



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE FLORA
FUNCIONAL DE COBERTURA ASOCIADA A LOS
SISTEMAS AGRO-PRODUCTIVOS DE CACAO Y CAFÉ
EN LA FINCA EXPERIMENTAL SACHA WIWA,
GUASAGANDA PROVINCIA DE COTOPAXI.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

PINARGOTE CANDO JONATHAN DAVID

DOCENTE TUTOR

BLGA. MAYRA CUENCA ZAMBRANO M.Sc.

PERIODO

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE FLORA FUNCIONAL
DE COBERTURA ASOCIADA A LOS SISTEMAS AGRO-
PRODUCTIVOS DE CACAO Y CAFÉ EN LA FINCA
EXPERIMENTAL SACHA WIWA, GUASAGANDA
PROVINCIA DE COTOPAXI.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

PINARGOTE CANDO JONATHAN DAVID

Docente proponente:

BLGA. MAYRA CUENCA ZAMBRANO M.Sc.

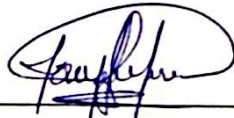
LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “**Diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas agro-productivos de cacao y café en la finca experimental sacha wiwa, Guasaganda provincia de Cotopaxi.**”, elaborado por Pinargote Cando Jonathan David estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente




Blga. Mayra Cuenca Zambrano MSc.
DOCENTE TUTOR
C.I. 1712887767

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “**Diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas agro-productivos de cacao y café en la finca experimental Sacha wiwa, Guasaganda provincia de Cotopaxi.**”, elaborado por Pinargote Cando Jonathan David estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Blgo. William Santos Sánchez M.Sc.
DOCENTE DE ÁREA
C.I. 2400216459

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios, quien me ha permitido llegar a este nivel de formación profesional, por su amor incondicional y su guía constante en mi vida. A mis queridos padres, Sra. Luz Cando Figueroa y Sr. Víctor Mena Pacheco, les dedico este logro con todo mi corazón, por su apoyo incondicional, su sacrificio y su amor sin límites. Su ejemplo de perseverancia y dedicación ha sido mi inspiración para seguir adelante.

A mis familiares y amigos, quienes han estado siempre presentes, alentándome y apoyándome en cada paso de mi camino, les agradezco de corazón su presencia en mi vida.

"Porque yo sé los planes que tengo para vosotros, planes de bien y no de mal, para daros un futuro y una esperanza" (Jeremías 29:11). Esta promesa bíblica ha sido mi refugio y mi fortaleza en momentos de duda y debilidad.

Con todo mi amor y gratitud, les dedico este trabajo, fruto de mi esfuerzo y dedicación, esperando que sea un reflejo de mi agradecimiento por todo lo que han hecho por mí.

Jonathan David Pinargote Cando

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad Ciencias del Mar, autoridades y personal académico por liderar el proceso de formación profesional.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, sus autoridades, al proyecto FIASA por permitirme desarrollar mi investigación en sus instalaciones.

A mi tutora de tesis Blga. Mayra Cuenca Zambrano M.Sc. Por direccionarme durante todo este proceso, así también extendiendo mi agradecimiento al Ing. Ricardo Luna M.Sc. y Ing. María Cedeño M.Sc. por su orientación técnica para la aplicación de metodología en la presente investigación.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Pinargote Cando Jonathan David** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 10/12/2025



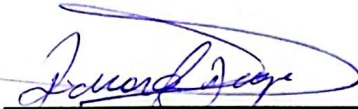
Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
**DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Blgo. William Santos Sánchez, M.Sc.
**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.
**DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



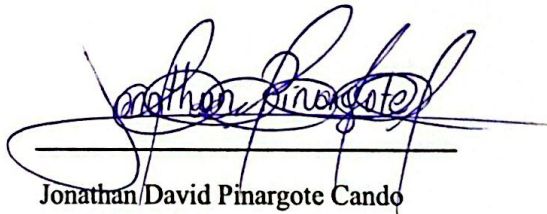
Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lic. Pascual Roca Silvestre, M.Sc.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido, ideas, datos y resultados expuestos en el presente trabajo de integración curricular con el tema, **“Diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas agro-productivos de cacao y café en la finca experimental Sacha wiwa, Guasaganda provincia de Cotopaxi.”**, correspondiente exclusivamente al autor, y el patrimonio de esta y a la Universidad Estatal Península De Santa Elena.



Jonathan/David Pinargote Cando

C.I. 1250574710

ÍNDICE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. JUSTIFICACIÓN	5
4. OBJETIVOS	7
Objetivo general:.....	7
Objetivos específicos:.....	7
HIPÓTESIS	8
5. MARCO TEÓRICO	9
5.1. Sistemas agro- productivos de cacao y café	9
5.2. Importancia de los Sistemas Agro-productivos de cacao y café	9
6.3. Flora funcional de cobertura.....	10
6.3. Diversidad y abundancia de la flora funcional de cobertura	13
6.4. La importancia del suelo en los sistemas agro-productivos y la flora funcional de cobertura	15
6.5. Flora funcional de cobertura encontrada en Sacha Wiwa	18
6.6. Parámetros estructurales de ecología.....	19
6.7. Método de Shannon-Wiener para medir la diversidad y abundancia de la flora funcional de cobertura.	22
6.8. Índice de Pearson.....	23
6. MARCO LEGAL	24
7.1. En el contexto de la Ley de Gestión Ambiental también se establece que:	25
7.2. Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador.....	26
7. MARCO METODOLÓGICO	27
7.1. ÁREA DE ESTUDIO:.....	27
7.2. División del área de estudio.....	28

7.3.	Metodología.....	30
7.4.	Comparación de diversidad y abundancia	35
7.5.	Correlación de parámetros ambientales de suelo y análisis de diversidad y abundancia de flora de cobertura	36
8.	RESULTADOS	37
8.1.	Diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura	37
8.2.	Análisis de textura de sedimento	45
8.3.	Análisis de humedad de suelo de cada lote de cacao y café de terreno.....	46
8.5.	Correlación de parámetros ambientales de suelo con la diversidad y abundancia de flora	61
9.	DISCUSIÓN.....	70
10.	CONCLUSIONES.....	73
11.	RECOMENDACIONES	74
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	75
13.	ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de flora funcional de cobertura	12
Tabla 2 Parámetros ambientales que influyen en diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura.	15
Tabla 3 Cobertura vegetal encontrada en Sacha wiwa	18
Tabla 4 Especies de flora identificada en lote 1.	38
Tabla 5 Estación de 02 híbridos de café	40
Tabla 6 Estación de 03 híbridos de café	42
Tabla 7 Diversidad de Sacha wiwa	43
Tabla 8 Textura de sedimento	45
Tabla 9 Muestras de suelo lote 01 muestreo 01	46
Tabla 10 Muestras de suelo lote 01 muestreo 02	47
Tabla 11 Muestras de suelo lote 01 muestreo 03	48
Tabla 12 Parámetros ambientales de suelo lote 01	49
Tabla 13 Muestras de suelo lote 02 muestreo 01	50
Tabla 14 Muestras de suelo lote 02 muestreo 02	51
Tabla 15 Muestras de suelo lote 02 muestreo 03	51
Tabla 16 Parámetros ambientales de suelo lote 02	52
Tabla 17 Muestras de suelo lote 03 muestreo 01	53
Tabla 18 Muestras de suelo lote 03 muestreo 02	54
Tabla 19 Muestras de suelo lote 03 muestreo 03	54
Tabla 20 Parámetros ambientales de suelo lote 02	55
Tabla 21 Análisis de nutrientes de suelo lote 01	57
Tabla 22 Análisis de nutrientes de suelo lote 02	58
Tabla 23 Análisis de nutrientes de suelo lote 03	59
Tabla 24 Correlación de Pearson	61
Tabla 25 Correlación de parámetros ambientales de suelo vs. abundancia de flora de Sacha wiwa	62
Tabla 26 Correlación de parámetros ambientales de suelo vs. diversidad de flora de Sacha wiwa	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio	27
Figura 2 Lotes de muestreo.....	29
Figura 3. Diseño Experimental	31
Figura 4. Tipos de muestreos	31
Figura 5. Procedimiento para la toma de muestra de suelo para ser analizado en laboratorio. ..	34
Figura 6. Fórmula para calcular humedad	34
Figura 7. Granulometría y gravimetría	35
Figura 8. Fórmula de Shannon-Wiener.....	35
Figura 9. Índice de diversidad del estudio.	44
Figura 10. Parámetros ambientales de suelo lote 01 café	49
Figura 11. Parámetros ambientales de suelo lote 02.....	52
Figura 12. Parámetros ambientales de suelo lote 03 café	55
Figura 13. Abundancia vs Cobre	64
Figura 14. Abundancia vs pH	64
Figura 15. Abundancia vs (Ca+Mg)K	65
Figura 16. Abundancia vs temperatura	65
Figura 17. Diversidad vs Nitrógeno.....	68
Figura 18. Diversidad vs Calcio-magnesio.....	68
Figura 19. Diversidad vs Potasio	69
Figura 20. Reunión con tutor de tesis	81
Figura 21. Análisis de muestras de suelo.....	81
Figura 22. Toma de datos en campo	82
Figura 23. socialización de anteproyecto.....	83
Figura 24. Revisión del trabajo de investigación.....	83

GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

- **Índice de Shannon-Wiener:** Medida de diversidad de especies de una comunidad, la cual tiene en cuenta la riqueza de especies y equitatividad de distribución.
- **Frecuencia Relativa:** hace referencia a la proporción de individuos de una especie, en relación con el total de individuos de la muestra de estudio.
- **Frecuencia Absoluta:** es el número total de individuos de una especie en la muestra.
- **Media Aritmética:** suma de todos los valores de una variable, dividida por el número de observaciones.
- **Índice de Pearson:** Medida de correlación lineal entre dos variables.
- **Coefficiente de Correlación de Pearson:** Medida de fuerza y dirección de relación lineal entre dos variables.
- **FR:** Frecuencia Relativa
- **FA:** Frecuencia Absoluta
- **H':** Índice de Shannon-Wiener
- **r:** Coeficiente de Correlación de Pearson
- **N:** Número total de individuos de la muestra
- **S:** Número de especies de una muestra
- **pi:** Proporción de individuos de especies en la muestra
- **E:** Equitatividad (uniformidad de distribución de individuos entre las especies)
- **D:** Dominancia (proporción de especie más abundante en la muestra)

- **Índice de Shannon-Wiener (H')**:
- $H' = - \sum (p_i * \ln(p_i))$
- **Coefficiente de Correlación de Pearson (r)**:
- $r = \frac{\sum[(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{(\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2})}$
- **Frecuencia Relativa (FR)**:
- $FR = (FA / N) * 100$
- **Frecuencia Absoluta (FA)**:
- FA = número de individuos de la especie en la muestra

RESUMEN

El estudio titulado “Diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas agro-productivos de cacao y café” tuvo como propósito evaluar la relación entre la diversidad y abundancia de flora funcional y parámetros ambientales de suelo promoviendo el manejo sostenible y conservación de biodiversidad. El problema radica en la falta de información sobre la flora asociada a estos cultivos, limitando estrategias de sostenibilidad. Se aplicó una metodología descriptiva con muestreo experimental en un área de 15.120 m² dividida en tres lotes cacao y café. Los resultados indicaron una diversidad moderada, con 33 especies identificadas y índices de diversidad Shannon-Wiener entre 2,69 y 2,81. Las especies dominantes fueron *Hydrocotyle spp.* 16,36%, *Urochloa mutica* 15,82% y *Arachis pintoii* 10,91% en cacao; y *Hydrocotyle spp.* 13,97%, *Urochloa mutica* (9,80%) y *Trichanthera gigantea* 8,71% en café. Los parámetros del suelo mostraron pH ligeramente ácido 6,0-6,5, humedad entre 10-15%, y nutrientes con N 0,31% y P <8 ppm bajos, mientras que Ca 3,5-7,0 meq/100g alto y K 0,19-0,52 meq/100g moderado. La correlación de Pearson evidenció relación significativa entre diversidad y nitrógeno $r=0,73$ y abundancia con cobre $r=0,98$. Es decir, los parámetros del suelo influyen en la diversidad y abundancia de flora. En conclusión, la diversidad y abundancia dependen directamente de la calidad del suelo, por lo que su manejo adecuado es esencial para la sostenibilidad y productividad. Se recomienda implementar rotación de cultivos, conservar la cobertura vegetal, incorporar materia orgánica.

Palabras clave: diversidad, abundancia, flora funcional, cacao, café, parámetros del suelo, sostenibilidad.

ABSTRACT

The study titled "Diversity and Abundance of Functional Cover Flora Associated with Cocoa and Coffee Agro-Productive Systems" aimed to evaluate the relationship between the diversity and abundance of functional flora and soil environmental parameters, promoting sustainable management and biodiversity conservation. The lack of information on flora associated with these crops limits sustainability strategies. A descriptive methodology with experimental sampling was applied in a 15,120 m² area divided into three plots of cocoa and coffee. Results showed moderate diversity, with 33 identified species and Shannon-Wiener diversity indices between 2.69 and 2.81. Dominant species were *Hydrocotyle* spp. 16.36%, *Urochloa mutica* 15.82%, and *Arachis pintoi* 10.91% in cocoa; and *Hydrocotyle* spp. 13.97%, *Urochloa mutica* 9.80%, and *Trichantera gigantea* 8.71% in coffee. Soil parameters showed slightly acidic pH 6.0-6.5, 10-15% humidity, and low N 0.31% and P <8 ppm, while Ca 3.5-7.0 meq/100g was high and K 0.19-0.52 meq/100g moderate. Pearson's correlation showed significant relationships between diversity and nitrogen $r=0.73$ and abundance with copper $r=0.98$, indicating soil parameters influence flora diversity and abundance. In conclusion, diversity and abundance depend directly on soil quality, making proper management essential for sustainability and productivity. Recommendations include implementing crop rotation, conserving vegetation cover, and incorporating organic matter.

Keywords: diversity, abundance, functional flora, cocoa, coffee, soil parameters, sustainability.

1. INTRODUCCIÓN

La importancia de la agricultura y el desarrollo de sistemas agro-productivos dentro de los cultivos ha tenido un crecimiento significativo alrededor de los últimos años. En la mayoría de países en desarrollo, la práctica de agricultura impulsa la economía, siendo así que la FAO revela que alrededor de 2570 millones de personas alrededor del mundo dependen de la agricultura para su subsistencia. Además de esto, la agricultura en la sociedad contribuye también en el hábitat, paisaje, la conservación del suelo, la ordenación de las cuencas hidrográficas, la retención de carbono y, finalmente, la conservación de la biodiversidad (FAO, 2020).

De acuerdo con (Monogrovejo, 2023) los sistemas agrícolas en el Ecuador representan aproximadamente el 42% de las exportaciones, siendo la segunda fuente de ingresos y empleo dentro del mismo. No obstante, la agricultura continúa siendo de importancia para el desarrollo del país, aportando aproximadamente un 8% al Producto Interno Bruto (PIB), Sin embargo, la pérdida de biodiversidad y la degradación del suelo ,tienen consecuencias negativas para la producción y sostenibilidad en los sistemas agro-productivos, lo que perjudica la seguridad alimentaria y el bienestar de las comunidades rurales. La sostenibilidad de estos sistemas agro-productivos depende en gran medida de la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura, asociada a estos cultivos.

Dentro de los sistemas agro-productivos, la flora de cobertura juega un papel de gran importancia dentro de la conservación del suelo y fertilidad, reducir la erosión y mejorar la biodiversidad en los sistemas agro-productivos (Guaman et al., 2023). En el caso de los cultivos de cacao y café, la flora de cobertura proporciona beneficios adicionales, como la provisión de sombra, la regulación

del microclima y la atracción de polinizadores y otros. Insectos benéficos. Además, la flora de cobertura contribuye también a reducir la dependencia de insumos externos, como fertilizantes y pesticidas, mejorando la sostenibilidad y la rentabilidad de los sistemas agro-productivos (FAO-, 2022).

Existen estudios anteriores realizados en la Estación Sacha wiwa que han identificado una variedad de especies en el bosque secundario. Según el estudio Flora representativa de las estribaciones occidentales de la cordillera en la provincia del Cotopaxi por (Cevallos, 2010) el bosque tiene una baja diversidad de especies forestales, pero se han encontrado especies hospederas de epífitas pertenecientes a las familias *Orchidaceae*, *Araceae* y *Bromeliaceae*, algunas de las cuales son endémicas y están en peligro o poco estudiadas.

La finca experimental Sacha wiwa, se encuentra ubicada en la parroquia Guasaganda, provincia de Cotopaxi, sitio de gran impacto en la producción de cacao y café del Ecuador. El desarrollo de estos cultivos es fundamental para impulsar la economía local y nacional, su producción sostenible garantiza la seguridad alimentaria y bienestar de las comunidades rurales (GAD Guasaganda , 2025). Actualmente se desconoce la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura que se encuentra asociada al sitio.

Este trabajo de investigación aporta información valiosa sobre la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas agro-productivos de cacao y café en la finca experimental Sacha wiwa, Guasaganda, provincia de Cotopaxi, la cual será implementada para desarrollar estrategias de manejo sostenible que promuevan la biodiversidad y la salud del suelo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los sistemas agro-productivos son fundamentales para supervivencia del ser humano, debido a que son los principales medios de provisión de alimentos en el mundo, constituyendo la seguridad alimentaria, social, cultural y económica de millones de familias a nivel mundial. Siendo también base de la economía de muchos países (Jacto, 2023). El Ecuador es un país que cuenta con una gran diversidad de cultivos, incluyendo cacao y café, que son importantes para la generación de empleo y la producción de divisas. Sin embargo, la sostenibilidad de estos sistemas agro-productivos enfrenta desafíos importantes; la creación de monocultivos o agriculturas extensivas da como finalidad la degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático.

En la actualidad, a través del desarrollo de conocimientos y técnicas de cultivos a nivel del mundo y Ecuador, se está desarrollando una gestión sostenible de los sistemas agrícolas de acuerdo con (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2018). La agricultura sostenible tiene por objeto el uso de la naturaleza de los bienes y servicios que producen al mismo tiempo en un buen rendimiento económico, ambiental y social, permitiendo la preservación de los recursos para los próximos años y las generaciones futuras. La flora funcional de cobertura es un componente clave de los sistemas agro-productivos sostenibles. Estas plantas pueden proporcionar beneficios importantes, promoviendo la seguridad alimentaria, social, cultural y económica de millones de familias, como la conservación del suelo, regulación del clima y biodiversidad. En los cultivos de cacao y café, la flora funcional de cobertura brinda beneficios adicionales, como disponibilidad de sombra, regulación del microclima, atracción de polinizadores y otros insectos benéficos (Guaman et al., 2023). Sin embargo, a pesar de la importancia de flora funcional de cobertura en los sistemas agro-productivos de cacao y café en la finca experimental Sacha Wiwa, ubicada en Guasaganda,

provincia de Cotopaxi. No se registran estudios anteriores sobre el tema antes mencionado asociada a estos cultivos. Esto limita entender la dinámica ecológica y capacidad para el desarrollo de estrategias en manejo sostenible que promuevan la biodiversidad y salud del suelo en zona de estudio.

La escasa información sobre flora asociada a los cultivos de cacao y café en la finca Sacha wiwa tiene consecuencias negativas para la productividad y sostenibilidad en los sistemas agro-productivos. Por ejemplo, el desconocimiento sobre la diversidad de plantas puede generar pérdida de oportunidades para mejorar la fertilidad del suelo, reducir el uso de insumos externos (Echavarría F. et al., 2020). Por lo tanto, es necesario realizar el presente estudio que evalúe la diversidad y abundancia de flora en los sistemas agro-productivos en la finca Sacha wiwa, que permita entender la relación entre los parámetros ambientales del suelo, clima y la flora asociada al lugar.

Preguntas de investigación:

¿Cuál es la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura que se asocia a los sistemas agro-productivos de cacao y café en la finca experimental Sacha wiwa?

3. JUSTIFICACIÓN

La ejecución del presente estudio de investigación en la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas agro-productivos de cacao y café en la finca experimental Sacha wiwa se llevó a cabo ya que es fundamental conocer y entender la importancia crítica que reviste la sostenibilidad de estos sistemas agro-productivos para la economía y la seguridad alimentaria de la región. La flora funcional de cobertura es un componente clave de los sistemas agro-productivos sostenibles, debido a que proporciona beneficios importantes para la conservación del suelo, la regulación del clima y la biodiversidad. Al entender la diversidad y abundancia de esta flora, sirve de base para desarrollar estrategias de manejo que promuevan la biodiversidad y la salud del suelo, lo que a su vez mejorará la productividad y la sostenibilidad de los sistemas agro-productivos.

La falta de información sobre la biodiversidad de flora asociada a los cultivos de cacao y café en la finca experimental Sacha wiwa era un enigma importante que este estudio permitió conocer y entender. No se registran estudios anteriores sobre la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas agro-productivos en esta región, lo que apunta que el presente estudio proporciona información verificable y original, contribuyendo como base investigativa utilizada en mejorar la gestión de estos sistemas agro-productivos y desarrollo de estrategias del manejo sostenible que mejoren los beneficios de la flora funcional de cobertura en la producción de cacao y café.

