



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Maestría en Biodiversidad y Cambio Climático

Evaluación del grado de vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático de los sistemas agroforestales de café en fincas de la parroquia San Pedro de Vilcabamba provincia de Loja

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del título de Magister en Biodiversidad y Cambio Climático

AUTOR:

Gomer Guillermo Guerrero Encalada

DIRECTOR:

Mgs. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo

Loja – Ecuador

2024

Certificación.

Loja 30 de agosto de 2023

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION

CERTIFICO

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación del grado de vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático de los sistemas agroforestales de café en fincas de la parroquia San Pedro de Vilcabamba provincia de Loja**, previo a la obtención del título de **Magister en Biodiversidad y Cambio Climático**, de la autoría de la estudiante **Gomer Guillermo Guerrero Encalada**, con cédula de identidad Nro. **1900803998**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg. Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION

Autoría.

Yo, **Gomer Guillermo Guerrero Encalada**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de Identidad: 1900803998

Fecha: 04/03/2024

Correo electrónico: gomer.guerrero@unl.edu.ec.

Teléfono o Celular: 0992371170.

Carta de autorización por parte del autor/a para la consulta, reproducción parcial o total, y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Gomer Guillermo Guerrero Encalada**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación del grado de vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático de los sistemas agroforestales de café en fincas de la parroquia San Pedro de Vilcabamba provincia de Loja**, como requisito para optar el título de **Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cuatro días del mes de marzo de dos mil veinticuatro.

Firma:

Autor: Gomer Guillermo Guerrero Encalada

Cédula: 1900803998

Dirección: Zamora, Av. del Ejercito y calle Quiruba

Correo electrónico: gomerguerrero93@gmail.com

Teléfono: 0993271170

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora de Trabajo de Titulación: Mgs. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo

Dedicatoria.

Mi Trabajo de Titulación quiero dedicar a Dios por llenarme de sabiduría, a mi madre *María del Cisne Encalada*, y a mis hermanas *Jennifer Guerrero* y *Carolina Guerrero* por su apoyo y sacrificio incondicional para poder conseguir mis objetivos y por enseñarme que para lograr conseguir las metas que uno se plantea, se debe esforzar constantemente.

Con cariño...

Gomer Guillermo Guerrero Encalada

Agradecimiento.

A la Universidad Nacional de Loja, particularmente a los docentes de la Maestría en Biodiversidad y Cambio Climático, por brindarme las herramientas y el conocimiento para mitigar los efectos del cambio climático que vienen alterando la biodiversidad y por su apuesta a la formación de profesionales más integrales.

De igual manera a la Directora del Trabajo de Titulación Mgs. Paulina Fernández y a los docentes de la UNL, por el asesoramiento técnico que me supieron guiar en la presente investigación.

Agradecimiento a la Asociación de APECAEL y a los socios de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, por brindarme la ayuda necesaria para realizar la presente investigación, siendo los verdaderos protagonistas de este trabajo.

A mí querida familia, a mi madre, mis hermanas y mis sobrinos por el apoyo incondicional y el aliento de ánimos en todo momento para avanzar en esta etapa de mi vida en mi superación profesional.

Gracias a todos los que me aportaron con ideas, sugerencias, información y otros aspectos. Por ello muchas gracias a todos...

Gomer Guillermo Guerrero Encalada

Índice de contenidos

| | | |
|------------------------------|---|----------|
| Portada | i | |
| Certificación | ii | |
| Autoría | iii | |
| Carta de autorización | iv | |
| Dedicatoria | v | |
| Agradecimiento | vi | |
| Índice de contenidos | vii | |
| Índice de Tablas | x | |
| Índice de Figuras | xii | |
| Índice de Cuadros | xiii | |
| Índice de Anexos | xiv | |
| 1 | Título | 1 |
| 2 | Resumen | 2 |
| Abstract | | 3 |
| 3 | Introducción | 4 |
| 4 | Marco Teórico | 7 |
| 4.1 | El cambio climático y sus implicaciones | 7 |
| 4.2 | Cambio climático y su incidencia en la temperatura y precipitaciones | 7 |
| 4.3 | Mitigación al cambio climático | 8 |
| 4.4 | Agroforestería | 9 |
| 4.4.1 | <i>Factores que determinan el establecimiento de SAF con café</i> | 9 |
| 4.4.2 | <i>Sistemas Agroforestales como adaptación al cambio climático</i> | 10 |
| 4.5 | Realidad cafetalera en el Ecuador | 11 |
| 4.5.1 | <i>Sistema de cultivo de café</i> | 12 |
| 4.5.2 | <i>Microclima del cafetal en Ecuador</i> | 12 |
| 4.5.3 | <i>Vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola frente al cambio climático</i> | 13 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.6 | Estudios realizados en vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático del SAF de café. | 15 |
| 5 | Metodología. | 17 |
| 5.1 | Sitio de estudio. | 17 |
| 5.1.1 | <i>Cobertura y uso actual del suelo de la parroquia San Pedro de Vilcabamba.</i> | 17 |
| 5.2 | Tipo de investigación..... | 18 |
| 5.3 | Técnica de investigación..... | 18 |
| 5.4 | Selección de fincas y tipo de muestreo..... | 18 |
| 5.5 | Técnicas e instrumentos para la recolección de datos. | 18 |
| 5.6 | Recolección de muestras en suelo agrícola. | 18 |
| 5.7 | Metodología para determinar el grado de vulnerabilidad de los sistemas agroforestales de café al cambio climático..... | 19 |
| 5.7.1 | <i>Exposición.</i> | 20 |
| 5.7.2 | <i>Sensibilidad.</i> | 20 |
| 5.7.3 | <i>Impacto.</i> | 21 |
| 5.8 | Metodología para establecer la capacidad adaptativa del cultivo de Café en sistemas agroforestales ante la variabilidad climática..... | 21 |
| 6 | Resultados. | 22 |
| 6.1 | Diagnóstico de Finca de los socios de APECAEL. | 22 |
| 6.1.1 | <i>Caracterización general de los socios de APECAEL en relación con el cultivo de café en SAF.</i> | 22 |
| 6.1.2 | <i>Balance económico de los socios de APECAEL.</i> | 23 |
| 6.1.3 | <i>Composición florística de los socios de APECAEL en cultivos de café bajo SAF.</i> | 24 |
| 6.1.4 | <i>Composición y estructura de los SAF de los socios de APECAEL en la parroquia San Pedro de Vilcabamba.</i> | 24 |
| 6.1.5 | <i>Parámetros estructurales del SAF en cultivo de café por finca.</i> | 25 |
| 6.1.6 | <i>Análisis climático de la zona en los últimos seis años desde 2 017 hasta 2 022.</i> | 32 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 6.1.7 | <i>Valoración participativa de la vulnerabilidad al cambio climático en cafetales de los socios de APECAEL.</i> | 36 |
| 6.1.8 | <i>Valoración del impacto en el sistema de producción bajo sombra.</i> | 42 |
| 6.2 | Resultado para establecer la Capacidad Adaptativa (CA) del cultivo de café en SAF ante la variabilidad climática. | 49 |
| 6.2.1 | <i>Capacidad adaptativa.</i> | 49 |
| 6.2.2 | <i>Valoración de categorías de vulnerabilidad y CA.</i> | 56 |
| 7 | Discusión. | 58 |
| 7.1 | Caracterización general de los socios de APECAEL en relación al cultivo de café en SAF. | 58 |
| 7.1.1 | <i>Balance económico de los socios de APECAEL.</i> | 59 |
| 7.2 | Composición florística de los socios de APECAEL en cultivos de café bajo SAF. | 60 |
| 7.2.1 | <i>Composición y estructura de los SAF de los socios de APECAEL en la parroquia San Pedro de Vilcabamba.</i> | 60 |
| 7.2.2 | <i>Análisis climático de la zona en los últimos seis años desde 2017 hasta 2022.</i> | 61 |
| 7.2.3 | <i>Valoración participativa de la vulnerabilidad al cambio climático en cafetales de los socios de APECAEL.</i> | 62 |
| 7.2.4 | <i>Valoración del impacto en del sistema de producción bajo sombra.</i> | 63 |
| 7.3 | Resultado para establecer la Capacidad Adaptativa (CA) del cultivo de Café en SAF ante la variabilidad climática. | 65 |
| 7.3.1 | <i>Capacidad adaptativa.</i> | 65 |
| 7.3.2 | <i>Valoración de categorías de vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa (CA).</i> | 67 |
| 8 | Conclusiones. | 68 |
| 9 | Recomendaciones. | 69 |
| 10 | Bibliografía. | 70 |
| 11 | Anexo. | 81 |

Índice de Tablas.

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Diagnostico socioeconómico en fincas. | 22 |
| Tabla 2. Número de familias más abundantes en las 11 fincas con SAF en café. | 24 |
| Tabla 3. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del señor Manuel Tapia Tapia. | 25 |
| Tabla 4. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca de la Sra. Sandra Romo Moya. | 26 |
| Tabla 5. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. José Mosquera Toledo. | 26 |
| Tabla 6. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. Marco Mosquera León. | 27 |
| Tabla 7. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca de la Sra. Catalina Orellana Guamán. | 27 |
| Tabla 8. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. Manuel León Lanche. . | 28 |
| Tabla 9. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. José Orellana Flores. ... | 29 |
| Tabla 10. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca de la Sra. Fanny León Toledo. | 29 |
| Tabla 11. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. José Miguel Jara Mosquera. | 30 |
| Tabla 12. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. José Miguel Mosquera Romo..... | 30 |
| Tabla 13. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. Dennis Guamán León. | 31 |
| Tabla 14. Abundancia de individuos en las 11 parcelas visitadas..... | 31 |
| Tabla 15. Cambios percibidos en el clima en los últimos seis años con relación a parámetros normal..... | 36 |
| Tabla 16. Valoración de la exposición realizada a las 11 fincas visitadas. | 38 |
| Tabla 17. Promedio de la valoración de la exposición mediante percepción local..... | 39 |
| Tabla 18. Requerimiento para el cultivo de café arábica. | 39 |
| Tabla 19. Valoración del impacto realizada a las 11 fincas visitadas. | 47 |
| Tabla 20. Promedio de la valoración de impacto mediante percepción local. | 47 |

| | |
|--|----|
| Tabla 21. Valoración de la CA realizada a las 11 fincas visitadas..... | 54 |
| Tabla 22. Valoración de la CA en el SAF de las fincas visitadas. | 55 |
| Tabla 23. Categorización de la vulnerabilidad y CA de acuerdo a las visitas a las parcelas de los productores..... | 56 |

Índice de Figuras.

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación política de la parroquia San Pedro de Vilcabamba..... | 17 |
| Figura 2. Temperatura máxima y mínima en los últimos seis años. | 33 |
| Figura 3. Precipitación máxima y mínima en los últimos seis años. | 34 |
| Figura 4. Humedad relativa máxima y mínima durante seis años..... | 35 |
| Figura 5. Velocidad del viento máxima y mínima durante seis años..... | 36 |
| Figura 6. Cultivos de café orgánico bajo sombra..... | 41 |
| Figura 7. Variedad Typica, Colombia seis y Sarchimor. | 41 |
| Figura 8. pH en el año 2 015 y 2 023 | 43 |
| Figura 9. Nitrógeno en el año 2 015 y 2 023 | 43 |
| Figura 10. Fosforo del año 2 015 y 2 023. | 44 |
| Figura 11. Potasio del año 2015 y 2023. | 44 |
| Figura 12. Afectación de la roya al café criollo y la variedad Colombia 6 sin afectación..... | 46 |
| Figura 13. Sistemas agroforestales en café implementados en la parroquia San Pedro de Vilcabamba..... | 96 |
| Figura 14. Aplicación de encuesta a los productores y levantamiento del inventario florístico. | 96 |
| Figura 15. Hoyado del suelo previo a la recolección de la muestra de suelo..... | 97 |
| Figura 16. Obtención de submuestras, homogenización de las submuestras y recolección de muestra final..... | 97 |

Índice de Cuadros.

