificación en la fase de laboratorio. Para su transporte se lo realizó en frascos herméticos de vidrio, esto es con el único objetivo de conservar la integridad del grano de polen en las anteras.

9.6.2.3 Preservación del Polen

Primero se eliminó la humedad de las anteras con papel sketch, para luego guardarlo en un recipiente de vidrio hermético previamente esterilizado. Una vez transcurrido doce horas, el polen está listo para ser almacenado en el congelador a una temperatura de 40° F esta consideración se lo tomará en caso de realizar su preparación pasado un mes, sin embargo, para el presente estudio se utilizó el polen en 24 horas después de haber coleccionado y no fue necesario guardarlo en el congelador simplemente se colocó en un lugar fresco.

9.6.3 Fase de Laboratorio

Como lo describen Rull et al. (2015) el tratamiento con el hidróxido de potasio (KOH) al 10%, es un excelente método para eliminar los ácidos húmicos y disgregación de la muestra, por lo que se procedió a utilizarlo para el estudio.

Una vez adquirido las anteras o botones florales se extrajo todo el polen presente, que reflejó una cantidad considerable para colocarlo en un tubo Eppendorf previamente esterilizado, en el mismo se colocó la solución del hidróxido de potasio (KOH) al 10% hasta cubrir la muestra. Se calentó a baño maría durante unos 20 minutos a una temperatura de 50 °C, con una frecuencia de 5 minutos se fue agitando la muestra con la ayuda de una varilla de agitación así logrando la homogeneización.

Se dejó enfriar la muestra en un recipiente donde previamente se colocó agua fría. Se tamizó por una malla de 3000 μ para descartar cualquier material vegetal encontrado y así obtener en otro tubo Eppendorf una solución impecable. La solución obtenida se pasó por una batería de alcohol etílico (70, 95 y 100%), respetando los 5 minutos en cada una de ellas. Se centrifugó 3 veces durante 3 minutos a 200 r.p.m. y se descantó cuidadosamente el sobrenadante en un vaso de precipitación en cada paso. Por último, se colocó de 4 a 5 gotas de benceno en cada solución obtenida y se dejó en reposo 24 horas que es lo recomendable o dejar hasta que se evapore (Rull et al., 2015).

9.6.4 Traslado

Las muestras de polen fueron trasladadas a la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay en tubos Eppendorf, debidamente marcados con códigos únicos para su respectivo análisis morfológico de tamaño, forma y apertura.

9.6.5 Observación del Grano de Polen

Los granos de polen fueron registrados, observados y medidos en un microscopio electrónico de barrido marca Phenom Pro X con aumentos que van desde 500x hasta 20000x en el laboratorio de Nano-microanálisis (SEM) de la Escuela de Ciencias de la Tierra, Energía y Ambiente de la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay, donde se escaneó el 70% del área en busca de partículas de polen.

9.6.6 Descripción Morfológica del Polen

Cada polen observado y fotografiado fue descrito morfológicamente, tomando en consideración las siguientes características:

9.6.6.1 Tamaño

Menciona Orbe (2021) que los granos de polen son considerados pequeños cuando están entre los rangos de 5 μ m a los 8 μ m y los más grandes están dentro de un rango de 100-200 μ m, donde efectivamente hasta puede superar hasta alcanzar las 300 μ m. Se consideró la tabla propuesta por Erdtman (1962) para el determinar el tamaño del polen mediante las longitudes de los ejes tanto polar como ecuatorial. El valor de mayor longitud será el considerado para relación.

Tabla 7.*Tamaño del Grano de Polen*

TAMAÑO	MEDIDAS(micras)
Muy pequeño	Menor a 10
Pequeño	10-25
Mediano	25-50
Grande	50-100
Muy grande	100-200

Nota. Tabla de valores en micras para identificar el tamaño del polen analizado con relación al eje de mayor longitud. **Fuente:** (Erdtman, 1962)

9.6.6.2 Forma

Como señala Jaramillo & Trigo, (2011) el polen recolectado muestra una variedad de formas que incluyen: triangular, circular, elíptico. Para describir la forma del polen se tomó en consideración la tabla establecida por Erdtman (1962) donde establece la relación del eje polar (P) y el eje ecuatorial (E).

Tabla 8.*Formas del Grano de Polen*

FORMA	RELACIÓN P/E
Perprolado	Mayor a 2
Prolado	1.34-2
Sub-prolado	1.15-1.33
Prolado esferoidal	1.01-1.14
Esferoidal	1
Oblado esferoidal	0.88-0.99
Sub-oblado	0.75-0.87
Oblado	0.50-0.74
Peroblado	Menor a 0.50

Nota. Tabla identificación de la forma del grano de polen con relación a los valores obtenidos del eje P y el eje Ecuatorial. **Fuente:** (Erdtman, 1962)

9.6.6.3 Apertura

Se considerarán tres aspectos de la apertura de Sojearto & Fonnegra, (2008) para poder describir el polen los cuales son: el número, la posición y el carácter. Este sistema según es conocido como la clasificación –NPC, lo cual se define a continuación: Para (N) se

tomará en cuenta el número de las aperturas. Donde (P) Se considerará según la posición de las aperturas donde de igual se clasifican según la apertura proximal, apertura distal, apertura alrededor del plano ecuatorial y aperturas en toda la superficie. Para (C) se tomará en cuenta si es simple esta será una apertura alargada o de forma circular, mientras que la compuesta puede ser circular elevada. La tabla 9 se tomó en consideración para la descripción de la apertura.

Tabla 9.

Clasificación en Base al Sistema de Número, Posición y Carácter de las Aperturas (NPC)

Número (N)	Posición (P)	Carácter (C)
Mono (1 abertura)	cata (polo proximal)	leptomado (leptoma)
Di (2 aberturas)	ana (polo distal)	colpado (colpo)
Tri (3 aberturas)	anacata (polo proximal y distal)	porado (poro)
Tetra (4 aberturas)	zono (en una franja ecuatorial)	colporado (colpo + endoabertura)
Penta (5 aberturas)	dizono (dos franjas ecuatoriales)	pororado (poro + endoabertura)
Hexa (muchas aberturas)	panto (por toda la superficie)	sulcado (sulco)

Nota. Tabla de la clasificación de acuerdo al (NPC) para identificar la apertura del grano de polen. **Fuente:** (Erdtman, 1962)

En caso de no coleccionar muestras fértiles y solo tener registros fotográficos de la flor su clasificación taxonómica llegara hasta el nombre común, familia, género. Para la ubicación de los datos finales del estudio morfológico del polen de las especies recolectadas se utilizó la siguiente plantilla Ver Anexo 8, que contiene la clasificación taxonómica e imagen del polen.

9.7 Metodología para Elaboración de un Catálogo de los Tipos de Polen

El catálogo florístico del Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera de los Andes del sector de la hacienda Machay, pretende ser una guía sistemática y crítica de la flora hasta ahora conocida del territorio. Se va a describir brevemente la importancia este estudio para enriquecer el conocimiento de quienes hagan uso de la información. Será una guía muy útil para la comprensión de la estructura morfológica (Lopez, 2016).

9.7.1 Elaboración del Catálogo

En esta fase se tomó en cuenta la información previamente obtenida en el objetivo 2 de la muestra colectada de polen con información relevante y con su respectiva fotografía. La plantilla contiene los siguientes literales según los estudios realizados de Bárcenas (2019) cada muestra indica el Número, Familia, Género y Nombre común. Se elaboró una portada para el catálogo de la diversidad polínica con una fotografía emblemática. Se colocó información adicional como la historia del lugar. Para realizar la portada se utilizó el programa Flipsnack logo ya que es una herramienta muy fácil de entender para crear portadas personales ver Anexo 9 (Filipsnack, 2016).

Para la ubicación de los datos finales del estudio morfológico del polen de las especies recolectadas se utilizó la plantilla Ver Anexo 10, con el fin de obtener un trabajo bien elaborado y con los parámetros establecidos para una interpretación visual fácil de entender. El catálogo impreso se hizo entrega al encargado del Herbario de la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión Salache para que repose en la instalación y sea de gran utilidad para los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi quienes decidan continuar con la investigación de la morfología del polen o simplemente alimentar sus conocimientos.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1 Objetivo 1: Determinación del Listado Florístico

La recopilación de los datos para la fase de campo se trabajó los meses de abril, julio, octubre, del 2021 y enero del 2022. Esta información fue un aporte importante para la fase de gabinete, que facilitó el análisis de datos para el cálculo del área basal, densidad relativa, dominancia relativa, índice de valor de importancia, índice de riqueza y abundancia e índice de diversidad de Simpson. Se contabilizó en el inventario florístico 77 especies arbóreas.

Tabla 10.*Determinación del Listado Florístico*

Nombre común	Familia	Género	Utilidad	Abundancia absoluta
Chacapizo	S/N	S/N	Brinda madera dura para elaborar tablas.	1
Ellince	MYRTACEAE	<i>Eugenia</i>	La madera del género <i>Eugenia</i> sirve para elaborar postes y pilares en la construcción de casas de los sectores rurales, donde igual son valiosas especies melíferas por producir néctar y polen.	2
Pecho gallina	SALICACEAE	<i>Hasseltia</i>	Brinda madera dura para realizar pilares y postes.	2
Manzano	EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea</i>	Proporciona madera semidura para elaborar encofrado, tablas para el piso y cercas.	2
Musuelo	MYRTACEAE	<i>Eugenia</i>	Tiene pepas, pero no sirve de alimento para los animales. La madera del género <i>Eugenia</i> sirve para elaborar postes y pilares en la construcción de casas de los sectores rurales, donde igual son valiosas especies melíferas por producir néctar y polen.	1
Sunsu-burro	FABACEAE	<i>Andirainermes</i>	La familia FABACEAE enriquece e incrementa la fertilidad del suelo. Su madera es dura y sirve para construir casas.	6
Aguacatillo	LAURACEA	<i>Licaria</i>	Posee madera semidura que es empleada en la fabricación de embarcaciones y muebles.	2
Canelo amarillo	LAURACEA	<i>Nectandra</i>	Tiene madera dura para realizar muebles, sus pepas son alimento de loros, pavas y pájaros.	6
Canelo blanco	LAURACEA	<i>Nectandra</i>	Tiene madera dura para realizar muebles y encofrado.	1

Chonta	ARECACEAE	<i>Asterogyne</i>	Su madera es muy dura que sirve para construir casas, corral de animales y pilares. Su fruto es para consumo humano y su aceite se usa en algunos platos tradicionales.	11
Vara blanca	EUPHORBIACEAE	<i>Croton</i>	Proporciona madera semidura para elaborar encofrado, tiene presencia de látex de color blanco. El género <i>Croton</i> son productores de varias sustancias que se utilizan en la industria como el caucho natural y diversos aceites, así teniendo una importancia económica mundialmente.	11
Canelo cashacara	LAURACEA	<i>Nectandra</i>	Tiene madera dura para realizar muebles y encofrado.	2
Mata palo	MORACEAE	<i>Ficus</i>	La familia MORACEAE produce néctar y polen por lo que es considerado melífera. Su madera semidura para encofrado, su fruto sirve de alimento para algunos animales.	1
Mata palo rojo	MORACEAE	<i>Ficus</i>	Madera semidura de la familia MORACEAE sirve para encofrado y sirve de alimento para avifauna. Producen néctar y polen por lo que es considerado melífera.	1
Cashacara	S/N	<i>S/N</i>	Su madera sirve para elaborar encofrado.	3
Catanga	EUPHORBIACEAE	<i>Sapium</i>	Proporciona madera semidura para elaborar encofrado, tiene presencia de látex de color blanco.	4
Capulí de monte	RUBIACEAE	<i>Coussarea</i>	Su madera es semidura sirve para elaborar encofrado, la infusión de las hojas jóvenes estimula el apetito. Su fruto es comestible.	1
Enyuro	MYRTACEAE	<i>Eugenia</i>	La madera del género <i>Eugenia</i> sirve para elaborar postes y pilares en la construcción de casas de los sectores rurales, donde igual son valiosas especies melíferas por producir néctar y polen.	3
Sacha olivo	EUPHORBIACEAE	<i>Plukenetia</i>	Proporciona madera semidura para elaborar encofrado.	1

Peladera	FABACEAE	<i>Leucaena</i>	La familia FABACEAE enriquece e incrementa la fertilidad del suelo. La madera del individuo de peladera es dura, sirve para construir casas. Su semilla se comen los monos, guanta y guatusa.	2
Colca	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i>	Los arboles de la familia MELASTOMATACEAE son utilizadas como leña, sus flores blancas tienen uso ornamental. Posee madera semidura.	4
Sapan	FABACEAE	<i>Clathrotropis</i>	La familia FABACEAE enriquece e incrementa la fertilidad del suelo. El árbol de sapan presente madera blanca que sirve para elaborar sogas.	2
Picasol	S/N	<i>S/N</i>	La madera presenta un color blanco, sirve para hacer puentes.	1
Casenillon	S/N	<i>S/N</i>	Madera dura.	1
Kade o Tagua	ARECACEAE	<i>Phytelephas</i>	Su madera es dura para hacer casas, nallones; sus hojas una vez secas sirven para techos de casas. Su semilla tiene uso en la artesanía una vez secadas.	4
El Moras	MORACEAE	<i>Ficus</i>	La familia MORACEAE produce néctar y polen por lo que es considerado melífera, su fruto sirve de alimento para avifauna. Su madera sirve para elaborar tablas para casas.	1
Higuerón	MORACEAE	<i>Ficus</i>	Su fruto sirve de alimento de las loras, ardillas, guanta, guatusa, monos, tórtolas, pájaros.	1
TOTAL				77