La presente investigación se encuentra alineada con el Objetivo 15 de Desarrollo Sostenible (ODS) (Naciones Unidas., 2022), el mismo que busca proteger y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y detener la pérdida de biodiversidad. Encaminado a determinar la relación

entre la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura y los parámetros ambientales de suelo en sistemas de cacao y café, contribuyendo a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y la protección de la biodiversidad en estos ecosistemas.

Los resultados de este estudio son relevantes para la comunidad local y los productores de cacao y café, desarrollando estrategias de sostenibilidad dentro de los sistemas agro-productivos y conservación de biodiversidad. En resumen, este estudio es importante porque proporciona información valiosa sobre la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas agro-productivos de cacao y café en la finca experimental Sacha wiwa.

4. OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar de diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura en sistemas agro-productivos de cacao y café a través del muestreo experimental y toma de parámetros ambientales de suelo, para el manejo sostenible y conservación de biodiversidad.

Objetivos específicos:

1. Identificar de especies de flora de cobertura asociada a los cultivos de cacao y café a través del método de parcelas fijas y líneas de intersección.
2. Analizar los parámetros ambientales de suelo aplicando un muestreo aleatorio en cada cultivo, para conocer la calidad de sedimento.
3. Comparar los parámetros ambientales de suelo con diversidad y abundancia de flora asociada en cada cultivo utilizando el índice de Shannon-Wiener.

HIPÓTESIS

H1: Existe relación significativa entre los parámetros ambientales del suelo y la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura en los sistemas agro-productivos de cacao y café de la finca Sacha wiwa.

Variable independiente: Condiciones ambientales de suelo y los sistemas agro-productivos de cacao y café.

Variable dependiente: Diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Sistemas agro- productivos de cacao y café

Los sistemas agro-productivos de cacao y café en Ecuador en la actualidad representan una gran importancia económica, ecológica y ecosistémica de acuerdo con (Anzules et al, 2018). La producción de cacao en Ecuador se destaca por su alta calidad y sabor, lo que lo hace muy valorado en el mercado internacional. En los últimos años, la producción de cacao en Ecuador se concentra principalmente en las provincias de El Oro, Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas, donde se cultivan más de 559.617 hectáreas de cacao. Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la producción de cacao en Ecuador alcanzó las 293.487 toneladas en 2016, lo que lo convierte en uno de los principales productos de exportación del país.

5.2. Importancia de los Sistemas Agro-productivos de cacao y café

De igual manera, el café es un cultivo importante para la economía ecuatoriana, con una superficie sembrada de 61.254 hectáreas productivas en 2018 y un rendimiento promedio nacional de 0,47 toneladas por hectárea. Las provincias de Manabí, Loja, Orellana y Sucumbíos son las principales productoras de café en el país. Adaptándose a diferentes pisos climáticos, se encuentra distribuido en la costa y sierra del Ecuador, lo que contribuye a la diversidad de sistemas agro-productivos y agroecosistemas (Orihuela et al., 2024).

Es decir, los sistemas agro-productivos de café y cacao en Ecuador son fundamentales para la economía y la ecología del país. La producción de café y cacao en Ecuador se caracteriza por su alta calidad y sabor, lo que los hace muy valorados en el mercado internacional. Además, estos

cultivos se adaptan a diferentes pisos climáticos y se encuentran distribuidos en la costa y sierra del Ecuador, lo que contribuye a la diversidad de los mismos.

La importancia de estos sistemas agro-productivos se refleja en la generación de empleo, ingresos y sostenibilidad ambiental. Sin embargo, es necesario abordar los desafíos que enfrentan los productores, como la baja productividad, la falta de proyectos articulados y la necesidad de conservación de la biodiversidad (Sanabria S, et al., 2021).

6.3. Flora funcional de cobertura

6.2.1. Definición

Se conoce como flora funcional de cobertura a las plantas que se cultivan específicamente para proteger y mejorar la salud del suelo, de acuerdo con (Tamayo C, et al., 2021). Con el propósito de conservar la biodiversidad y reducir la erosión en los sistemas agrícolas. Estas plantas pueden incluir leguminosas, gramíneas y otras especies que tienen la capacidad de reciclar nutrientes, mejorar la estructura del suelo además de proporcionar hábitat para la fauna benéfica. Siendo un componente clave de la agricultura de conservación y juega un papel importante en la sostenibilidad y productividad de los sistemas agrícolas.

Los cultivos de cobertura desempeñan un papel fundamental en la estabilidad y sostenibilidad de los sistemas de agricultura de conservación. Además de mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, estos cultivos promueven la biodiversidad en el ecosistema agrícola. A diferencia de los cultivos comerciales, que tienen un valor de mercado directo, los sistemas de cobertura se valoran principalmente por sus efectos positivos en la fertilidad del suelo y como forraje para el ganado (Nave et al., 2024).

6.2.2. Características principales

Dentro de sus características principales en regiones semiáridas o con suelos degradados, los cultivos de cobertura son especialmente beneficiosos de acuerdo a su capacidad de contribución como:

- Brindan protección al suelo durante los períodos de barbecho, la erosión y la pérdida de nutrientes, así como, la movilizar y reciclaje de nutrientes, mejorando la fertilidad del suelo y su estructura, lo que a su vez permite romper capas compactadas, facilitando la penetración de agua y raíces.
- Controladores naturales de plagas y enfermedades controlando malezas y plagas permitiendo también la rotación en sistemas de monocultivos y a su vez rompiendo los ciclos y aportando a la biodiversidad.

6.2.3. Clasificación de la flora funcional

La clasificación de la flora funcional de cobertura se puede clasificar también de acuerdo a las funciones y características, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de flora funcional de cobertura

Función	Características	Ejemplos
Protección del suelo	Previenen la erosión, reducen el impacto de la lluvia, protegen la estructura del suelo.	Gramíneas como <i>Brachiaria</i> , <i>Panicum</i>
Fijación de nitrógeno	Asociadas con bacterias fijadoras de N en raíces (leguminosas).	<i>Vicia spp.</i> , <i>Trifolium spp.</i> , <i>Crotalaria spp.</i>
Mejoradoras del suelo	Raíces profundas que rompen capas compactadas, aumentan materia orgánica.	<i>Raphanus sativus</i> (rábano forrajero), <i>Brassica spp.</i>
Productoras de biomasa	Generan gran cantidad de materia verde para abono verde o cobertura.	<i>Mucuna pruriens</i> , <i>Canavalia ensiformis</i>
Controladoras de malezas	Crecen rápidamente, compiten por luz y espacio; algunas tienen efectos alelopáticos.	<i>Sorghum spp.</i> , <i>Secale cereale</i> (centeno)
Atracción de fauna benéfica	Flores que atraen polinizadores o insectos controladores de plagas.	<i>Tagetes spp.</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i>
Repelentes de plagas o nematocidas	Producen compuestos que repelen o eliminan plagas/nematodos.	<i>Crotalaria spp.</i> , <i>Tagetes spp.</i>

Nota. Clasificación de flora funcional de cobertura de acuerdo a su función en los ecosistemas, de acuerdo con (Rivera, 2024).

La presencia de una capa de recubrimiento orgánico en la agricultura de conservación inhibe la evaporación de la humedad del suelo y promueve una mayor infiltración de agua en el perfil edáfico. El porcentaje de agua de lluvia que se infiltra en el suelo depende directamente de la cantidad de cobertura proporcionada. Teniendo un impacto positivo en la disponibilidad de agua para los cultivos y en la reducción de la erosión hídrica (Echavarría F. et al., 2020).

Es decir, la implementación de cultivos de cobertura en la agricultura de conservación es una estrategia efectiva para mejorar la sostenibilidad y productividad de los sistemas agrícolas. Al Promover la biodiversidad, mejorar la fertilidad del suelo y reducir la erosión, estos cultivos pueden tener un impacto positivo significativo en la salud del ecosistema agrícola. Además, su capacidad para reciclar nutrientes y mejorar la estructura del suelo los convierte en una herramienta

valiosa para los agricultores que buscan reducir su dependencia de insumos externos y mejorar la resiliencia de sus sistemas de producción (Echavarría F. et al., 2020).

6.3. Diversidad y abundancia de la flora funcional de cobertura

6.3.1. La biodiversidad y la vegetación

De acuerdo con (Aguirre, 2019). La biodiversidad hace referencia a la riqueza biológica de un área geográfica específica, y uno de los aspectos más importantes y observables es la vegetación. Definiéndola como el conjunto de elementos florísticos que ocupan una superficie determinada y que, en conjunto, determinan formas estructurales distintas, como bosques, matorrales, páramos y otros tipos de cubierta vegetal. Cada tipo de cubierta vegetal tiene su propia composición florística, estructura y función que la caracterizan y originan su nombre. La diversidad florística se ve influenciada por factores como la humedad, precipitación, temperatura, tipo de suelo y altitud. La distribución de la flora es un aspecto importante para acciones de manejo y conservación, ya que refleja la preferencia de las especies por una determinada área o hábitat.

6.3.2. Importancia de los estudios de la flora

De acuerdo con (Torero, 2020) los estudios de la flora son fundamentales para entender la diversidad florística y su importancia ecológica. A partir de estos estudios, se puede entender la densidad, abundancia, dominancia, diversidad y potencial de las especies útiles para medicina, fibra, ornamentación y alimentos. La flora en su estado natural es muy diversa y ha brindado beneficios a las poblaciones de nativos y colonos durante siglos.

En estudios de vegetación de un ecosistema, es fundamental ir más allá de los inventarios tradicionales que solo proporcionan datos cualitativos sobre la existencia de flora. Los listados de especies que crecen en un área no son suficientes para planificar el manejo efectivo de los

ecosistemas. Por lo tanto, la tendencia actual es cuantificar la información florística mediante el muestreo de las diferentes categorías de cobertura vegetal (Aguirre, 2019).

Conocer la diversidad y abundancia de floras funcionales de cobertura en sistemas agro-productivos es fundamental para entender cómo funcionan estos ecosistemas y cómo se pueden manejar de manera sostenible. La diversidad y abundancia de estas floras pueden influir en la fertilidad del suelo, la salud de las plantas, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Flores & Flórez, 2025).

6.3.3. Aportes de las floras funcionales de cobertura

Las floras funcionales de cobertura aportan de manera significativa a los sistemas agro-productivos, ya que:

- Mejoran la fertilidad del suelo: Las floras funcionales de cobertura tienen la capacidad de fijar nitrógeno, solubilizar nutrientes y mejorar la estructura del suelo.
- Promueven la biodiversidad: polinizadores naturales, es decir, pueden atraer a una variedad de insectos y animales beneficiosos, lo que mejora la polinización y el control de plagas.
- Reducen la erosión: Las raíces de las floras funcionales de cobertura ayudan a mantener el suelo en su lugar, reduciendo la erosión y la pérdida de nutrientes.
- Mejoran la salud de las plantas: Las floras funcionales de cobertura en general proporcionan beneficios a las plantas, como la reducción del estrés hídrico y la mejora de la resistencia a enfermedades.

6.3.4. Parámetros ambientales que influyen en la diversidad y abundancia de la flora

Tabla 2. Parámetros ambientales que influyen en diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura.

Parámetros ambientales que influyen en diversidad y abundancia de la flora de cobertura	
Clima:	La temperatura, la humedad y la radiación solar pueden influir en la crecimiento y supervivencia de las plantas.
Humedad:	La disponibilidad de agua en el suelo y en el aire puede afectar la diversidad y abundancia de las especies.
Temperatura:	La temperatura puede influir en la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas.
Tipo de suelo:	La textura, estructura y composición química del suelo pueden afectar la disponibilidad de nutrientes y la retención de agua.
Sustrato:	La composición química y física del sustrato puede influir en la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento de las plantas.
Nutrientes:	La composición química y física del sustrato puede influir en la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento de las plantas.
pH:	El pH del suelo puede influir en la disponibilidad de nutrientes y la toxicidad de ciertos elementos.
Luz:	La cantidad y calidad de la luz pueden influir en la fotosíntesis y el crecimiento de las plantas.
Microclima:	Las condiciones climáticas locales, como la humedad y temperatura, pueden variar en función de la topografía y la vegetación.

Nota. Principales parámetros ambientales que influyen en el desarrollo de diversidad y abundancia de flora en sistemas agro-productivos

6.4. La importancia del suelo en los sistemas agro-productivos y la flora funcional de cobertura

El suelo desarrolla un papel fundamental dentro de la productividad y sostenibilidad de los sistemas agro-productivos siendo un ecosistema complejo y dinámico. (Sanabria S, et al., 2021) señalan que se encuentra compuesto por una mezcla de minerales, materia orgánica, microorganismos, aire y agua, que se han formado a lo largo de los siglos a través de la desintegración de las rocas superficiales y la acción de los organismos vivos. La interacción entre estos componentes determina la fertilidad y la capacidad del suelo para sostener la vida vegetal y animal.

La flora funcional de cobertura juega un papel decisivo en la conservación y mejora de la salud del suelo. Las plantas de cobertura permiten aumentar la biodiversidad del suelo, mejorando la estructura y la fertilidad del suelo, y permitiendo reducir la erosión. Además, las raíces de las plantas de cobertura pueden interactuar con los microorganismos del suelo, como las bacterias y los hongos, para formar simbiosis beneficiosas que mejoran la absorción de nutrientes y la resistencia a las enfermedades.

6.4.1. Importancia de los parámetros físicos y químicos del suelo

Los parámetros físicos y químicos del suelo, como la textura, la estructura, el pH y la disponibilidad de nutrientes, también influyen en la diversidad y abundancia de la flora funcional de cobertura. Por ejemplo, los suelos con una buena estructura y una adecuada disponibilidad de nutrientes aportan una mayor diversidad de microorganismos y plantas de cobertura. En este contexto es fundamental entender cómo los parámetros físicos y químicos del suelo influyen en la flora funcional de cobertura para desarrollar estrategias de manejo sostenible del suelo que promuevan la biodiversidad y la productividad (Sanabria S, et al., 2021).

Es decir, el suelo es un recurso vital para los sistemas agro-productivos y la flora funcional de cobertura. La comprensión de la compleja interacción entre los componentes del suelo y la flora funcional de cobertura es esencial para desarrollar estrategias de manejo sostenible del suelo que beneficien al crecimiento de la biodiversidad, productividad y sostenibilidad.

6.4.2. Manejo agronómico y conservación de la flora funcional de cobertura en cultivos

La asociación de cultivos a sistemas productivos es una práctica ancestral que radica en sembrar dos o más especies vegetales en una misma área o superficie de terreno durante parte o todo su ciclo. Esta práctica puede variar en complejidad, desde combinaciones simples hasta asociaciones

de mayor grado con más de doce especies, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad de los campos, proporcionando numerosos beneficios como:

- Incremento de la productividad vegetal y animal
- Mejoramiento de ingresos
- Atenuación del cambio climático
- Optimización del agua
- Incremento de la fertilidad del suelo
- Bienestar familiar

Es importante mencionar que para el desarrollo de asociaciones de cultivos se deben de considerar diferentes parámetros para el manejo agronómico y conservación, como:

1. Selección de especies: Seleccionar especies que sean compatibles y que proporcionen beneficios mutuos.
2. Diseño del cultivo: Diseñar el cultivo de manera que se maximice la interacción entre las especies y se minimice la competencia.
3. Manejo de la fertilidad del suelo: Manejar la fertilidad del suelo de manera que se promueva la salud y la productividad de las plantas.
4. Control de plagas y enfermedades: Controlar las plagas y enfermedades de manera integrada y sostenible.
5. Monitoreo y evaluación: Monitorear y evaluar constantemente el desempeño del cultivo asociado.

La asociación de cultivos es una práctica sostenible y rentable que proporciona numerosos beneficios para los agricultores y el medio ambiente. Al seguir este tipo de guía y recomendaciones mencionadas anteriormente, se puede promover la asociación de cultivos y contribuir a la seguridad alimentaria, así como la sostenibilidad ambiental (Sanabria S, et al., 2021).

6.5. Flora funcional de cobertura encontrada en Sacha Wiwa

De acuerdo con el PDOT (GAD Guasaganda , 2019), la Parroquia de Guasaganda presenta una gran variedad de ecosistemas y biodiversidad, con una cobertura vegetal natural que cubre el 42,43% de su territorio, lo que equivale a 10534,21 ha. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la mayor parte de esta cobertura está representada por bosques (79,27%), seguida de vegetación arbustiva (18,90%) y plantación forestal (1,60%), como se observa en la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Cobertura vegetal encontrada en Sacha wiwa

Cobertura Natural Vegetal			
Cobertura	Tipo de cobertura	Área(ha)	Porcentaje
Bosque nativo	Bosque húmedo	8350,01	79,27
Vegetación arbustiva	Vegetación arbustiva húmeda	1991,15	18,90
Vegetación herbácea	Vegetación herbácea húmeda	23,99	0,23
Plantación forestal	Forestal para madera	169,06	1,60

Nota. Tipo de cobertura encontrada en la parroquia Guasaganda, Cotopaxi, (GAD Guasaganda , 2025).

Así también, de acuerdo al estudio “Flora representativa de las estribaciones occidentales de la cordillera en la provincia del Cotopaxi”, realizado por (Cevallos, 2010), en el que se implementó una estación de monitoreo "Sacha wiwa", revela que el bosque secundario y disturbado en esta área tiene una diversidad baja en especies forestales, con un índice de diversidad calculado de 7,63.

Sin embargo, se encontraron 202 especies en total, incluyendo hierbas, subarbustos, epifitas, arbustos, árboles y trepadoras, pertenecientes a 147 géneros y 78 familias botánicas. Las especies más abundantes y con mayor área basal en el bosque fueron: *Wettinia equalis*, *Miconia brachycalyx* y *Aegiphyla alba* tienen un alto índice de valor de importancia y son fundamentales en la estructura del bosque. De igual manera, cabe mencionar que, de acuerdo al mismo estudio, se encontraron 20 especies endémicas en el área, de las cuales 2 están en la categoría "En Peligro": *Herrania balaensis* y *Podandrogyne brevipedunculata*.

Es decir, el bosque de Sacha wiwa es un ecosistema frágil y en recuperación, que requiere un manejo y conservación adecuados para proteger su biodiversidad y especies endémicas. La identificación de especies hospederas de epifitas pertenecientes a las familias *Orchidaceae*, *Araceae* y *Bomeliaceae* es fundamental para la conservación de estas especies.

La Parroquia de Guasaganda cuenta con una gran variedad de ecosistemas y biodiversidad, pero enfrenta varias amenazas que ponen en riesgo la conservación de su cobertura vegetal natural. Es fundamental implementar medidas de conservación y manejo sostenible para proteger estos ecosistemas valiosos.

6.6. Parámetros estructurales de ecología

6.6.1. Densidad:

La densidad se define como el número de individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área estudiada de acuerdo con (Aguirre, 2019). Este cálculo puede realizarse mediante muestreos en áreas representativas, es decir, no es necesario contar con todos los individuos de la zona. Para calcular la densidad absoluta (D), se utiliza la fórmula:

$$\text{Densidad absoluta (D) \# ind/m}^2 = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}}$$

6.6.2. Densidad relativa

La densidad relativa (DR) es una medida que permite evaluar la abundancia de una especie vegetal en relación con el total de individuos de la población (Aguirre, 2019). Se calcula como la proporción del número de individuos de una especie con respecto al total de individuos de todas las especies, utilizando la fórmula:

$$\text{Densidad Relativa (DR)\%} = \frac{\text{No. de individuos por especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100$$

6.6.3. Frecuencia

La frecuencia es una medida que permite conocer la proporción de unidades de muestreo en las que se encuentra presente una especie en particular. Se puede interpretar de tres maneras:

- Presencia o ausencia de una especie en cada unidad de muestreo.
- Probabilidad promedio de encontrar al menos un individuo de una especie en cada unidad de muestreo.
- Proporción de parcelas en las que se encuentra presente al menos un individuo de una especie.

La frecuencia puede ser influenciada por factores como el tamaño de la parcela y el patrón espacial de distribución de las especies. Se pueden calcular dos tipos de frecuencia:

6.6.4. Frecuencia absoluta

$$Fa = \left(\frac{P1}{Np} \right) \times 100$$

P1 = Número de parcelas con al menos un individuo de la especie.

N_p = Número total de parcelas muestreadas

6.6.5. Frecuencia relativa

$$Fr = \left(\frac{Fi}{Sf} \right) \times 100$$

Fi = Frecuencia absoluta de esa especie.

Sf = Suma de las frecuencias de todas las especies encontradas en ese ecosistema.

6.6.6. Diversidad relativa de familia/género

La diversidad relativa de familia o género hace referencia a la proporción de especies que contiene cada familia o género en una muestra. Se calcula como el número de especies diferentes que contiene una familia o género en una determinada área o comunidad biótica.