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Impacto del cambio climático en el cafetal. | 15 |
| Cuadro 2. Categorías para evaluar la vulnerabilidad y capacidad adaptativa al cambio climático. | 20 |

Índice de Anexos.

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Preguntas para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático en unidades productivas durante los últimos 10 años. | 81 |
| Anexo 2. Cuestionario para la caracterización de los sistemas agroforestales. | 83 |
| Anexo 3. Formato para el inventario florístico. | 86 |
| Anexo 4. Composición florística en cafetales con SAF. | 87 |
| Anexo 5. Etiqueta para la muestra de suelos. | 96 |
| Anexo 6. Evidencia fotográficas de sistemas agroforestales en café. | 96 |
| Anexo 7. Recolección de muestras de suelos. | 97 |
| Anexo 8. Resultado de las 11 muestras de suelo. | 97 |
| Anexo 9. Certificado de traducción del Abstract. | 98 |

1 Título.

Evaluación del grado de vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático de los sistemas agroforestales de café en fincas de la parroquia San Pedro de Vilcabamba provincia de Loja.

2 Resumen.

El cambio climático viene alterando el sistema global del planeta, sus efectos son evidentes en la producción agrícola, el sector cafetalero no está al margen de esta afectación que provoca el cambio climático. Loja es la segunda provincia de mayor producción cafetalera de Ecuador; sin embargo la limitante más evidente es el bajo rendimiento, generado principalmente por el deficiente manejo de los cultivos, la escasa o nula implementación de alternativas adaptativas frente a las alteraciones climáticas en los últimos años. El objetivo de esta investigación fue evaluar el grado de vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático de los sistemas agroforestales de café en fincas de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, que se caracteriza por ser una zona cafetalera, siendo la mayoría de su población dedicada a la actividad agrícola. La investigación fue de carácter cualitativo, para la recolección de información se aplicó encuestas a los productores y se verificó en campo el estado de los cafetales, la encuesta permitió valorar el grado de exposición, impacto y la capacidad de adaptación al cambio climático, además la información recolectada se respaldó con el análisis de suelo y datos meteorológicos en los últimos seis años, permitiendo categorizar el grado de vulnerabilidad y su capacidad adaptativa, obteniendo como resultado (3,23) que corresponde a una vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular en las 11 fincas visitadas, siendo la práctica menos realizada la fertilización, podas anuales, deshije y raleo de árboles para el control de sombra, demostrando que las 11 fincas con cultivo de café en SAF son propensas a la variación climática y su sistema de adaptación es nula, no existe un manejo y control adecuado del SAF.

Palabras claves: Exposición, impacto, capacidad adaptativas.

Abstract

Climate change is affecting agriculture worldwide, and coffee production is no exception. Loja is the second-largest coffee-producing province in Ecuador, but its yields are low due to poor crop management and a lack of adaptation to climate change. This study evaluated the vulnerability and adaptation to climate change of coffee agroforestry systems in the San Pedro de Vilcabamba parish, a coffee-growing region where most people are farmers. The study used a qualitative approach, with surveys and field visits to assess the coffee plantations. The surveys evaluated exposure, impact, and adaptive capacity to climate change. Soil analysis and weather data from the past six years were also used to categorize vulnerability and adaptive capacity. The results showed a moderate level of vulnerability and adaptive capacity (3.23) in the 11 farms visited. The least common practices were fertilization, annual pruning, weeding, and thinning of shade trees. This shows that the 11 coffee farms in the agroforestry systems are vulnerable to climate change and have no adaptation system. There is no adequate management and control of the agroforestry systems.

Keywords: Exposure, impact, adaptive capacity

3 Introducción.

Las proyecciones realizadas por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2014), estiman que en el año 2100 la temperatura media mundial podría incrementar en un rango de 1,8 °C a 4 °C, influyendo en la variabilidad del clima; Aguilar (2011), asevera que las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y aerosoles se mantuvieron constantes en la atmósfera en los dos decenios con un rango aproximado de 535 a 710 ppm; sin embargo, los patrones de emisiones prevalecientes, dan una proyección de un calentamiento global de aproximadamente de 0,2 °C por decenio.

Torres et al., (2008), manifiesta que uno de los causantes de la pérdida de bosque y que contribuyen al cambio climático, son los sistemas productivos implementados en ecosistemas frágiles que origina la vulnerabilidad ecológica y social al cambio climático por procesos de deforestación que debilitan la capacidad general de la vegetación para la capturar y retención de gases de efecto invernadero; además, influye en la fertilidad del suelo incrementando los costos y riesgos en los cultivos, afectando su calidad y productividad.

La situación del medio ambiente en el Ecuador evidencia una sobreexplotación de sus recursos y una eminente degradación ambiental, explicada ante un progresivo crecimiento económico (Palacios et al., 2018). El cambio climático revela que el sistema de producción convencional en el sector agrícola es el que más afecta, contribuyendo a la generación de GEI (Muñoz, 2008).

En el 2020, la superficie plantada a nivel nacional de cultivos permanentes fue de 1 504,694 ha; la caña de azúcar, banano y palma africana son los de mayor producción a nivel nacional. En el 2020, la superficie sembrada de cultivos transitorios fue de 957 371 ha; maíz duro seco, el arroz en cáscara y papa son los cultivos de mayor producción a nivel nacional (INEC, 2021); esto evidencia que los sistemas de producción son importantes para la economía y para brindar productos de primera necesidad a la población ecuatoriana, a pesar de que se considere que su implementación contribuye en la alteración al cambio climático; por lo tanto, es necesario buscar o retomar nuevas formas para realizar la producción agropecuaria, que permitan la conservación de la biodiversidad, protección de erosión del suelo, diversificando la producción, sostenibilidad del componente agrícola y una estabilidad socioeconómica como son los Sistemas Agroforestales (SAF) con cultivos perennes como el café.

Ecuador al ser un país privilegiado por su clima y relieves produce un café de excelente calidad, considerado como producto de exportación, entre sus principales variedades

exportables están el café arábigo y el café robusta, ambos son cultivados en las cuatro regiones del país información otorgada por el (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP, 2014).

El cambio climático es solo uno de los factores que pueden afectar la producción mundial de café, es probable que sea uno de los más importantes (Guzmán, 2014). Aún existe un alto grado de incertidumbre con respecto a la forma como se verán afectadas regiones productoras del grano, y cómo el cambio climático impactará a la producción global de café (Morales et al., 2020). Sin embargo, los expertos coinciden en que efectivamente se presentarán cambios en la producción, y que podrían ser más significativos en algunas regiones. El impacto potencial no solo varía entre países sino también dentro de las zonas de producción de cada país, por ejemplo, el impacto en diferentes altitudes y zonas bioclimáticas (Isaza y Cornejo, 2014).

El aumento de la temperatura y los cambios en la precipitación tienen implicaciones; el café madura más rápido, afectando la calidad del grano (Romero y Bravo, 2022); Isaza y Cornejo (2014) afirman el hecho de que cuando se cultiva café arábica en zonas tropicales con temperaturas más altas el café producido muestra menos “calidad” en la taza, los granos son más “flojos” y la almendra es de menor tamaño, se observa el incremento del ataque de ciertas plagas y enfermedades, en comparación con el mismo café cultivado a mayor altitud con temperaturas más bajas; su grano presenta mayor calidad organoléptica, y menos incidencia de plagas y enfermedades.

Por esta razón algunos productores han tomado medidas en sus cultivos para adaptarse, con el fin de contrarrestar los efectos causados por el cambio climático, optando por establecer sistemas de producción amigables con los ecosistemas como son los Sistemas Agroforestales (SAF), así lo respalda el estudio realizado por Montagnini (2012), los SAF tienen potencial para la adaptación y mitigación del cambio climático, debido al mejoramiento del microclima, promover a la diversificación y acumulación de biomasa en el área del cultivo evitando la erosión del suelo. Romagosa y González (2021), aseveran que las prácticas de la agricultura climática inteligente tienen un enfoque que permite satisfacer las necesidades alimentarias de la población, de modo que se adapten y sean resilientes a los cambios climáticos y que al mismo tiempo ayuden a mitigar sus efectos. En este sentido, los SAF favorecen la conservación de la diversidad de un ecosistema (Herrera et al., 2016 y Machado y Ríos, 2016).

La capacidad adaptativa de los SAF en el café ayuda a minimizar los efectos ocasionados por las plagas y enfermedades, así lo menciona Avelino et al., (2012), las plantaciones arbóreas entre los cafetales ayudan a controlar los movimientos de la broca entre las parcelas; así mismo Soto – Pinto et al., (2000) asegura que la roya *Hemileia vastatrix* en el café tiene menor afectación bajo sombra.

Como podemos analizar, los sistemas de producción se ven frágiles ante el cambio climático por lo tanto es necesario evaluar para poder determinar su vulnerabilidad y la capacidad adaptativa para la toma de decisiones.

Por esta razón en este estudio se investigó el grado de vulnerabilidad y la capacidad de adaptabilidad de los sistemas agroforestales de café en fincas de la parroquia San Pedro de Vilcabamba frente al cambio climático, para ello se establecieron los siguientes objetivos:

Determinar el grado de vulnerabilidad de los sistemas agroforestales de café al cambio climático en fincas en la parroquia San Pedro de Vilcabamba

Establecer la capacidad adaptativa del cultivo de café en sistemas agroforestales ante la variabilidad climática en fincas en la parroquia San Pedro de Vilcabamba.

4 Marco Teórico.

4.1 El cambio climático y sus implicaciones.

El cambio climático global se atribuye generalmente a la concentración en la atmósfera de los llamados gases de efecto invernadero (GEI), el ser humano ha contribuido a modificar la atmósfera del planeta a través de la emisión de los GEI, entre los cuales se encuentran: Dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂ O), metano (CH₄) y ozono (O₃) (Isaza y Cornejo, 2014).

El cambio climático es un proceso natural que tiene lugar simultáneamente en varias escalas de tiempo astronómico, geológico o decenal. Se refiere a la variación en el tiempo del clima mundial de la tierra o de los climas regionales y puede ser causado tanto por fuerzas naturales como por las actividades humanas (IPCC, 2002).

Por otro lado, el IPCC (2014) define al cambio climático como, la variación del estado del clima, identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos.

El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o por forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo (IPCC, 2014).

Con base en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, se estima que las consecuencias del calentamiento global en América Latina y el Caribe serán significativas. A grandes rasgos, se proyecta que la vegetación de las zonas semiáridas será reemplazada por la de tierras áridas, que los bosques tropicales de la parte Este de la Amazonía serán reemplazados por sabanas y que muchas zonas sufrirán estrés hídrico, entre otras consecuencias (IPCC, 2002).

El cambio climático tendrá impactos negativos en el sector agrícola, debido a los aumentos significativos de la temperatura, variaciones en la precipitación y una mayor incidencia de plagas y enfermedades (Isaza y Cornejo, 2014).

4.2 Cambio climático y su incidencia en la temperatura y precipitaciones.

Los cambios producidos por el cambio climático son en parte predecibles, y por eso muchos científicos tienen la convicción de que un aumento del nivel del CO₂ a 500 ppm, ascenso que ya es inevitable, irá acompañado de un profundo cambio climático (Lovelock, 2008). Esta premisa se debe a los procesos históricos del planeta, los períodos glaciales e interglaciares de los últimos dos millones de años. El registro obtenido del análisis de las capas

de hielo antártico muestra una estrecha correlación entre temperatura global y el nivel de dióxido de carbono y metano (Lovelock, 2008).

La presencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera, como el CO₂, el N₂O, el CH₄ y el vapor de agua, induce la interceptación y absorción de la radiación, lo que se traduce en un calentamiento natural de la superficie terrestre y de las capas bajas de la atmósfera. La cantidad de gases de efecto invernadero determina el calor retenido y, por tanto, influye en el clima de la Tierra. Sin los gases de efecto invernadero, la superficie del planeta sería mucho más fría que la temperatura media de 15 °C (Houghton, 1997).

El IPCC (2007) enfatizó que pequeños cambios en la temperatura global media pueden conducir a cambios relativamente grandes en la intensidad y frecuencia de otros eventos climáticos, tanto medios como extremos.