Nota. Tabla de la determinación del listado florístico de las especies encontradas en el sitio de estudio, observando un total de 77 individuos. **Elaborado por:** Mañay A., 2022

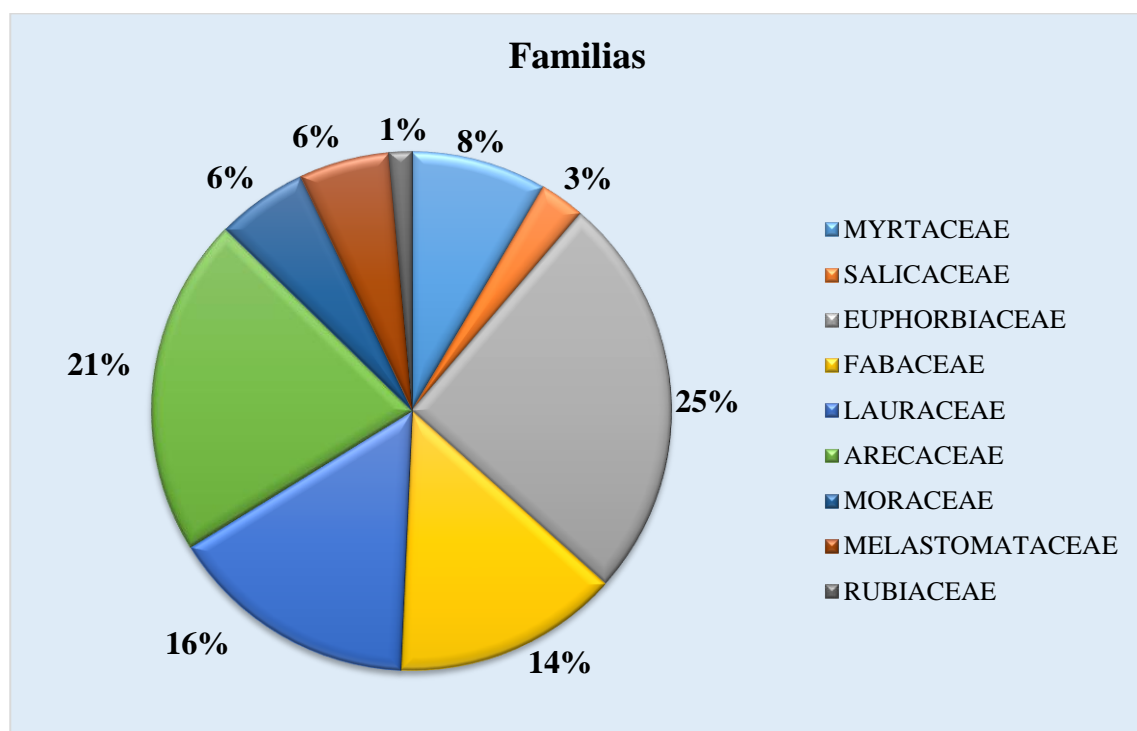
De acuerdo con los resultados obtenidos de la tabla 10 para la determinación del listado florístico de las especies arbóreas, se puede observar la presencia de 77 individuos de las cuales 6 árboles como son: Chacapizo 1 individuo, Cashacara 3 individuos, Picasol 1 individuo y Casenillon 1 individuo, no se logró encontrar su clasificación taxonómica debido a que no se colectó especímenes fértiles. Los 71 individuos según la clasificación taxonómica realizada pertenecen a 9 familias como son: **ARECACEAE, EUPHORBIACEAE, FABACEAE, LAURACEAE, MELASTOMASTACEAE, MORACEAE, MYRTACEAE, RUBIACEAE, SALICACEAE.**

10.2 Familias

Una vez realizado el trabajo de campo en el sector la hacienda Machay se registró 77 individuos; sin embargo, en la gráfica solo se plasmó 71 individuos de la parcela trazada, esto debido a que los 6 individuos restantes no se colectaron especímenes fértiles, porque se encontraban a una gran altura y alrededor de la copa habían pocas hojas, agregando también que el clima se encontraba lluvioso lo que dificultó su colecta, por lo que solo se realizó la clasificación taxonómica de los 71 individuos donde se encontraron 9 familias diferentes.

Figura 4.

Familias



Elaborado por: Mañay A., 2022

Según la gráfica 4 las familias con mayor número de individuos son: **EUPHORBIACEAE** con 18 que representa el 25% y **ARECACEAE** con 15 que representa el 21%, mientras que las familias con menor individuos son: **SALICACEAE** con 2 que representa el 3% y **RUBIACEAE** con 1 que representa el 1%.

De acuerdo con el (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013) las familias dominantes del Bosque Siempre Verde Piemontano del piso altitudinal de 300 a 1400 msnm se encuentran la **ARECACEAE**, **LAURACEAE**, **RUBIACEAE**, esta información corrobora que en el sitio de estudio si se registró la familia **ARECACEAE** con mayor número de individuos dentro del piso altitudinal y además se puede decir que si existe la presencia de las familias **LAURACEAE**, **RUBIACEAE** pero con pocos números de individuos, esto debido a que su madera es muy utilizada para la elaboración de muebles y encofrados

10.3 Estimación de los Índices de Valor de Importancia Ecológica y Diversidad

Para el cálculo del área basal, densidad relativa, dominancia relativa, índice de valor de importancia, índice de riqueza y abundancia, se partió de los valores obtenidos en campo como el número de individuos de cada especie, el número total de todas las especies presentes en el listado florístico y el valor de DAP a la altura del pecho de 1,30 menor o mayor a 10 cm.

Tabla 11.

Cálculo de los índices de área basal, densidad relativa, dominancia relativa, índice de valor de importancia, índice de riqueza y abundancia.

Nombre común	Familia	Género	Nº de individuos	Área Basal (AB)	Densidad Relativa (%) (DnR)	Dominancia Relativa (%) (DmR)	Índice Valor Importancia (IVI)	Índice Riqueza y Abundancia
Chacapizo	S/N	S/N	1	1458,29	1,30	2,99	4,29	0,01
Ellince	MYRTACEAE	<i>Eugenia</i>	2	1364,50	2,60	2,79	5,39	0,03
Pecho gallina	SALICACEAE	<i>Hasseltia</i>	2	3883,30	2,60	7,95	10,55	0,03
Manzano	EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea</i>	2	1423,62	2,60	2,92	5,51	0,03
Musuelo	MYRTACEAE	<i>Eugenia</i>	1	103,87	1,30	0,21	1,51	0,01
Sonsoburro	FABACEAE	<i>Andirainermes</i>	6	898,68	7,79	1,84	9,63	0,08
Aguacatillo	LAURACEA	<i>Licaria</i>	2	431,17	2,60	0,88	3,48	0,03
Canelo amarillo	LAURACEA	<i>Nectandra</i>	6	4994,59	7,79	10,23	18,02	0,08
Canelo blanco	LAURACEA	<i>Nectandra</i>	1	745,06	1,30	1,53	2,82	0,01
Chonta	ARECACEAE	<i>Asterogyne</i>	11	10805,83	14,29	22,13	36,42	0,14
Vara blanca	EUPHORBIACEAE	<i>Croton</i>	11	2655,30	14,29	5,44	19,72	0,14
Canelo cashacara	LAURACEA	<i>Nectandra</i>	1	633,47	1,30	1,30	2,60	0,01
Mata palo	MORACEAE	<i>Ficus</i>	1	206,12	1,30	0,42	1,72	0,01
Mata palo rojo	MORACEAE	<i>Ficus</i>	1	1787,01	1,30	3,66	4,96	0,01
Cashacara	S/N	S/N	3	483,63	3,90	0,99	4,89	0,04
Catanga	EUPHORBIACEAE	<i>Sapium</i>	4	1066,42	5,19	2,18	7,38	0,05

Capulí de monte	RUBIACEAE	<i>Coussarea</i>	1	572,56	1,30	1,17	2,47	0,01
Enyuro	MYRTACEAE	<i>Eugenia</i>	3	903,53	3,90	1,85	5,75	0,04
Sacha olivo	EUPHORBIACEAE	<i>Plukenetia</i>	1	907,92	1,30	1,86	3,16	0,01
Peladera	FABACEAE	<i>Leucaena</i>	2	246,44	2,60	0,50	3,10	0,03
Canelo cashacara	LAURACEA	<i>Nectandra</i>	1	633,47	1,30	1,30	2,60	0,01
Colca	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i>	4	1329,89	5,19	2,72	7,92	0,05
Sapan	FABACEAE	<i>Clathrotropis</i>	2	710,29	2,60	1,45	4,05	0,03
Picasol	S/N	S/N	1	97,47	1,30	0,20	1,50	0,01
Casenillon	S/N	S/N	1	3176,91	1,30	6,51	7,81	0,01
Kade o Tagua	ARECACEAE	<i>Phytelephas</i>	4	3818,88	5,19	7,82	13,02	0,05
El Moras	MORACEAE	<i>Ficus</i>	1	304,81	1,30	0,62	1,92	0,01
Higuerón	MORACEAE	<i>Ficus</i>	1	3176,91	1,30	6,51	7,81	0,01
		TOTAL	77	48819,95	100,00	100,00	200,00	1,000

Nota. Tabla de cálculos del área basal, densidad relativa, dominancia relativa, índice de valor de importancia, índice de riqueza y abundancia e índice de Simpson para determinar que especie tiene más dominancia. **Elaborado por:** Mañay A., 2022

Área Basal. - El área basal se lo determino mediante la fórmula planteada por Matteucci & Colma, (1982). En los cálculos realizados en la tabla 11 se observa que el área basal total de las especies es de 48819,952 m². El género *Asterogyne* perteneciente a la familia **ARECACEAE** con 11 individuos, es la que mayor área basal tiene con el 10805,83 m² y el individuo Picasol con 1 individuo presenta un área basal menor con el 97,47 m². Según (Rodrigo, 2020) el área basal es una medida importante en el campo forestal, ya que da a conocer el fuste, para ver si hay más árboles delgados o pocos árboles gruesos.

Densidad Relativa. - La densidad relativa de una especie se halla dividiendo el número de cada individuo sobre el número total de individuos y a esto multiplicarlo por 100 como lo describe Matteucci & Colma, (1982). Los resultados obtenidos en la tabla 11 las especies que mayor porcentaje de densidad relativa tienen, es el género *Asterogyne* de la familia **ARECACEAE** y el género *Croton* de la familia **EUPHORBIACEAE** con un 14,29%; mientras que las especies de menor porcentaje es el individuo Chacapizo, el género *Eugenia* de la Familia **MYRTACEAE**, el género *Nectandra* de la familia **LAURACEAE**, el género *Ficus* de la familia **MORACEAE**, el género *Coussarea* de la familia **RUBIACEAE**, el género *Plukenetia* de la familia **EUPHORBIACEAE**, el individuo Picasol y Casenillon, todas estas poseen un valor de 1,30%.

Dominancia Relativa. - La dominancia relativa se determina con la relación entre el área basal total de una especie o familia y la suma del área basal de todas las especies o familias de la muestra como lo manifiesta Matteucci & Colma, (1982). Una vez realizado el cálculo matemático, se puede apreciar en la tabla 12 la especie con mayor dominancia relativa es del género *Asterogyne* de la familia **ARECACEAE** con 22, 13% y la de menor dominancia relativa es el individuo Quitasol con 0,20%, este resultado es en relación al área total de todas las familias encontradas en el estudio.

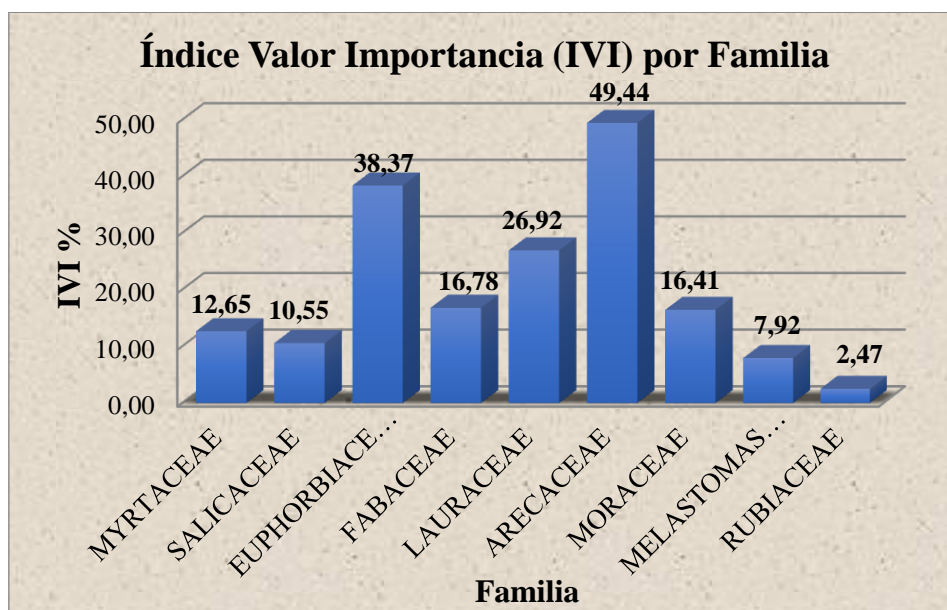
Los valores obtenidos plasma que las familias **ARECACEAE** y **EUPHORBIACEAE** tienen mayor número de individuos dentro de la parcela y comprende mayor fuste al igual que mayor altura, por lo que solo las dos familias reciben mayor cantidad de luz solar que las demás, influyendo a que están se encuentren con mayor facilidad.