6.6.7. Índices de diversidad

Los índices de diversidad son capaces de medir la biodiversidad en diferentes escalas, desde la diversidad local (alfa) hasta la diversidad regional o global (gamma). La diversidad alfa mide la riqueza de especies en un sitio o comunidad, mientras que la diversidad beta mide la similitud o comparabilidad entre dos o más hábitats (Aguirre, 2019).

6.6.8. Índice de Shannon-Wiener

El índice de Shannon-Wiener es un índice de diversidad que toma en cuenta la riqueza de especies y la uniformidad de la distribución del número de individuos de cada especie. Se calcula utilizando la fórmula: $H' = -\sum P_i \ln P_i$, donde P_i es la proporción del número total de individuos que constituye la especie i . Los valores de H' suelen oscilar entre 1,5 y 3,5.

6.6.9. Índice de equitatividad de Shannon

El índice de equitatividad de Shannon mide la homogeneidad en la distribución de las especies en una comunidad. Se calcula como la relación entre la entropía observada y la entropía máxima. Los valores de e oscilan entre 0 y 1, donde 1 representa la condición de homogeneidad y 0 la heterogeneidad (Aguirre, 2019).

6.7. Método de Shannon-Wiener para medir la diversidad y abundancia de la flora funcional de cobertura.

El índice de Shannon-Wiener es un método ampliamente utilizado para medir la diversidad de especies en un ecosistema. Mismo que se basa en la teoría de la información y se utiliza para cuantificar la diversidad de especies en una comunidad. La fórmula para calcular el índice de Shannon-Wiener es:

El índice de Shannon-Wiener proporciona una medida de la diversidad de especies en una comunidad, teniendo en cuenta la riqueza de especies y la equitatividad. La riqueza de especies se refiere al número de especies presentes en la comunidad, mientras que la equitatividad se refiere a la distribución de los individuos entre las especies. En conclusión, el índice de Shannon-Wiener es un método útil y ampliamente utilizado para medir la diversidad de especies en un ecosistema. En esta investigación, se utilizará el índice de Shannon-Wiener para evaluar la diversidad de flora funcional de cobertura en los sistemas agro-productivos de cacao y café. Los resultados obtenidos permitirán entender mejor la estructura y función de estas comunidades y tomar decisiones informadas para su manejo y conservación (Aguirre, 2019).

6.8. Índice de Pearson

La correlación de Pearson es un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas. Su valor oscila entre -1 y 1, donde 1 indica una relación perfecta positiva, -1 indica una relación perfecta negativa y 0 indica ausencia de relación lineal. La magnitud de la relación se refleja en el valor numérico del coeficiente, mientras que el signo indica la dirección de la relación. La correlación de Pearson es sensible a la relación lineal entre las variables, por lo que no es adecuada para relaciones no lineales. Se utiliza comúnmente en investigación científica para evaluar la relación entre variables y puede ser utilizada para predecir el valor de una variable en función de otra (Vararey, 2019).

Pearson se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum[(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{(\sqrt{[\sum(x_i - \bar{x})^2]} * \sqrt{[\sum(y_i - \bar{y})^2]})}$$

Donde x_i y y_i son los valores de las variables X e Y, \bar{x} y \bar{y} son las medias de las variables X e Y, y Σ denota la suma de los valores.

En la presente investigación, se utilizó la correlación de Pearson para evaluar la relación entre los nutrientes del suelo y la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura en sistemas agro-productivos de cacao y café.

6. MARCO LEGAL

La Constitución del Ecuador de 2008, con última actualización en el 2021, es un marco legal que protege el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, promoviendo la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. En el contexto del presente proyecto de investigación, diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas de cacao y café, es primordial entender cómo la Constitución y la Ley de Gestión Ambiental se relaciona con la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales. Dentro de la Constitución del 2008 de acuerdo con (Constitución de la República del Ecuador, 2021). Se establecen los siguientes artículos:

1. Artículo 14: "El derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado es fundamental para el buen vivir de la población ecuatoriana". Es decir, el presente artículo establece que el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado es un derecho fundamental de la población ecuatoriana, y que el Estado tiene la responsabilidad de garantizarlo. En el contexto del presente proyecto, el Estado debe proteger la biodiversidad y los ecosistemas asociados a los sistemas de cacao y café, para garantizar un ambiente sano y equilibrado para la población, destacando la importancia de la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas para el bienestar de la población.

2. Artículo 15: El Estado promoverá el uso de tecnologías limpias y energías alternativas para proteger el medio ambiente. Teniendo la responsabilidad de promover el uso de tecnologías limpias y energías alternativas para proteger el medio ambiente. Promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y el uso de tecnologías limpias en la producción de cacao y café, para reducir el impacto

ambiental de estas actividades, destacando la importancia de la adopción de prácticas agrícolas sostenibles para proteger el medio ambiente.

3. Artículo 71: La naturaleza tiene derecho a ser respetada y protegida en su existencia, estructura y funciones. En otras palabras, la naturaleza tiene derechos propios, y que el Estado y la sociedad tienen la responsabilidad de respetarlos y protegerlos. En el contexto del presente tema, esto significa que la naturaleza, incluyendo la biodiversidad y los ecosistemas asociados a los sistemas de cacao y café, debe ser protegida y respetada.

5. Artículo 74: "El Estado promoverá la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales". El presente artículo establece que el Estado tiene la responsabilidad de promover la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. En relación al presente tema, el Estado es responsable de promover prácticas agrícolas sostenibles y el uso sostenible de los recursos naturales en la producción de cacao y café.

7.1. En el contexto de la Ley de Gestión Ambiental también se establece que:

1. Artículo 1: La Ley tiene por objeto regular la gestión ambiental en el Ecuador. Estableciendo que la Ley tiene por objeto regular la gestión ambiental en el Ecuador y garantizar el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. En el contexto del presente tema, esto significa que la Ley debe regular la gestión ambiental en la producción de cacao y café, para garantizar un ambiente sano y equilibrado.

2. Artículo 2: "La gestión ambiental se basa en la evaluación de impacto ambiental y la planificación". Esto significa que la gestión ambiental en la producción de cacao y café debe asentarse en la evaluación de impacto ambiental y la planificación, para garantizar un ambiente sano y equilibrado.

7.2. Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador

1. Objetivo 1: "Promover la sostenibilidad ambiental y la conservación de la biodiversidad."

El presente objetivo establece que el Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador busca promover la sostenibilidad ambiental y la conservación de la biodiversidad, es decir, que el plan debe promover prácticas agrícolas sostenibles y la conservación de la biodiversidad en la producción de cacao y café.

3. Objetivo 3: "Promover la investigación y el desarrollo de tecnologías para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales". Estableciendo que el Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador busca promover la investigación y el desarrollo de tecnologías para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, y garantizar la protección de la biodiversidad y los ecosistemas.

En conclusión, la Constitución del Ecuador de 2008 y la Ley de Gestión Ambiental establecen un marco legal que protege el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, y promueve la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. Los artículos analizados establecen la responsabilidad del Estado en la protección del medio ambiente, y la importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre la gestión ambiental. En el contexto del presente proyecto de investigación sobre la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas de cacao y café, estos artículos son relevantes porque destacan la importancia de la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, y promueven la investigación y el desarrollo de tecnologías para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales.

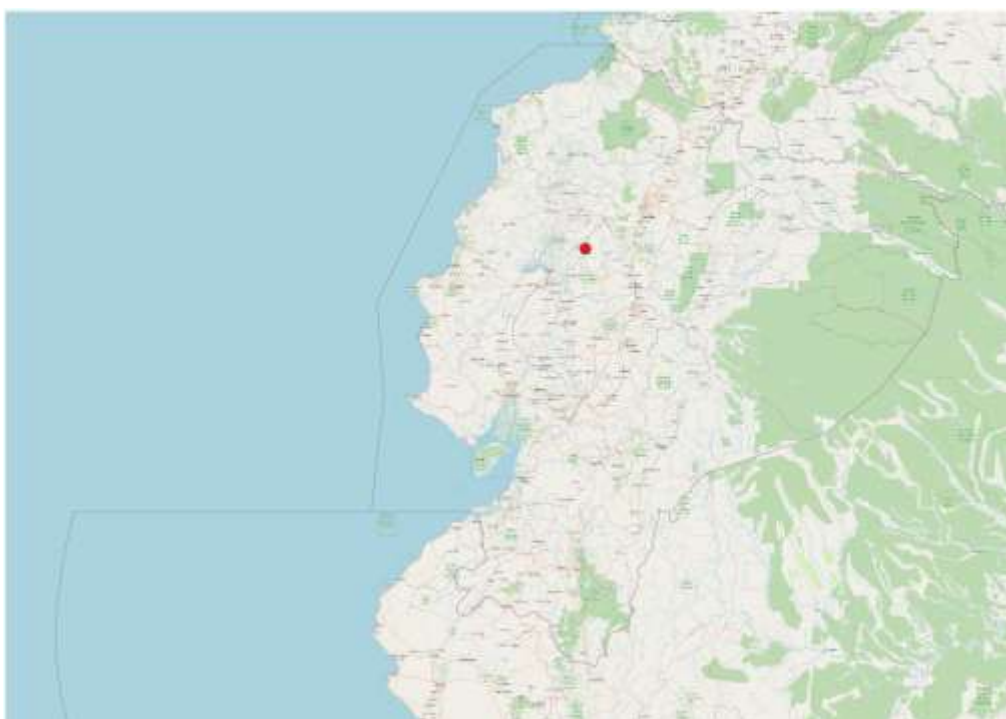
7. MARCO METODOLÓGICO

7.1.ÁREA DE ESTUDIO:

La finca experimental de Sacha wiwa se encuentra ubicada en la parroquia de Guasaganda, La Maná, provincia de Cotopaxi, Ecuador, con las coordenadas geográficas de 0°48'00.0"S 79°10'01.2" a 550 metros sobre el nivel del mar. El clima en la zona es subtropical, con temperaturas moderadas que van desde los 10 a 23°C y precipitaciones significativas durante todo el año. Con una topografía variada y suelos fértiles, Guasaganda tiene una superficie de 398 km; al norte limita con la parroquia de Pucayacu, al sur con el cantón La Maná, al este con el cantón Pujilí y al oeste con la provincia de Los Ríos, figura 1. El área de estudio donde realizo el proyecto fue un total de 15.120 m², dividido en 3 lotes, uno de cacao con un área de 5994.11 m² y 2 lotes de café, lote 2: 3448.83 m² y lote 3: 4329.575 m².

Figura 1. Área de estudio

a)



b)



Nota. Área de estudio en donde se realizó la presente investigación, con un área aproximada de 5ha. de extensión (QGIS, 2025).

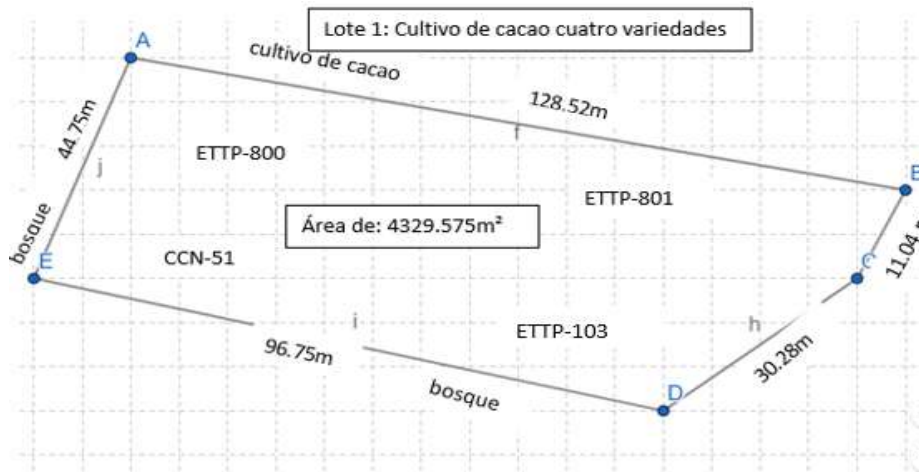
7.2. División del área de estudio

El área total es de 15.120 m², dividida en 3 lotes: uno de cacao con un área de 5994.11 m², teniendo 4 variedades de cacao, y 2 lotes de cafés con 2 variedades, lote 2: 3448.83 m² y lote 3: 4329.575 m². Como se muestran en la figura 2, las cuales fueron referenciadas con un GPS garmin 010-00970-00. La metodología aplicada para la toma de muestras fue de dos métodos combinados, aplicando el método de parcelas de áreas fijas y puntos de intersección para la identificación y diversidad de flora de cobertura en los sistemas agro-productivos de cacao y café, mismos que son métodos ideales para obtener datos de abundancia y diversidad de acuerdo con (Mostacedo & Fredericksen, 2020).

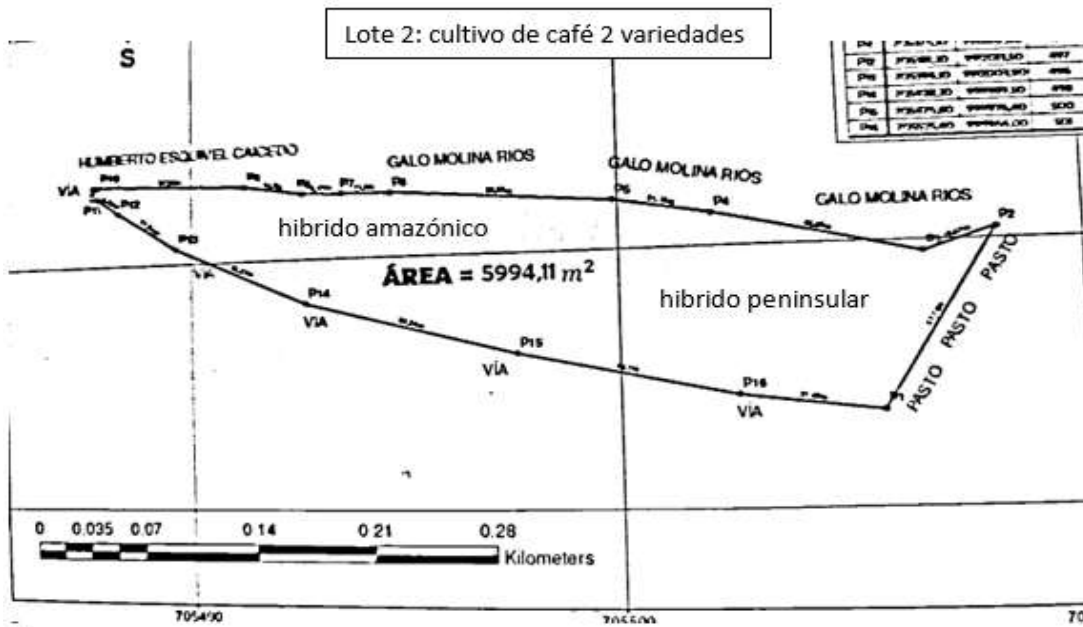
- El método de parcelas de áreas fijas se utilizó para muestrear flora arbórea alrededor de cada lote de cultivo.
- Mientras que para la flora herbácea de cobertura se aplicó el método de puntos de intersección, tomando muestras de manera vertical, pasando 1m y con repeticiones a cada 5 metros.

Figura 2 Lotes de muestreo

a)



B)



C)

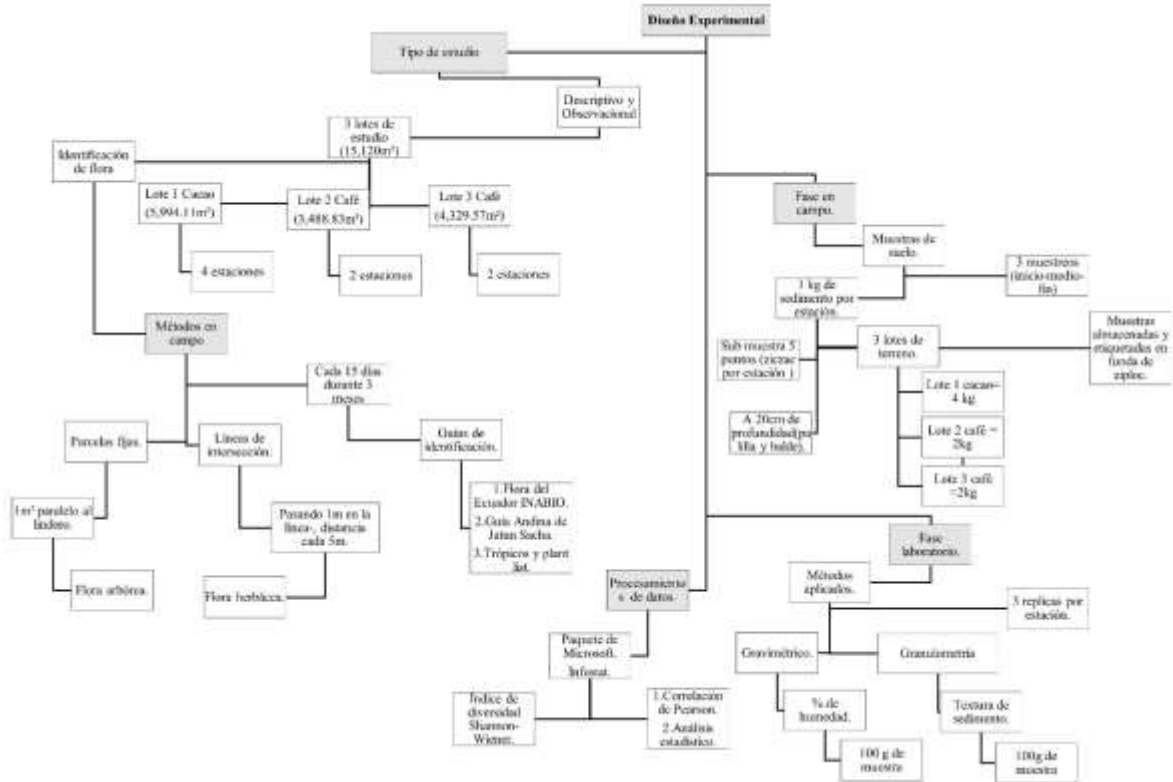


Nota. Lotes de muestreo donde se realizó la colección de datos, tomadas del proyecto de fabáceas en sistemas agro-productivos de cacao y café para una economía circular (luna, 2025).

7.3. Metodología

En el presente estudio se aplicó una investigación de campo de tipo descriptiva, ya que de acuerdo con Sampieri, identifica los componentes importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno, el cual será sometido a análisis, midiendo y evaluando diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar (Sampieri, Collado, & Lucio, 2020). Es decir, la investigación de campo está orientada a recolectar información relacionada con objetos, situaciones o fenómenos en determinado lugar, tal cual como se presentan sus variables en el momento de recolección de muestras, para entender mejor a metodología aplicada se realizó un diagrama experimental figura 3.

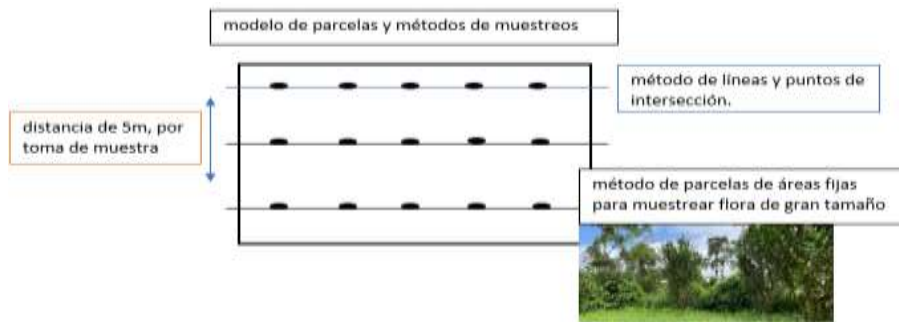
Figura 3. Diseño Experimental



Nota. Metodología aplicada en la presente investigación.

Para la identificación de flora los muestreos se realizaron cada 15 días durante 3 meses y medio, iniciando en el mes de julio, agosto, septiembre y parte de octubre; se aplicaron dos métodos combinados método de parcelas de áreas fijas y método de líneas de intersección, figura 3.

Figura 4. Tipos de muestreos



Nota. Tipo de metodología y muestreo que se utilizó durante el proyecto de investigación.

El método de parcelas de áreas fijas se utilizó para muestrear flora arbórea, muestreando desde los linderos en una franja de 1 metro paralela al lindero, ya que de acuerdo con (Espinoza et al., 2020). Hace referencia a la parcela de superficie y forma fija, donde la selección de los árboles está relacionada directamente con el área y forma de la parcela, así como con la frecuencia de los individuos que la componen, tiene igual probabilidad de selección para cada árbol presente en la parcela de referencia. Mientras que para la flora herbácea de cobertura se empleó el método de puntos de intersección de acuerdo con (Fredericksen, 2020). Se utiliza para determinar la estructura y composición de una formación vegetal basado en la posibilidad de registrar las plantas presentes o ausentes sobre un punto del suelo; también es apto para muestrear vegetación graminoide y arbustiva. Tomando muestras de manera vertical, pasando 1m, y repeticiones con una distancia de 5m de manera horizontal, como se muestra en la figura 3.