En el caso particular de la precipitación, el aumento de la temperatura media global ha revelado cambios en su comportamiento histórico en diferentes regiones del mundo, como manifestaciones de eventos conflictivos como sequías e inundaciones (Stott & Allen, 2004, Alexander et al., 2006; Fernández et al., 2007; IPCC, 2007).

4.3 Mitigación al cambio climático.

La mitigación al cambio climático hace referencia a las políticas, tecnologías y medidas que permitan, por un lado, limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y, por otro lado, mejorar los sumideros para aumentar la capacidad de absorción de gases de efecto invernadero (Hidalgo, 2006).

Es posible lograra reducir los gases de efecto invernadero en la actividad agrícola, mediante el cambio en los hábitos de labranza o la reutilización de los subproductos y desperdicios de la cosecha, aplicándolos al suelo o haciendo un buen uso de fertilizantes, asociar árboles frutales o maderables con cultivos (Isaza y Cornejo, 2014).

Se han desarrollado algunos estudios que muestran los beneficios de asociar especies forestales con cultivos, como estrategia de manejo eficiente del carbono. Estimaciones realizadas en sistemas agroforestales tropicales han mostrado la posibilidad de secuestro de carbono entre 12 y 228 TM ha⁻¹ con un valor promedio de 95 TM ha (Isaza y Cornejo, 2014).

El estudio realizado en la Estación Experimental Central de la Amazonia Ecuatoriana INIAP en la provincia de Orellana, calificado como una zona de vida de bosque húmedo tropical – bhT, se comprobó la capacidad de almacenamiento de carbono de *Erythrina* en sistemas

agroforestales en cacao en cuatro manejos agronómicos, obteniendo como resultado $12,91 \text{ t ha}^{-1} \text{ C}$ y $47,40 \text{ t ha}^{-1}$ captura de CO_2 con un manejo orgánico intensivo, siendo una alternativa agroecológica (Sotomayor et al., 2020).

Así mismo el estudio realizado por Añazco y Fernández (2021), menciona el C total por hectárea estuvo influenciada por la densidad de árboles en cuatro de las cinco practicas agroforestales analizadas, la práctica silvopastoril presenta la mayor tasa de fijación de C donde existen arboles dispersos de *E. globulus* con $87,13 \text{ Mg CO}_2 \text{ ha}^{-1}$, seguido se encuentra la practica agrosilvícola *A. nepalensis* en asocio con C. arábica con $41,15 \text{ Mg CO}_2 \text{ ha}^{-1}$.

4.4 Agroforestería.

La agroforestería es una estrategia que tiene como objetivos reforzar y establecer la sostenibilidad en las fincas de los agricultores mediante la promoción de la diversificación productiva y capacitación en el manejo de sistemas estratificados (Farfán, 2014).

La agroforestería es la producción de cultivos anuales o permanentes, en combinación con especies forestales, en donde se recrean las funciones principales del bosque. Los SAF constituyen una forma para producir sin agotar los recursos (suelo, agua y bosque), pues la mayoría de los suelos de la selva tienen vocación forestal y de protección (Torres et al., 2008).

La agricultura convencional no es sostenible a largo plazo. Solo los sistemas agroforestales bien manejados pueden alcanzar la sostenibilidad, porque logran controlar los elementos de riesgo alimentario, promueve la diversidad de productos constantes y ecológicos dando un equilibrio en la microfauna presente en el subsuelo; así también la mano de obra requerida es mínima para el manejo de sistemas establecidos (Torres, Tenorio y Gómez, 2008).

Estos sistemas representan una alternativa para los productores porque reducen la dependencia de un solo cultivo, permiten desarrollar actividades productivas económica y ambientalmente más sostenibles y representan una práctica con gran potencial para la captura de carbono (Ortiz y Riascos, 2006).

4.4.1 Factores que determinan el establecimiento de SAF con café.

En sistemas de monocultivo, el café requiere por lo general gran cantidad de insumos con el fin de maximizar la producción. La producción de café a pleno sol exige mayores esfuerzos económicos por parte del caficultor, por tanto, el productor está sujeto a la variabilidad en los costos de producción (Farfán, 2014).

La producción de café puede ser analizada en función de las características del suelo, la elevación y la oferta ambiental. Enríquez (2018), en su estudio menciona los SAF son prácticas sostenibles que hacen frente a escenarios desconocidos que provoca el cambio climático, rescata que el establecer sombrero al cultivo de café genera microclimas más frescos, la implementación de otras especies de interés multiextractos, garantiza la biodiversidad (especies nativas) entre ellas antagonistas de las mismas plagas que afectan al cultivo. En suelos con limitaciones nutricionales o con baja capacidad de almacenamiento de agua, la ventaja potencial productiva del café a pleno sol con relación al café bajo sombra decrece en cualquier altitud, particularmente en las regiones de altitudes marginales (Farfán, 2014).

La disponibilidad de luz puede ser el factor limitante de muchos cultivos, en suelos fértiles y con adecuada disponibilidad de agua la importancia de la luz es relativa. Soto et al. (2000) observaron mejores rendimientos con cobertura de sombra entre 30 y 45 %, porcentajes menores y mayores a este rango redujeron el rendimiento. Siles et al. (2010) encontró reducciones del rendimiento bajo sombra (*Inga sp*) de 38 % en comparación con cafetales sin sombra, así mismo Baraër (2013) encontró mayor área basal de los cafetos y mayor contenido de nitrógeno en plantas de café a pleno sol, en relación a cafetos bajo diferentes especies arbóreas. También es importante recalcar los efectos positivos que genera la sombra en los cafetos, como lo describe en su estudio López et al. (2012), la reducción del rendimiento causado por la sombra puede reducir la incidencia de roya, debido a que reduce la susceptibilidad fisiológica del cafeto ante la enfermedad.

Un ejemplo de tal interacción entre la luz y la disponibilidad de nutrientes, es el planteado por Alvim (1977), que indica que mientras la producción de mazorcas de cacao (*Theobroma cacao*) es máxima bajo condiciones de la alta fertilidad de suelo y de ligero sombrero, las plantas bajo limitación de nutrientes rinden más con un sombrero denso que con sombra ligera o a libre exposición solar.

Dicho de otra manera, en suelos pobres la planta responde positivamente a mayores niveles de sombra, mientras que en suelos fértiles o con altos niveles de fertilización ocurre lo contrario. No obstante, Muschler (2000) advierte que la alta respuesta al remover la sombra en suelos fértiles no refleja tendencias a largo plazo, porque no se considera el agotamiento de la planta y la degradación del suelo sin sombra y que los pequeños productores deben trabajar en suelos relativamente pobres donde la sombra no mejora las condiciones.

4.4.2 Sistemas Agroforestales como adaptación al cambio climático.

La agroforestería es parte fundamental del proceso integral de la conservación y mejoramiento del suelo. Ha sido tomada como estrategia de adaptación para mitigar los impactos del cambio climático en los sistemas productivos, los cuales se tornan resilientes (Hidalgo, 2016). Los árboles de sombrero en los cafetales permiten ejercer un control sobre la economía del agua, lo que mitiga los efectos que los períodos de déficit hídrico imponen sobre la producción. Estos también contribuyen a mantener la fertilidad del suelo, ayudan a reducir la erosión, reciclan nutrientes, aportan materia orgánica y fijan CO₂ (Beer 1987; Kiara y Naged 1995).

Soto y Jiménez (2018) en los SAF se puede encontrar importantes cantidades de carbono en la materia orgánica del suelo, biomasa viva y muerta, así como la conservación de especies y funciones ecosistémicas. En los sistemas de producción más complejos que se incorporan árboles y arbustos contienen significativas cantidades de carbono en la biomasa viva y materia orgánica muerta.

Sin embargo, muchos de estos beneficios no son fácilmente medibles o evaluables en el tiempo, por lo cual resulta de gran utilidad aproximarse a su evaluación a través de la utilización de indicadores, que permitan tener información numérica y que al tiempo aporten información útil en la descripción de procesos y fenómenos ocurridos dentro del agroecosistema de manera sistemática (Citado por Hidalgo, 2016).

4.5 Realidad cafetalera en el Ecuador.

Ecuador posee una gran capacidad de producción cafetalera por la variedad de ecosistemas existentes, y por su ubicación geográfica. Además, posee una amplia diversidad de climas que varían según la geografía y temperaturas de cada región, ya sea por su elevación o ubicación, y principalmente por la presencia de la Cordillera de los Andes, la región Amazónica y la influencia marítima (Jiménez y Massa, 2016).

En el Ecuador se produce principalmente *café arábigo* (62 %) y en menor cantidad *robusta* (38 %), 36 398 ha superficies plantadas, 29 901 ha superficies cosechadas y su producción es de 7 966 t con un rendimiento de 0,27 t/ha. (MAG, 2022). INEC (2014) indicó que, si la Población Económicamente Activa PEA nacional proyectada para el 2013 fue de 10 123 342 personas, significa que el 1,04 % de la PEA estuvo directamente inmersa en la producción de café.

Desde el 2 014, la Organización Internacional de Café (OIC), reconoce que el sector cafetalero a nivel mundial enfrenta mayores retos debido al fenómeno del cambio climático

evidenciado a través de las sequías prolongadas, temperaturas elevadas o las fuertes lluvias, que afectan directamente al desarrollo de la planta, provocando condiciones poco óptimas para su crecimiento y favoreciendo el desarrollo de plagas y enfermedades (Panhuysen y Pierrot, 2014).

El cultivo del café constituye uno de los productos más valiosos de exportación mundial, el área ocupada por el cultivo del café en todo el mundo es de 13,2 millones de km² (Cárdenas, 2007). Las especies de mayor importancia comercial son: *Coffea arabica* (arábigo) y *Coffea canephora* (robusta), las cuales participan con el 63 % y 37 % de la producción mundial respectivamente (Federación Española de Café, s/f).

De acuerdo a las estadísticas de la Asociación Nacional Ecuatoriana de Café (2019), en el año 2019 se exportaron 12 554,47 sacos de 60 kilos de café arábigo y 11 749,72 sacos de 60 kilos de café robusta y hasta agosto de 2020 se han exportado 14 828,15 sacos de 60 kilos de estos dos tipos de café.

4.5.1 Sistema de cultivo de café.

Los cafetos deben establecerse con sombra si los cultivos son afectados por las altas temperaturas, si en el sector se presenta una reducción en las lluvias por largos períodos de tiempo, si existe una disminución de agua en el suelo, o si hay un incremento en la radiación solar; todos estos factores en conjunto afectan significativamente el desarrollo de la plantación, el desarrollo y formación del grano y la producción (Farfan, 2021).

La temperatura del aire determina las tasas de fotosíntesis del café, la respiración y la foto-respiración, cuando la temperatura media del aire es superior a 22 °C, la temperatura máxima llega a ser de 27 °C, por lo tanto, no se recomienda establecer sistemas de cultivo a plena exposición solar. Por otra parte, el brillo solar puede determinar la saturación lumínica del cultivo, la cual se conjuga con altas temperaturas y puede generar procesos de foto-respiración (respiración durante el día) y caída de fotosíntesis con reducción en el rendimiento del cultivo (Cenicafé, 2013).

4.5.2 Microclima del cafetal en Ecuador

Ecuador es un país que lleva cultivando y exportando café por largos años en los años noventa, llegó a ser uno de los principales exportadores a nivel mundial. Actualmente el volumen de producción ha disminuido drásticamente, sin embargo el territorio reúne varios factores microclimas, variedades y en los últimos años el desarrollo e innovación por parte de los productores. En el sur de la Amazonia Ecuatoriana a que se produce café Arábigo de altura,

con una altitud promedio de 1 200 m.s.n.m., temperaturas entre 18 y 30 °C, humedades superiores al 60, siendo muy montañosos por la influencia de la Cordillera de los Andes y la Cordillera del Cóndor (PERFECT DAILY GRIND, 2022).

Ecuador se caracteriza por producir las dos especies más comercializadas en el mundo, destacándose por la calidad fina que poseen. Estas dos especies se distribuyen en 23 provincias de las cuatro regiones diversas que tiene el país: Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos (Leiva, 2017).