10.4 Índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia se describirá según la interpretación realizado por Zhofre (2013) que manifiesta que cuando los valores sean inferiores a 0-33% serán considerados poco importantes, valores que estén entre los 34-75% se considerará importante y aquellos valores que estén dentro de los 76-100% se establecerá como muy importante ecológicamente.

Figura 5.

Índice de Valor de Importancia por Familia



Elaborado por: Mañay A., 2022

Los resultados obtenidos en la figura 5, mediante el cálculo matemático realizado se obtuvo un total de 77 especies, donde solo de 71 especies se encontró la familia según la clasificación taxonómica realizada; por lo que existe 9 familias identificadas, donde las familias consideradas importantes son la **ARECACEAE** con 49,44% y la familia **EUPHORBIACEAE** con 38,37%, donde las familias consideradas poco importantes son: **LAUREACE** con 26,96%, **FABACEAE** con 16,78%, **MORACEAE** con 16,41%, **MYRTACEAE** con 12,65%, **SALICACEAE** con 10,55%, **MELASTOMATACEAE** con 7,92% y la familia **RUBIACEAE** con 2,47%.

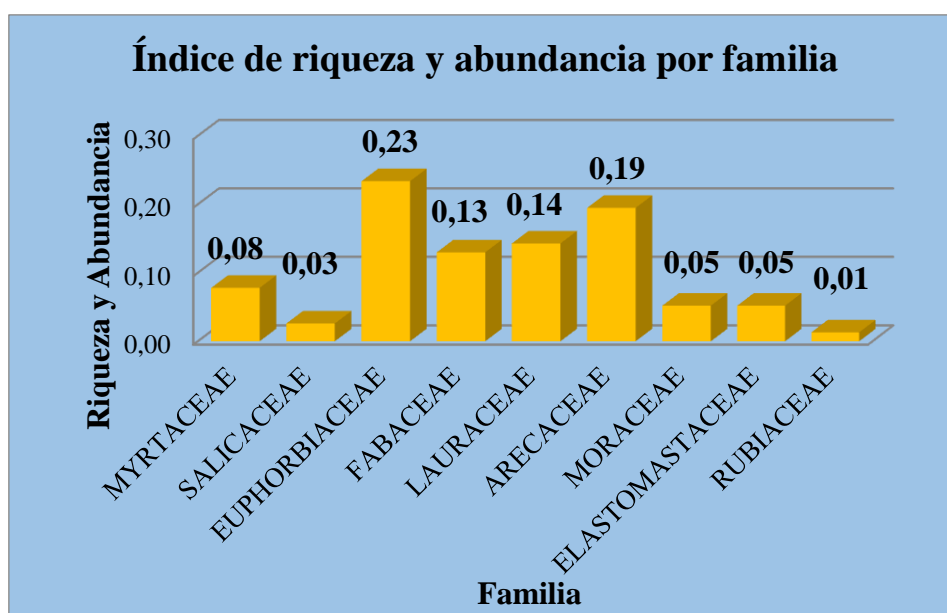
Este cálculo realizado permitió conocer las familias representativas del bosque y de igual manera las especies que tienen poca importancia a quienes se le denomina acompañantes.

10.5 Índice de Riqueza y Abundancia

Para el cálculo respectivo se basó según lo que manifiesta Mostacedo & Fredericksen, (2000), donde utiliza el número de individuos de cada familia y ese valor lo divide para el número total de individuos registrado en la libreta de campo, para la interpretación de los resultados se tomó en consideración los siguientes valores planteados por el mismo autor, donde si el resultado está en el rango de 0-1 significa tiene diferentes especies en el área de estudio y si el resultado es 0,5 significa que tiene una alta diversidad.

Figura 6.

Índice de riqueza y abundancia por familia



Elaborado por: Mañay A., 2022

Según la figura 6 se puede apreciar que, de las 9 familias identificadas de las 71 especies, la familia **EUPHORBIACEAE** con 0,23 tiene el índice de riqueza y abundancia más alto, el valor medio de riqueza y abundancia tiene la familia **LAURACEAE** con 0,14 por tanto la familia que posee menos es la **RUBIACEAE** con 0,01.

Estos valores obtenidos plasma de que si existe en el área de estudio árboles de especies diferentes ya que los valores están dentro del rango de 0-1: sin embargo, no posee alta diversidad esto según los valores planteados por el autor mencionado.

10.6 Índice de Simpson

Para el cálculo del índice de Simpson se necesitó tener el número total de cada familia y el número total existente en la parcela para realizar el cálculo de P_i . Este valor obtenido se lo eleva al cuadrado para tener un valor que será sumado.

Tabla 12.

Índice de Simpson

Familia	N° de Individuos	Pi(n/N)	Pi 2
ARECACEAE	15,00	0,195	0,038.
EUPHORBIACEAE	18,00	0,234	0,055.
FABACEAE	10,00	0,130	0,017.
LAURACEA	11,00	0,143	0,020.
MELASTOMATACEAE	4,00	0,052	0,003.
MORACEAE	4,00	0,052	0,003.
RUBIACEAE	1,00	0,013	0,000.
SALICACEAE	2,00	0,026	0,001.
MYRTACEAE	6,00	0,078	0,006.
S/N	6,00	0,078	0,006.
Total	77,00	D	0,15
		1-D	0,85

Nota. Tabla de los cálculos realizados para el índice de Simpson, donde nos indica la dominancia y la diversidad.
Elaborado por: Mañay A., 2022

En la tabla 12, el resultado final obtenido de los cálculos realizados de los valores de cada familia presenta una diversidad alta ya que tiene 0,85 y baja dominancia con 0,15. Las familias **EUPHORBIACEAE** y **ARECACEAE** son las que presentan mayor número de individuos dentro de la parcela, pero sin embargo no refleja dominancia alguna. En cuanto a diversidad se evidencia que en el área de estudio existe formación vegetal muy diversa.

10.7 Importancia Ambiental

Las plantas de la familia **FABACEAE**, son un grupo grande que se encuentran distribuidos en diferentes ecosistemas alrededor del mundo. La característica que las distingue a las leguminosas es porque poseen raíces con nódulos que pueden hospedar a bacterias, consiguiendo aireación del suelo e incrementando su fertilidad. Estas especies son capaces de adaptarse a sitios con elementos altamente tóxicos debido a que fueron las primeras colonizadoras de suelos pobres y degradados. Algunas leguminosas como *Sesbania*

drummondii son capaces de acumular concentraciones altas de plomo (Pb) (Noguez et al., 2017).

En el estudio realizado por Fernández (2019) algunas especies de las familias **EUPHORBIACEAE Y RUBIACEAE** pueden llegar a acumular un 50% de cadmio presente en el suelo mediante sus raíces, dejando así un suelo muy saludable para sembrarlos. La familia **MORACEAE, ARECACEAE, EUPHORBIACEAE** son buenas para la captación de Carbono esto según el estudio realizado por García et al. (2020).

Según el estudio realizado por Bustos (2021) menciona que las familias hiperacumuladoras son la **EUPHORBIACEAE, SALICACEAE, FABACEAE, RUBIACEA, ARECACEAE** capaces de acumular metales pesados como: níquel (Ni), plomo (Pb), cobre (Cu), selenio (Se), arsénico (As) y cadmio (Cd).

10.8 Objetivo 2: Descripción Morfológica del Grano de Polen

La colección de flores se llevó a cabo el 9 de enero de 2022, por el sendero hasta llegar al sitio donde se trazó la parcela, pero sin embargo se logró coleccionar 2 muestras ya que no se encontraban en estado de floración, pero con el objetivo de obtener resultados se procedió a coleccionar más muestras en el carretero donde se consideró la altura que va desde 300msnm hasta los 1400msnm correspondientes al piso altitudinal. Donde finalmente se logró coleccionar 4 muestras de flores que contenían una cantidad de polen considerable para el respectivo estudio.

La preparación del polen se lo realizó en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para luego finalmente trasladarlos en tubos Eppendorf el día 3 de febrero del 2022 a la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay para el respectivo análisis de forma, tamaño y apertura del polen. La identificación taxonómica de la flor se lo realizó con la ayuda de la aplicación PlantNet que es muy útil para encontrar el Nombre Común, Familia, Género, y la página de plansystematics. De las muestras de flores recolectadas en campo se logró identificar 3 familias diferentes como son: **BIGNONIACEAE, BROMELIACEAE y MALVACEAE**

El acta de liquidación por el servicio prestado y el acta de recepción de los resultados de las muestras analizadas en el laboratorio de SEM de la Escuela de Ciencias de la Tierra, Energía y Ambiente de la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay,

son documentos que indican la veracidad de los datos plasmados en la investigación. Cabe mencionar que se analizaron un total de 10 muestras; sin embargo, las muestras que corresponden a este proyecto de investigación son: M1, M2, M3, M4.

10.8.1 M1: Familia *BIGNONIACEAE*

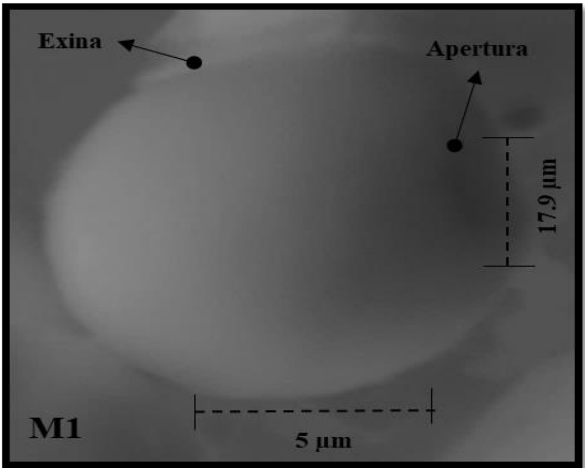
Para la descripción morfológica del grano de polen en cuanto al tamaño y la forma se consideró los valores de la tabla establecida por Erdtman (1962) y para la apertura se consideró lo establecido por Sojearto & Fonnegra, (2008) donde describe de forma general su clasificación.

Tabla 13.

Descripción Morfológica de la Familia BIGNONIACEAE

Morfología del polen	
Familia	BIGNONIACEAE
Tamaño	Pequeño (Según su eje polar que es de mayor longitud con 17.9 μm).
Forma	Perprolado (Con relación al eje P/E que es 3.58).
Apertura	Monoporado (Tiene una sola abertura y una forma esferoidal).

M1: Visualización de 15000x



Elaborado por: Mañay A., 2022

De acuerdo con los resultados obtenidos en tabla 13 se observa que la muestra M1 de la familia **BIGNONIACEAE** presenta granos de polen aglomerados, sin embargo esto no afecta en su estructura morfológica, el grano de polen presenta un tamaño pequeño esto según el eje polar que presenta mayor longitud con 17,9 μm , presentando una forma Perprolado con relación al eje P/E con un valor de 3,58 y en cuanto a su apertura es Monoporado ya que presenta una sola abertura, con texturas escábridas en la superficie.

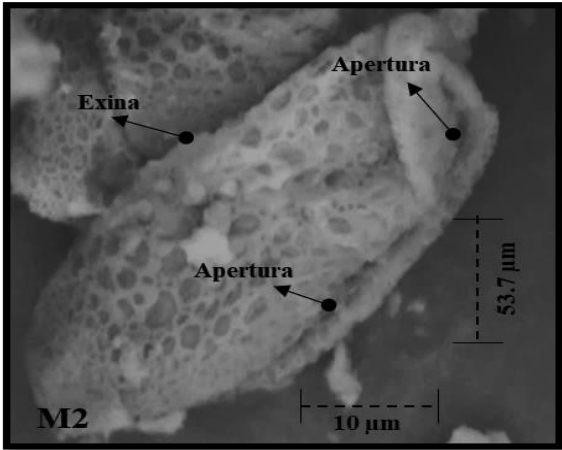
Son arbustos que pueden alcanzar alturas de 2-3 m, sus flores van desde un color naranja a naranja rojo entre otros, sus principales polinizadores son las mariposas, insectos y colibríes.