7.3.1. Identificación de flora funcional de cobertura

Para la identificación de flora asociada a los sistemas agro-productivos de café y cacao, se realizó por medio de fotografías de las plantas encontradas y de claves taxonómicas, utilizando libros y guías de identificación como:

- Flora del Ecuador INABIO
- Guía de campo de la región andina de Jatun Sacha
- Flora del Ecuador en Naturalist
- Trópicos y de plant list

Así como el uso de herramientas informáticas de plantsnap y plantnet para su identificación, tomando en cuenta datos de botánica como tallo, hoja, inflorescencia, flor, fruto y tipo de raíz.

7.3.2. Muestras de sedimentos

Para evaluar las características del suelo, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros físico-químicos, tales como: Nitrógeno total, P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Ca/Mg, Mg/K, (Ca+Mg)/K, acidez y conducción eléctrica, datos que fueron facilitados por Ing. Ricardo Luna, director del proyecto: Sistemas agro-productivos de fabáceas en asociación con cacao y café en un contexto de economía circular para el desarrollo sostenible (FIASA), mismo que se llevó a cabo en el lugar de estudio, mientras que para los parámetros tales como pH, temperatura, se tomó directamente en campo en los lotes de cultivo con la ayuda de un Soil Tester.

Para el análisis de los parámetros de humedad y textura de sedimento, se aplicó la metodología de gravimetría y granulometría en laboratorio, en 3 ocasiones (inicio, medio y fin) durante el proyecto. El muestreo se llevó a cabo de manera aleatoria simple, tomando directamente del suelo una muestra de 1kg para cada variedad de cacao, teniendo 4 variedades: CCN-51, ETTP-800, ETTP-801 y ETTP-103 en el lote 1, 2 variedades de café: híbrido amazónico e híbrido peninsular en el lote 2, Sarchimor y Manabí 01 en lote 3 respectivamente con la ayuda de una palilla a una profundidad de aproximadamente 20cm las muestras fueron almacenadas en fundas de ziploc y etiquetadas con la información relevante (lote de cultivo, fecha de muestreo). Obteniendo así datos de sedimento para cada variedad de cultivo, ya que de acuerdo con (Ciarlo et al., 2020). El sedimento, los nutrientes y parámetros ambientales pueden cambiar a diferentes distancias debido a la variabilidad espacial y topografías como tal, figura 4.

Figura 5. Procedimiento para la toma de muestra de suelo para ser analizado en laboratorio.



Nota. Procedimiento de toma de 1kg de muestra de suelo y almacenamiento para luego ser analizado en el laboratorio.

Para el análisis de humedad, se lo realizó mediante análisis de laboratorio en instalaciones de la UTC, aplicando el método directo de medición de la humedad por gravimetría, el mismo que consiste en pesar una muestra de suelo antes y después de su desecado y calcular su contenido de humedad mediante una fórmula, figura 5 (Flores et al., 2021). Colocando la muestra de suelo en un horno a una temperatura de 105°C en un periodo de 24 h, o hasta obtener un peso constante, considerando que la muestra está seca cuando su peso es constante a una temperatura de 105°C. Donde se realizó tres réplicas por cada estación y lote de cultivo durante el proyecto.

Figura 6. Fórmula para calcular humedad

$$Hg (\%) = [m - ms] / ms \quad (g/g ; tn/tn)$$

m: masa total.
ms: masa de sólido.
ma: masa de agua.

Nota. Fórmula para calcular humedad y la relación entre la masa de la fracción líquida (agua) y la masa de la fracción sólida.

Mientras que para conocer el tipo de sustrato se lo hizo por método de granulometría, se procedió a colocar las muestras en el horno a una temperatura de 100 °C durante 24 horas. Se vuelven a pesar las muestras, se lava cada una de ellas para dejarlas en el horno a 100 °C durante 24 horas. Se procede a tamizar las muestras de sedimento; se usan tamices de ojo de malla de 300 y 60 micras, para finalmente hacer el ensayo de granulometría en una hoja de cálculo, figura 6.

Figura 7. Granulometría y gravimetría



Nota. Método de granulometría y gravimetría para suelo analizado en laboratorio de la UTC.

El muestreo de suelo y la medición de parámetros ambientales son fundamentales para evaluar las características físicas y químicas del suelo. Los resultados obtenidos permitieron identificar deficiencias o excesos de nutrientes y ajustar las prácticas de manejo del suelo para optimizar la sostenibilidad de los cultivos.

7.4. Comparación de diversidad y abundancia

Para comparar la diversidad y abundancia de la flora de cobertura de los cultivos de cacao y café, se utilizó el índice de Shannon-Wiener, el mismo que, de acuerdo con (Rey, 2021), es una medida estadística ampliamente utilizada en diversos campos para cuantificar la diversidad y riqueza de especies en un hábitat, tomando en cuenta no solo la cantidad de especies presentes, sino también la equidad en su distribución, ofreciendo una visión detallada de la biodiversidad. Figura 5. Mientras que para el procesamiento de datos se utilizó el paquete Microsoft y Infostat.

Figura 8. Fórmula de Shannon-Wiener

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$
$$p_i = n_i / (N)$$

Nota. Fórmula de Shannon para calcular la diversidad de especies.

- S – Número de especies
- p_i – Proporción de individuos de cada especie respecto al total: n_i/N
- n_i – Número de individuos de la especie i
- N – Número de individuos de todas las especies.
- H' – Resultado de la ecuación que normalmente varía entre 0,5 y 5. Menor a 2 es bajo y superior a 3 es alto en relación con la biodiversidad.

7.5. Correlación de parámetros ambientales de suelo y análisis de diversidad y abundancia de flora de cobertura.

Para correlacionar los datos de parámetros ambientales de suelo tales como pH, temperatura, humedad, nitrógeno total, P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Ca/Mg, Mg/K, (Ca+Mg)/K, acidez y conducción eléctrica, se lo hizo utilizando el coeficiente Pearson mismo que consiste en determinar la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables. Se calcula Utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (r), que oscila entre -1 y 1, el cual indica que:

- El valor de r próximo a 1 indica una correlación fuerte positiva entre las variables.
- EL valor de r próximo a -1 indica una correlación fuerte negativa entre las variables.
- El valor de r próximo a 0 indica una correlación débil o nula entre las variables.

La correlación de Pearson en la presente investigación permitió analizar la relación lineal entre las variables continuas y entender la relación entre la diversidad y abundancia de la flora funcional de cobertura asociada a los cultivos de cacao y café en Sacha wiwa y parámetros ambientales de suelo del lugar de estudio (Vararey, 2019).

8. RESULTADOS

El presente estudio se lo realizó con el objetivo de determinar la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura en sistemas agro-productivos de cacao y café a través del muestreo experimental y toma de parámetros ambientales de suelo, para el manejo sostenible y conservación de biodiversidad, mediante el muestreo experimental y toma de parámetros ambientales de suelo, obteniendo los siguientes resultados:

8.1. Diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura

El trabajo se llevó a cabo en la finca experimental Sacha wiwa con 3 lotes de terreno y 8 estaciones en total, identificando 33 especies asociada a los cultivos de cacao y café, para determinar diversidad y abundancia de especies de flora de cobertura asociada a los cultivos se utilizó el índice de Shannon-Wiener y abundancia relativa, mientras que para la colección de datos se utilizó los métodos de parcelas fijas y líneas de intersección descritas anteriormente en el marco metodológico, la identificación se llevó a cabo mediante fotografías y tomando en consideración las estructuras morfológicas de cada especie como: raíz, tallo, hoja, inflorescencias, flor y fruto utilizando también las guías de identificación de: Flora del Ecuador INABIO, Guía de campo de la región andina de Jatun Sacha, flora del Ecuador en Naturalist, trópicos y de plant list, obteniendo los siguientes resultados tabla 4, 5 y 6.

Tabla 4. Especies de flora identificada en lote 1.

IDENTIFICACIÓN DE FLORA LOTE 01 CACAO								
Orden	Familia	Género	Especie	N° total de individuos	Frecuencia absoluta	Ln* (pi)	$\sum(\pi \ln(\pi))$	Abundancia relativa
Lamiales	Acanthaceae	<i>Trichanthera</i>	<i>Trichanthera gigantea</i>	31	0,06	-2,88	-0,16	5,64
Alismatales	Araceae	<i>Xanthosoma</i>	<i>Xanthosoma spp</i>	4	0,01	-4,92	-0,04	0,73
Apiales	Araliaceae	<i>Hydrocotyle</i>	<i>Hydrocotyle spp</i>	90	0,16	-1,81	-0,30	16,36
Arecales	Arecaceae	<i>Bactris</i>	<i>Bactris gasipaes</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Arecales	Arecaceae	<i>Urochloa</i>	<i>Urochloa mutica</i>	87	0,16	-1,84	-0,29	15,82
Asterales	Asteraceae	<i>Sphagneticola</i>	<i>Sphagneticola trilobata</i>	24	0,04	-3,13	-0,14	4,36
Asterales	Asteraceae	<i>Tithonia</i>	<i>Tithonia diversifolia</i>	41	0,07	-2,60	-0,19	7,45
Poales	Bromeliaceae	<i>Guzmania</i>	<i>Guzmania spp</i>	8	0,01	-4,23	-0,06	1,45
Sapindales	Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>Protium spp</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Pandanales	Cyclanthaceae	<i>Carludovicia</i>	<i>Carludovicia palmata</i>	3	0,01	-5,21	-0,03	0,55
Fabales	Fabaceae	<i>Arachis</i>	<i>Arachis pintoi</i>	60	0,11	-2,22	-0,24	10,91
Fabales	Fabaceae	<i>Cajanus</i>	<i>Cajanus cajan</i>	12	0,02	-3,83	-0,08	2,18
Fabales	Fabaceae	<i>Canavalia</i>	<i>Canavalia ensiformis</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina</i>	<i>Erythrina spp</i>	20	0,04	-3,31	-0,12	3,64
Fabales	Fabaceae	<i>Flemingia</i>	<i>Flemingia macrophylla</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabales	Fabaceae	<i>Gliricidia</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	39	0,07	-2,65	-0,19	7,09
Lamiales	Lamiaceae	<i>Gmelina</i>	<i>Gmelina arborea</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Laurales	Lauraceae	<i>Laurus</i>	<i>Laurus nobilis</i>	19	0,03	-3,37	-0,12	3,45
Rosales	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	6	0,01	-4,52	-0,05	1,09
Rosales	Rosaceae	<i>Rubus</i>	<i>Rubus fraxinifolius</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Rosales	Urticaceae	<i>Urera</i>	<i>Urera baccifera</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Zingiberales	Musaceae	<i>Musa</i>	<i>Musa spp</i>	13	0,02	-3,74	-0,09	2,36
Myrtales	Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	2	0,00	-5,62	-0,02	0,36
Piperales	Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>Piper aduncum</i>	14	0,03	-3,67	-0,09	2,55
Poales	Poaceae	<i>Setaria</i>	<i>Setaria palmifolia</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Poales	Poaceae	<i>Guadua</i>	<i>Guadua angustifolia</i>	3	0,01	-5,21	-0,03	0,55
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Triplaris</i>	<i>Triplaris americana</i>	22	0,04	-3,22	-0,13	4,00
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus limón</i>	6	0,01	-4,52	-0,05	1,09
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>Citrus reticulada</i>	4	0,01	-4,92	-0,04	0,73
Ericales	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i>	<i>Chrysophyllum cainito</i>	2	0,00	-5,62	-0,02	0,36
Solanales	Solanaceae	<i>Brugmansia</i>	<i>Brugmansia spp</i>	7	0,01	-4,36	-0,06	1,27
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>Solanum quitoense</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00

<i>Polypodiales</i>	<i>Thelypteridaceae</i>	<i>Thelypteris</i>	<i>Thelypteris dentata</i>	33	0,06	-2,81	-0,17	6,00
				N° TOTAL DE INDIVIDUOS	550	SUMATORIA DE PRODUCTOS		100,00
				Media	22,9	Shannon-Wiener	2,694	

Nota. Flora funcional de cobertura identificada en lote 01 con cuatros estaciones de muestreo.

En la tabla 4, se identificó la flora en el lote 01 de cacao, con un total 550 individuos contabilizados, y 24 especies encontradas incluyendo información sobre la familia, género, especie, número total de individuos, frecuencia absoluta, abundancia relativa y otros parámetros utilizados para calcular el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'). Dentro de la interpretación de datos se observa que: la especie más abundante es *Hydrocotyle spp (Araliaceae)* con 90 individuos seguida de *Urochloa mutica (Arecaceae)* con 87 individuos y el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') es de 2,694, lo que indica una diversidad moderada en la comunidad de flora del lote 01. La abundancia relativa para este lote tenemos: *Hydrocotyle spp* (16,364%), *Urochloa mutica* (15,818%) y *Arachis pintoi* (10,909%).

Tabla 5. Especies de flora identificada en lote 02

IDENTIFICACIÓN DE FLORA LOTE 02 CAFÉ								
Orden	Familia	Género	Especie	N° total de individuos	Frecuencia absoluta	Ln* (pi)	$\sum(\pi * \ln(\pi))$	Abundancia relativa
Lamiales	Acanthaceae	Trichantera	<i>Trichantera gigantea</i>	21	0,06	-2,78	-0,17	6,23
Alismatales	Araceae	Xanthosoma	<i>Xanthosoma spp</i>	15	0,04	-3,11	-0,14	4,45
Apiales	Araliaceae	Hydrocotyle	<i>Hydrocotyle spp</i>	31	0,09	-2,39	-0,22	9,20
Arecales	Arecaceae	Bactris	<i>Bactris gasipaes</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Arecales	Arecaceae	Urochloa	<i>Urochloa mutica</i>	41	0,12	-2,11	-0,26	12,17
Asterales	Asteraceae	Sphagneticola	<i>Sphagneticola trilobata</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Asterales	Asteraceae	Tithonia	<i>Tithonia diversifolia</i>	12	0,04	-3,34	-0,12	3,56
Poales	Bromeliaceae	Guzmania	<i>Guzmania spp</i>	3	0,01	-4,72	-0,04	0,89
Sapindales	Burseraceae	Protium	<i>Protium spp</i>	12	0,04	-3,34	-0,12	3,56
Pandanales	Cyclanthaceae	Carludovica	<i>Carludovica palmata</i>	5	0,01	-4,21	-0,06	1,48
Fabales	Fabaceae	Arachis	<i>Arachis pintoii</i>	21	0,06	-2,78	-0,17	6,23
Fabales	Fabaceae	Cajanus	<i>Cajanus cajan</i>	23	0,07	-2,68	-0,18	6,82
Fabales	Fabaceae	Canavalia	<i>Canavalia ensiformis</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabales	Fabaceae	Erythrina	<i>Erythrina spp</i>	8	0,02	-3,74	-0,09	2,37
Fabales	Fabaceae	Flemingia	<i>Flemingia macrophylla</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabales	Fabaceae	Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	18	0,05	-2,93	-0,16	5,34
Lamiales	Lamiaceae	Gmelina	<i>Gmelina arborea</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Laurales	Lauraceae	Laurus	<i>Laurus nobilis</i>	25	0,07	-2,60	-0,19	7,42
Rosales	Moraceae	Ficus	<i>Ficus nymphaeifolia</i>	1	0,00	-5,82	-0,02	0,30
Rosales	Rosaceae	Rubus	<i>Rubus fraxinifolius</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Rosales	Urticaceae	Urera	<i>Urera baccifera</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Zingiberales	Musaceae	Musa	<i>Musa spp</i>	14	0,04	-3,18	-0,13	4,15
Myrtales	Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium guajava</i>	4	0,01	-4,43	-0,05	1,19
Piperales	Piperaceae	Piper	<i>Piper aduncum</i>	8	0,02	-3,74	-0,09	2,37
Poales	Poaceae	Setaria	<i>Setaria palmifolia</i>	17	0,05	-2,99	-0,15	5,04
Poales	Poaceae	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Caryophyllales	Polygonaceae	Triplaris	<i>Triplaris americana</i>	11	0,03	-3,42	-0,11	3,26
Sapindales	Rutaceae	Citrus	<i>Citrus limón</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Sapindales	Rutaceae	Citrus	<i>Citrus reticulada</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00

<i>Ericales</i>	<i>Sapotaceae</i>	<i>Chrysophyllum</i>	<i>Chrysophyllum</i>	1	0,00	-5,82	-0,02	0,30
		<i>m</i>	<i>cainito</i>					
<i>Solanales</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Brugmansia</i>	<i>Brugmansia spp</i>	2	0,01	-5,13	-0,03	0,59
<i>Solanales</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	<i>Solanum quitoense</i>	2	0,01	-5,13	-0,03	0,59
<i>Polypodiales</i>	<i>Thelypterida</i>	<i>Thelypteris</i>	<i>Thelypteris dentata</i>	42	0,12	-2,08	-0,26	12,46
			Nº TOTAL DE INDIVIDUOS	337		SUMATORIA DE PRODUCTOS	-2,81	100,00
			Media	14,65		Shannon-Wiener	2,81	

Nota. Flora funcional de cobertura identificada en lote 02 con dos estaciones de muestreo.

La tabla 5 se muestra la identificación de flora en el lote 02 de café, con un total de 337 individuos contabilizados y 23 especies identificadas. Las especies más abundantes para este lote fueron: *Urochloa mutica* (*Arecaceae*) con 41 individuos, seguida de *Hydrocotyle spp* (*Araliaceae*) con 31 individuos. El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') es de 2,815, lo que indica una diversidad moderada y las especies con mayor abundancia relativa son *Urochloa mutica* (12,166%), *Hydrocotyle spp* (9,199%) y *Thelypteris dentata* (12,463%).

Tabla 6. Especies de flora identificada en lote 03

IDENTIFICACIÓN DE FLORA LOTE 03 DE CAFÉ								
Orden	Familia	Género	Especie	N° total de individuos	Frecuencia absoluta	Ln* (pi)	$\sum(\pi^* \ln(\pi))$	Abundancia relativa
Lamiales	Acanthaceae	Trichantera	Trichantera gigantea	48	0,09	-2,44	-0,21	8,71
Alismatales	Araceae	Xanthosoma	Xanthosoma spp	5	0,01	-4,70	-0,04	0,91
Apiales	Araliaceae	Hydrocotyle	Hydrocotyle spp	77	0,14	-1,97	-0,28	13,97
Arecales	Arecaceae	Bactris	Bactris gasipaes	1	0,00	-6,31	-0,01	0,18
Arecales	Arecaceae	Urochloa	Urochloa mutica	54	0,10	-2,32	-0,23	9,80
Asterales	Asteraceae	Sphagneticola	Sphagneticola trilobata	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Asterales	Asteraceae	Tithonia	Tithonia diversifolia	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Poales	Bromeliaceae	Guzmania	Guzmania spp	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Sapindales	Burseraceae	Protium	Protium spp	3	0,01	-5,21	-0,03	0,54
Pandanales	Cyclanthaceae	Carludovica	Carludovica palmata	4	0,01	-4,93	-0,04	0,73
Fabales	Fabaceae	Arachis	Arachis pintoi	27	0,05	-3,02	-0,15	4,90
Fabales	Fabaceae	Cajanus	Cajanus cajan	12	0,02	-3,83	-0,08	2,18
Fabales	Fabaceae	Canavalia	Canavalia ensiformis	21	0,04	-3,27	-0,12	3,81
Fabales	Fabaceae	Erythrina	Erythrina spp	30	0,05	-2,91	-0,16	5,44
Fabales	Fabaceae	Flemingia	Flemingia macrophylla	45	0,08	-2,51	-0,20	8,17
Fabales	Fabaceae	Gliricidia	Gliricidia sepium	34	0,06	-2,79	-0,17	6,17
Lamiales	Lamiaceae	Gmelina	Gmelina arborea	2	0,00	-5,62	-0,02	0,36
Laurales	Lauraceae	Laurus	Laurus nobilis	22	0,04	-3,22	-0,13	3,99
Rosales	Moraceae	Ficus	Ficus nymphaeifolia	1	0,00	-6,31	-0,01	0,18
Rosales	Rosaceae	Rubus	Rubus fraxinifolius	8	0,01	-4,23	-0,06	1,45
Rosales	Urticaceae	Urera	Urera baccifera	4	0,01	-4,93	-0,04	0,73
Zingiberales	Musaceae	Musa	Musa spp	39	0,07	-2,65	-0,19	7,08
Myrtales	Myrtaceae	Psidium	Psidium guajava	5	0,01	-4,70	-0,04	0,91
Piperales	Piperaceae	Piper	Piper aduncum	16	0,03	-3,54	-0,10	2,90
Poales	Poaceae	Setaria	Setaria palmifolia	20	0,04	-3,32	-0,12	3,63
Poales	Poaceae	Guadua	Guadua angustifolia	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Caryophyllales	Polygonaceae	Triplaris	Triplaris americana	22	0,04	-3,22	-0,13	3,99
Sapindales	Rutaceae	Citrus	Citrus limón	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Sapindales	Rutaceae	Citrus	Citrus reticulada	0	0,00	0,00	0,00	0,00

<i>Ericales</i>	<i>Sapotaceae</i>	<i>Chrysophyllum</i>	<i>Chrysophyllum cainito</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Solanales</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Brugmansia</i>	<i>Brugmansia spp</i>	5	0,01	-4,70	-0,04	0,91
<i>Solanales</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	<i>Solanum quitoense</i>	0	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Polypodiales</i>	<i>Thelypteridaceae</i>	<i>Thelypteris</i>	<i>Thelypteris dentata</i>	46	0,08	-2,48	-0,21	8,35
				N° TOTAL DE INDIVIDUOS	551	SUMATORI A DE PRODUCTOS		100,00
				Media	22,04	Shannon-Wiener	2,81	

Nota. Flora funcional de cobertura identificada en lote 03 con dos estaciones de muestreo.