En términos generales, de 6 se distinguen las siguientes zonas de producción de café arábigo: Manabí-Guayas de 300 a 700 m s. n. m., ubicada en las partes altas del sistema montañoso Chongón-Colonche; la zona sur de 500 a 2 000 m s. n. m., que se circunscribe a las provincias de El Oro y Loja; las estribaciones occidentales, de 500 a 1 750 m s. n. m., en la vertiente occidental de Los Andes; las estribaciones orientales de 500 a 1 500 m s. n. m., en el Centro Norte y la zona Suroriental de 1 000 a 1 800 m s. n. m., y en las Islas Galápagos (COFENAC y MAGAP, 2014).

El *café robusta* se produce de manera óptima con un nivel de lluvia anual de 2 000 a 3 000 mm, la temperatura adecuada es de 24 °C a 30 °C. Crece en zonas menos elevadas de hasta 700 m.s.n.m, su productividad es de 2 300 a 4 000 kg de semilla por hectárea, es más resistente a las plagas y arroja mayores beneficios, además su sabor es más amargo. (Federación Española de Café, s/f).

4.5.3 Vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola frente al cambio climático.

Puesto que la agricultura depende en gran medida de la temperatura y disponibilidad de agua, el clima es de fundamental importancia para la seguridad alimentaria. Gran parte de la población de escasos recursos en los países de desarrollo viven directamente de la agricultura, de manera que serán ellos los más afectados por el cambio climático. Los cambios en temperatura y precipitaciones estacionales tienen consecuencias para las condiciones agroclimáticas, los periodos de crecimiento de la vegetación y las épocas de siembra y cosecha pueden sufrir variaciones. De igual manera, habrá efectos en cuanto a la disponibilidad de agua, la propagación de enfermedades y malezas, cambios en la evapotranspiración y el rendimiento fotosintético, así como la producción de biomasa. Así mismo, puede haber cambios en el uso de las tierras (GTZ, 2010).

De acuerdo a los resultados del encuentro Regional realizado en la sede central del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2014), en Costa Rica, el

crecimiento de la población mundial duplicará la demanda de alimentos para el 2050, este escenario visto en un contexto integral y bajo un supuesto de continuidad del ritmo de degradación de los recursos naturales, es una situación que agrava el problema relacionado con las tierras, la deforestación, pérdida de biodiversidad y alteración de las fuentes hídricas.

Entre algunos de los impactos vinculados con el cambio climático, se encuentran:

- Alteraciones o variaciones en los rendimientos y productividad de los cultivos. El aumento o disminución exagerada de las temperaturas tiene un efecto directo sobre las cantidades producidas (Zhindon et al., 2017).
- Disponibilidad de fuentes de agua. Las alteraciones climáticas a su vez repercuten en la disponibilidad del recurso hídrico, y las alteraciones de las cuencas abastecedoras del recurso (Zhindon et al., 2017).
- Aparición de plagas, pestes, malas hierbas. La proliferación de pestes en la agricultura es un tema que puede ser monitoreado, sin embargo, demanda costos adicionales que a más de encarecer el producto, lo tornan en un producto recargado de sustancias químicas que no necesariamente califican y garantizan una alimentación saludable. También se pueden presentar casos en los que existe pérdida total o parcial de los cultivos (Zhindon et al., 2017).
- Aceleración en pérdida de fertilidad de los suelos. De acuerdo a los microambientes generados y la demanda del suelo para mantener su producción, se pueden presentar casos en los que los suelos tienden a perder su propiedad de restitución vegetativa, pasando a demandar de productos químicos que palien la situación a corto plazo, sin embargo, comprometen la actividad en un mediano y largo plazo (Zhindon, et al., 2017).

El cambio climático y las especies invasoras son considerados como dos de los problemas ecológicos más importantes que enfrenta el mundo, ya que afectan de manera negativa a la productividad agrícola. Esto debido a que las variaciones climáticas generan la aparición de plagas y a su vez estos cambios provocan importantes pérdidas en los cultivos (Jaramillo et al., 2016).

El cambio climático y la variabilidad climática están afectando la producción de café de muchas formas. En algunas zonas la lluvia ha aumentado mucho y, con el exceso de lluvia, aumenta también la incidencia de enfermedades (Cuadro 1). En zonas donde hay menos lluvia y con la falta de agua, se reduce la tasa de crecimiento, las floraciones se ven afectadas y aumentan las plagas de insectos y artrópodos. Entonces se puede decir que, hasta la fecha, se

ha comprobado que los cambios climáticos varían de una zona a otra y que pueden variar incluso dentro de una misma zona. También se ha visto que después de una época seca larga puede empezar a llover sin parar (Laderach et al., 2012).

Cuadro 1. Impacto del cambio climático en el cafetal.

| Cambio climático | Plagas y enfermedades | Planta de café |
|---|--|--|
| Periodo seco | Favorecer la aparición de escamas, chapulines, ácaros, etc. Hay menos hongos en la hoja. Si la sequía es muy fuerte se reduce las poblaciones de abejas, que son importantes para la polinización. | Se reduce la velocidad de crecimiento, las hojas nuevas crecen lentamente, el grano se llena más despacio. Si la sequía es muy fuerte puede afectar la calidad del grano. |
| Mucho viento (normalmente en el periodo seco) | Si hay viento entre periodos lluviosos, o inclusive con una descarga pequeña pero constante de agua se favorece la distribución de las esporas de los hongos. | Las plantas se resecan rápidamente y se puede afectar la floración. Aumenta la transpiración porque la hoja se seca rápidamente. Si en el cafetal hay banano, las plantas se dañan seriamente. Urgente poner berreras rompevientos. |
| Periodo lluvioso | Favorece el desarrollo de hongos del follaje como el ojo de gallo, roya, phoma, etc. Favorece la aparición de controladores biológicos, como <i>Beauveria sp</i> (controla roya), <i>Trichoderma sp</i> (se alimenta de otros hongos y de materia orgánica). | Las lluvias son claves para la floración, pero luego se ocupa un periodo seco para que la flor no se caiga antes de ser polinizada y que inicie la formación del grano. Si el periodo lluvioso no coincide con las necesidades del café, se pudriera hasta perder la cosecha. Si hay un exceso de lluvias durante la cosecha, el grano se cae. No obstante, en general la planta está mejor con agua que sin ella. |

Fuente: Laderach et al. (2012).

4.6 Estudios realizados en vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático del SAF de café.

El estudio realizado por Villarreyña (2016), el efecto de los árboles de sombra sobre el rendimiento de los cafetos; describe la sombra no es el único valor que tiene una influencia directa en el rendimiento de los cafetos cultivados en los SAF, existen una serie de factores que deben ser considerados, entre ellos, el topografía - clima, el suelo, las plagas, enfermedades y el manejo general de cada productor, cuando el clima y suelo son favorables para el desarrollo de las

plagas y enfermedades, la sombra diversificada puede aumentar la producción del cultivo, inclusive se presenta tendencias a mayores pérdida en cultivos a pleno sol.

Hidalgo (2016), en su investigación de vulnerabilidad y adaptación a la variabilidad climática en sistemas cafetaleros en 15 familias caficultoras, la exposición total varía de acuerdo con los efectos percibidos por los caficultores sobre los sistemas productivos tras la ocurrencia de fenómenos de variabilidad climática, los factores de sensibilidad y capacidad de adaptación entre tipologías no presenta diferencias significativas, sin embargo, al calcular la vulnerabilidad los sistemas productivos tipología sombra baja presenta mayor vulnerabilidad a la variabilidad climática que las fincas con tipología sombra alta y media.

Fernández (2018), en su estudio realizó la caracterización de la vegetación y el microclima en Sistemas Agroforestales Café (*Coffea arabica L.*) en diferentes pisos altitudinales en el cantón Puyango en la provincia de Loja, se realizó a 890, 960 y 1 316 m s. n. m. Los resultados mostraron los datos de altura y diámetro de copa arbórea no presentaron uniformidad entre individuos entre las mismas especies en los tres pisos altitudinales. Para toda la zona la sombra estuvo entre 31,27 y 53,65 %, la temperatura interna entre 23,77 y 28,27 °C, la HR de 62,86 a 75,27 y la velocidad del viento disminuyó entre 0,04 y 0,19 m s⁻¹. En comparación a los requerimientos del cultivo, los rangos obtenidos en la investigación se encuentran dentro de lo óptimo para el cafeto (35 y 50 %), concluyendo que los SAF controlan los efectos de la variabilidad climática en los cafetales.

Chugar (2016), Evaluó la vulnerabilidad de dos sistemas de producción denominados bajo sombra y bajo monte, siendo ambos sistemas vulnerables al cambio climático, el sistema bajo monte presenta una vulnerabilidad moderada (5) en comparación a la de bajo sombra que tiene una categoría crítica (-7,5).

5 Metodología.

5.1 Sitio de estudio.

El estudio se realizó en la parroquia de San Pedro de Vilcabamba ubicado al sur oriente del cantón y provincia de Loja. Se encuentra en una altitud aproximada de 1 565 m.s.n.m, con una temperatura media periódica de 19,5 °C y una precipitación promedio anual de 1 000 mm (PDOT, 2015).

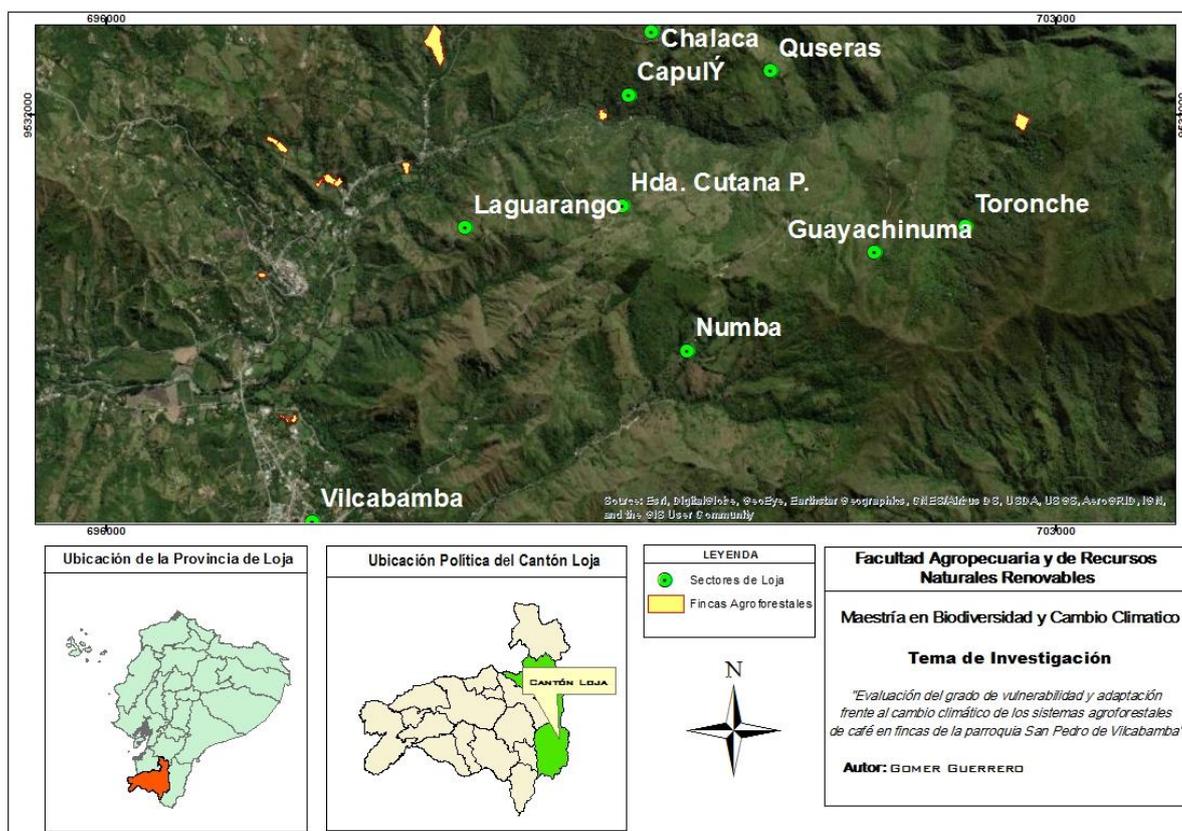


Figura 1. Ubicación política de la parroquia San Pedro de Vilcabamba.