10.8.2 M2: Familia BROMELIACEAE

Para la descripción morfológica del grano de polen en cuanto al tamaño y la forma se consideró los valores de la tabla establecida por Erdtman (1962) y para la apertura se consideró lo establecido por Sojearto & Fonnegra, (2008) donde describe de forma general su clasificación. En la extracción del polen de las anteras para la fase de laboratorio se logró ver a simple vista que tenía un color medio tomate amarillento que mientras se realizaba el proceso fue cambiando hasta tener un color amarillo transparente esto debido a la reacción con el hidróxido de potasio (KOH) al 10%. La muestra M2 según la tabla 14 presenta varias impurezas, pero esto no afecta a su morfología para la descripción del tamaño, forma y apertura.

Tabla 14.

Descripción Morfológica de la Familia BROMELIACEAE

Morfología del polen		
Familia	BROMELIACEAE	M2: Visualización de 5000x
Tamaño	Grande (Según su eje polar que es de mayor longitud con 53,7 μm).	
Forma	Perprolado (Con relación al eje P/E que es 5, 37)	
Apertura	Bicolpado (Tiene 2 aberturas y una forma elipsoidal).	

Elaborado por: Mañay A., 2022

De acuerdo con los resultados obtenidos en tabla se observa que la muestra M2 de la Familia **BROMELIACEAE** del género *Guzmania*, presenta un tamaño grande según su eje polar que presenta mayor longitud con 53,7 μm , con forma Perprolado de acuerdo a la relación del eje P/E con un valor de 5,37, pero a simple vista se observa una forma elipsoidal y una apertura Bicolpado con 2 aperturas. Es una planta de flores que alcanza hasta los 2-3 m de altura, sus inflorescencias están densamente cubiertas de flores. Sus principales

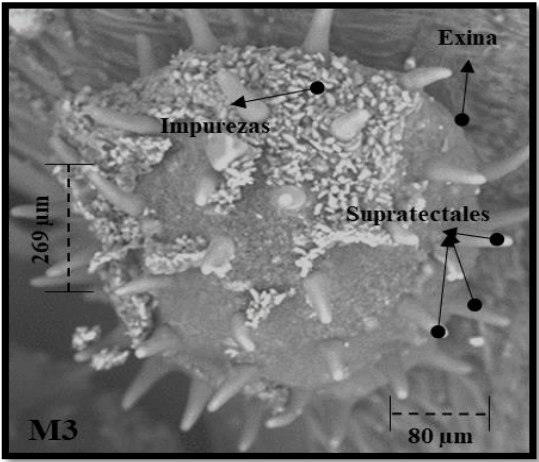
polinizadores son las aves, colibríes e insectos, además son considerados alimento para los osos de anteojos.

10.8.3 M3: Familia MALVACEAE

Para la descripción morfológica del grano de polen en cuanto al tamaño y la forma se consideró los valores de la tabla establecida por Erdtman (1962) y para la apertura se consideró lo establecido por Sojearto & Fonnegra, (2008) donde describe de forma general su clasificación. En la extracción de polen se observó que esta tenía un color dorado muy intenso, pero al reaccionar con hidróxido de potasio (KOH) al 10% este cambio aun color anaranjado. La muestra M3 presento impurezas de restos vegetales al momento del análisis, sin embargo, no afecto su estructura morfológica.

Tabla 15.

Descripción morfológica de la familia MALVACEAE

Morfología del polen		
Familia	MALVACEAE	M3: Visualización de 1000x
Tamaño	Grande (Según su eje polar que es de mayor longitud con 269 μm).	
Forma	Perprolado (Con relación al eje P/E que es 3,4).	
Apertura	Sulco (Presenta supracteales en forma de báculo, donde superficialmente tiene una apariencia escábrida y una forma esferoidal).	

Elaborado por: Mañay A., 2022

Según los resultados obtenidos en la tabla 15 el grano de polen de la familia **MALVACEAE** presenta un tamaño grande de acuerdo a su eje polar de mayor longitud con 269 μm , su forma es Perprolado con relación al eje P/E con 3,4 pero a simple vista se observa un tamaño esferoidal y una apertura de sulco debido a que presenta supracteales en forma de báculo con apariencia escábrida.

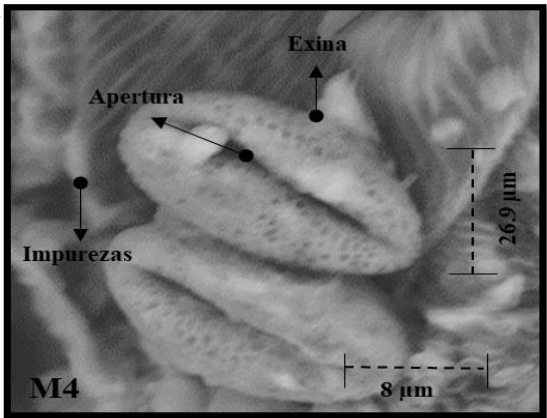
Es una planta arbustiva con flores de color rosa, rojo, amarillo, su estado de floración dura desde el verano hasta el otoño, prefieren suelos ricos y que sean bien drenados. Sus principales polinizadores son las abejas, mariposas, insectos, abejorros, escarabajos y chinches de campo.

10.8.4 M4: Familia MALVACEAE

Para la descripción morfológica del grano de polen en cuanto al tamaño y la forma se consideró los valores de la tabla establecida por Erdtman (1962) y para la apertura se consideró lo establecido por Sojearto & Fonnegra, (2008) donde describe de forma general su clasificación. Cuando se realizó la extracción de polen de la muestra se observó que tenía un color amarillo, mismas que se encontraba en pocas cantidades por lo que se introdujo toda la muestra en el tubo ensayo, donde al reaccionar con el hidróxido de potasio (KOH) al 10% esta obtuvo un color rojo pálido.

Tabla 16.

Descripción morfológica de la familia MALVACEAE

Morfología del polen		
Familia	MALVACEAE	M4: Visualización de 10000x
Tamaño	Mediano (Según su eje polar que es de mayor longitud con 26,9 μm).	
Forma	Perprolado (Con relación al eje P/E que es 3,36).	
Apertura	Monoporado (Tiene una sola abertura y una forma elipsoidal).	

Elaborado por: Mañay A., 2022

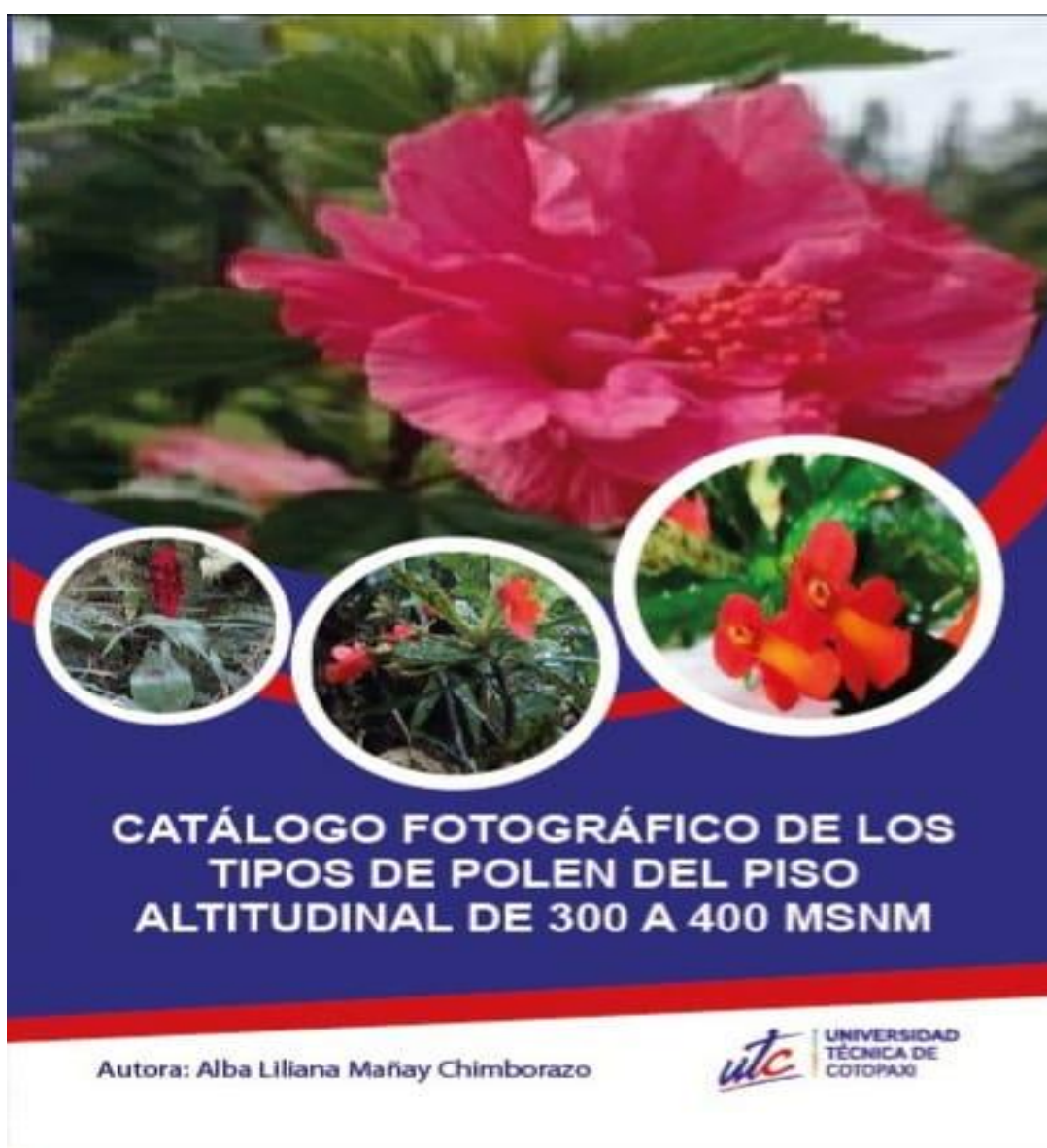
El grano de polen de la muestra M4 se identificó sobre una matriz fibrosa producto del material vegetal traspasado al momento que se tamizo, con varias impurezas presentes, sin embargo, no afecto en su estructura morfológica. La familia **MALVACEAE** del género *Tilia* presenta un tamaño mediano según el eje polar de mayor longitud con 26,9 μm , con una forma Perprolado esto en relación al eje P/E con 3,36, pero a simple vista se observa una

forma elipsoidal y una apertura monoporado ya que tiene una sola abertura. Son árboles que pueden alcanzar los 4 m de altura, donde su principal polinizador es la abeja.

10.9 Objetivo 3: Catálogo Fotográfico de los Tipos de Polen

Para obtener el catálogo se recopiló la información previamente obtenida en el objetivo dos. El modelo de plantilla utilizada es según Briceño (2018) donde se ubicó las fotografías tanto de la flor como del polen, tiene un membretado con los siguientes atributos: Número, Familia, Género y Nombre común. También se elaboró una portada para el catálogo de la diversidad polínica con una fotografía emblemática. El Catálogo tiene información adicional como introducción e historia del lugar.

10.9.1 Portada del Catálogo



INTRODUCCIÓN

Como lo menciona Carreño (2018) el polen nos permite conocer de manera indirecta o directa las características de la vegetación del bosque, por otro lado, con el polen sería posible realizar una reconstrucción de las especies extintas y con ello también aportar a que se reduzca el cambio climático.

El presente documento es el resultado de la recolección de las flores en estado de floración del sendero hasta llegar al sitio de estudio y considerando también la recolección en el carretero dentro del piso altitudinal de 300 a 1400 msnm en el Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera de los Andes en el cantón La Mana en la Comunidad de Malki en el sector de la hacienda Machay.

El Catálogo según Bárcenas (2019) contiene los siguientes atributos como el número, familia, género y el nombre Común, al igual se relato una breve historia sobre el lugar donde se realizó el estudio; también contiene información sobre la morfología del polen cada uno con su respectiva fotografía de la flor y del polen, agregando también su taxonomía e información que se consideró relevante para una mejor comprensión de las personas gubernamentales y estudiantes.

HISTORIA DE MALKI-MACHAY



Elaborado por: Mañay A., 2022


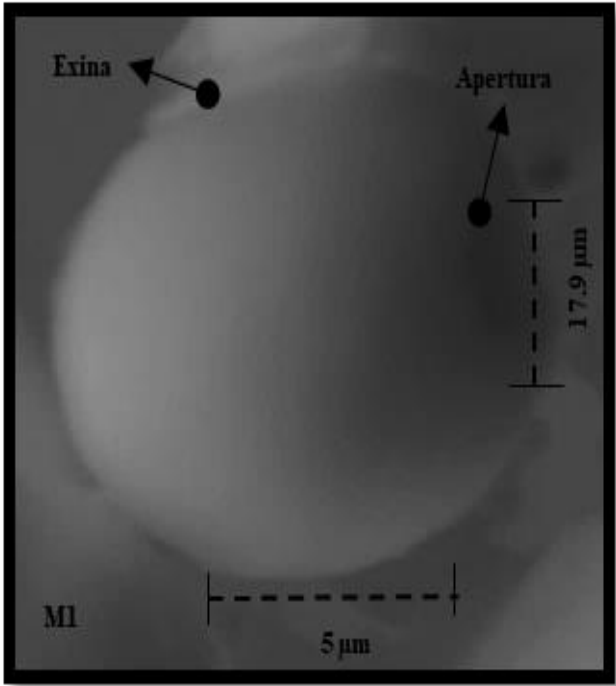
Según la información extraída de la página (Proyecto Arqueológico Malki-Machay, s.f.), las investigaciones de Malki- Machay fue descubierto en dos etapas, en el año 2004 se descubre Malki y en el año 2010 se descubre Machay por la investigadora Tamara Estupiñán, quien se encontraba ya en búsqueda de estos nombres que estaban descritos en el testamento del hijo de Atahualpa. Finalmente encontró las dos haciendas que tenían diferentes propietarios, posterior se informa del hallazgo a las autoridades y los declaran sitios arqueológicos.