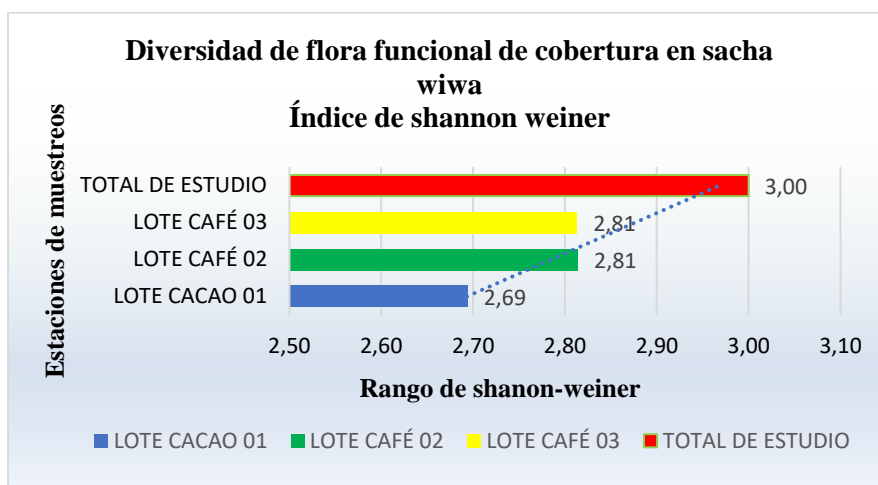
En la tabla 6, se muestra la identificación de flora en el lote 03 de café, con un total de 551 individuos contabilizados y 24 especies identificadas, las especies más abundante para este lote fueron *Hydrocotyle spp* (*Araliaceae*) con 77 individuos, seguida de *Urochloa mutica* (*Arecaceae*) con 54 individuos y *Trichantera gigantea* (*Acanthaceae*) con 48 individuos, mientras que el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para este lote es de 2,814, lo que indica una diversidad moderada, mientras que las especies con mayor abundancia relativa son *Hydrocotyle spp* (13,975%), *Urochloa mutica* (9,800%) y *Trichantera gigantea* (8,711%). Cabe mencionar que la diversidad de especies en el lote 03 (2,814) es similar a la del lote 02 (2,815) y ligeramente mayor que la del lote 01 (2,694) sin embargo, la composición de especies es similar en los tres lotes, con algunas especies dominantes en cada caso, en la tabla 7 y figura 5 representa mejor el índice de diversidad de los tres lotes de estudio.

Tabla 7. Diversidad de Sacha wiwa

Diversidad de flora funcional de cobertura en sachá wiwa	
Lotes de muestreo	Shannon-Wiener
Lote cacao 01	2,69
Lote café 02	2,81
Lote café 03	2,81
Total de estudio	3,00

Nota. Índice de diversidad encontrada en cada lote de estudio a través del índice de Shannon.

Figura 9. Índice de diversidad del estudio.



Nota. El gráfico 9 muestra el índice de diversidad obtenido en cada lote de estudio, siendo el lote 2 y 3 con mayor diversidad.

De acuerdo a la tabla 7 y figura 9, la diversidad de flora funcional de cobertura es alta en todos los lotes estudiados; los lotes de café 2 y 3 tienen una diversidad ligeramente mayor de 2,81 en comparación con el lote de cacao 2,69. Mientras que el índice de diversidad total del estudio es de 3,00 lo que apunta una alta diversidad de flora funcional de cobertura, considerando todos los lotes en conjunto. La diversidad de flora funcional de cobertura es un indicador importante de la salud y complejidad de los ecosistemas agro-productivos. Los resultados obtenidos al aplicar el índice de Shannon Weiner indican que los sistemas de café y cacao en Sacha wiwa tienen una buena diversidad de flora funcional de cobertura, lo que contribuye a la sostenibilidad y productividad de estos sistemas.

8.2. Análisis de textura de sedimento

Tabla 8. *Textura de sedimento*

Análisis de textura de sedimento por método de granulometría en laboratorio.		
Análisis de textura de sedimento de lote 01 cacao		
Tipo de suelo	Partícula	% de peso retenido
Franco limoso 4 Estaciones	Arena	38
	Limo	52
	Arcilla	10
Análisis de textura de sedimento de lote 02 café		
Tipo de suelo	Partícula	% de peso retenido
Franco limoso estación 5 y 6	Arena	48
	Limo	46
	Arcilla	6
Análisis de textura de sedimento de lote 03 café		
Tipo de suelo	Partícula	% de peso retenido
Franco limoso estación 7 (Manabí 01)	Arena	44
	Limo	48
	Arcilla	8
Franco arenoso estación 8 (Sarchimor)	Arena	50
	Limo	44
	Arcilla	6

Nota. *Tipo de suelo encontrado en cada lote estudio por método de granulometría.*

De acuerdo a la tabla 8, los tres lotes (lote 01 cacao, lote 02 café y lote 03 café) presentan suelos con texturas franco limosas o franco arenosas. La mayoría de los suelos tienen una composición donde predomina el limo y arena, con bajos contenidos de arcilla (entre 6% y 10%), además, los suelos franco limosos (lote 01, lote 02 y parte del lote 03) tienen buena capacidad de retención de agua y nutrientes.

El suelo franco arenoso en la estación 8 del lote 03 café tiene mayor proporción de arena, lo que puede implicar en una menor retención de agua y nutrientes en comparación con los suelos franco limosos. En general, las texturas de suelo encontradas son adecuadas para el cultivo de café y cacao, considerando también que estos cultivos prefieren suelos con buena drenabilidad y capacidad de retención de nutrientes.

8.3. Análisis de humedad de suelo de cada lote de cacao y café de terreno.

Para el análisis de humedad de suelo, se consideró tomar 1kg de sedimento de cada estación de muestreo, con un total de 8 muestras para los 3 lotes, es decir, 4 muestras para el lote 1 de cacao, 2 muestras para el lote 2 de café y 2 muestras más para el 3 de café, con tres muestreos en total durante el proyecto y un total de 24 muestras, llevando al laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi para analizar la humedad, mientras que la temperatura y pH se tomaron en campo con la ayuda de multiparámetro modelo descrito anteriormente en la metodología, obteniendo los siguientes resultados en la tabla 9.

Tabla 9. Muestras de suelo lote 01 muestreo 01

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO POR MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN LABORATORIO.								
Lote 01 variedades de cacao								
Muestreo del 30 de julio al 06 de agosto del 2025								
Estaciones de muestreo	Réplicas	Peso de caja petri	Peso inicial	Peso Final	Promedio de peso	% de humedad	Temp. °C	pH
Estación 1 EETP-103	R1	39,65	100	82,56	0,12	12,49	26	6,50
	R2	36,87	100	81,68	0,13	13,38	25	6,50
	R3	37,41	100	81,86	0,13	13,20	26	6,50
	Promedio				0,13	13,02	26	6,50
Estación 2 EETP-800	R1	38,47	100	79,27	0,15	14,97	24	6,00
	R2	38,80	100	79,60	0,15	14,70	25	6,30
	R3	37,09	100	78,91	0,15	15,38	24	6,50
	Promedio				0,15	15,02	24	6,27
Estación 3 EETP-801	R1	38,95	100	81,68	0,13	13,18	24	6,50
	R2	37,00	100	81,18	0,14	13,74	24	6,60
	R3	37,45	100	81,09	0,14	13,76	25	6,50
	Promedio				0,14	13,56	24	6,53
Estación 4 Clon CCN-51	R1	39,66	100	78,73	0,15	15,23	24	6,50
	R2	38,57	100	78,73	0,15	15,35	23	6,60
	R3	38,34	100	78,86	0,15	15,28	24	6,50
	Promedio				0,15	15,29	24	6,53

Nota. En la tabla 9 se muestran porcentajes humedad del lote 01 en un rango desde 12,49 hasta 15,35.

La tabla 9 muestra los resultados del análisis de suelo por método gravimétrico en laboratorio, realizado en el Lote 01 de variedades de cacao. Los resultados incluyen el peso de la caja Petri,

peso inicial, peso final, promedio de peso, porcentaje de humedad, temperatura y pH para cada estación de muestreo y réplica. Se logra evidenciar también que el porcentaje de la humedad promedio en las estaciones de muestreo varía entre 13,025% y 15,287%. La estación 4 (Clon CCN-51) presenta el mayor porcentaje de humedad promedio. (15,287%), mientras que la temperatura promedio en las estaciones de muestreo oscila entre 23,667°C y 25,667°C. Para este caso la estación 1 presenta la temperatura promedio más alta (25,667°C) y el pH promedio en las estaciones de muestreo varía entre 6,27 y 6,53, es decir, la mayoría de las estaciones presentan un pH ligeramente ácido a neutro.

Tabla 10. Muestras de suelo lote 01 muestreo 02

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO POR MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN LABORATORIO.								
Lote 01 variedades de cacao								
Muestreo del 25 de agosto al 03 de septiembre del 2025								
Estaciones de muestreo	Réplicas	Peso de caja petri	Peso Inicial	Peso Final	Promedio de peso	% de humedad	Temp. °C	pH
Estación 1 EETP-103	R1	34,20	100	80,20	0,15	14,75	23	6,50
	R2	41,50	100	82,60	0,12	12,30	23	6,00
	R3	38,90	100	81,60	0,13	13,25	23	6,50
Promedio					0,13	13,43	23	6,33
Estación 2 EETP-800	R1	48,20	100	87,60	0,08	8,37	23	6,50
	R2	35,00	100	84,20	0,12	11,70	24	6,00
	R3	33,00	100	86,10	0,10	10,45	22	6,50
Promedio					0,10	10,17	23	6,33
Estación 3 EETP-801	R1	47,00	100	84,40	0,11	10,61	23	6,50
	R2	35,90	100	81,10	0,14	13,91	23	6,50
	R3	43,50	100	83,50	0,11	11,50	22	6,50
Promedio					0,12	12,01	23	6,50
Estación 4 Clon CCN-51	R1	40,40	100	81,90	0,13	12,89	24	6,50
	R2	35,50	100	80,20	0,15	14,61	24	6,50
	R3	33,90	100	80,30	0,15	14,71	23	6,50
Promedio					0,14	14,07	24	6,50

Nota. Datos de humedad, temperatura y pH del muestreo 2 lote 01 de cacao.

En la tabla 10, el porcentaje de humedad promedio en las estaciones de muestreo varía entre 10,174% y 14,072%. La estación 4 (Clon CCN-51) presenta el mayor porcentaje de humedad promedio (14,072%). La temperatura promedio en las estaciones de muestreo varía entre 22,667°C y 23,667°C, mientras que el pH promedio en las estaciones de muestreo varía entre 6,33 y 6,50 siendo ligeramente ácidos igual que en el análisis anterior.

Tabla 11. Muestras de suelo lote 01 muestreo 03

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO POR MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN LABORATORIO.								
Lote 01 variedades de cacao								
Muestreo del 22 al 30 de septiembre del 2025								
Estaciones de muestreo	Réplicas	Peso de caja petri	Peso inicial	Peso Final	Promedio de peso	% de humedad	Temp. °C	pH
Estación 1 EETP-103	R1	34,90	100	79,80	0,15	14,97	24	6,50
	R2	33,80	100	77,90	0,17	16,52	24	6,00
	R3	40,30	100	78,10	0,16	15,61	24	6,50
	Promedio				0,16	15,70	24	6,33
Estación 2 EETP-800	R1	41,50	100	81,60	0,13	13,00	25	6,50
	R2	48,20	100	83,30	0,11	11,27	24	6,00
	R3	34,10	100	78,90	0,16	15,73	25	6,50
	Promedio				0,13	13,34	25	6,33
Estación 3 EETP-801	R1	43,00	100	80,90	0,13	13,36	24	6,50
	R2	36,30	100	78,50	0,16	15,77	24	6,50
	R3	38,80	100	79,40	0,15	14,84	24	6,50
	Promedio				0,15	14,66	24	6,50
Estación 4 Clon CCN-51	R1	35,50	100	80,40	0,14	14,46	24	6,50
	R2	47,00	100	84,20	0,11	10,75	25	6,50
	R3	35,90	100	80,80	0,14	14,13	24	6,50
	Promedio				0,13	13,11	24	6,50

Nota. Datos de parámetros ambientales del muestreo 3 del lote 01 de cacao.

En la tabla 11, el porcentaje de humedad promedio en las estaciones de muestreo varía entre 13,114% y 15,700%. La estación 1 presenta el mayor porcentaje de humedad promedio (15,700%). Así también, la temperatura promedio en las estaciones de muestreo varía entre 24°C y 24,667°C. Al igual que en las anteriores tablas 9 y 10, el pH promedio en las estaciones de muestreo varía entre 6,33 y 6,50; sin embargo, la mayoría de las estaciones presentan un pH ligeramente ácido a neutro. Para analizar con mayor detenimiento los parámetros de suelo antes descritos en las tablas

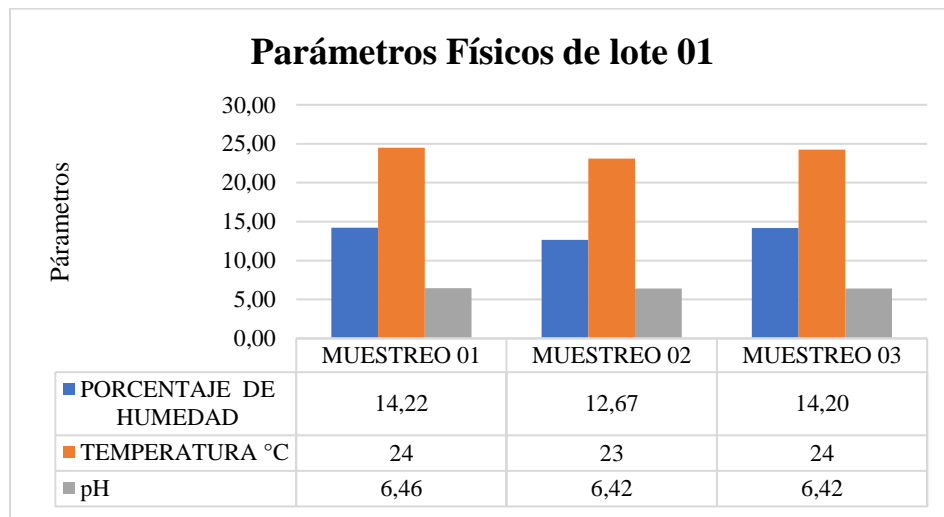
9, 10 y 11 del lote 01 de cacao, se consideró promediar los datos de humedad, temperatura y pH obtenidos durante los 3 muestreos realizados, adquiriendo los siguientes resultados (tabla 12).

Tabla 12. *Parámetros ambientales de suelo lote 01*

Lote 01 Variedades de cacao			
Humedad, temperatura y pH			
Muestreos realizados	% de humedad	Temp. °C	pH
Muestreo 01	14,22	24	6,46
Muestreo 02	12,67	23	6,42
Muestreo 03	14,20	24	6,42

Nota. *Tabla 12 indica las variaciones de parámetros ambientales encontrados en el lote 01 durante los 3 muestreos.*

Figura 10. *Parámetros ambientales de suelo lote 01 café*



Nota. *análisis de los parámetros ambientales de los 3 muestreos del lote 01 de cacao.*

En la tabla 12 y la figura 10 se muestran datos de parámetros ambientales de la estación uno del lote 01. El porcentaje de humedad oscila entre 12,67% y 14,22% mientras que la humedad es ligeramente mayor en el muestreo 01 y 03, y menor en el muestreo 02 y la temperatura se mantiene constante en 24°C en los muestreos 01 y 03, sin embargo, disminuye ligeramente a 23°C en el muestreo 02, de igual manera el pH se mantiene ligeramente ácido a neutro en los tres muestreos,

con valores que van desde 6,42 hasta 6,46. Beneficiando dichos resultados a las condiciones ambientales del Lote 01 ya que en gran medida los datos son estables y favorecen en el crecimiento de las plantas de cacao.

Tabla 13. Muestras de suelo lote 02 muestreo 01

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO POR MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN LABORATORIO.								
Lote 02 variedades de café								
Muestreo del 30 de julio al 06 de agosto del 2025								
Estaciones de muestreo	Réplicas	Peso de caja petri	Peso inicial	Peso Final	Promedio de peso	% de humedad	Temp. °C	pH
Estación 5 Café H Amazónico	R1	39,54	100	82,06	0,13	12,86	24	6,00
	R2	39,26	100	81,95	0,13	12,96	24	6,50
	R3	39,80	100	82,31	0,13	12,65	24	6,00
Promedio					0,13	12,82	24	6,17
Estación 6 Café H Peninsular	R1	37,55	100	82,62	0,13	12,64	23	6,00
	R2	37,70	100	82,80	0,12	12,49	24	6,00
	R3	38,60	100	83,24	0,12	12,09	23	6,00
Promedio					0,12	12,41	23	6,00

Nota. Tabla 13 muestra datos de los parámetros ambientales del suelo del muestreo 01 del lote 02 de café.

La tabla 13 muestra los resultados del análisis de muestras de suelo por método gravimétrico en laboratorio, realizado en el lote 02 de variedades de café. El porcentaje de humedad promedio en las estaciones de muestreo varía entre 12,41% y 12,82%; la estación presenta un mayor porcentaje de humedad. La temperatura promedio en las estaciones de muestreo es de 24°C y 23,33°C, respectivamente, y el pH promedio en las estaciones de muestreo varía entre 6 y 6,17, ligeramente ácido.

Tabla 14. Muestras de suelo lote 02 muestreo 02

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO POR MÉTODO DE GRAVIMÉTRICO EN LABORATORIO								
Lote 02 variedades de café								
Muestreo del 25 de agosto al 03 de septiembre del 2025								
Estaciones de muestreo	Réplicas	Peso de caja petri	Peso inicial	Peso Final	Promedio de peso	% de humedad	Temp. °C	pH
Estación 5 Café H Amazónico	R1	39,50	100	84,30	0,11	11,25	24	6,00
	R2	47,20	100	86,20	0,09	9,37	24	6,50
	R3	43,40	100	85,80	0,10	9,90	24	6,00
	Promedio					0,10	10,18	24
Estación 6 Café H Peninsular	R1	40,70	100	84,90	0,11	10,73	23	6,00
	R2	34,40	100	84,30	0,12	11,68	24	6,00
	R3	46,30	100	86,80	0,09	9,02	23	6,00
	Promedio					0,10	10,48	23

Nota. Disminución de porcentaje de humedad con respecto al muestreo 01, del mismo lote.

En la tabla 14, el porcentaje de humedad promedio en las estaciones de muestreo varía entre 10,177% y 10,48%, la estación 5 con un menor porcentaje de humedad promedio 10,17% en comparación con la estación 6. La temperatura promedio en las estaciones de muestreo es de 24°C y 23,33°C, respectivamente, y el pH promedio en las estaciones de muestreo es de 6,17 y 6, siendo ligeramente ácido.

Tabla 15. Muestras de suelo lote 02 muestreo 03

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO POR MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN LABORATORIO.								
Lote 02 variedades de café								
Muestreo del 22 al 30 de septiembre del 2025								
Estaciones de muestreo	Réplicas	Peso de caja petri	Peso inicial	Peso final	Promedio de peso	% de humedad	Temp. °C	pH
Estación 5 Café H Amazónico	R1	34,10	100	79,90	0,15	14,99	26	6,00
	R2	43,40	100	83,00	0,12	11,85	25	6,00
	R3	45,40	100	83,30	0,11	11,49	26	6,50
	Promedio					0,13	12,78	26
Estación 6 Café H Peninsular	R1	39,10	100	80,60	0,14	13,95	25	6,50
	R2	44,50	100	82,30	0,12	12,25	24	6,00
	R3	34,30	100	79,10	0,16	15,56	25	6,00
	Promedio					0,14	13,92	25

Nota. Tabla 15 aumento del porcentaje de humedad nuevamente en el muestreo 03.

Para la tabla 15, el porcentaje de humedad promedio en las estaciones de muestreo varía entre 12,78% y 13,92%. La estación 6 presenta un mayor porcentaje de humedad promedio. La temperatura promedio en las estaciones de muestreo es de 25,67°C y 24,67°C, respectivamente, mientras que el pH promedio en las estaciones de muestreo se mantiene estable, es decir, no hay variación, con un dato de 6,17, ligeramente ácido.