5.1.1 Cobertura y uso actual del suelo de la parroquia San Pedro de Vilcabamba.

La parroquia San Pedro de Vilcabamba tiene diferentes tipos de uso del suelo, la mayor parte la ocupa la vegetación natural con 5 476,75 ha, que representa el 82,15 % en menor proporción se encuentra las actividades agrícolas con cultivos como el café, caña de azúcar, frejol, limón, yuca, maíz y plátano. El café es el que tiene mayor área cultivada con 127,38 ha, lo que representa el 1,91 % del total del área de la parroquia. La limitante que presentan los productores es la disponibilidad de agua en temporadas secas y se les dificulta instalar un sistema de riego por falta de ingresos económicos, el resto de la parroquia comprende zonas antrópicas e improductivas (PDOT, 2015).

5.2 Tipo de investigación.

La presente investigación fue de carácter cualitativo, descriptivo, utilizando el método deductivo partiendo de lo general a lo particular; para obtener la valoración del grado de vulnerabilidad y capacidad adaptativa, a través de la metodología propuesta por Virginio (2015) categorizando los indicadores por medio de encuesta y entrevistas.

5.3 Técnica de investigación.

En la presente investigación se utilizó las siguientes técnicas:

- Observación (recolección de información de fuentes primarias y secundarias, recorridos de campo y observaciones directas).
- Entrevistas con propietarios de fincas familiares.
- Análisis comparativo de la información recolectada.

5.4 Selección de fincas y tipo de muestreo.

Se trabajó con la Asociación Agroartesanal de Productores Ecológicos de Café Especial (APECAEL) que cuenta con 50 productores asociados; para la investigación se consideró como criterio de inclusión las fincas que están ubicadas en San Pedro de Vilcabamba, y que se encuentran el cultivo de café en SAF; además se eligió fincas del mismo sector con las mismas características climáticas (precipitación y temperatura) y manejo orgánico, obteniendo un total de 11 fincas evaluadas.

5.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

Para el levantamiento de información primaria se aplicó la encuesta establecida por Virginio (2015) a los 11 productores con SAF para valorar su vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, además se realizó un diagnóstico socioeconómico y ambiental (encuesta) a los productores (anexo 2).

Se hizo la caracterización florística del estrato arbóreo y arbustivo en las 11 fincas agroforestales con café, para ello se consideró toda la parcela cultivada. En estas parcelas se registró y se contabilizó todos los individuos arbóreos y arbustivos (anexo 3).

5.6 Recolección de muestras en suelo agrícola.

Para establecer el impacto causado en la fertilidad del suelo por el cambio climático se realizó muestras de suelo de las parcelas visitadas y se las comparó con muestras tomadas en años anteriores.

Para la recolección de las muestras de suelos se basa en la metodología propuesta por Santos et al., (2017) en la cual se detalla a continuación:

En las parcelas cultivadas de café en sistemas agroforestales se tomó una muestra/parcela, para obtenerla se recolectó cinco submuestras con un peso de 1 kg por cada parcela visitada. El muestreo se los realizo al azar en forma diagonal en las parcelas visitadas, evitando recolectar en zonas donde existen surcos de agua, restos de hogueras, residuos orgánicos que puedan alterar los resultados.

Para la toma de muestra (suelo) se eliminó restos de plantas y ramas de la superficie. Se cabo un agujero de ancho de la pala con una profundidad de 50 cm lo recomendado por Santos et al., (2017) en cultivos leñosos (café). Una vez tomadas las submuestras se mezclaron los más homogéneamente en un plástico tendido en el suelo, previniendo los terrones de tierra para que sea lo más uniforme posible, eliminando piedras y restos de raíces

Cuando la muestra se mezcló bien se tomó solo 1 kg de suelo y se la coloco en una bolsa plástica ziploc previamente rotulada de forma clara para la identificación de la muestra. La muestra fue analizada en el Instituto Nacional Autónomo de Investigación (INIAP) en Cuenca, los parámetros analizados fueron; pH, nitrógeno, fosforo y potasio.

5.7 Metodología para determinar el grado de vulnerabilidad de los sistemas agroforestales de café al cambio climático.

Se analizó la vulnerabilidad a los efectos adversos del clima, mediante la valoración de los indicadores de los factores de la vulnerabilidad (Exposición, Impacto y Capacidad de Adaptación), para esto se elaboró preguntas en base a la metodología de Virginio, (2015), como se muestra en el anexo 1.

La valoración de los indicadores es cualitativa, en atención a criterios propuestos en el cuadro 2 de vulnerabilidad. En función de esta matriz cada indicador es evaluado, categorizando su vulnerabilidad con un puntaje.

Se realizó una encuesta al productor para obtener la información necesaria sobre mitigación y adaptación (Anexo 1) aclarando los conceptos relevantes. Las preguntas correspondieron a tres grupos de variables: exposición, impactos y capacidad adaptativa. Para cada pregunta se dieron tres opciones de respuesta: ‘Sí’ cuando ocurre el fenómeno planteado, ‘No’, cuando no ocurre el fenómeno planteado y ‘±’ para cuando el fenómeno ocurre en un nivel intermedio. Luego de contestadas las 27 preguntas, se determinó la categoría de

vulnerabilidad y adaptación en que se encuentra el cafetal o grupo de fincas cafetaleras. Se asignó un valor de referencia para cada una de las opciones de respuesta: -1 para el ‘sí’, 1 para el ‘no’ y 0,5 para ‘±’. Después, se hizo la sumatoria de todos los valores obtenidos; y el valor total de puntos se verificó con el (Cuadro 2) para determinar la categoría correspondiente a la unidad productiva.

Cuadro 2. Categorías para evaluar la vulnerabilidad y capacidad adaptativa al cambio climático.

| CATEGORIA | PUNTAJE DE VALORACION |
|--|-----------------------|
| 1. Vulnerabilidad prácticamente ausente, excelente capacidad adaptativa. | De 20 a 25 Puntos. |
| 2. Vulnerabilidad baja, alta capacidad adaptativa. | De 15 a 19 Puntos. |
| 3. Vulnerabilidad y capacidad adaptativa moderada. | De 8 a 14 Puntos |
| 4. Vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular. | De 1 a 7 Puntos. |
| 5. Vulnerabilidad y capacidad adaptativa medianamente crítica. | De -6 a 0 Puntos. |
| 6. Vulnerabilidad y capacidad adaptativa crítica. | De -13 a -7 Puntos |
| 7. Vulnerabilidad y capacidad adaptativa muy crítica. | De -20 a -14 Puntos. |
| 8. Totalmente vulnerable y sin ninguna capacidad adaptativa. | De -25 a -21 Puntos. |

Fuente: Virginio Filho, 2015.

5.7.1 Exposición.

Para la caracterización del impacto se describió cada factor que lo conforma. El primer factor evaluado es la exposición donde se incluye la magnitud y frecuencia de eventos extremos; para lo cual, se valoró las siete primeras preguntas vinculadas a esta variable, con la información proporcionada por los 11 productores y lo observado en las parcelas, se hizo un promedio con los resultados identificando que factor es el más influyente en los cafetales.

5.7.2 Sensibilidad.

Para evaluar la sensibilidad, se realiza un análisis comparativo de los requerimientos climáticos óptimos del café con los registros climatológicos de los últimos seis años en la parroquia San Pedro de Vilcabamba.

Para comprobar la información brindada por el agricultor en relación al cambio brusco del clima en temperatura y lluvias en el sector se obtuvo la data de los últimos seis años de

temperatura, humedad, precipitación y viento de la estación meteorológica de Malacatos de la Universidad Técnica Particular de Loja (<https://smartland.utpl.edu.ec/datos-clima>), con los datos obtenidos se categorizó la sensibilidad como alto y bajo en relación al requerimiento climático para la adaptación del café, además se determinó de manera descriptiva el sistema de producción de café identificado las especies arbóreas, arbustivas y las variedades de café sembradas en las parcelas.

5.7.3 Impacto.

Para determinar los impactos provocados por el cambio climáticos se partió desde la percepción que tienen los 11 productores cafetaleros pertenecientes a la asociación APECAEL y por observación en campo sobre los efectos de las variaciones climáticas en el desarrollo y producción de los cafetales, a través de la aplicación del modelo valorativo de 27 preguntas (Anexo 1), en la cual establece una serie de preguntas relacionadas al impacto causado por el cambio climático en el desarrollo productivo del café (preguntas 8, 9, 10, 11, 12 y 13), de manera descriptiva se determinó los efectos que causan los efectos climáticos en las plantas de café tanto en la erosión, fertilidad del suelo, floración, pérdida de flores y frutos, incremento de plagas y enfermedades y en la producción de café.

5.8 Metodología para establecer la capacidad adaptativa del cultivo de Café en sistemas agroforestales ante la variabilidad climática.

Una vez obtenido la valoración de impacto se procedió a evaluar la capacidad adaptativa de las fincas visitadas, no sin antes comprender el marco conceptual de la misma en el cual se indica que la capacidad de adaptación es la habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias.

Para valorar la capacidad adaptativa se consideró indicadores en función a las prácticas aplicada en la finca y como la asociación de APECAEL los apoyado para enfrentar las pérdidas en número de plantas y producción que surgen con el cambio climático; con la ayuda de las preguntas establecidas en el anexo 1 (pregunta desde la 14 hasta la 27) se pudo determinar por observación y practica en el campo las actividades realizadas por los productores valorando cada pregunta relacionada a la adaptación al cambio climático, luego de la valoración se procedió a determinar en qué estado de vulnerabilidad y adaptación se encuentran los productores de la asociación de APECAEL frente al cambio climático.

6 Resultados.

6.1 Diagnóstico de Finca de los socios de APECAEL.

6.1.1 Caracterización general de los socios de APECAEL en relación con el cultivo de café en SAF.

Tabla 1. Diagnostico socioeconómico en fincas.

| Diagnóstico de finca. | | | | |
|---|--------------------------|-----------------|-------------------|----------------|
| Rango de edades | | | | |
| Porcentajes | 19-40 años | 41-65 años | Mayores a 65 años | |
| | 30 | 20 | 50 | |
| Nivel Educativo | | | | |
| Porcentajes | Primaria | Secundaria | Superior | Ninguna |
| | 30 | 40 | 20 | 10 |
| Uso del suelo previo a la implementación del SAF | | | | |
| Nº de Productores | Cultivo | Bosque primario | Pastizal | |
| | 5 | 3 | 2 | |
| Mano de obra | | | | |
| Porcentajes | Familiar-Contratada | Familiar | Ocasional | |
| | 70 | 0 | 30 | |
| Servicios Básicos | | | | |
| Porcentajes | Agua, teléfono y energía | Agua y teléfono | | |
| | 75 | 25 | | |
| Participación familiar en actividades agrícolas | | | | |
| Porcentajes | Esposo | Padre e hijos | Hijos | Padre y esposa |
| | 46 | 36 | 9 | 9 |
| Ingresos económicos | | | | |
| Porcentajes | Café | Maíz-café | | |
| | 70 | 30 | | |
| Egresos económicos | | | | |
| Nº de Productores | Herramientas | Mano de obra | de Combustible | Transporte |

Actualmente la mitad de los productores entrevistados continúan cultivando sus café bajo sistemas agroforestales que son personas mayores a 65 años, como también existen personas jóvenes de 19–40 años y existes personas entre 41-65 años que son la minoría (Tabla 1).

En la tabla 1 se muestra el nivel educativo de los socios encuestados, siendo la educación secundaria la que presenta mayor porcentaje y con menor porcentaje son los productores que no han tenido una educación, evidenciando que existe gente joven dedicándose en la actividad agrícola y muchos son por falta de recursos económicos o falta de interés para seguir continuando sus estudios.