Luego de investigaciones de Estupiñán (2011) en archivos y bibliotecas encuentra que las palabras juntas “Malki” y “Machay” significarán lugar de descanso de la momia del progenitor de Allu quién era Atahualpa. Malki- Machay es una maravilla que se hallaba escondida en los Andes de Cotopaxi.

Cabe mencionar que la Hacienda Machay adquirida por los bisabuelos de Francisco Moncayo cerca del año 1908, en ese entonces no se conocía la importancia de esta tierra, lo cual era más bien considerada como una hacienda agropecuaria. Don Francisco Moncayo Naranjo es el actual guardián de este lugar considerado patrimonio cultural del Ecuador. A través de mingas con el apoyo de la comunidad procuran cuidar y preservar el sitio arqueológico. En mingas realizadas en el año 2020 y 2021 se han encontrado lugares que indicaría que allí pudieron estar la etnia Panzaleo, Yumbos e Inca.

LA FAMILIA BIGNONIACEAE


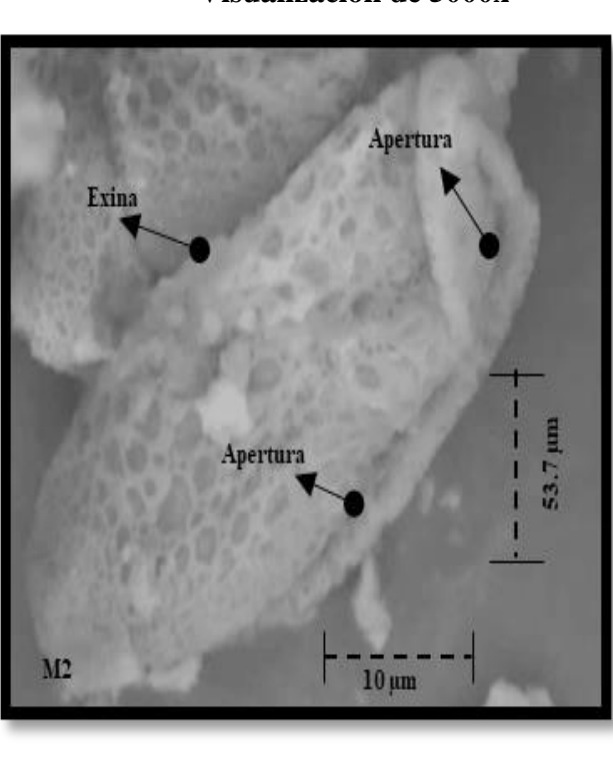
El género *Tecoma* son arbustos que pueden alcanzar alturas de 2-3 m, sus flores van desde un color naranja a naranja rojo entre otros, sus principales polinizadores son las mariposas, insectos y colibríes.

<p align="center">Datos del espécimen</p>	
<p>Nombre común: S/N</p>	
<p>Familia: BIGNONIACEAE</p>	
<p>Género: <i>Tecoma</i></p>	
<p>N° Colección: 1</p>	
<p>Fecha Colecta: 09/01/2022</p>	<p align="center">Visualización de 15000x</p>
<p>Colector: Alba Mañay</p>	
<p>Tipo de preparación: Hidróxido de Potasio(KOH) al 10%</p>	
<p align="center">Morfología del polen</p>	
<p>Tamaño: Pequeño (Según su eje polar que es de mayor longitud con 17.9 μm).</p>	
<p>Forma: Perprolado (Con relación al eje P/E que es 3.58).</p>	
<p>Apertura: Monoporado (Tiene una sola abertura y una forma esferoidal).</p>	

Elaborado por: Mañay A., 2022

LA FAMILIA BROMELIACEAE

Es una planta de flores que alcanza hasta los 2-3 m de altura, sus inflorescencias están densamente cubiertas de flores. Sus principales polinizadores son las aves, colibríes e insectos, además son considerados alimento para los osos de anteojos.

<p>Datos del espécimen</p>	
<p>Nombre común: Huicundo</p>	
<p>Familia: BROMELIACEAE</p>	
<p>Género: <i>Guzmania sp</i></p>	
<p>N° Colección: 1</p>	
<p>Fecha Colecta: 09/01/2022</p>	<p>Visualización de 5000x</p>
<p>Colector: Alba Mañay</p>	
<p>Tipo de preparación: Hidróxido de Potasio(KOH) al 10%</p>	
<p>Morfología del polen</p>	
<p>Tamaño: Grande (Según su eje polar que es de mayor longitud con 53.7 μm).</p>	
<p>Forma: Perprolado (Con relación al eje P/E que es 5.37)</p>	
<p>Apertura: Bicolpado (Tiene 2 aberturas y una forma elipsoidal).</p>	

Elaborado por: Mañay A., 2022

LA FAMILIA MALVACEAE


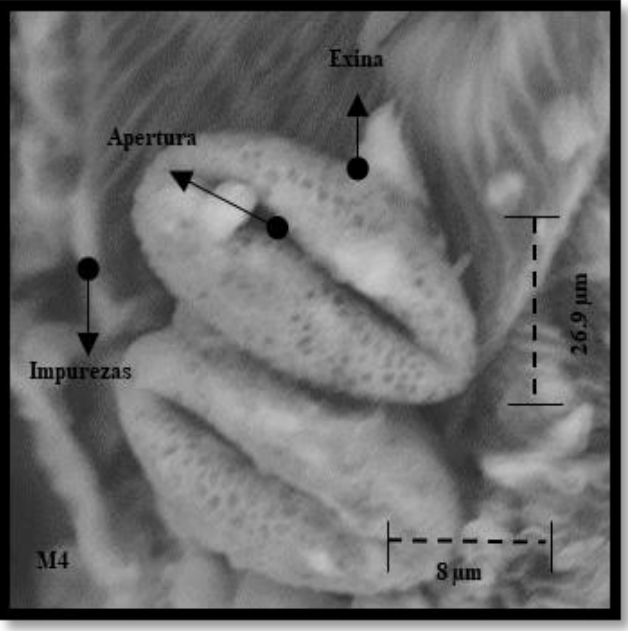
Es una planta arbustiva con flores de color rosa, rojo, amarillo, su estado de floración dura desde el verano hasta el otoño, prefieren suelos ricos y que sean bien drenados. Sus principales polinizadores son las abejas, mariposas, insectos, abejorros, escarabajos y chinches de campo.

Datos del espécimen	
Nombre común: Malva rosa	
Familia: MALVACEAE	
Género: <i>Hibiscus</i>	
Nº Colección: 1	
Fecha Colecta: 09/01/2022	
Colector: Alba Mañay	
Tipo de preparación: Hidróxido de Potasio(KOH) al 10%	Visualización de 1000x
Morfología del polen	
Tamaño: Grande (Según su eje polar que es de mayor longitud con 269 µm).	
Forma: Perprolado (Con relación al eje P/E que es 3.4).	
Apertura: Sulco (Presenta supracteales en forma de báculo y una forma esferoidal).	

Elaborado por: Mañay A., 2022

LA FAMILIA MALVACEAE

Son árboles que pueden alcanzar los 4 m de altura, donde su principal polinizador es la abeja. Las flores de este árbol son muy aromáticas, en forma de pequeños racimos amarillos con una bráctea alargada. Estas son conocidas por sus propiedades curativas para combatir catarros, u otras afecciones. También se usan como tranquilizantes o somníferos, preparados en forma de una infusión o té llamada tila.

<p>Datos del espécimen</p>	
<p>Nombre común: Tilo</p>	
<p>Familia: MALVACEAE</p>	
<p>Género: <i>Tilia</i></p>	
<p>Nº Colección: 1</p>	
<p>Fecha Colecta: 09/01/2022</p>	<p>Visualización de 10000x</p>
<p>Colector: Alba Mañay</p>	
<p>Tipo de preparación: Hidróxido de Potasio(KOH) al 10%</p>	
<p>Morfología del polen</p>	
<p>Tamaño: Mediano (Según su eje polar que es de mayor longitud con 26,9 µm).</p>	
<p>Forma: Perprolado (Con relación al eje P/E que es 3.36).</p>	
<p>Apertura: Monoporado (Tiene una sola abertura y una forma elipsoidal).</p>	

Elaborado por: Mañay A., 2022

11. RESPUESTA A LA PREGUNTA CIENTÍFICA

¿La identificación de especies arbóreas y arbustivas permitirán conocer la diversidad polínica del Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera de los Andes en el cantón La Maná en la hacienda Machay?

Si, ya que mediante el listado florístico se determinó que existe 28 especímenes diferentes dentro del área e estudio, mismas que están dentro de las 9 familias encontradas a nivel taxonómico. Según los cálculos realizados, presenta una flora muy diversa, donde cada una presenta características para uso maderable, alimento de algunos animales e incluso para mejorar la fertilidad del suelo. Las especies arbustivas encontradas también brindan el néctar que sirve de alimento para algunos pájaros, colibríes, abejas, mariposas, insectos, abejorros, escarabajos mismos que son los principales polinizadores presentes. Se considera que las especies encontradas en el área de estudio pueden presentar varias formas de grano de polen con diferentes tamaños y aperturas debido a la variedad de flora existente.

12. IMPACTOS SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS

12.1 Sociales

Mediante el reconocimiento del área de estudio se evidenció que en la parte baja existe un lugar con arquitectura antigua, misma que tiene una historia según la información dada de los dueños del lugar. Agregando también que en este sitio ya se está generando un bien económico social cultural por las visitas de varios turistas quienes vienen a realizar recorridos por el sitio El estudio realizado es un complemento para generar un interés cultural y ambiental, enfocado a generar empleo para las personas del lugar quienes aporten como guías.

12.2 Ambientales

Mediante la visita *in situ* al sitio de estudio se logró identificar que existe un impacto ambiental, esto debido a las diferentes actividades antrópicas como: la deforestación, la agricultura y pastoreo. Mediante la respectiva identificación de las especies encontradas en el área de estudio y la clasificación morfológica, permite que el proyecto aporte a la conservación, preservación, determinando el valor de uso de cada una de las familias ya sea para vivienda, alimentación de fauna silvestre, almacenar carbono, protección de fuentes hídricas, regulación del clima, capaces de absorber materiales pesados mejorando la fertilidad del suelo y polinización.

13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 17.

Presupuesto para la propuesta del proyecto

PRESUPUESTO UTILIZADO PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO			
RECURSOS EMPLEADOS	CANTIDAD	V.UNITARIO	V.TOTAL
Equipos electrónicos:			
Computadora	1	\$600,00	\$600,00
Cámara digital	1	\$160,00	\$160,00
GPS	5días	\$12,00	\$60,00
Materiales y suministros			
Libreta de campo	1	\$0,75	\$0,75
Lápiz HB	1	\$0,65	\$0,65
Podadora Manual	1	\$10,00	\$10,00
Podadora Aérea	1	\$40,00	\$40,00
Machete	1	\$6,00	\$6,00
Pilas	1	\$2,50	\$2,50
Piolas	2	\$1,00	\$2,00
Periódicos	6 libras	\$0,50	\$3,00
Spray de color	3	\$2,10	\$6,30
Cinta de marcaje	1	\$4,50	\$4,50
Alcohol industrial	1 litro	\$2,50	\$2,50
Hidróxido de potasio al 10% y benceno	50 ml	\$37,00	\$37,00
Fundas quintaleras	5	\$0,75	\$3,75
Fundas negras de basura	1 paquete	\$1,50	\$1,50
Fundas ziploc (pequeñas y grandes)	2 paquete	\$2,50	\$5,00
Marcador indeleble (zarpee)	1	\$2,50	\$2,50
Gastos personales y operacionales			
Botas	1 par	\$7,00	\$7,00
Repelente	1	\$2,75	\$2,75
Transporte	13 días	\$12,00	\$156,00
Hospedaje	9 días	\$12,00	\$108,00
Alimentación	9 días	\$8,00	\$72,00
Gasto en guía	4días	\$20,00	\$80,00
Gastos externos			
Uso de laboratorio de "YACHAY"	1 hora	\$45,00	\$45,00
Total			\$1418.7

Elaborado por: Alba Mañay., 2022

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 Conclusiones

- ✚ Se concluye que dentro de la parcela existe pocos individuos de la familia **MORACEAE** y **FABACEAE**, que sin duda genera una preocupación debido a que los frutos de estas dos familias brindan alimento para avifauna, monos, guanta, guatusa y ardillas. Con su total desaparición de estas familias provocara la desaparición y migración de estos animales.