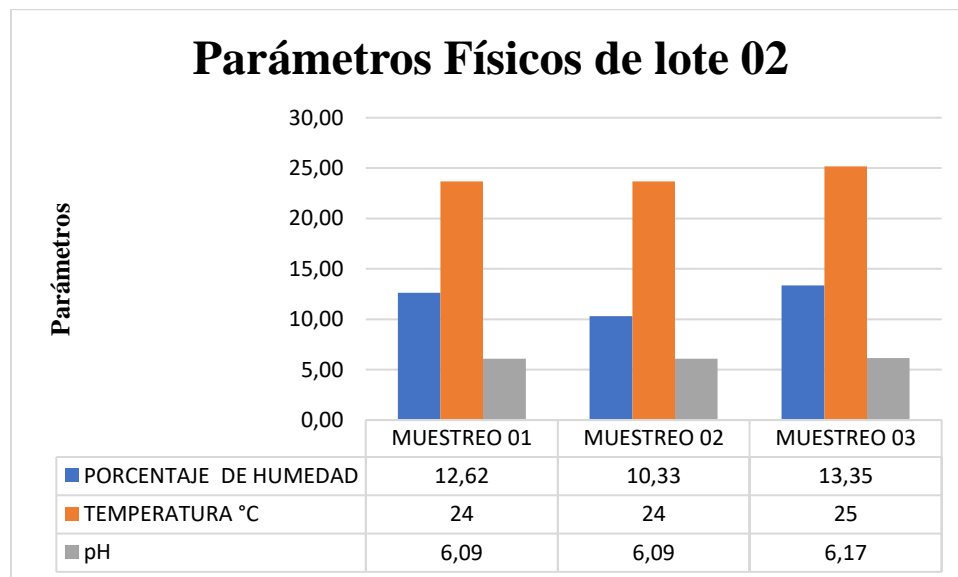
Al igual que se realizó en el lote 01 de cacao, analizar la humedad, temperatura y pH promediado se lo considera en los lotes 02 y 03 de café, obteniendo los siguientes resultados (tabla 16).

Tabla 16. *Parámetros ambientales de suelo lote 02*

Lote 02 Variedades de café			
Humedad, temperatura y pH			
Muestras realizadas	% de humedad	Temp. °C	pH
Muestreo 01	12,62	24	6,09
Muestreo 02	10,33	24	6,09
Muestreo 03	13,35	25	6,17

Nota. *Tabla 16 se muestran datos de los parámetros ambientales del suelo del lote 02 de café, durante los 3 muestreos, con cambios variaciones de humedad mayormente y temperatura.*

Figura 11. *Parámetros ambientales de suelo lote 02*



Nota. *análisis de los parámetros ambientales de los 3 muestreos del lote 02 de híbridos de café.*

La tabla 16 y la figura 11 muestran los parámetros ambientales agrupados de los 3 muestreos del lote 03 de variedades de café, incluyendo el porcentaje de humedad, temperatura y pH. El porcentaje de humedad varía entre 10,33% y 13,35%, con un aumento en el tercer muestreo. La temperatura se mantiene constante en 24°C en los dos primeros muestreos y aumenta ligeramente a 25°C en el tercer muestreo, y el pH se mantiene ligeramente ácido en los tres muestreos, con valores que varían entre 6,09 y 6,17.

Tabla 17. Muestras de suelo lote 03 muestreo 01

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO POR MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN LABORATORIO.								
Lote 03 variedades de café								
Muestreo del 30 de julio al 06 de agosto del 2025								
Estaciones de muestreo	Replicas	Peso de caja petri	Peso inicial	Peso final	Promedio de peso	% de humedad	Temp. °C	pH
Estación 7 Café Manabí 01	R1	38,27	100	78,34	0,16	15,67	24	6,00
	R2	37,33	100	78,00	0,16	16,02	23	6,20
	R3	39,01	100	78,83	0,15	15,23	24	6,20
Promedio					0,16	15,64	24	6,13
Estación 8 Café H Sarchimor	R1	39,17	100	80,07	0,14	14,32	24	6,00
	R2	38,41	100	79,47	0,15	14,83	23	6,00
	R3	38,02	100	79,76	0,15	14,66	24	6,00
Promedio					0,15	14,61	24	6,00

Nota. En la tabla 17 muestra datos del muestreo 01 del lote 03 de estudio, con diferencia en porcentajes de humedad para las estaciones 7 y 8.

En la tabla 17 muestra los resultados del análisis de muestras de suelo por método gravimétrico en laboratorio, realizado en el lote 03 de variedades de café, en el primer muestreo. El porcentaje de humedad promedio en las estaciones de muestreo varía entre 14,60% y 15,63%, siendo la estación 7 con mayor humedad. La temperatura promedio en las estaciones de muestreo es de 23,67°C en ambas estaciones y el pH promedio en las estaciones de muestreo varía entre 6,00 y 6,13, considerando que la estación 7 presenta un pH ligeramente más alto que la estación 8.

Tabla 18. Muestras de suelo lote 03 muestreo 02

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO POR MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN LABORATORIO.								
Lote 03 variedades de café								
Muestreo del 25 de agosto al 03 de septiembre del 2025								
Estaciones de muestreo	Réplicas	Peso de caja petri	Peso inicial	Peso final	Promedio de peso	% de humedad	Temp. °C	pH
Estación 7 Café Manabí 01	R1	38,20	100	82,90	0,12	12,37	24	6,20
	R2	34,10	100	82,00	0,13	13,42	23	6,30
	R3	33,70	100	84,40	0,12	11,67	24	6,30
Promedio					0,12	12,49	24	6,27
Estación 8 Café H Sarchimor	R1	34,90	100	81,20	0,14	13,94	24	6,30
	R2	41,30	100	82,30	0,13	12,53	23	6,30
	R3	34,40	100	80,70	0,14	14,36	24	6,30
Promedio					0,14	13,61	24	6,30

Nota. Tabla 18 muestra porcentaje de humedad más alto en la estación 8, mientras que temperatura y pH se mantienen.

En la tabla 18, el porcentaje de humedad promedio en las estaciones de muestreo varía entre 12,48% y 13,60%, donde la estación 8 (Café H Sarchimor) presenta un mayor porcentaje. La temperatura para las dos estaciones es estable, sin variación, con 24°C, mientras que el pH en las estaciones de muestreo varía entre 6,27 y 6,30; presentando un pH ligeramente ácido.

Tabla 19. Muestras de suelo lote 03 muestreo 03

ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO POR MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN LABORATORIO.								
Lote 03 variedades de café								
Muestreo del 22 al 30 de septiembre del 2025								
Estaciones de muestreo	Réplicas	Peso de caja petri	Peso inicial	Peso final	Promedio de peso	% de humedad	Temp. °C	pH
Estación 7 café Manabí 01	R1	38,20	100	80,90	0,14	13,82	26	6,20
	R2	47,80	100	83,90	0,11	10,89	25	6,20
	R3	46,10	100	83,90	0,11	11,02	26	6,00
Promedio					0,12	11,91	26	6,13
Estación 8 café h Sarchimor	R1	35,10	100	79,20	0,15	15,40	26	6,30
	R2	358,50	100	79,30	0,05	4,51	26	6,20
	R3	43,90	100	82,10	0,12	12,44	26	6,20
Promedio					0,11	10,78	26	6,23

Nota. Disminución del porcentaje de humedad en ambas estaciones en el muestreo 3.

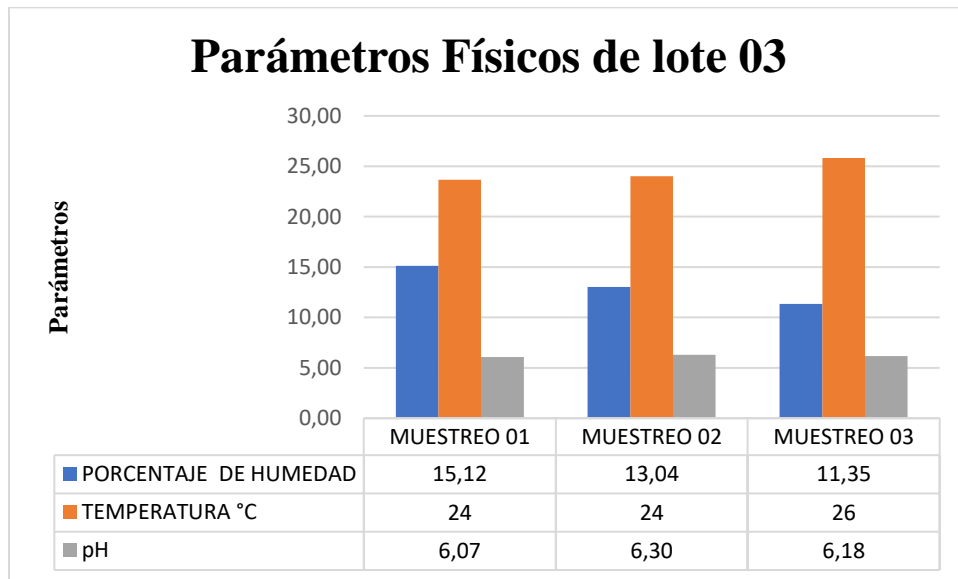
Mientras que en la tabla 19 el porcentaje de humedad promedio en las estaciones de muestreo varía entre 10,78% y 11,91%, la estación 7 (Café Manabí) presenta un mayor porcentaje de humedad promedio. La temperatura promedio en las estaciones de muestreo es de 25,67°C y 26°C, respectivamente, y el pH promedio en las estaciones de muestreo varía entre 6,13 y 6,23.

Tabla 20. *Parámetros ambientales de suelo lote 03*

Lote 03 Variedades de café			
Humedad, temperatura y pH			
Muestras realizadas	% de humedad	Temp. °C	pH
Muestreo 01	15,12	24	6,07
Muestreo 02	13,04	24	6,30
Muestreo 03	11,35	26	6,18

Nota. *Tabla 20 se muestran datos de los parámetros ambientales del suelo del lote 03 de café, durante los 3muestreos.*

Figura 12. *Parámetros ambientales de suelo lote 03 café*



Nota. *Análisis de los parámetros ambientales de los 3 muestreos del lote 02 de híbridos de café.*

En la tabla 20 y la figura 12 se observa que el porcentaje de humedad disminuye gradualmente a lo largo de los muestreos, desde 15,12% en el muestreo 01 hasta 11,35% en el muestreo 03. La

temperatura se mantiene constante en 24°C en los muestreos 01 y 02, y aumenta ligeramente a 26°C en el muestreo 03, mientras que el pH se mantiene ligeramente ácido en los tres muestreos, con valores que varían entre 6,07 y 6,30.

De acuerdo a los anteriores análisis, para cada lote de muestreo del estudio se considera, en general, una tendencia a la disminución o variación del porcentaje de humedad en los lotes, mientras que la temperatura se mantiene constante y el pH se mantiene.

8.4. Análisis de nutrientes de suelo de los tres lotes de estudio

Para conocer la calidad de sedimento de cada lote de estudio asociada a cada cultivo de cacao y café, se consideró el análisis de nutrientes de cada lote de terreno, tabla 21, mismos datos que fueron proporcionados por el proyecto; se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 21. Análisis de nutrientes de suelo lote 01

Análisis de nutrientes de lote 01 Cacao									
Parámetros		Estación 01 -103	Estación 02-800	Estación 03-801	Estación 04-CCN51	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica Analítica
Nitrógeno total	kJeldah	0,17	0,30	0,16	0,20	0,21	%	bajo	Volumétrica Colorimétrica
P	Olsen mod.	5,70	5,91	6,05	8,60	6,57	ppm	bajo	
K	Ac.Am	0,59	0,59	0,59	0,29	0,52	meq/100 g	alto	A. atómica
Ca	Ac.Am	8,30	5,90	6,80	6,30	6,83	meq/100 g	alto	A. atómica
Mg	Ac.Am	1,50	1,10	1,70	1,20	1,38	meq/100 g	medio	A. atómica
Cu	Olsen mod.	15,10	12,60	10,00	11,10	12,20	ppm	alto	A. atómica
Fe	Olsen mod.	192	152	187	178	177,25	ppm	alto	A. atómica
Mn	Olsen mod.	13,80	12,70	9,00	14,00	12,38	ppm	medio	A. atómica
Zn	Olsen mod.	4,30	3,30	4,00	4,40	4,00	ppm	medio	A. atómica
Acidez (Al+H)	KCl 1N	0,17	0,21	0,23	0,18	0,20	meq/100 g	bajo	Volumétrico
pH	H2O 1:2,5	5,99	5,70	5,90	6,74	6,08		Ligera m. Acido	Potenciométrico
C.E	H2O 1:2,5	0,05	0,04	0,05	0,08	0,06	mmhos/cm	salino	Potenciométrico
Ca/Mg	calculo	5,53	5,36	4,00	5,25	5,04	meq/100 g	alto	N/A
Mg/K	calculo	2,56	1,88	2,90	4,19	2,88	meq/100 g	optimo	N/A
(Ca+Mg)/K	calculo	16,73	11,95	14,51	26,19	17,35	meq/100 g	optimo	N/A

Nota. Tabla 21 muestra datos de los nutrientes del lote 01 de cacao, resultados del laboratorio Totalchem, facilitados por (luna, 2025).

En la tabla 21 se muestran resultados del análisis de parámetros ambientales del suelo del lote de cacao en las cuatro estaciones de muestreo, incluyendo nutrientes como nitrógeno total, fósforo, entre otros. Se logra apreciar que los niveles de nitrógeno total y fósforo son bajos, mientras que

de potasio, hierro, calcio y cobre son altos; además pH para este lote de estudio es ligeramente ácido y la conductividad eléctrica es no salina.

Tabla 22. *Análisis de nutrientes de suelo lote 02*

Análisis de nutrientes de lote 02 Café							
Parámetros		Estación 05- Manabí 01	Estación 06- Sarchimor	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica Analítica
Nitrógeno total	Kjeldah	0,21	0,22	0,22	%	Bajo	Volumétrica
P	Olsen mod.	6,40	6,97	6,69	Ppm	Bajo	Colorimétrico
K	Ac.Am	0,13	0,24	0,19	Meq/100 g	Alto	A. Atómica
Ca	Ac.Am	7,00	7,00	7,00	Meq/100 g	Alto	A. Atómica
Mg	Ac.Am	0,40	0,90	0,65	Meq/100 g	Medio	A. Atómica
Cu	Olsen mod.	7,00	12,70	9,85	Ppm	Alto	A. Atómica
Fe	Olsen mod.	187	185	186	Ppm	Alto	A. Atómica
Mn	Olsen mod.	12,00	13,90	12,95	Ppm	Medio	A. Atómica
Zn	Olsen mod.	4,00	2,30	3,15	Ppm	Medio	A. Atómica
Acidez (Al+H)	Kcl 1N	0,26	0,18	0,22	Meq/100 g	Bajo	Volumétrico
Ph	H2O 1:2,5	5,97	6,15	6,06		Ligeram. Acido	Potenciométrico
C.E	H2O 1:2,5	0,04	0,04	0,04	Mmhos/cm	No salino	Potenciométrico
Ca/Mg	Calculo	17,50	7,78	12,64	Meq/100 g	Alto	N/A
Mg/K	Calculo	3,08	3,75	3,42	Meq/100 g	Optimo	N/A
(Ca+Mg)/K	Calculo	56,92	32,92	44,92	Meq/100 g	Optimo	N/A

Nota. *Tabla 22 muestra datos de los nutrientes de lote 02 de café, resultados del laboratorio Totalchem, facilitados por (luna, 2025).*

La tabla 22 indica los resultados del análisis de nutrientes de las estaciones 5 y 6 del lote 02 de Café. Se observa niveles bajos de nitrógeno y fósforo, y niveles altos de potasio, calcio, cobre y concluyendo que el suelo del lote 02 es rico en nutrientes. mientras que el pH ligeramente ácido

lo cual puede ser adecuado para el cultivo de café, ya que muchos cultivos mantienen una buena producción en suelos con pH entre 5,5 y 6,5.

Tabla 23. *Análisis de nutrientes de suelo lote 03*

Análisis de nutrientes de Cacao 03 Café							
Parámetros		Estación 07- Amazónico	Estación 08- Peninsular	Resultad o	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Nitrógeno total	kjeldah	0,19	0,31	0,25	%	bajo	Volumétrica
P	Olsen mod.	5,44	5,63	5,54	ppm	bajo	Colorimétrico
K	Ac.Am	0,20	0,20	0,20	meq/100g	alto	A. atómica
Ca	Ac.Am	4,00	3,00	3,50	meq/100g	alto	A. atómica
Mg	Ac.Am	0,30	0,20	0,25	meq/100g	medio	A. atómica
Cu	Olsen mod.	14,00	11,00	12,50	ppm	alto	A. atómica
Fe	Olsen mod.	146	145	146	ppm	alto	A. atómica
Mn	Olsen mod.	12,00	9,00	10,50	ppm	medio	A. atómica
Zn	Olsen mod.	4,00	3,00	3,50	ppm	medio	A. atómica
Acidez (Al+H)	KCl 1N	0,26	0,29	0,28	meq/100g	bajo	Volumétrico
pH	H2O 1:2,5	6,08	6,10	6,09		Ligeram . Acido	Potenciométrico
C.E	H2O 1:2,5	0,08	0,06	0,07	mmhos/cm	no salino	Potenciométrico
Ca/Mg	calculo	12,90	14,30	13,60	meq/100g	alto	N/A
Mg/K	calculo	2,10	1,20	1,65	meq/100g	optimo	N/A
(Ca+Mg)/K	calculo	28,70	17,80	23,25	meq/100g	optimo	N/A

Nota. *Tabla 23 muestra datos de los nutrientes del lote 03 de café, resultados del laboratorio Totalchem, facilitados por (luna, 2025).*

En la tabla 23 se observa que el nitrógeno total en ambas estaciones los niveles son bajos, con 0.19% y 0.31% respectivamente, dando un resultado promedio de 0.25%; el fósforo (P) con valores de 5.44 ppm en Amazónico y 5.63 ppm en peninsular, con un promedio de 5.535 ppm, considerado bajo, mientras que el pH es de 6.08 en Amazónico y 6.1 en peninsular, con un promedio de 6.09, lo que indica un suelo ligeramente ácido.

Después de analizar las tres tablas 20, 21 y 23 de parámetros ambientales de suelo de los lotes de muestreo, se logra interpretar lo siguiente:

Los niveles de nitrógeno total son bajos en los tres lotes, con valores que van desde 0.17% a 0.31%. Esto podría ser un limitante para el crecimiento de las plantas mientras que los de fósforo son bajos en los tres lotes, con valores que van desde 5.44 ppm a 8.6 ppm. siendo un limitante para la fotosíntesis y el crecimiento de las plantas, además, se observa también que Los niveles de potasio son altos en los tres lotes, con valores que van desde 0.13 meq/100g a 0.59 meq/100g. En este contexto se puede analizar que el potasio es un nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo lo que beneficia directamente a la flora; de igual manera, los niveles de hierro son altos en los tres lotes, lo que genera un indicador de suelos con acidez, alta concentración de materia orgánica.

Así también, se logra apreciar que los niveles de calcio son altos en los tres lotes, con valores que van desde 3 meq/100g a 8.3 meq/100g; aportando beneficios en la estructura y función de las células y los niveles de magnesio son medios en los tres lotes, con valores que van desde 0.25 meq/100g a 1.7 meq/100g, considerándose suficiente para las plantas, ya que el magnesio aporta también en desarrollo de la fotosíntesis y el crecimiento.

En consideración de los datos anteriores mostrados en las tablas 21, 22 y 23 se obtiene que los niveles de pH son ligeramente ácidos en los tres lotes, con valores que oscilan entre 5.97 a 6.74. dichos valores que pueden influir en el desarrollo positivo de los cultivos, ya que en su mayoría prefieren un pH ligeramente ácido.

En resumen, los resultados de los análisis de parámetros ambientales sugieren que los lotes de muestreo tienen niveles bajos de nitrógeno y fósforo, lo que es un limitante para el crecimiento de las plantas. Sin embargo, los niveles de potasio y calcio son altos, lo que también beneficia a las

plantas. El pH es ligeramente ácido y es importante considerar estos resultados para tomar decisiones sobre la fertilización y el manejo de los cultivos.

8.5. Correlación de parámetros ambientales de suelo con la diversidad y abundancia de flora

9.5.1. Correlación de abundancia

Para comparar los parámetros ambientales de suelo con diversidad y abundancia de flora asociada en cada cultivo por cada lote de terreno, se aplicó la correlación de Pearson; la misma es una medida estadística que evalúa la relación lineal entre dos variables continuas, basado en el coeficiente de correlación (r), que oscila entre -1 y 1 , como se muestra en la tabla 24. En el contexto de este estudio, se utiliza para correlacionar la diversidad de flora funcional de cobertura con parámetros ambientales, como nutrientes del suelo, y entender cómo estas variables se relacionan entre sí, siendo útil para tomar decisiones informadas sobre la gestión y conservación de los ecosistemas (Rivera, 2024). También utilizando el índice de diversidad de Shannon-Wiener, correlacionándolo con cada uno de los parámetros ambientales descritos en cada lote, tomando en consideración el dato de pH proporcionado por proyecto FIASA.