Con relación a la tenencia de la tierra todos los socios APECAEL, cuentan con terrenos propios y legalizados

El uso del suelo previo al establecimiento del SAF con café, la mayoría de los productores mencionaron que fueron remplazados por cultivos tradicionales por la escasa comercialización y poco ingreso económico, también hay productores que cambiaron su actividad ganadera por la agrícola, por razones que se necesita bastante mano de obra para el mantenimiento de pastizal y en estas zonas que se caracterizan por ser seco húmedo los pastos no se desarrollan en forma correcta para la crianza animal bovina (Tabla 1).

Los productores para realizar actividades de manejo y mantenimiento de su SAF, emplean mano de obra familiar y contratada. Como se muestra en la tabla 1, la mayoría de los socios realizan sus actividades en forma familiar y trabajadores ocasionales, seguido solos trabajadores ocasionales; de los encuestados ninguno emplea mano de obra solo familiar.

Dentro de los servicios básicos que cuentan los productores, el 75 % manifestaron que tienen todos los servicios básicos (agua, energía eléctrica y telefonía) y el 25 % no cuentan con el servicio de energía eléctrica.

En las actividades agrícolas ejecutadas por el núcleo familiar podemos determinar que el 46 % de los productores lo realiza únicamente el esposo, el 36 % padre e hijo, el 9 % únicamente los hijos y el 9 % el esposo y mujer, como se muestra en la tabla 1.

6.1.2 Balance económico de los socios de APECAEL

En la tabla 1, muestra los cultivos generan mayores ingresos económicos en los socios de APECAEL; un 70 % de los socios obtienen mayores ingresos económicos por la venta de su

café y un 30 % de otros cultivos como maíz y café, cabe recalcar que ninguno de los socios se dedicada a la comercialización de la madera por no existir especies maderables de importancia comercial.

En la tabla 1 se presentan los egresos que los socios de APECAEL realizan para las actividades agrícolas en el cultivo de café, siendo la contratación de la mano de obra y compra de herramientas agrícolas las que demandan de mayor inversión, seguida esta la compra de combustible insumo para uso de maquinaria, en cuanto a transporte para el traslado de la producción, la propia asociación cuenta con vehículo lo que no incurre en gastos.

6.1.3 Composición florística de los socios de APECAEL en cultivos de café bajo SAF.

En el anexo 3 se presenta el resultado obtenido del inventario florístico de las 11 fincas visitadas con cultivos de café bajo sistemas agroforestales, cada finca tiene diferentes especies arbóreas y arbustivas siendo un sistema agroforestal tradicional, establecidas por los mismos productores.

En la valoración de la composición florístico de las 11 fincas evaluadas se registran la existencia de 66 especies entre arbóreas y arbustivas. En el estrato arbóreo las familias más diversas son: Fabaceae y Rutaceae; y en el estrato arbustivo están la Rubiaceae y la Fabaceae.

En la tabla 2 se muestran las familias por estratos con mayores individuos en los SAF de las parcelas visitadas.

Tabla 2. Número de familias más abundantes en las 11 fincas con SAF en café.

| Estrato arbóreo | | Estrato arbustivo | |
|------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Familia | Nº individuos | Familia | Nº individuos |
| Fabaceae | 425 | Rubiaceae | 12369 |
| Rutaceae | 189 | Fabaceae | 662 |
| Malvaceae | 175 | Solanaceae | 144 |
| Rosaceae | 159 | | |

6.1.4 Composición y estructura de los SAF de los socios de APECAEL en la parroquia San Pedro de Vilcabamba.

Todos los socios de APECAEL pertenecientes a la parroquia de San Pedro de Vilcabamba tiene establecidos un SAF en cultivo de café con árboles frutales y forestales; según información de los propios socios, cuando existen alta densidad de siembra y deficiente manejo de podas se presenta exceso de sombra, generando un retraso en el crecimiento de las plantas,

tardando su floración y maduración de los frutos; sin embargo, los productores reconocen que la abundancia de especies vegetales brinda hojarasca al suelo mejorando su fertilidad por su descomposición y mineralización; a esto se suma el poder conservar la humedad, y además limita el desarrollo de especies arvenses para el cultivo.

En cuanto a problemas sanitarios, la enfermedad con mayor presencia en el cultivo es la roya (*Hemileia vastatrix*) y la plaga es la broca (*Hypothenemus hampei*), que afecta más a las plantas de café criollo, generando grandes pérdidas a los productores, por esta razón han visto en la necesidad de implementar nuevas variedades como es el Colombia 6 que presenta resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*). La plaga de broca de café se evidencia en mayor porcentaje en el cultivo cuando el agricultor no cosecha la fruta madura a tiempo. Para el control de broca se aplica el hongo de *Bauveria Bassiana* limitando el uso de plaguicidas, ya que la asociación son productores orgánicos con una certificación de BPA.

6.1.5 Parámetros estructurales del SAF en cultivo de café por finca.

Finca del Sr. Manuel Agustín Tapia Tapia.

Se registraron un total de 109 individuos de especies arbóreas y 897 especies arbustivas en 3 331,34 m² (Anexo 4). En la tabla 3 se presenta las 3 especies con mayor abundancia de individuos y ordenados de forma descendente, siendo la *Eriobotrya japónica* la especie arbórea con el mayor número de individuos y en los arbustivos se destaca el café caturra.

Tabla 3. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del señor Manuel Tapia Tapia.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|----------------------------|------------------------|---|----------------------|----|---|----------------------|------|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |
| Manuel Agustín Tapia Tapia | 3331,34 m ² | Níspero (<i>Eriobotrya japónica</i>) | 35 | 46 | Café Caturra (<i>Coffea V. Caturra</i>) | 465 | 52 |
| | | Guaba bejuca (<i>Inga edulis</i>) | 28 | 37 | Café San Salvador (<i>Coffea V. San Salvador</i>) | 215 | 24 |
| | | Sangre de drago (<i>Croton urucurana</i>) | 13 | 17 | Café Criollo (<i>Coffea sp.</i>) | 213 | 23,8 |

Finca de la Sra. Sandra Elizabeth Romo Moya.

Se reconocieron un total de 96 individuos de especies arbóreas y 802 especies arbustivas en 4 076,03 m² (Anexo 4). En la tabla 4 se exhibe las 5 especies con mayor abundancia de individuos y ordenados de forma descendente, siendo la *Acacia macracantha* la especie arbórea con el mayor número de individuos y en los arbustiva se destaca el café Colombia 6.

Tabla 4. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca de la Sra. Sandra Romo Moya.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|-----------------------------|-------------------------|--|----------------------|----|--|----------------------|----|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |
| Sandra Elizabeth Romo Moya. | 4 076,03 m ² | Faique (<i>Acacia macracantha</i>) | 25 | 36 | Café Colombia 6 (<i>Coffea Colombia 6</i>) | 465 | 52 |
| | | Porotillo (<i>Erythrina smithiana Krukoff</i>) | 15 | 22 | Café Nestle (<i>Coffea Nestle</i>) | 215 | 24 |
| | | Níspero (<i>Eriobotrya japónica</i>) | 10 | 14 | Café Criollo (<i>Coffea sp</i>) | 213 | 24 |
| | | Aguacate (<i>Persea americana Hass</i>) | 10 | 14 | | | |
| | | Balsa (<i>Ochroma pyramidale</i>) | 10 | 14 | | | |

Finca del Sr. José Antonio Mosquera Toledo.

Se encontró un total de 106 individuos de especies arbóreas y 700 especies arbustivas en 2 779,76 m² (Anexo 4). En la tabla 5 se enseña las 3 especies con mayor abundancia de individuos y ordenados de forma descendente, siendo la *Eriobotrya japónica* la especie arbórea con el mayor número de individuos y en los arbustivos café Colombia 6.

Tabla 5. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. José Mosquera Toledo.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------------------|---|-------------------|----------------------|---|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |

| | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|--|----|----|--|-----|----|
| José Antonio Mosquera Toledo | 2 779,76 m ² | Níspero (<i>Eriobotrya japónica</i>) | 23 | 46 | Café Colombia 6 (<i>Coffea V. Colombia6</i>) | 595 | 85 |
| | | Aguacate (<i>Persea americana Hass</i>) | 18 | 36 | Café Criollo (<i>Coffea sp</i>) | 105 | 15 |
| | | Porotillo (<i>Erythrina smithiana Krukoff</i>) | 9 | 18 | | | |

Finca del Sr. Marco Vinicio Mosquera León.

Se identificaron un total de 189 individuos de especies arbóreas y 892 especies arbustivas en 3 539,12 m² (Anexo 4). En la tabla 6 se muestran las 3 especies con mayor abundancia de individuos y ordenados de forma descendente, siendo la *Erythrina smithiana* la especie arbórea con el mayor número de individuos y en los arbustivos el café Nestle.

Tabla 6. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. Marco Mosquera León.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|-----------------------------|-------------------------|--|----------------------|----|---|----------------------|----|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |
| Marco Vinicio Mosquera León | 3 359,12 m ² | Porotillo (<i>Erythrina smithiana Krukoff</i>) | 32 | 38 | Café Nestle (<i>Coffea V. Nestle</i>) | 620 | 75 |
| | | Mora (<i>Mora alba</i>) | 30 | 35 | Café San Salvador (<i>Coffea V. San Salvador</i>) | 123 | 15 |
| | | Guabo (<i>Inga edulis</i>) | 23 | 27 | Café Colombia 6 (<i>Coffea V. Colombia6</i>) | 82 | 10 |

Finca de la Sra. Catalina Hermelinda Orellana Guamán.

Se contabilizaron un total de 89 individuos de especies arbóreas y 522 especies arbustivas en 2 325,7 m² (Anexo 4). En la tabla 7 exhibe las 3 especies con mayor abundancia de individuos y ordenados de forma descendente. La especie arbórea identificada con mayor número de individuos es la *Erythrina smithiana Krukoff*, en el arbustivo el café Sarchimor.

Tabla 7. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca de la Sra. Catalina Orellana Guamán.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|-------------------------------------|------------------------|---|----------------------|----|---|----------------------|-----|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |
| Catalina Hermelinda Orellana Guamán | 2 325,7 m ² | Porotillo (<i>Erythrina smithiana</i> Krukoff) | 50 | 73 | Café Sarchimor (<i>Coffea V. Sarchimor</i>) | 522 | 100 |
| | | Níspero (<i>Eriobotrya japónica</i>) | 10 | 15 | | | |
| | | Balsa (<i>Ochroma pyramidale</i>) | 9 | 13 | | | |

Finca del Sr. Manuel Emilio León Lanche.

En esta finca se encontraron un total de 228 individuos de especies arbóreas y 534 especies arbustivas en 1 586,23 m² (Anexo 4). En la tabla 8 se expone las 3 especies con mayor abundancia de individuos y ordenados de forma descendente, siendo la *Erythrina smithiana* Krukoff la especie arbórea con el mayor número de individuos y en los arbustivos el café Borgoña.

Tabla 8. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. Manuel León Lanche.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|---------------------------|-------------------------|---|----------------------|----|---|----------------------|----|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |
| Manuel Emilio León Lanche | 1 586,23 m ² | Porotillo (<i>Erythrina smithiana</i> Krukoff) | 140 | 72 | Café Borgoña (<i>Coffea V. Borgoña</i>) | 207 | 39 |
| | | Guabo (<i>Inga edulis</i>) | 40 | 21 | Café Colombia 6 (<i>Coffea V. Colombia6</i>) | 163 | 31 |
| | | Naranja agria (<i>Citrus aurantium</i>) | 15 | 8 | Café San Salvador (<i>Coffea V. San Salvador</i>) | 158 | 30 |

Finca del Sr. José Miguel Orellana Flores.

Se registraron un total de 405 individuos de especies arbóreas y 812 especies arbustivas en 4 107,55 m² (Anexo 4). En la tabla 9 se presenta las 3 especies con mayor abundancia de individuos y ordenados de forma descendente, siendo la *Erythrina smithiana Krukoff* la especie arbórea con el mayor número de individuos y en los arbustivos el café Sarchimor.