- ✚ El método de hidróxido de potasio (KOH) al 10%, si fue eficaz para el tratamiento de granos de polen de tamaños grandes sin embargo no es adecuado para los granos de tamaños medianos y pequeños ya que a su alrededor se encontró varias impurezas y deformaciones del grano, esto por ser demasiado agresivo. Se logró identificar formas esferoidales y elipsoidales, de tamaños pequeños, medianos y grandes.

- ✚ Con la información generada en el objetivo 2, se logró estructurar el catálogo fotográfico de una parte del Bosque Siempre Verde Piemontano de la Cordillera de los Andes de la comunidad de Malki, del sector la hacienda Machay.

14.2 Recomendaciones

- ✚ Se debe trazar varias parcelas en la zona de estudio para realizar constantes monitoreos para conocer el estado actual del bosque, y consigo obtener datos para buscar alternativas para el buen manejo y conservación del ecosistema e impulsar a restaurar los ecosistemas de especies del lugar.

- ✚ Se recomienda revisar metodologías para el análisis morfológico del polen para cada familia, es recomendable tomar en cuenta el Método de Acetólisis, con el propósito de que su preparación sea la adecuada, para obtener imágenes claras y precisas sin ningún resto vegetal o granos de polen distorsionados al momento de observar en el microscopio electrónico de barrido.

- ✚ Para estructurar el catálogo, se debe considerar más atributos como el nombre científico, especie e igual tener imágenes completas del individuo registrado, ubicar un mapa de ubicación realizado en Arcgis.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, B. (2021). *Ecología verde*. Recuperado el 27 de noviembre de 2021, de <https://www.ecologiaverde.com/reproduccion-de-las-plantas-2325.html>.
- Alcaraz Ariza, F. J. (2013). *El método fitosociológico*. Universidad de Murcia, Geobotánica, España.
- Bárcenas, P. M. (2019). *UNIVERSIDAD UTE*. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20891/1/72761_1.pdf.
- Barrientos, M. E. (2006). *Atlas palinológico de las especies más abundantes de la sucesión vegetal en la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMAL FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA , Guatemala.
- Bogotá, G. (2002). *ESTUDIO PALINOLÓGICO DE CARDAMINE L., NASTURTIUM R. BR. Y RORIPPA SCOP. (ARABIDEAE, BRASSICACEAE) EN COLOMBIA*. COLOMBIA.
- Briceño, C. (2018). *IDENTIFICACIÓN DE FLORA MELIFERA CON POTENCIA ORNAMENTAL Y MEDICINAL EN YUCATÁN*. MÉRIDA.
- Bustos Contreras, Y. A. (2021). *USO DE PLANTAS HIPERACUMULADORAS EN MINERÍA: CONCEPTOS Y APLICACIONES*. Colombia.
- Cañada. (2013). *¿Qué es la palinología?* Obtenido de *¿Qué es la palinología?:* <http://www.geohistoarteducativa.es/que-es-la-palinologia/41/>
- Carranza-Quiceno, J., & Estévez-Varón, J. (2008). *ECOLOGÍA DE LA POLINIZACIÓN DE BROMELIACEAE EN EL DOSEL DE LOS BOSQUES NEOTROPICALES DE MONTAÑA*.
- Carreño Acuña, P. (2018). *El polen que permite conocer el pasado*. Recuperado el 29 de enero de 2022, de *El polen que permite conocer el pasado:* <http://www.cienciamx.com/index.php/ciencia>
- Ciciarelli, M., Passarelli, L., & Roller, C. (2010). Morfología del polen en especies de *Canna* (Cannaceae) y su implicancia sistemática. *Biología Tropical*, 58 n.1.

- Chuncho G. et al. (2019). La flor - Estructura de la flor y tipos de floriscencia. En *ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA VEGETAL* (págs. 101- 105). Loja - Ecuador: EDILOJA Cia. Ltda. Obtenido de <https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ANATOMI%CC%81A%20Y%20MORFOLOGI%CC%81A%20VEGETAL.pdf>
- Definiciones XYZ. (2021). *Morfología Vegetal* . Obtenido de Morfología Vegetal : <https://definicion.xyz/morfologia-vegetal/>
- Díaz, A. S. (2020). *El método fitosociológico*. Recuperado el 9 de febrero de 2022, de Biogeografía: <https://biogeografia.net/fitosocio06.html>
- Donadio, O. (1985). Inventario biológico: un proyecto ambicioso pero muy necesario. *Boletín de la Asociación Herpetológica Argentina; vol. 2, no. 1-3*. Obtenido de Inventario biológico: un proyecto ambicioso pero muy necesario.
- Erdtman, G. (1962). *Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms (Brill Archive (ed.))*.
- Estupiñán Viteri, T. (2011). Malqui-Machay: cronología del descubrimiento, validación científica, empoderamiento. *Los Sigchos, el último refugio de los incas quiteños, 40(3)*, 593-597. Lima: Bulletin de l'Institut français d'études andine. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/126/12622729006.pdf>
- Fernández Escobar, A. T. (2019). IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES VEGETALES NATIVAS ACUMULADORAS CADMIO EN EL CASERÍO DE PICURUYACU ALTO, DISTRITO DE TILLO GRANDE, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO, DEPARTAMENTODE HUÁNUCO. DEPARTAMENTO.
- Ferro-Díaz, J. (2015). Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *ECOVIDA*, 5(1).
- Filipsnack. (2016). Obtenido de <https://www.flipsnack.com/es/features/>
- Fredericksen, T., & Mostacedo, B. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Bolivia: Santa Cruz.
- García Quintana, Y., Arteaga Crespo, Y., Torres Navarrete, B., Bravo Medina, C., & Robles Morillo, M. (2020). Biomasa aérea de familias botánicas en un bosque siempreverde

- piemontano sometido a grados de intervención. *Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal*. Pastaza, Ecuador.
- Gianna C. Flórez. (2018). *Métodos de Estudio: Fenología de Plantas*. Obtenido de Métodos de Estudio: Fenología de Plantas: <https://www.asoprimatologicacolombiana.org/notas-redprim/metodos-de-estudio-fenologia-de-plantas>
- Gonzalez, A. M. (2013). *Botánica Morfológica*. Recuperado el 27 de noviembre de 2021, de http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema5/5_2inflor.htm
- Huaranca Acostupa, R. J. (2010). *LA FLOR, INFLORESCENCIA Y FRUTO*. Iquitos-Perú.
- InfoAgro. (2017). *nfoAgro*. Recuperado el 30 de enero de 2020, de nfoAgro: <https://mexico.infoagro.com/la-fenologia-en-la-agricultura/>
- J. Belmonte & J.M. Roure. (s.f.). Los póloles y las esporas. *Punto de Información Aerobiológica (PIA)*, 1. Obtenido de <https://lap.uab.cat/aerobiologia/es/pollen>
- Jaramillo, P., & Trigo, M. (2011). *Guía rápida de Polen de Islas Galápagos*. Islas Galápagos .
- Jiménez, L., Gusmán, J., Capa-Mora, D., Mezquida, E., Benito, M., & Rubio, A. (2017). *Riqueza y diversidad vegetal en un bosque siempreverde piemontano en los Andes del sur del Ecuador*. Zamora Chinchipe.
- Laserna Ramos, I. (1981). *ESTUDIO MORFOLÓGICO DEL POLEN EN EL GENERO*. Departamento de Botánica, Facultad de Biología, Universidad de La Laguna, Madrid.
- Libro Rojo. (s.f.). *Libro Rojo*. Recuperado el 30 de enero de 2022, de Libro Rojo: <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/home>
- Lopez, A. M. (2016). *Catalogo Botanico*. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/9562/1/ANDREA%20MABEL%20SALGUERO%20L%C3%93PEZ.pdf>
- Lot & Chiang. (1986). . Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. *issuu*, 10, 11. Obtenido de https://issuu.com/jpintoz/docs/1986_lot-chiang_manualherbario_cnmf

- Lozano García, M. S., Tonello, M. S., & Stutz, S. M. (2017). *Plaeobioindicadores lacustres neotropicales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mambrín, M., Avanza, M., & Ferrucci, M. (2010). ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y MORFOMÉTRICO DEL POLEN DE CORCHORUS, HELIOCARPUS, LUEHEA, MOLLIA Y TRIUMFETTA (MALVACEAE, GREWIOIDEAE) EN LA REGIÓN AUSTRAL DE AMÉRICA DEL SUR. *Instituto de Botánica Darwinion*, vol. 48, núm. 1,.
- Matteucci, D & Colma A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. *Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos*, 52, 58. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/44553298_Metodologia_para_el_estudio_de_la_vegetacion_por_Silvia_D_Matteucci_y_Aida_Colma/link/553a55fd0cf245bdd763f4ab/download
- Meléndez Ramírez, V. (2006). *Valor económico de la biodiversidad*. Obtenido de Gestion de los Recursos Naturales: <https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap9/01%20Valor%20economico%20de%20la%20biodiversidad.pdf>
- Mercedes Arbo. (2016). *Morfología de Plantas Vasculares, Anatomía Floral*. Facultad de Ciencias Agrarias . Argentina: Universida Nacional del Nordeste. Obtenido de Anatomía Floral: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema22/tema22-9polen.htm>
- Merle Farinos, H., & Ferriol Molina, M. (2018). *El Inventario Fitosociológico*. Valencia.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Moncayo Naranjo, F. (2021). *Investigaciones de Malki-Machay*. La Maná, Cotopaxi, Ecuador.
- Mostacedo B. & Fredericksen T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. *Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR* . Obtenido de <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Mungsan, N. (2018). *ORIGEN Y DIVERSIDAD DE POLEN APÍCOLA*. TRABAJO FIN DE GRAD, Madrid.

- Noguez, I., Carrillo-González, R., López-Sánchez, A., & González-Chávez, M. (2017). USE OF LEGUMES (FABACEAE) FOR PHYTOREMEDIATION. *USO DE LEGUMINOSAS (FABACEAE) EN FITORREMEDIACIÓN*, 10(4), 57-62. México, Colegio de Postgraduados: Agroproductividad.
- Orbe, J. (2021). *Palinología de arvenses presentes en el cultivo de maíz (Zea mays L.) del Campo Académico Docente Experimental "La Tola", Tumbaco – Pichincha*. Quito.
- Patil, G., & Taillie, C. (1982). Diversity as a concept and its measurement. *Journal of the American Statistical Association*, 77, 548-567.
- Pereira Bastida, J. R. (2006). *Comportamiento de la Zona de Convergencia Intertropical durante el mes de octubre de 2006*. Obtenido de METEORED: <https://www.tiempo.com/ram/2791/comportamiento-de-la-zona-de-convergencia-intertropical-durante-el-mes-de-octubre-de-2006/>
- Pérez Calonge, J. J., Casado Hernández, I., & Nuño, F. S. (2017). Técnica de examen directo de la onicomiosis mediante microscopía con hidróxido de potasio. *Revista Española de Podología*, 28(1), 46-52.
- Pérez, M. (2021). *Definición de Flor*. Recuperado el 27 de noviembre de 2021, de <https://conceptodefinicion.de/flor/>
- Pilatasig Sangucho, M. D. (2017). *“INVENTARIO FLORISTICO (ARBOREO) EN EL PISO ALTITUDINAL DE 300 A 1400 MSNM EN EL BOSQUE SIEMPRE VERDE PIEMONIANO DE LA NO DE LANO DE LA CORDILLERA DE LOS NADES*. Latacunga.
- PlantSystematics. (s.f.). *PlantSystematics*. Recuperado el 30 de enero de 2020, de PlantSystematics: <http://www.plantsystematics.org/>
- Portillo, G. (2009). *La fenología*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2021, de meteorologiaenred: <https://www.meteorologiaenred.com/fenologia.html>
- Proyecto Arqueologico Malki-Machay. (s.f.). *Proyecto Arqueologico Malki-Machay*. Recuperado el 29 de enero de 2022, de Proyecto Arqueologico Malki-Machay: <https://www.proyectoarqueologicomalkimachay.com/acerca-de/>

- R. R. (2020). *Estudyando*. Recuperado el 22 de febrero de 2022, de Estudyando: <https://estudyando.com/area-basal-definicion-y-formula/>
- Rebollar–Domínguez, S., & Tapia–Torres, N. A. (2010). Anatomía de la madera de dos especies de *Eugenia* (Myrtaceae) de Quintana Roo, México. *ScieELO*, 1.
- Reverte, C. (2013). *Antropología polínica*. Madrid.
- Ron, S. (2020). *BIOWEB*. (Pontificia Universidad Católica del Ecuador) Recuperado el 30 de Enero de 2020, de *BIOWEB*: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>
- Ron, S. (2020). *BIOWEB*. Recuperado el 10 de febrero de 2021, de Regiones naturales del Ecuador: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales#:~:text=4.-,Bosque%20Piemontano%20Occidental,es%20h%C3%BAmedo%20y%20moderadamente%20c%C3%A1lido.>
- Rowley et al. (1981). *Los Pólenes*. Obtenido de Morfología Polínica: <http://alcoy.san.gva.es/alercoy/polenes.htm>
- Rull, V., Lara, A., & Montoya, E. (2015). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL LABORATORIO DE ANALISIS POLINICO*. INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA JAUME ALMERA.
- Sáenz, C. (1978). *Polen y Esporas*. Madrid, España: Blume Ediciones.
- Santillán, N. F., Ruiz, A. M., García, B., & Montes, E. (de 2016). Palinología de las especies mexicanas de Gleicheniaceae. *Botanical Sciences*, 94(2).
- Sarukhán Kermez, J. (2009). *¿Por qué se pierde la biodiversidad?* Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: <https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/porque>
- Sierra, R., Calva, O., & Guevara, A. (2021). *LA DEFORESTACIÓN EN EL ECUADOR, 1990-2018*. Quito.
- Sojearto, D., & Fonnegra, R. (2008). *Polen: Diversidad en Formas y Tamaños*.
- Tricone, F., & Anderson, T. (2018). *GUÍA PARA LA INSTALACIÓN DE PARCELAS DE MONITOREO DE VEGETACIÓN*. Sarteneja.