Tabla 24. *Correlación de Pearson*

Correlación de Pearson	
$R = -1$	Correlación inversa perfecta
$-1 < r < 0$	Correlación inversa
$R = 0$	No hay correlación.
$0 < r < 1$	Correlación directa
$R = 1$	Correlación directa perfecta

Nota. *Correlación de Pearson con valores de 1, 0 y -1 basado en una relación lineal de dos variables continuas.*

Tabla 25. Correlación de parámetros ambientales de suelo vs. abundancia de flora de Sacha wiwa

Análisis de abundancia de flora de Sacha wiwa vs. parámetros ambientales del suelo.								
Correlación entre Abundancia vs Nitrógeno			Correlación entre abundancia y fósforo (P)			Correlación entre Abundancia vs Acidez (Al+H)		
Lote	Abundancia	Nitrógeno	Lote	Abundancia	Fosforo(P)	Lote	Abundancia	Acidez (Al+H)
1	22,92	0,20	1	22,92	6,57	1	22,92	0,20
2	14,65	0,22	2	14,65	6,69	2	14,65	0,22
3	22,04	0,25	3	22,04	5,54	3	22,04	0,28
Coef. Pearson (r)		0,13	Coef. Pearson (r)		-0,50	Coef. Pearson (r)		0,14
Determinación (r ²)		0,02	Determinación (r ²)		0,25	Determinación (r ²)		0,02

Correlación entre Abundancia vs Magnesio			Correlación entre Abundancia vs Manganeso			Correlación entre Abundancia vs Zinc		
Lote	Abundancia	Magnesio	Lote	Abundancia	Manganeso	Lote	Abundancia	Zinc
1	22,92	1,38	1	22,92	12,37	1	22,92	4,00
2	14,65	0,65	2	14,65	12,95	2	14,65	3,15
3	22,04	0,25	3	22,04	10,5	3	22,04	3,50
Coef. Pearson (r)		0,26	Coef. Pearson (r)		-0,61	Coef. Pearson (r)		0,86
Determinación (r ²)		0,07	Determinación (r ²)		0,37	Determinación (r ²)		0,75

Correlación entre Abundancia vs Potasio (K)			Correlación entre Abundancia vs Calcio(Ca)			Correlación entre Abundancia vs Cobre(Cu)		
Lote	Abundancia	Potasio (K)	Lote	Abundancia	Calcio(Ca)	Lote	Abundancia	Cobre(Cu)
1	22,92	0,29	1	22,92	6,30	1	22,92	12,2
2	14,65	0,19	2	14,65	7,00	2	14,65	9,85
3	22,04	0,20	3	22,04	3,50	3	22,04	12,5
Coef. Pearson (r)		0,68	Coef. Pearson (r)		-0,58	Coef. Pearson (r)		0,98
Determinación (r ²)		0,47	Determinación (r ²)		0,33	Determinación (r ²)		0,96

Correlación entre Abundancia vs pH			Correlación entre Abundancia vs Conducción Eléctrica			Correlación entre Abundancia vs Magnesio/Potasio		
Lote	Abundancia	pH	Lote	Abundancia	C.E.	Lote	Abundancia	Mg/K
1	22,92	6,08	1	22,92	0,06	1	22,92	2,88
2	14,65	6,06	2	14,65	0,04	2	14,65	3,42
3	22,04	6,09	3	22,04	0,07	3	22,04	1,65
Coef. Pearson (r)		0,91	Coef. Pearson (r)		0,81	Coef. Pearson (r)		-0,66
Determinación (r ²)		0,83	Determinación (r ²)		0,66	Determinación (r ²)		0,44

Correlación entre Abundancia vs Hierro(Fe)			Correlación entre Abundancia vs Calcio-Magnesio(Ca/Mg)			Correlación entre Abundancia vs Temperatura		
Lote	Abundancia	Hierro(Fe)	Lote	Abundancia	(Ca/Mg)	Lote	Abundancia	Temperatura
1	22,92	177,25	1	22,92	5,04	1	22,92	24

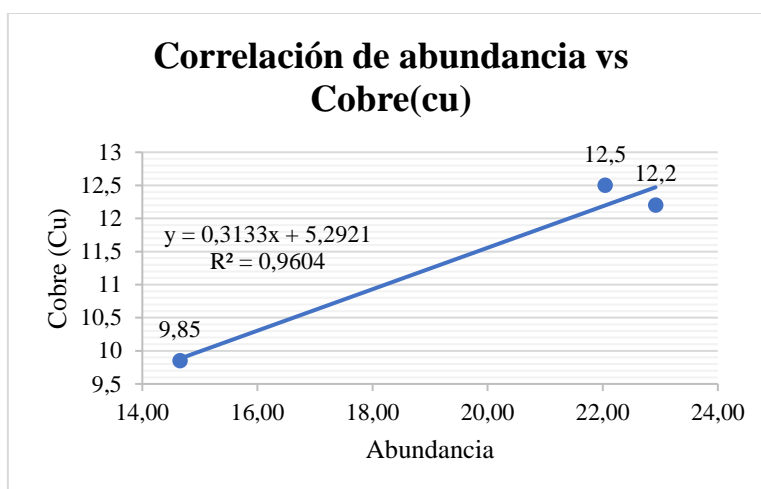
2	14,65	186,00	2	14,65	12,64	2	14,65	25
3	22,04	145,50	3	22,04	13,60	3	22,04	24
Coef. Pearson (r)		-0,59	Coef. Pearson (r)		-0,50	Coef. Pearson (r)		-1,00
Determinación (r ²)		0,35	Determinación (r ²)		0,25	Determinación (r ²)		0,99

Correlación entre Abundancia vs (Ca+Mg)/K			Correlación entre Abundancia vs Humedad		
Lote	Abundancia	(Ca+Mg)/K	Lote	Abundancia	Humedad
1	22,92	17,35	1	22,92	13,69
2	14,65	44,92	2	14,65	13,16
3	22,04	23,25	3	22,04	12,09
Coef. Pearson (r)		-0,99	Coef. Pearson (r)		-0,10
Determinación (r ²)		0,99	Determinación (r ²)		0,01

Nota. Tabla 25 datos de abundancia de flora de los tres lotes de estudio, y los diferentes parámetros ambientales del suelo a través del Coeficiente de Pearson.

De acuerdo con la tabla de datos 25, de correlación entre abundancia y diferentes parámetros físico-químicos del suelo de los 3 lotes de estudio, se obtiene que existe una alta correlación entre la abundancia y el contenido de Cu, $r = 0,98$; es decir, el cobre está fuertemente relacionado con la abundancia; los lotes con mayor contenido de Cu son 1 y 3. Así también, se interpreta que existe una correlación perfecta negativa entre la abundancia de especies y la temperatura, es decir, que a medida que aumenta la temperatura, la abundancia disminuye, siendo el lote 2 con temperatura más alta de 25°C el que tiene la menor abundancia, 14,65. En las figuras 12, 13, 14 y 15 se procedió a graficar alguna de las correlaciones existentes entre los parámetros ambientales y la abundancia de flora del presente estudio, tomando en cuenta su coeficiente de correlación de acuerdo con Pearson.

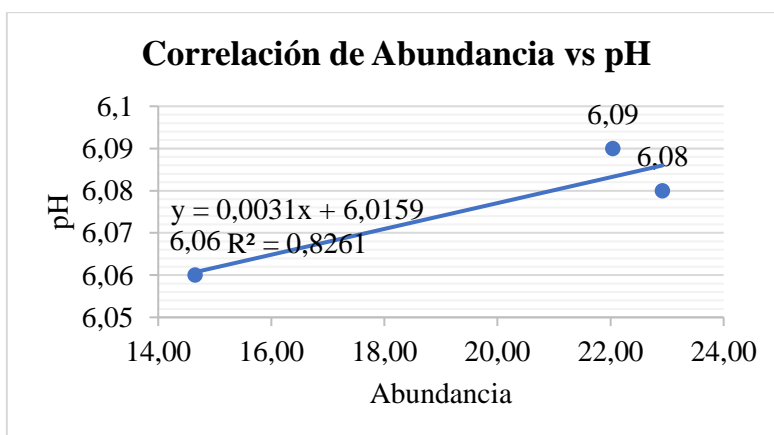
Figura 13. Abundancia vs Cobre



Nota. Correlación entre cobre y abundancia de flora del estudio, presentan una correlación fuerte positiva.

La figura 13 nos permite observar cómo existe una correlación fuerte positiva entre el cobre y la abundancia de la flora funcional de cobertura de los tres lotes, el mismo indica que al aumentar los valores de cobre tiende a aumentar la abundancia de flora que hay en cada lote de estudio.

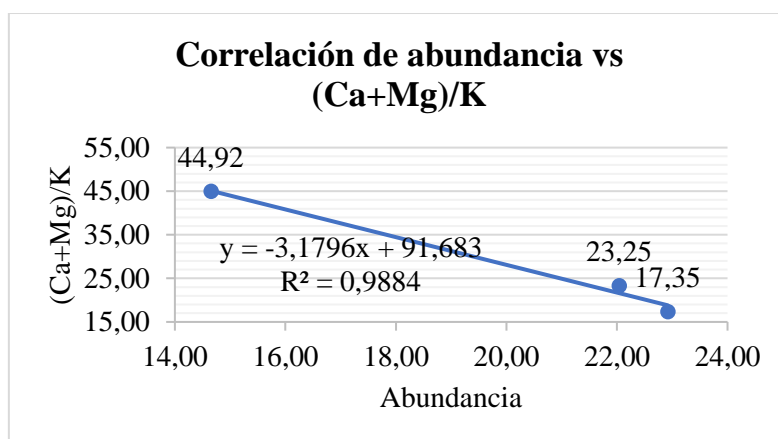
Figura 14. Abundancia vs pH



Nota. Correlación entre la abundancia de flora de estudio y el pH, presentan una correlación fuerte positiva.

Al igual que la en la figura 13, la figura 14 también demuestra una correlación fuerte positiva para el pH vs la abundancia de flora, es decir que al aumentar pH de acuerdo al gráfico también va a aumentar la abundancia respectivamente.

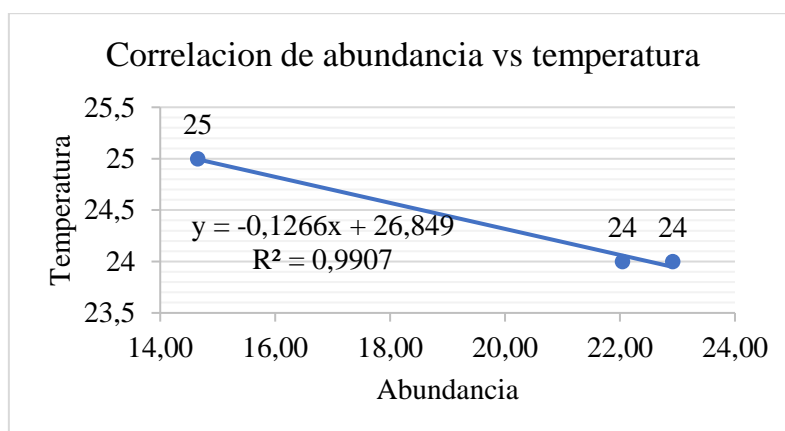
Figura 15. Abundancia vs $(Ca+Mg)/K$



Nota. Correlación entre la abundancia de flora del estudio y $(Ca+Mg)/K$, presentan una correlación fuerte negativa.

La figura 15 a diferencia que las figuras anteriores indica que existe una correlación fuerte negativa o inversa entre el $(Ca+Mg)/K$ y la abundancia, es decir, que al momento de que disminuya el $(Ca+Mg)/K$ aumenta la abundancia.

Figura 16. Abundancia vs temperatura



Nota. Correlación entre la abundancia de flora y temperatura, presentan una correlación fuerte positiva.

Finalmente la figura 16 también presente una correlación negativa en cuanto a la temperatura vs la abundancia de flora de cobertura es decir, que cuando la temperatura baja tiende a aumentar la abundancia de dicha flora, cabe mencionar también que la abundancia está fuertemente correlacionada con los factores ambientales de suelo como cobre, pH y temperatura, mientras que parámetros como nitrógeno y humedad tienen un impacto menor. Así también, la relación

entre calcio, magnesio y potasio muestran una fuerte correlación inversa con la abundancia. Siendo resultados útiles para comprender los factores que influyen en la abundancia de la flora cobertura del presente estudio. En otras palabras, los resultados indican que la diversidad de flora funcional de cobertura de los sistemas agro-productivos de cacao y café se encuentran directamente relacionados a los parámetros ambientales del suelo, e influyen en el manejo sostenible y conservación de la biodiversidad en los sistemas agro-productivos.

9.5.2. Correlación de diversidad

Tabla 26. Correlación de parámetros ambientales de suelo vs. diversidad de flora de Sacha wiwa

Análisis de diversidad de flora de Sacha wiwa vs parámetros ambientales del suelo								
Correlación entre Diversidad vs Nitrógeno			Correlación entre Diversidad vs Fósforo(P)			Correlación entre Diversidad vs Acidez (Al+H)		
Lote	Diversidad	Nitrógeno	Lote	Diversidad	Fosforo(P)	Lote	Diversidad	Acidez (Al+H)
1	2,69	0,20	1	2,69	6,57	1	2,69	0,20
2	2,82	0,22	2	2,82	6,69	2	2,82	0,22
3	2,81	0,25	3	2,81	5,54	3	2,81	0,28
Coef. Pearson (r)		0,73	Coef. Pearson (r)		-0,41	Coef. Pearson (r)		0,72
Determinación (r ²)		0,53	Determinación (r ²)		0,17	Determinación (r ²)		0,52

Correlación entre Diversidad vs Magnesio			Correlación entre Diversidad vs Manganeso			Correlación entre Diversidad vs Zinc		
Lote	Diversidad	Magnesio	Lote	Diversidad	Manganeso	Lote	Diversidad	Zinc
1	2,69	1,38	1	2,694	12,37	1	2,69	4,00
2	2,82	0,65	2	2,815	12,95	2	2,82	3,15
3	2,81	0,25	3	2,814	10,5	3	2,81	3,50
Coef. Pearson (r)		-0,93	Coef. Pearson (r)		-0,28	Coef. Pearson (r)		-0,92
Determinación (r ²)		0,87	Determinación (r ²)		0,08	Determinación (r ²)		0,84

Correlación entre Diversidad vs Potasio (K)			Correlación entre Diversidad vs Calcio(Ca)			Correlación entre Diversidad vs Cobre(Cu)		
Lote	Diversidad	Potasio (K)	Lote	Diversidad	Calcio(Ca)	Lote	Diversidad	Cobre(Cu)
1	2,69	0,29	1	2,69	6,30	1	2,69	12,20
2	2,82	0,19	2	2,82	7,00	2	2,82	9,85
3	2,81	0,20	3	2,81	3,50	3	2,81	12,50
Coef. Pearson (r)		-0,99	Coef. Pearson (r)		-0,32	Coef. Pearson (r)		-0,41
Determinación (r ²)		0,98	Determinación (r ²)		0,10	Determinación (r ²)		0,17

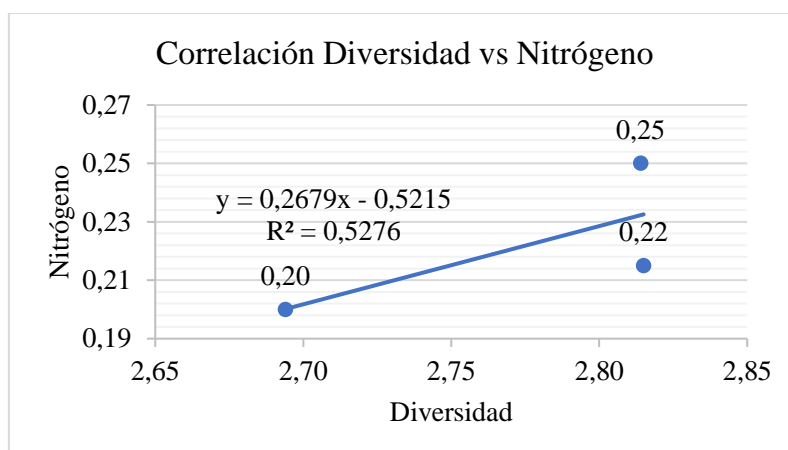
Correlación entre Diversidad vs pH			Correlación entre Diversidad vs Conductión Eléctrica			Correlación entre Diversidad vs Magnesio/Potasio		
Lote	Diversidad	pH	Lote	Diversidad	C.E.	Lote	Diversidad	Mg/K
1	2,69	6,08	1	2,69	0,06	1	2,69	2,88
2	2,82	6,06	2	2,815	0,04	2	2,82	3,42
3	2,81	6,09	3	2,814	0,07	3	2,81	1,65
Coef. Pearson (r)		-0,20	Coef. Pearson (r)		-0,01	Coef. Pearson (r)		-0,22
Determinación (r ²)		0,04	Determinación (r ²)		0,00	Determinación (r ²)		0,05

Correlación entre Diversidad vs Hierro(Fe)			Correlación entre Diversidad vs Calcio-Magnesio(Ca/Mg)			Correlación entre Diversidad vs Humedad		
Lote	Diversidad	Hierro(Fe)	Lote	Diversidad	(Ca/Mg)	Lote	Diversidad	Humedad
1	2,69	177,25	1	2,69	5,04	1	2,69	13,69
2	2,82	186,00	2	2,82	12,64	2	2,82	13,16
3	2,81	145,50	3	2,81	13,60	3	2,81	12,09
Coef. Pearson (r)		-0,30	Coef. Pearson (r)		0,99	Coef. Pearson (r)		-0,75
Determinación (r ²)		0,09	Determinación (r ²)		0,99	Determinación (r ²)		0,56

Correlación entre Diversidad vs (Ca+Mg)/K			Correlación entre Diversidad vs Temperatura		
Lote	Diversidad	(Ca+Mg)/K	Lote	Diversidad	Temperatura
1	2,69	17,35	1	2,69	24,00
2	2,82	44,92	2	2,82	25,00
3	2,81	23,25	3	2,81	24,00
Coef. Pearson (r)		0,67	Coef. Pearson (r)		0,51
Determinación (r ²)		0,45	Determinación (r ²)		0,26

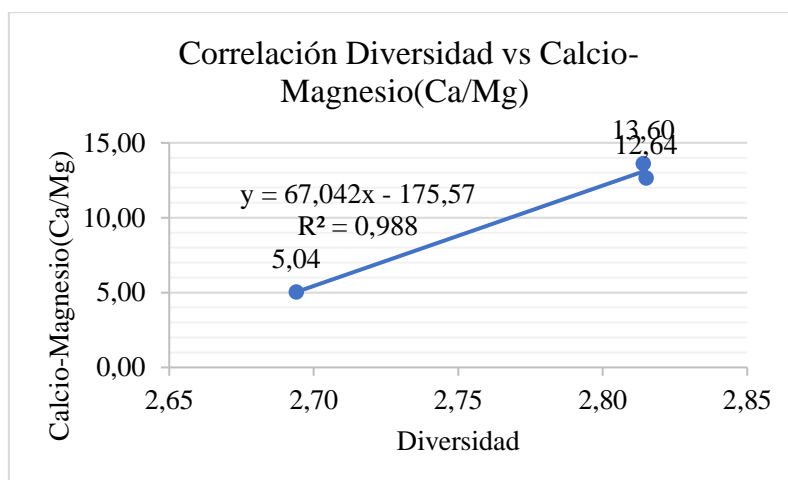
Nota. Tabla 26 se muestran datos entre diversidad de la flora funcional de cobertura de los tres lotes de estudio, y los diferentes parámetros ambientales del suelo de cada lote, a través del Coeficiente de Pearson.

De acuerdo a la correlación entre la diversidad y los parámetros ambientales de suelo, en la tabla 26 se logra interpretar que existen correlaciones fuertes positivas entre Calcio-Magnesio (Ca/Mg), Nitrógeno, y las correlaciones más fuertes inversas son Potasio (K), Magnesio y Zinc, como se muestra también en los gráficos.

Figura 17. *Diversidad vs Nitrógeno*

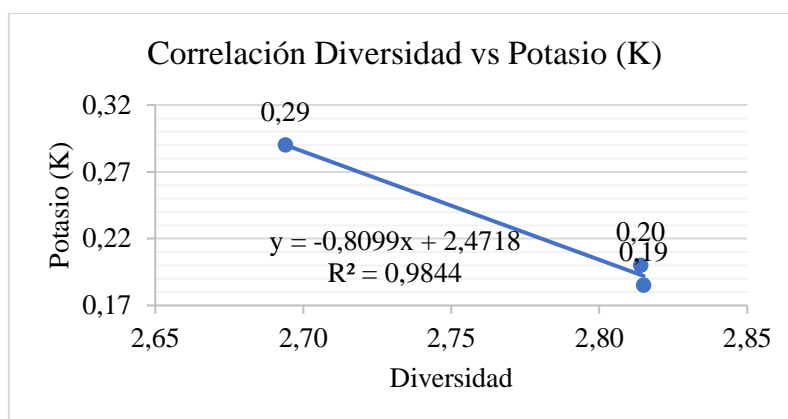
Nota. *Correlación fuerte positiva entre la diversidad de flora y el nitrógeno.*

La figura 17 indica que existe una correlación fuerte positiva entre la flora funcional de cobertura y el Nitrógeno de lotes de estudio, es decir que al aumentar el nitrógeno tiende a aumentar también la diversidad para cada estación.