Tabla 9. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. José Orellana Flores.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|-----------------------------|-------------------------|--|----------------------|----|---|----------------------|-----|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |
| José Miguel Orellana Flores | 4 107,55 m ² | Porotillo (<i>Erythrina smithiana Krukoff</i>) | 300 | 77 | Café Sarchimor (<i>Coffea V. Sarchimor</i>) | 812 | 100 |
| | | Guaba machetona (<i>Inga spectabilis</i>) | 69 | 18 | | | |
| | | Balsa (<i>Ochroma pyramidale</i>) | 20 | 5 | | | |

Finca de la Sra. Fanny Teresa León Toledo.

Se localizó un total de 266 individuos de especies arbóreas y 485 especies arbustivas en 1 386,39 m² (Anexo 4). En la tabla 10 se muestran las 4 especies con mayor abundancia de individuos y ordenados de forma descendente, siendo la *Citrus limetta* la especie arbórea con el mayor número de individuos y en los arbustivos el café Colombia 6.

Tabla 10. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca de la Sra. Fanny León Toledo.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|--------------------------|-------------------------|--|----------------------|----|--|----------------------|----|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |
| Fanny Teresa León Toledo | 1 386,39 m ² | Limon dulce (<i>Citrus limetta</i>) | 29 | 28 | Café Colombia 6 (<i>Coffea V. Colombia6</i>) | 171 | 37 |
| | | Porotillo (<i>Erythrina smithiana Krukoff</i>) | 26 | 25 | Café Geisha (<i>Coffea V. Geisha</i>) | 162 | 35 |

| | | | | | |
|--|----|----|---|-----|----|
| Guaba machetona (<i>Inga spectabilis</i>) | 26 | 25 | Café Borgoña (<i>Coffea V. Borgoñas</i>) | 129 | 28 |
| Sangre de drago (<i>Croton urucurana</i>) | 24 | 23 | | | |

Finca del Sr. José Miguel Jara Mosquera.

Se reconocieron un total de 299 individuos de especies arbóreas y 3 547 especies arbustivas en 21 608,03 m² (Anexo 4). En la tabla 11 se enseñan las 3 especies con mayor abundancia de individuos y ordenados de forma descendente, siendo la *Ochroma pyramidale* la especie arbórea con el mayor número de individuos y en los arbustivos el café Catimor.

Tabla 11. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. José Miguel Jara Mosquera.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|---------------------------|--------------------------|---|----------------------|----|--|----------------------|------|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |
| José Miguel Jara Mosquera | 21 608,03 m ² | Balsa (<i>Ochroma pyramidale</i>) | 45 | 36 | Café Catimor (<i>Coffea V. Catimor</i>) | 1 774 | 99,7 |
| | | Guabo (<i>Inga edulis</i>) | 44 | 36 | Laritaco (<i>Vernonanthura patens</i>) | 5 | 0.2 |
| | | Porotillo (<i>Erythrina smithiana Krukoff</i>) | 35 | 28 | | | |

Finca del Sr. José Miguel Mosquera Romo.

Se encontraron un total de 96 individuos de especies arbóreas y 800 especies arbustivas en 2 793,23 m² (Anexo 4). En la tabla 12 se presentan las 3 especies con mayor abundancia y ordenados de forma descendente, siendo la *Acacia macracantha* la especie arbórea con el mayor número de individuos y en las arbustivas es el café Colombia 6.

Tabla 12. Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. José Miguel Mosquera Romo.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|----------------------|---|-------------------|----------------------|---|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|---|----|----|--|-----|----|
| José Miguel Mosquera Romo | 2 793,23 m ² | Faique (<i>Acacia macracantha</i>) | 45 | 54 | Café Colombia 6 (<i>Coffea V. Colombia 6</i>) | 359 | 45 |
| | | Porotillo (<i>Erythrina smithiana Krukoff</i>) | 20 | 23 | Café Borgoña (<i>Coffea V. Borgoña</i>) | 263 | 33 |
| | | Charan (<i>Caesalpinia spinosa</i>) | 19 | 23 | Café San Salvador (<i>Coffea V. San Salvador</i>) | 175 | 22 |

Finca del Sr. José Dennis Aníbal Guamán León.

Se identificaron un total de 139 individuos de especies arbóreas y 2 308 individuos de especies arbustivas en 8 292,44 m² (Anexo 4). En la tabla 13 se exponen las 3 especies con mayor abundancia y ordenados de forma descendente, siendo la *Euphorbia laurifolia* la especie arbóreas con el mayor número de individuos y en dentro de los arbustivos es el café Criollo.

Tabla 13 Estructura arbórea y arbustiva en el SAF de la finca del Sr. Dennis Guamán León.

| Nombre del Productor | Área de la parcela | Estrato Arbóreo | | | Estrato Arbustivo | | |
|--------------------------------|-------------------------|--|----------------------|----|--|----------------------|----|
| | | Especie | Total Individuos /ha | % | Especie | Total Individuos /ha | % |
| José Dennis Aníbal Guamán León | 8 292,44 m ² | Piglo (<i>Euphorbia laurifolia</i>) | 70 | 69 | Café Criollo (<i>Coffea sp</i>) | 2200 | 96 |
| | | Aliso (<i>Alnus glutinosa</i>) | 22 | 22 | Tomate de Árbol (<i>Solanum betaceum</i>) | 100 | 4 |
| | | Nogal (<i>Juglans neotropica</i>) | 9 | 9 | | | |

En la tabla 14 se muestra la especie más abundante en número de individuos en las 11 parcelas visitadas en Sistemas Agroforestales de café en la parroquia de Vilcabamba.

Tabla 14. Abundancia de individuos en las 11 parcelas visitadas.

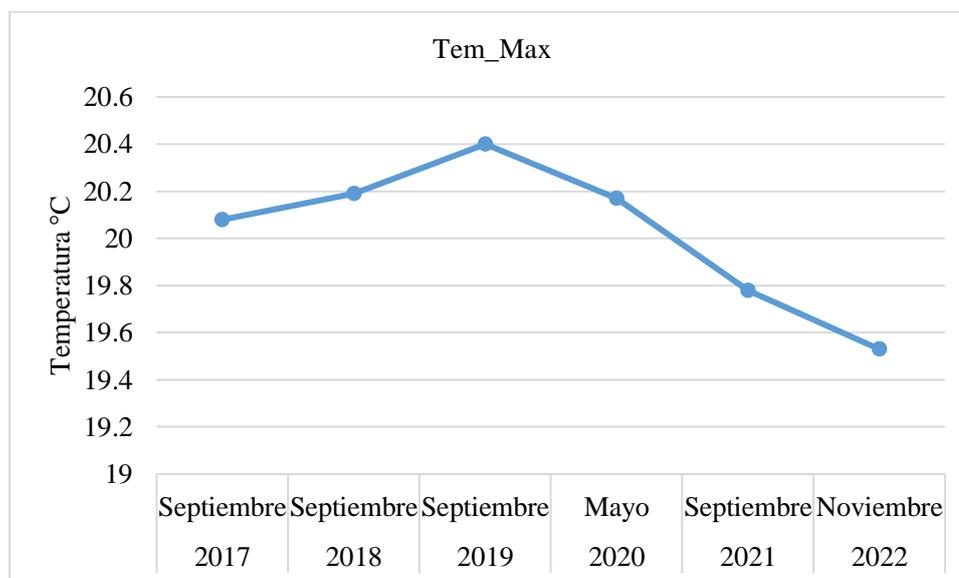
| Estrato | Nombre Común | Especie | Nº de individuos |
|---------|--------------|------------------------------------|------------------|
| Arbóreo | Porotillo | <i>Erythrina smithiana Krukoff</i> | 662 |
| | Guaba | <i>Inga edulis</i> | 287 |
| | Balsa | <i>Euphorbia laurifolia</i> | 160 |

| | | | |
|------------------|-----------------|-----------------------------|------|
| Arbustivo | Café Catimor | <i>Coffea V. Catimor</i> | 3523 |
| | Café Criollo | <i>Coffea sp</i> | 2200 |
| | Café Colombia 6 | <i>Coffea V. Colombia 6</i> | 1198 |

6.1.6 Análisis climático de la zona en los últimos seis años desde 2 017 hasta 2 022.

6.1.6.1 Temperatura máxima y mínima.

En la figura 10 se muestra los rangos de temperaturas máximas y mínimas registradas en la estación de Malacatos del portal web de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), en los últimos seis años, demostrando que los meses de septiembre presentan las temperaturas más altas desde 19,58 °C hasta los 20,4 °C; mientras que en las temperaturas mínimas existen cambios significativos que varían entre los meses de enero a junio con temperaturas de 17,88 °C hasta 19,30 °C.



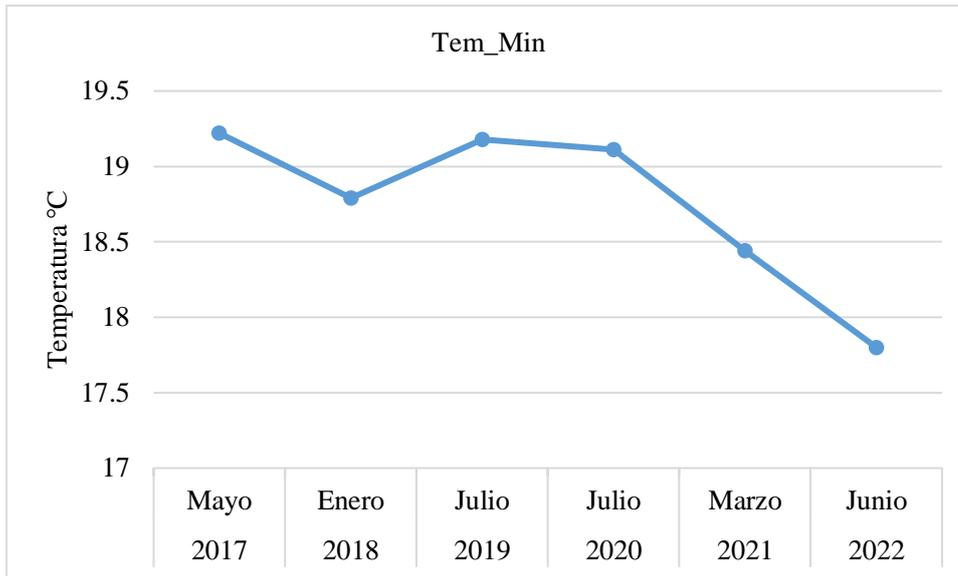
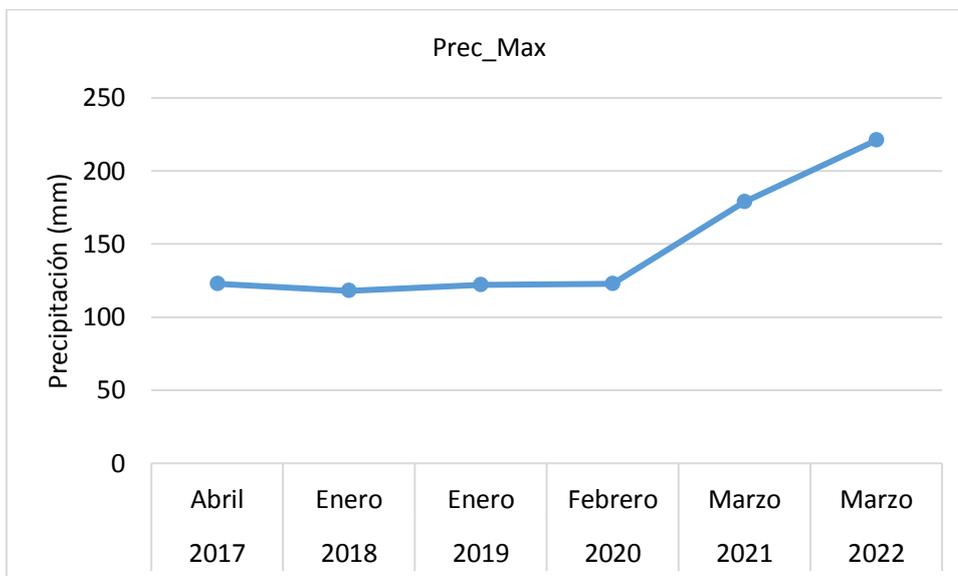


Figura 2. Temperatura máxima y mínima en los últimos seis años.