Tuapanta Cunuhay, M. A. (2019). *RECUPERACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA ETNOHISTORIA DE LA COMUNIDAD MALQUI MACHAY, PARROQUIA CHUGCHILÁN, PARA FORTALECER Y ENRIQUECER LOS CONTENIDOS DEL ÁREA DE CIENCIAS SOCIALES DE LA EDUCACIÓN BÁSICA*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO.

Uccl. (s.f.). *Etapa de Floración*. Obtenido de Etapa de Floración: http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/arveja/floracio.htm


Varroa. (2021). *La importancia del polen en la nutrición de las abejas*. Recuperado el 10 de febrero de 2022, de La importancia del polen en la nutrición de las abejas.: <https://www.calier.com/es/blog/la-importancia-del-polen-en-la-nutricion-de-las-abejas>

Victoria Fernández. (25 de Julio de 2017). *¿Cómo se realiza un muestreo de vegetación?* Obtenido de *¿Cómo se realiza un muestreo de vegetación?*: <https://geoinnova.org/blog-territorio/como-se-realiza-un-muestreo-de-vegetacion/>

Zhofre Aguirre M. (2013). *Guia de Métodos para Medir la Biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Forestal, Loja - Ecuador. Obtenido de <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>

16. ANEXOS

Anexo 1. Libreta de campo del listado florístico

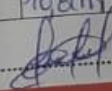


Ingeniería
Medio Ambiente

LIBRETA DE CAMPO COMPONENTE FLORISTICO ARBUSTIVO

Lugar: Hacienda Machay Fecha: 21/01/2022
 Coordinadas: Investigador: Alba Liliana Franco
 UTM: Provincia: Cotacachi
 Cantón: La Kana Recinto:
 Parroquia: Pomayacu No Transecto: Mirela 4

No.	Familia	Nombre Vulgar	DAP	Altura	Utilidad
1	S/N	Chocapizo	43,9 m	10 m	Madera Semidura
2	Myrtaceae	Ellince	30,9 m	15 m	Madera dura y pilares
3	Salicaceae	Palo gallina	63,6 cm	4 m	Madera suave, para encastrado
4	Euphorbiaceae	Manzano	19 cm	15 m	Madera tablas para piso
5	Myrtaceae	Mozuelo	11,5 cm	7 m	hale para puros comida
6	Fabaceae	Sunsu-burro	21,9 cm	5 m	Madera dura casas
7	Lauraceae	Aguatatillo	11,7 cm	5 m	Madera semidura
8	Lauraceae	Canelo amarillo	57,2 cm	10 m	Madera dura, muebles
9	Lauraceae	Canelo blanco	30,8 cm	12 m	Encofrado
10	Fabaceae	Sunsu-burro	12,4 cm	10 m	Madera dura casas
11	Asteraceae	Chonta	13,4 cm	20 m	pilares, cornales, casas
12	Euphorbiaceae	bara blanca	26,7 cm	5 m	Encofrado
13	Euphorbiaceae	Manzano	38,7 cm	15 m	Madera para tablas
14	Euphorbiaceae	Bara blanca	17,1 cm	20 m	Encofrado
15	Euphorbiaceae	Bara blanca	11,1 cm	10 m	Encofrado
16	Euphorbiaceae	Bara blanca	15,9 cm	15 m	Encofrado
17	Moraceae	Mata palo	16,2 cm	10 m	Madera semidura
18	Euphorbiaceae	Bara blanca	15,9 cm	20 m	Encofrado
19	Asteraceae	Chonta	10,8 cm	20 m	pilares, cornales, casas
20	Moraceae	Mata palorgio	13,7 cm	10 m	Madera semidura
21	S/N	Cashacara	13,4 cm	4 m	Encofrado
22	Fabaceae	Sunsu burro	11,7 cm	10 m	Madera dura casas
23	S/N	Cashacara	54,1 cm	12 m	Encofrado
24	Euphorbiaceae	Catanga	16,8 cm	10 m	Encofrado
25	Euphorbiaceae	Bara blanca	13 cm	5 m	Encofrado
26	Lauraceae	Canelo amarillo	14,3 cm	5 m	Madera dura, muebles
27	Lauraceae	Canelo pamarillo	22,2 cm	8 m	Madera dura, pisos
28	Asteraceae	Copul de Kante	27 cm	8 m	Madera dura, pisos
29	Myrtaceae	Enyuro	18,4 cm	10 m	Copas de chicha
30	Myrtaceae	Enyuro	15,2 cm	2 m	Copas de chicha
31	Myrtaceae	Enyuro	24,1 cm	3 m	Copas de chicha
32	Asteraceae	Chonta	12 cm	15 m	pilares, cornales, casas
33	S/N	Cashacara	11,4 cm	10 m	Encofrado
34	Fabaceae	Sunsu-burro	10,8 cm	4 m	Madera dura -casas

Firma del recolector: 

www.utc.edu.ec Salache / Eloy Alfaro - Latacunga / Teléfono: 593 (03) 266 164 / caren@utc.edu.ec



Ingeniería
Medio Ambiente

LIBRETA DE CAMPO COMPONENTE FLORISTICO ARBUSTIVO

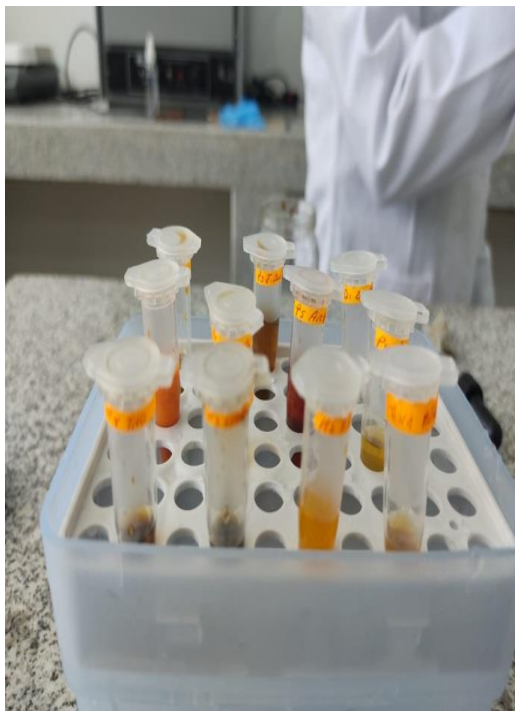
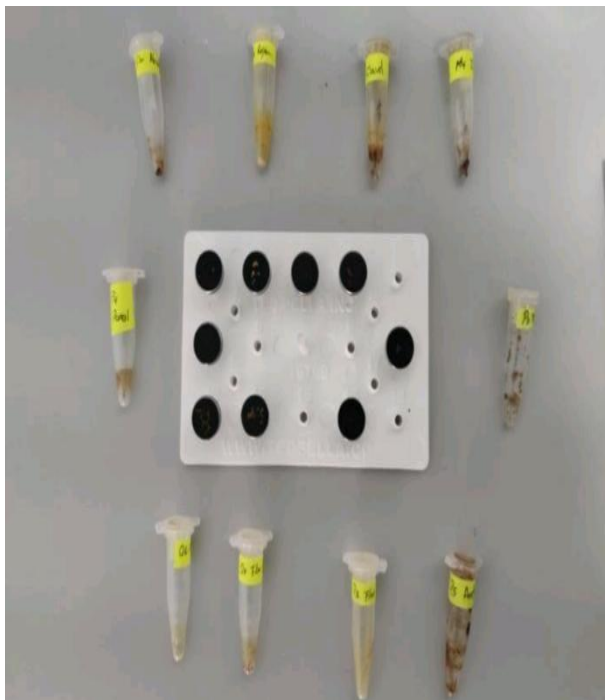
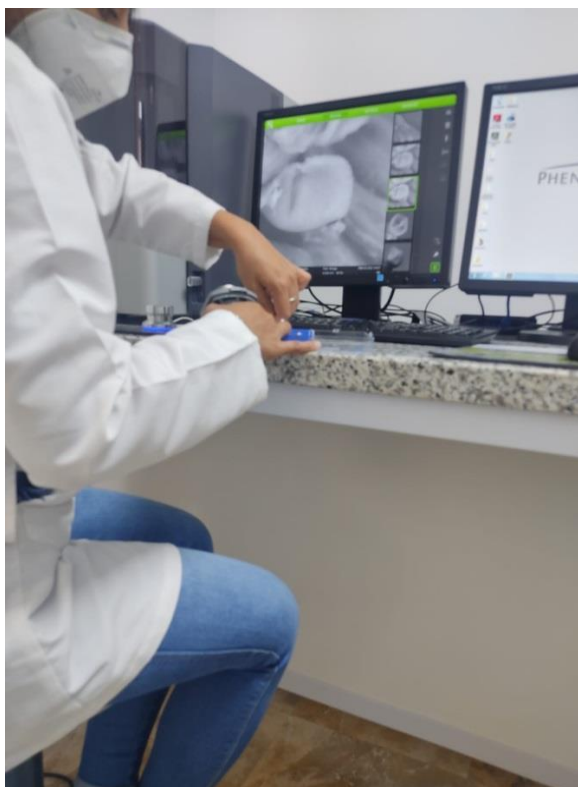
Lugar: Hacienda Machay Fecha: 8/01/2022
 Coordenadas: H-715320, 72, 99, 72, 82, 76 Investigador: Alba Liliana Manay
 UTM: R-7152, 0, 3, 9972833, 04 Provincia: Cotacachi
 Cantón: La Haza Recinto:
 Parroquia: Buco Yacu No Transecto: Parcela 4

No.	Familia	Nombre Vulgar	DAP	Altura	Utilidad
35	Lauraceae	Canelo amarillo	30,8	6 m	Madera dura, muebles
36	Euphorbiaceae	Baya blanca	14	10 m	Encofrado
37	Arecaceae	Chonta	11,7	10 m	pilares, corrales, casas
38	Euphorbiaceae	Sacha olivo	34	20 m	Madera para encofrado
39	Fabaceae	Peladera	13,3	10 m	La semilla come mocos, guatúa
40	Lauraceae	Canelo castaño	28,4	10 m	Madera para encofrado
41	Fabaceae	Sunsu-burro	13	10 m	Madera dura - casas
42	Lauraceae	Anvaratillo	20,3	5 m	Madera semidura
43	SIN	Castaño ^{canelo}	17,5	10 m	Encofrado
44	Arecaceae	Chonta	14	20 m	pilares, corrales, casas
45	Fabaceae	Peladera	11,7	8 m	La semilla come mocos, guatúa
46	Euphorbiaceae	Baya blanca	11,7	15 m	Encofrado
47	Euphorbiaceae	Baya blanca	12,7	10 m	Encofrado
48	Arecaceae	Chonta	13,6	20 m	pilares, corrales, casas
49	Euphorbiaceae	Catanga	29,6	20 m	Encofrado
50	Myrtaceae	Ellinice	28	15 m	Madera dura y pilares
51	Melastomataceae	Colca	24,5	20 m	Madera semidura
52	Melastomataceae	Colca	13,3	20 m	Madera semidura
53	Fabaceae	Sapan	25,4	15 m	Madera blanca, hacer sogas
54	Arecaceae	Chonta	14,6	8 m	pilares, corrales, casas
55	Arecaceae	chonta	24,8	4 m	pilares, corrales, casas
56	Melastomataceae	Colca	23,8	20 m	Madera semi dura
57	Salicaceae	Pecho gallina	29,9	12 m	Madera para leña
58	SIN	Picudo	11,14	20 m	Madera para puentes
59	SIN	Cosenillon	63,6	15 m	Madera dura
60	Melastomataceae	colca	18,7	8 m	Madera semidura
61	Euphorbiaceae	Baya blanca	14,4	5 m	Encofrado
62	Euphorbiaceae	Catanga	14	20 m	Encofrado
63	Euphorbiaceae	Baya blanca	29,6	10 m	Encofrado
64	Euphorbiaceae	Catanga	13	10 m	Encofrado
65	Fabaceae	Sunsu-burro	10,1	5 m	Madera dura - casas
66	Arecaceae	Chonta	10,1	10 m	pilares, corrales, casas
67	Lauraceae	Canelo amarillo	22,2	5 m	Madera dura, muebles
68	Lauraceae	Canelo amarillo	30,8	5 m	Madera dura, muebles

Firma del recolector: [Firma]