Figura 18. *Diversidad vs Calcio-magnesio*

Nota. *Correlación fuerte positiva entre la diversidad de flora y Calcio-Magnesio.*

La figura 18 al igual que en el nitrógeno se logra apreciar que existe una correlación fuerte positiva entre la diversidad de flora funcional de cobertura y el Calcio-Magnesio, es decir que al momento que aumenta el nivel de estos nutrientes tiende a aumentar la diversidad también.

Figura 19. *Diversidad vs Potasio*

Nota. *Correlación fuerte negativa entre la diversidad de flora y el potasio*

En la figura 19 se logra apreciar una correlación fuerte negativa entre la diversidad de flora asociada a los cultivos y el potasio de cada lote, en otras palabras se logra interpretar que al disminuir los niveles de potasio va aumentar el índice de diversidad para cada lote. Es decir, los resultados sugieren que la diversidad está fuertemente relacionada con factores como la relación calcio-magnesio, potasio, magnesio y zinc. Las correlaciones con nitrógeno y acidez también son moderadas a fuertes. Por otro lado, factores como la conducción eléctrica y el pH tienen correlaciones muy débiles con la diversidad.

Considerando las correlaciones significativas encontradas entre la diversidad y algunos parámetros ambientales del suelo, como pH, cobre (Cu), conducción eléctrica y zinc, se afirma que existen relaciones directas entre los parámetros ambientales del suelo y la diversidad de flora funcional de cobertura de la finca experimental Sacha Wiwa. Esto se evidencia en las correlaciones significativas encontradas entre la diversidad y parámetros como pH, cobre (Cu), conducción eléctrica y zinc. Por lo tanto, se acepta la hipótesis, ya que se evidencia que existe relación significativa entre los parámetros ambientales del suelo y la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura en los cultivos de cacao y café generando implicaciones importantes para el manejo sostenible y conservación de la biodiversidad en estos sistemas agro-productivos.

9. DISCUSIÓN

El presente estudio se llevó a cabo con la finalidad de conocer y analizar la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas agro-productivos de cacao y café en la finca experimental Sacha Wiwa. Con el objetivo de determinar dicha diversidad y abundancia a través del muestreo experimental y toma de parámetros ambientales de suelo para el manejo sostenible y conservación de la biodiversidad. Los resultados del presente estudio mostraron que se lograron identificar un total de 33 especies (tablas 4, 5 y 6) de flora de cobertura en 3 lotes de estudio asociada a los cultivos de cacao y café. En el primer lote se obtuvo un total de 24 especies (tabla 4), identificadas con un índice de diversidad de 2,69; el segundo lote con 23 especies (tabla 5) y un índice de 2,81; y finalmente el tercer lote con un total de 25 especies (tabla 6) y un índice de 2,81.

En relación con el estudio de Cevallos sobre la 'Flora representativa de las estribaciones occidentales de la cordillera en la provincia del Cotopaxi', se puede observar que la diversidad de flora en la provincia de Cotopaxi es variable, dependiendo del tipo de ecosistema y del uso del suelo. Mientras que (Cevallos, 2010), encontró una mayor diversidad de especies (202 especies) en un bosque secundario y disturbado, con un índice de diversidad de 7,63, el presente estudio encontró una diversidad moderada (33 especies) en sistemas agro-productivos de cacao y café, con un índice de diversidad de 2,69-2,81. La diferencia en la diversidad de especies y el índice de diversidad sugiere que los bosques secundarios y disturbados en la provincia de Cotopaxi tienen una mayor diversidad de flora en comparación con los sistemas agro-productivos de cacao y café. Además, la presencia de especies endémicas y en peligro de extinción en el área de estudio de (Cevallos, 2010) resalta la importancia de la conservación

de la biodiversidad en la provincia de Cotopaxi, especialmente en áreas con especies endémicas y en peligro de extinción.

El análisis de los nutrientes del suelo, como se muestran en las tablas 21, 22 y 23, proporciona que existe una relación directa entre los parámetros ambientales de suelo y la diversidad y abundancia de la flora asociada a los cultivos de cacao y café, obteniendo correlaciones fuertes directas de diversidad flora con nitrógeno, calcio-magnesio y temperatura y correlaciones inversas fuertes de potasio, zinc y humedad (tabla 26).

Mientras que para la abundancia de flora, tabla 27, se tienen correlaciones directas fuertes con cobre, pH, zinc y potasio, y correlaciones inversas fuertes con temperatura, (calcio-magnesio) potasio y magnesio-potasio, siendo resultados sólidos, mismo que coincide con las investigaciones de (Sanabria S, et al., 2021), encontró que el uso de coberturas vegetales incrementa la materia orgánica del suelo y aporta nitrógeno, lo que es consistente con los resultados de la presente investigación. Esto sugiere que la cobertura vegetal puede ser una estrategia efectiva para mejorar la fertilidad del suelo y la diversidad y abundancia de flora. De la misma manera, (Tejena, 2024), muestra que la materia orgánica en el suelo es importante para la proliferación de microorganismos y que la disponibilidad de nutrientes en el suelo es importante para la diversidad y abundancia de flora, lo que se relaciona firmemente con los resultados de la presente investigación; es decir, en resumen, las tres investigaciones muestran que la relación entre los parámetros ambientales del suelo y la diversidad y abundancia de flora es compleja y depende de varios factores, incluyendo la disponibilidad de nutrientes y la materia orgánica en el suelo.

Los resultados de este estudio permiten interpretar que los parámetros ambientales del suelo juegan un papel importante en la determinación de la diversidad y abundancia de flora.

funcional de cobertura. Esto tiene implicaciones importantes para el manejo sostenible y conservación de biodiversidad, ya que la gestión de los parámetros ambientales del suelo es una estrategia efectiva para promover la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura. Sin embargo, es importante destacar que este estudio tiene algunas limitaciones, como la falta de datos sobre la dinámica de la flora funcional de cobertura a lo largo del tiempo. En este contexto, es crucial que futuras investigaciones se enfoquen en abordar estas limitaciones y explorar más a fondo la relación entre los parámetros ambientales del suelo y la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura.

En conclusión, este estudio encontró una relación directa entre los parámetros ambientales del suelo y la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura en sistemas agro-productivos de cacao y café de Sacha wiwa. Los resultados de esta investigación permiten entender que los parámetros ambientales del suelo son cruciales para la gestión de sostenibilidad de la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura. Se recomienda que futuras investigaciones exploren más a fondo esta relación y desarrollen estrategias prácticas para la conservación de biodiversidad.

10. CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre la diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura y los parámetros ambientales de suelo en sistemas de cacao y café. Se identificó un total de 33 especies de flora de cobertura asociadas a los cultivos de cacao y café, lo que indica una alta diversidad de especies en estos sistemas agro-productivos ya que albergan una variedad de flora que contribuyen a la estructura y función del ecosistema.

Así también, el análisis de los parámetros ambientales de suelo indicó que la calidad del sedimento es un factor importante para la diversidad y abundancia de la flora funcional de cobertura en los sistemas de cacao y café. Mostrando disponibilidad de nutrientes, especialmente en nitrógeno, fósforo y potasio, siendo factores importantes para el desarrollo ecosistémico.

En cuanto a los parámetros ambientales de suelo, el pH y la textura del suelo se interpreta que existe una relación directa entre la disponibilidad de nutrientes y la diversidad de especies, En conclusión, los resultados de esta investigación destacan la importancia que la gestión de suelo es fundamental para mantener la biodiversidad y la productividad de los sistemas de cacao y café.

11. RECOMENDACIONES

Implementar prácticas de gestión del suelo que promuevan la biodiversidad y manejo sostenible de los cultivos en desarrollo, incluyendo rotación de cultivos, incorporación de materia orgánica y conservación de cobertura vegetal. Estableciendo programas de rotación de cultivos que incluyan leguminosas y otras plantas que mejoren la fertilidad del suelo.

Realizar análisis periódicos del suelo para monitorear la disponibilidad de nutrientes y materia orgánica, permitiendo ajustar prácticas de fertilización y manejo suelo para asegurar la sostenibilidad de los sistemas de cacao y café, realizando análisis de nutrientes con el fin de tomar decisiones informadas para mejorar la fertilidad y reducir el impacto ambiental.

Promover la conservación de coberturas vegetales perennes incluyendo implementación de prácticas de manejo de sombra, y creación de corredores ecológicos contribuyendo a la conservación de biodiversidad y reducir la erosión del suelo.

12. BIBLIOGRAFÍA

- GAD Guasaganda . (2019). *Guasaganda Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2025, de <https://guasaganda.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2021/08/PDOT-GUASAGANDA-FINAL.pdf>
- Aguirre. (2019). *Métodos para medir la biodiversidad (primera edición)*. Universidad Nacional de Loja. Recuperado el 20 de Septiembre de 2025, de <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6c28fcaf-b882-4548-b6a5-1f1c30ea14ad/content>
- Anzules et al. (11 de Diciembre de 2018). Caracterización de fincas productoras de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santo Domingo de Los Tsáchilas, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 8(2), 39-52. Recuperado el 20 de septiembre de 2025, de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/493/388>
- Cevallos, M. F. (2010). Flora representativa de las estribaciones occidentales de la cordillera en la provincia del Cotopaxi. *la Granja*, 12(2), 19-27. Recuperado el 18 de junio de 2025, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8779/1/Flora%20representativa%20de%20las%20estribaciones%20occidentales%20de%20la%20cordillera%20en%20la%20provincia%20del%20Cotopaxi.pdf>
- Ciarlo et al. (2020). Variabilidad espacial de propiedades del suelo: efecto del uso y tipo. *Ciencia del suelo*, 2(38), 249-269. Recuperado el 18 de junio de 2025, de <https://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v38n2/1850-2067-cds-38-02-249.pdf>

Constitución de la República del Ecuador. (21 de enero de 2021). *Elementos constitutivos del estado*. Recuperado el 30 de septiembre de 2025, de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Echavarría F. et al. (2020). Efecto en la erosión hídrica del suelo en pastizales y otros tipos de vegetación por cambios en el patrón de lluvias por el calentamiento global en Zacatecas, México. *Revista Mexicana de ciencias pecuarias*, 11(3), 123-140. Recuperado el 30 de septiembre de 2025, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242020000500006

Espinoza et al. (2020). Método de muestreo angular para el inventario de plantaciones forestales de teca (*Tectona grandis* L. f.). *SciELO*, 52-55. Recuperado el 18 de junio de 2025, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-40182020000300419&script=sci_arttext&tlng=es

FAO. (15 de junio de 2020). *Importancia de la agricultura*. Recuperado el 16 de junio de 2025, de <https://www.fao.org/4/a0493s/a0493s02.htm>

FAO-. (15 de agosto de 2022). *Agricultura de conservación*. Recuperado el 16 de junio de 2025, de <https://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/es/>

Flores et al. (2021). ¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano? *Ciencias de la Educación*, 7(4), 1167-1181. Recuperado el 18 de junio de 2025, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8383912.pdf>

Flores, N., & Flórez, Y. (25 de Febrero de 2025). *Conocimiento etnobotánico de la flora útil en un sector de la Perla Amazónica de Puerto Asís (Putumayo): una contribución desde el manejo y uso en la Amazonia colombiana*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2025, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682024000100153&script=sci_arttext

Fredericksen, B. M. (2020). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Recuperado el 18 de junio de 2025, de <http://www.bionica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>

GAD Guasaganda . (15 de junio de 2025). *Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Gusaganda La Maná*. Recuperado el 16 de junio de 2025, de <https://guasaganda.gob.ec/cotopaxi/>

Google Earth. (junio de 2025). *Google Earth*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/search/chanduy/@-2.39759092,-80.68313671,0.4639895a,754.96621535d,35y,359.99998298h,0t,0r/data=CigiJgokCTN2zQTIIgDAERMPPOpsNgDAGRg51NZsKITAITQCj2IIK1TAOgMKATA>

Guaman et al. (2023). Ventajas de la aplicación de cobertura vegetal en los cultivos agroecológicos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 6037-6041. Recuperado el 16 de junio de 2025, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9586263.pdf>

Ignacio del Rey. (07 de julio de 2021). *Índice de Shannon – la biodiversidad del suelo*. Recuperado el 18 de junio de 2025, de <https://www.tiloom.com/indice-de-shannon-biodiversidad-del-suelo/>

Jacto. (14 de junio de 2023). *Los tipos de sistemas de producción agrícola*. Recuperado el 16 de junio de 2025, de <https://bloglatam.jacto.com/sistemas-de-produccion-agricola/#>

- luna, C. (18 de junio de 2025). *Sistemas agro-productivos de fabáceas en asociación con cacao y café en un contexto de economía circular para el desarrollo sostenible*. .
- Monogrovejo, C. R. (1 de enero de 2023). La importancia de la agricultura en la economía de la provincia de Azuay. *Revista científica Sociedad & Tecnología*, 6(1), 129-146.
doi:<https://doi.org/10.51247/st.v6i1.329>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2020). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Bolivia: El País. Recuperado el 03 de 905 de 2024, de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacl893.pdf
- Naciones Unidas. (2022). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>
- Nave et al. (16 de abril de 2024). Manejo de la flora adventicia para aumentar la biodiversidad funcional en sistemas agroforestales. *Revista de Ciencias Agrarias*, 47(1), 318-321. doi:<https://doi.org/10.19084/rca.35064>
- Orihuela et al. (2024). Caracterización de fincas productoras de café (*Coffea arabica* L.) orgánico y convencional en la zona de Intag, Ecuador. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 11(3), 123 - 140. Recuperado el 20 de septiembre de 2025, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182024000300084&script=sci_arttext
- Palacios et al. (2019). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Scielo*, 66(3), 34-37. Recuperado el 18 de junio de 2025, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902019000300354

- QGIS. (octubre de 2025). Obtenido de <https://qms.nextgis.com/geoservices/988/?show-report-problem=1>
- Rivera, C. (2024). Importancia ecológica de la flora y la fauna: desafíos y estrategias para la conservación. *Ciencias de las aves de corral, la pesca y la vida silvestre*, 12(2), 1-2. Recuperado el 30 de Septiembre de 2025, de <https://www.longdom.org/open-access/ecological-significance-of-flora-and-fauna-challenges-and-strategies-for-conservation-109592.html>
- Sampieri, H., Collado, F., & Lucio, B. (2020). *Planteamiento del problema: objetivos, preguntas de investigación y*. Mexico: Mc Graw Hill. Recuperado el 03 de 05 de 2024, de <https://josetavarez.net/Compendio- Metodologia-de-la-Investigacion.pdf>
- Sanabria S, et al. (19 de julio de 2021). *Uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz amiláceo (Zea mays L.)*. Recuperado el 30 de septiembre de 2025, de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v12n3/2077-9917-agro-12-03-329.pdf>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (S.D de S.D de 2018). *Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Recuperado el 16 de junio de 2025, de <https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf>
- Tamayo C, et al. (2021). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra*, 20-21. Recuperado el 30 de septiembre de 2025, de <file:///C:/Users/jonat/Downloads/Dialnet-AsociacionDeCultivosAlternativaParaElDesarrolloDeU-8635582.pdf>
- Tejena, N. D. (julio de 2024). *Estado físico químico y microbiológico del suelo en el cultivo de café (Coffea arabica L.) en manglaralto y colonche, provincia de Santa Elena*.

Recuperado el 30 de Septiembre de 2025, de

<https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9c850d67-e8e7-45eb-abf4-611aa812888f/content>

Torero, M. (6 de Octubre de 2020). *¿Cuál es la importancia del monitoreo de flora y fauna?*

Recuperado el 30 de septiembre de 2025, de <https://ogreen.com.pe/medio-ambiente/importancia-monitoreo-flora-fauna/>

UPSE. (2025). *UPSE*. Obtenido de

https://www.upse.edu.ec/index.php?searchword=cronograma%20upse&ordering=newest&searchphrase=all&limit=20&Itemid=399&option=com_search

Vararey. (2019). *Coefficiente de correlación de Pearson*. Recuperado el 30 de septiembre de

2025, de <https://personal.us.es/vararey/adatos2/correlacion.pdf>

13. ANEXOS

Figura 20. Reunión con tutor de tesis



Nota. Reuniones semanales con tutora de tesis para evaluar y constatar los procesos y desarrollo del proyecto.

Figura 21. Análisis de muestras de suelo



Nota. Análisis de muestras de suelo de los 3 lotes de estudios en los laboratorios de la UTC a través del método de gravimetría y granulometría para determinar la textura de sedimento y la humedad de cada lote de estudio.

Figura 22. Toma de datos en campo



Nota. Toma de datos en campo utilizando el método de parcelas fijas y líneas de intersección, para identificar la flora asociada a los cultivos, también se tomaron datos de temperatura y pH en campo con la ayuda de un soil tester.

Figura 23. socialización de anteproyecto



Nota. Socialización del anteproyecto del presente trabajo de investigación que se llevó a cabo frente a autoridades de FIASA y otros investigadores para que sea anexado como parte de del mismo, y en la red de pastos y forrajes donde es parte UPSE, para poder desarrollarlo en colaboración de la UTC.

Figura 24. Revisión del trabajo de investigación



Nota. Reunión y correcciones del presente trabajo con mi tutora de UPSE en conjunto con autoridades del proyecto FIASA y UTC.



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
LA MANÁ
CÓDIGO DE PROYECTO FIASA-CA-2023-013



La Maná 29 de Septiembre del 2025

Certifica:

Por medio del presente certifico que el Estudiante de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad Ciencias del Mar, carrera Biología JONATHAN DAVID PINARGOTE CANDO, con cedula de ciudadanía 125057471-0 en el marco del proyecto de titulación en curso, Diversidad y abundancia de flora funcional de cobertura asociada a los sistemas agro-productivos de cacao y café en la finca experimental Sacha Wwa, Guasaganda provincia de Cotopaxi, 2025-2 ha realizado una identificación de especies de plantas exhaustivo siguiendo los estándares científicos y metodológicos adecuados.

La información contenida es precisa y confiable, y ha sido desarrollada en colaboración con la empresa FIASA y la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, anexado en el marco del proyecto FIASA-CA-2023-013 "Sistemas agro productivos de fabáceas en asociación con cacao y café en un contexto de economía circular para el desarrollo sostenible" y bajo el convenio de cooperación entre ambas instituciones en la Red de pastos y forrajes con un número total de 33 especies identificadas.

Se otorga la presente constancia para los fines que el estudiante considere conveniente.

PhD. Ricardo Luna Murillo
DIRECTOR DEL PROYECTO FIASA
cc. Subdirectora

Ing. Eduardo Quinatoa MSc.
DOCENTE DE BOTÁNICA(UTC)
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



Facultad de Ciencias del Mar
Biología

Oficio N.º 035-MCZ-FCM-UPSE-2025
La Libertad, 6 de noviembre del 2025

Ingeniero
Jimmy Villón Moreno, MSc.
DIRECTOR CARRERA BIOLOGÍA
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR - UPSE
En su despacho. -

De mi consideración,

Por medio del presente informo a usted que el estudiante **PINARGOTE CANDO JONATHAN DAVID** con cedula de identidad N° 1250574710 ha realizado las observaciones y concluido con la investigación del Trabajo de Titulación cuyo tema es "**DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE FLORA FUNCIONAL DE COBERTURA ASOCIADA A LOS SISTEMAS AGRO-PRODUCTIVOS DE CACAO Y CAFÉ EN LA FINCA EXPERIMENTAL SACHA WIWA, GUASAGANDA PROVINCIA DE COTOPAXI.**", además informo que en el análisis de similitud compilatio obtuvo el 7%, por tal motivo extendiendo el aval, para que dé continuidad al proceso y así optar al título de Biólogo.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
MAYRA MAGALI CUENCA
ZAMBRANO
Validar únicamente con FirmaEC

Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.
DOCENTE
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR35
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

Upse, crece sin límites.



SISTEMA PINARGOTE J. UPSE

7%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
0 % similitudes entre comillas
0 % entre las fuentes mencionadas

2% Idiomas no reconocidos

5% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: SISTEMA PINARGOTE J. UPSE.docx ID del documento: c300e687ee3d0333e131c23782b594f35bc41b3a Tamaño del documento original: 59,07 kB	Depositante: MAYRA MAGALI CUENCA ZAMBRANO Fecha de depósito: 7/11/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 7/11/2025	Número de palabras: 5910 Número de caracteres: 37.027
--	--	--

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #0ebcef Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)

Fuente con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	lagranja.ups.edu.ec Flora representativa de las estribaciones occidentales de la... https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/12.2010.03	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)