Anexo 2. Fotografías del trabajo de campo**Reconocimiento del lugar****Toma de datos en la libreta de campo****Marcado de los individuos de la parcela****Recolección de muestras de flores**

Anexo 3. Fotografías de la fase de laboratorio**Extracción de polen****Colocación del (KOH) al 10%****Colocación de muestras a Baño María****Paso por la batería de alcohol al 75%, 95% y 100%**

Tamizado de las muestras**Muestras llevadas al laboratorio de Yachay****Preparación con cinta de grafito****Observación del grano de polen**

Anexo 4. Muestras recolectadas de las especies

1. Canelo amarillo



Familia: LAURACEAE

Género: *Nectandra*

2. Musuelo



Familia: MYRTACEAE

Género: *Eugenia*

3. Higueron



Familia: MORACEAE

Género: *Ficus*

4. Ellince



Familia: MYRTACEAE

Género: *Eugenia*

5. Vara blanca

Familia: EUPHORBIACEAE

Género: *Croton*

6. Peladera

Familia: FABACEAE

Género: *Leucaena*

7. Capuli de monte

Familia: RUBIACEAE

Género: *Coussarea*

8. Enyuro

Familia: MYRTACEAE

Género: *Eugenia*

9. Sacha olivo



Familia: EUPHORBIACEAE

Género: *Plukenetia*

10. Mata palo rojo



Familia: MORACEAE

Género: *Ficus*

11. Sunsú-burro



Familia: FABACEAE

Género: *Andirainermes*

12. Chonta

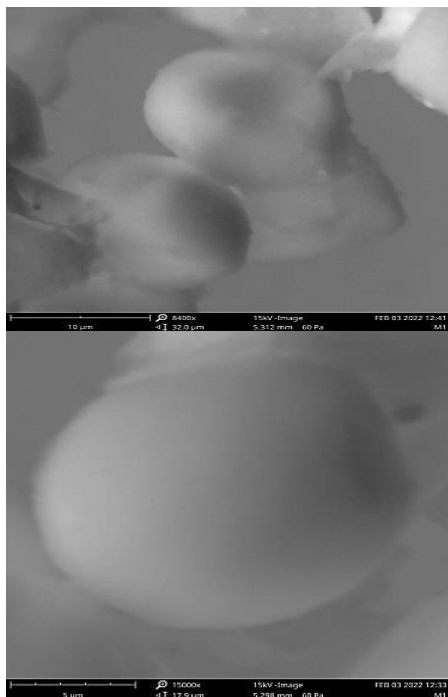


Familia: ARECACEAE

Género: *Asterogyne*

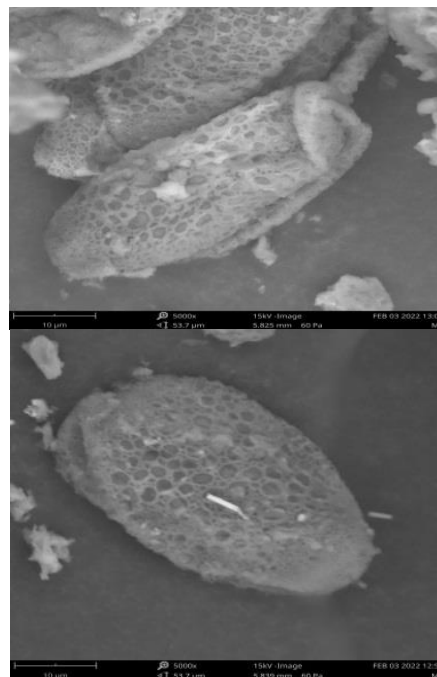
Anexo 5. Fotografías del grano de polen

M1: Familia BIGNONIACEAE



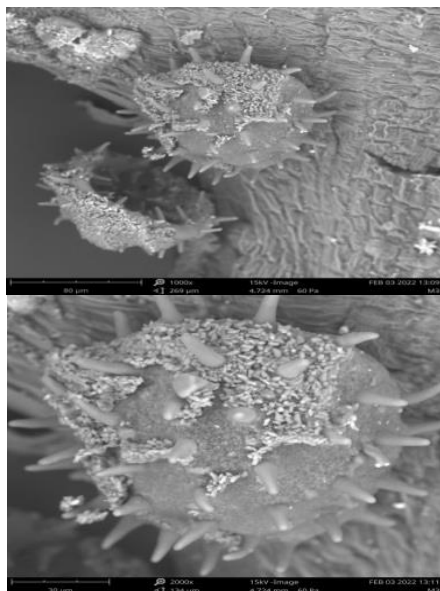
Visualización de 8400x y 15000x

M2: Familia BROMELIACEAE



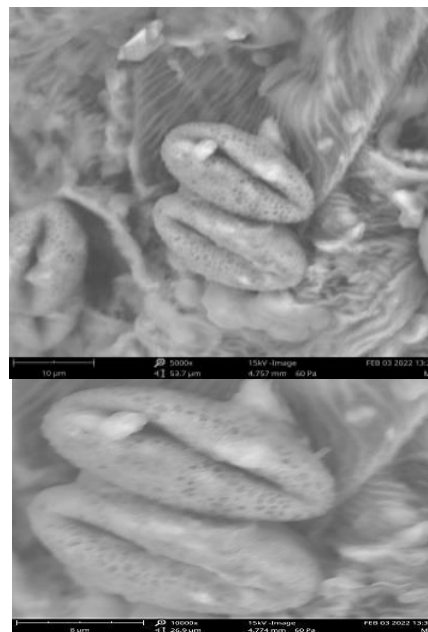
Visualización de 5000x

M3: Familia MALVACEAE



Visualización de 1000x y 2000x

M4: Familia MALVACEAE



Visualización de 5000x y 10000x

Anexo 6. Proforma de adquisición del servicio de análisis de polen



Proforma: SEM-22-001

SERVICIO DE ANÁLISIS CON MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO PHENOM PRO X

Urququí, 18 de enero del 2022

Srta. Alba Liliana Mañay Chimborazo
alba.manay9118@utc.edu.ec
Universidad Técnica de Cotopaxi

Presente. -

Sírvase encontrar a continuación el costo del servicio de análisis de muestras con microscopía electrónica de barrido, utilizando un Phenom Pro X.

Servicio / Equipo	Academia (USD)
Costo por hora (o fracción) de uso del Microscopio electrónico de barrido Phenom Pro X.	45,00
Número de Horas	3
Subtotal	135,00
IVA 12%	16,20
TOTAL	151,20

Validez de la cotización: 90 días

NOTA:

Con el fin de llevar a cabo el servicio, las muestras a ser analizadas deberán ser preparadas adecuadamente para ser analizadas y entregadas directamente en las instalaciones de la UITEY.

El costo del servicio cotizado es por uso del equipo por hora o fracción.

El solicitante de la presente cotización puede estimar el total de horas requeridas en función del detalle con el que quiera analizar las muestras, puede recibir asesoría del personal técnico de la Universidad.

Se solicita enviar el total de horas de uso que se requiera para el análisis; y, los nombres de las personas (máximo dos en el laboratorio) que asistirán a presenciar el análisis, posterior a esta información se preparará un contrato de Servicios a ser firmado por ambas partes.

FORMA DE PAGO: 70% AL MOMENTO DE LA FIRMA DEL CONTRATO 30% POSTERIOR A LA FIRMA DEL ACTA DE ENTREGA RECEPCIÓN.

Firmado Digitalmente por: MARKUS PATRICIO
TELLKAMP TIETZ
Hora local: 19/01/2022 17:13

Atentamente,

Markus Tellkamp
Rector Encargado UITEY



Anexo 7. Acta de entrega



ECTEA-2022-SEM-001
Fecha: viernes, febrero 04, 2022

ACTA DE ENTREGA RECEPCIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO NRO ECTEA-2022-SEM-001

1. Comparecientes

En la ciudad de Urcuquí, viernes, 04 de Febrero, 2022, comparecen a la suscripción de la presente acta entrega recepción; por una parte, GALLEGOS AGUILAR LUIS SEBASTIAN, en calidad de Administrador del Contrato, y por otra parte MAÑAY CHIMBORAZO ALBA LILIANA, solicitante del servicio de microscopía electrónica de barrido.

2. Entrega

La señorita Alba Lilliana Mañay Chimborazo, entrega al personal técnico del Laboratorio de Nano-microanálisis 10 muestra/s de polen en tubos de microcentrifuga (figura 1). Se detallan los nombres en la tabla a continuación:

Cantidad	Ítem	Descripción	Horas	Servicio
10	Muestras de pólenes	Muestras de pólenes: M1, M2, M3, M4, Q6, Q7, P2, P3, P4, P5.	3	Microscopía Electrónica de Barrido



Figura 1: Muestras recibidas

3. Constatación de la Recepción

Se deja constancia que la muestra/s que se reciben han sido inspeccionadas, verificadas y cumplen con las especificaciones de cantidad, calidad y características establecidas en el contrato de servicios.

4. Aceptación



Para constancia de todo lo actuado firman las partes la presente Acta Entrega-Recepción:

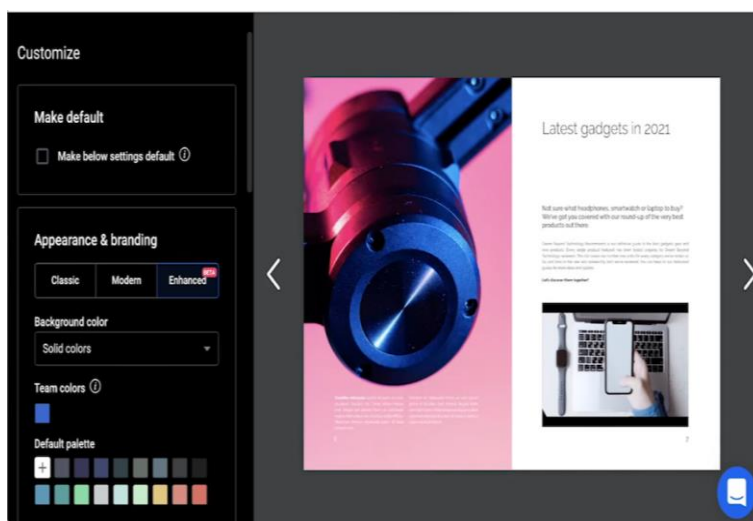
UNIVERSIDAD DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍA EXPERIMENTAL YACHAY	
GALLEGOS AGUILAR LUIS SEBASTIAN Administrador de Contrato de Servicios	 MAÑAY CHIMBORAZO ALBA LILIANA Solicitante

Anexo 8. Plantilla descripción del polen

Morfología del polen	
Familia	
Tamaño	Fotografía del grano de polen
Forma	
Apertura	

Elaborado por: Mañay A., 2022

Anexo 9. Programa Flipsnack logo



Anexo 10. Plantilla descripción del polen

Nombre común:	Fotografía de la flor
Familia:	
Género:	
Datos del espécimen	
Nº Colección:	
Fecha Colecta:	Fotografía del polen
Colector:	
Tipo de preparación:	
Morfología del polen	
Tamaño:	
Forma:	
Apertura:	

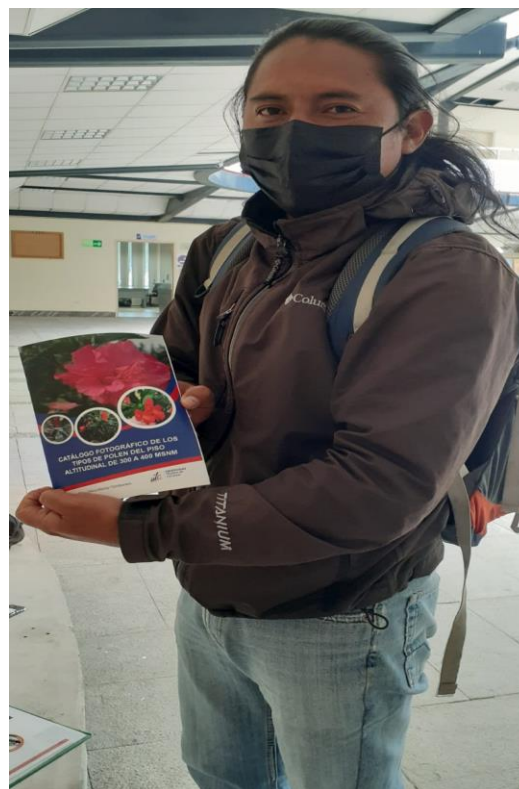
Fuente: (Briceño, 2018)

Anexo 11. Entrega de Catálogo al Herbario de la Universidad

Potada del Catálogo



Entrega del Catálogo



Anexo 12. Aval de Traductor

CENTRO
DE IDIOMAS***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: “**DIVERSIDAD POLÍNICA EN EL BOSQUE SIEMPRE VERDE PIEMONTANO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES EN LA COMUNIDAD DE MALKI – HACIENDA MACHAY EN EL PERIODO 2021 - 2022**” presentado por: **Alba Liliana Mañay Chimborazo**, egresada de la Carrera de: **Ingeniería en Medio Ambiente**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, marzo del 2022

Atentamente,



PRESENTE EN FOTOCOPIA DEL
PATRICIA
MARCELA CHACON
PORRAS

CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Patricia Marcela Chacón Porras
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
C.C: 0502211196