6.1.6.2 Precipitación máxima y mínima.

Los datos registrados en la estación de Malacatos sobre la variable precipitación, evidencian cambios en el régimen hídrico en los últimos seis años. Las precipitaciones máximas varían cada año entre los meses de enero a abril, con precipitaciones desde 130 mm hasta 230 mm por mes, observando que las lluvias se incrementan en los dos últimos años (2 021-2 022); las precipitaciones mínimas igualmente varían cada año entre los meses de junio a agosto con datos desde 3 mm hasta 5 mm por mes; destacando que en los dos últimos años las lluvias han aumentado en estos meses. (Figura 11).



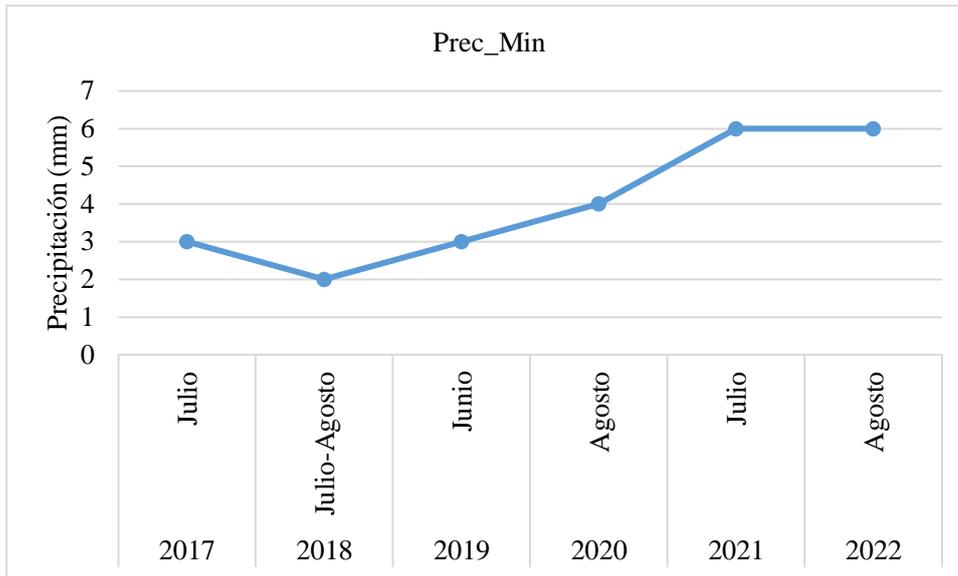
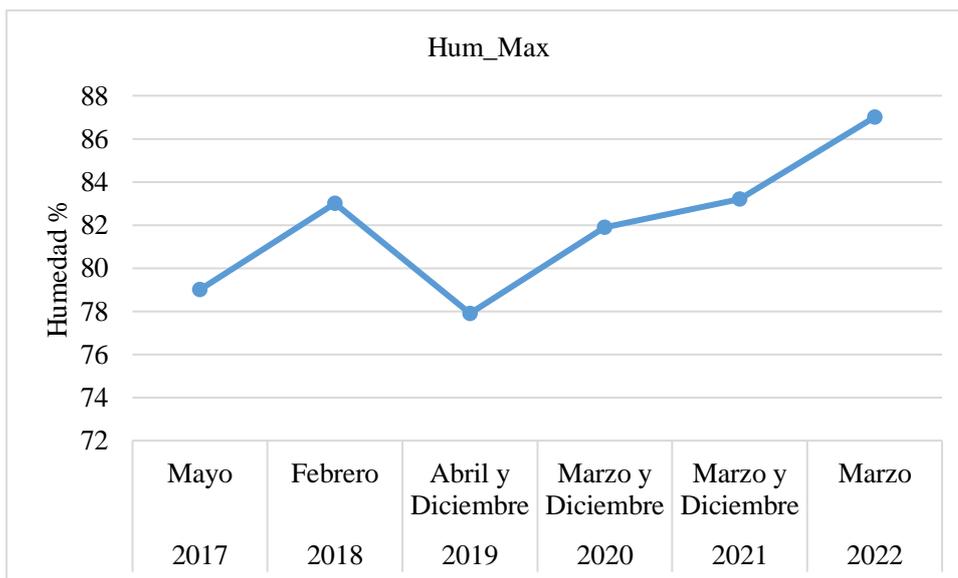


Figura 3. Precipitación máxima y mínima en los últimos seis años.

6.1.6.3 Humedad máxima y mínima.

En la figura 12 se presenta el porcentaje de humedad relativa de los últimos seis años; la humedad relativa máxima varía en cada año en relación a los meses de febrero a marzo desde 79 % hasta 86 %; en el año 2 022 se registra la mayor humedad relativa con 86 %. La humedad mínima se ha mantenido en el transcurso de los años entre rangos de 59 % hasta 69 %.



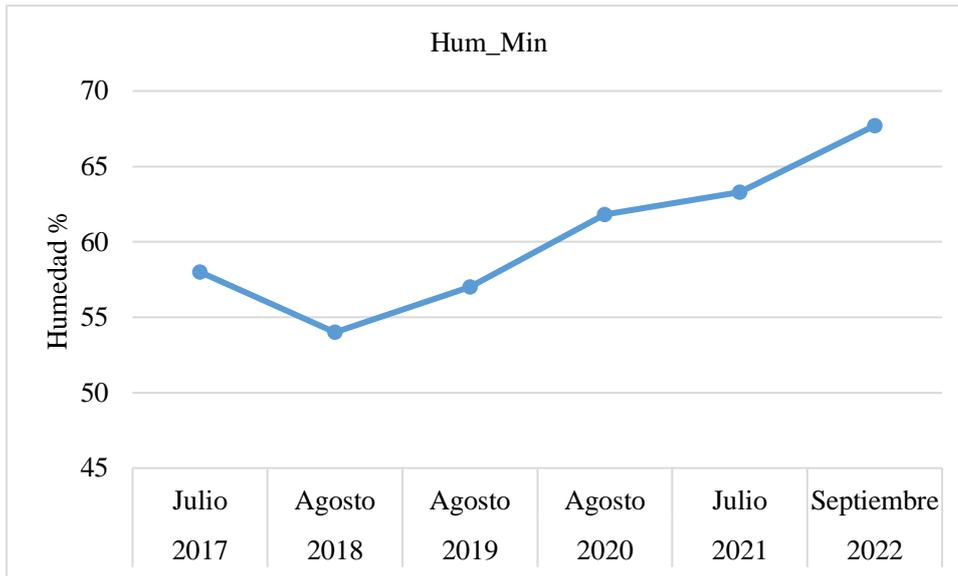
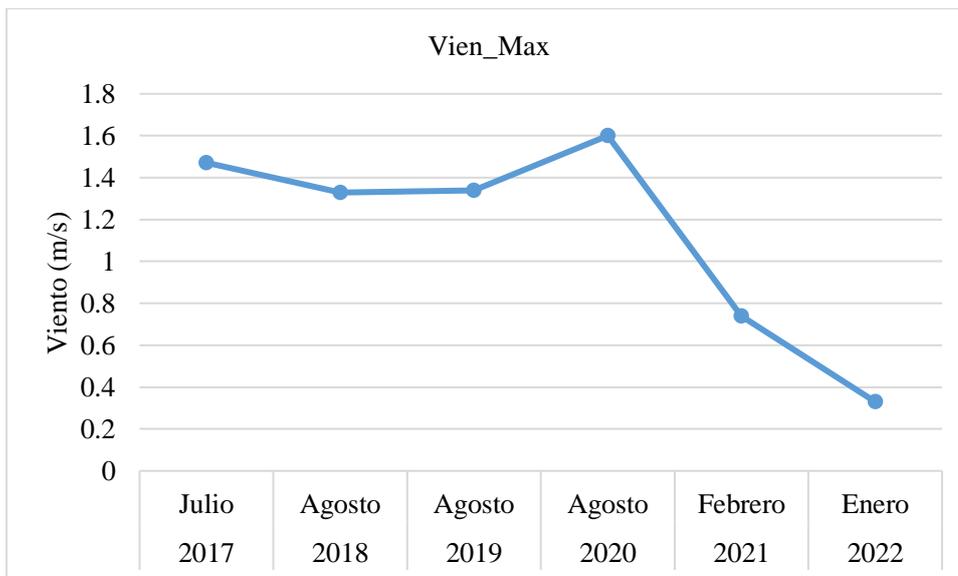


Figura 4. Humedad relativa máxima y mínima durante seis años.

6.1.6.4 Velocidad viento máximo y mínima.

En la figura 13, se presenta la velocidad del viento en los últimos seis años, se observa que los vientos máximos en los últimos dos años ha sido menor llegando a los 0,35 m/s, en comparación de los años anteriores el cual se ha mantenido durante los años 2 017 al 2 020 siendo mes de agosto del 2 020 el valor más alto registrado de esta variable con 1,6 m/s, en cambio los vientos mínimos han disminuido con el tiempo, en el año 2 022 se registró una disminución de 0,04 m/s que es la mínima en comparación con los otros años.



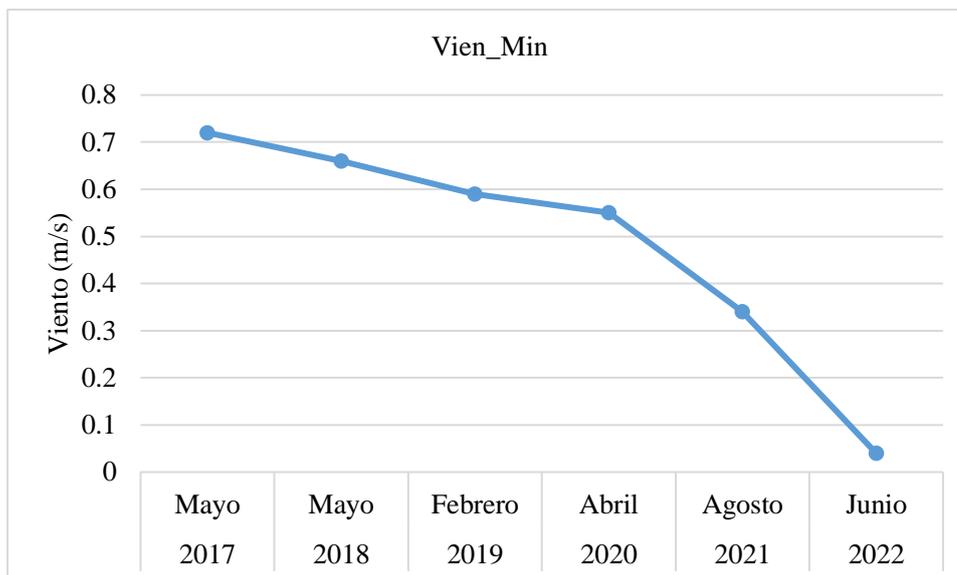


Figura 5. Velocidad del viento máxima y mínima durante seis años.

6.1.7 Valoración participativa de la vulnerabilidad al cambio climático en cafetales de los socios de APECAEL.

6.1.7.1 Exposición.

En las visitas realizadas a los socios de APECAEL en la parroquia de San Pedro de Vilcabamba la tabla 15 presenta los valores de variables de temperatura, humedad, precipitación, adecuadas para el cultivo de café, en comparación a la información proporcionada por los socios de APECAEL en los últimos seis años, en relación a cambios que percibidos los socios en el aumento de temperatura, lluvias irregulares y el aumento o ausencias de vientos.

Tabla 15. Cambios percibidos en el clima en los últimos seis años con relación a parámetros normal.

| Variables Climáticas | Patrones normales del clima para la producción de Café (Anual) | Cambios percibos por los socios |
|----------------------|--|--|
| Temperatura | Más caliente: julio con 20,5 °C. Mas frio: diciembre con 19.5 °C. | Indicador: en el sistema de riego, antes realizaban un riego por día, ahora es necesario realizar dos riegos al día El cambio de temperatura se empezó a notarse hace dos años atrás, dado por incremento de temperatura aunque en estas zonas se caracteriza por ser seco. |

| | | |
|---------------|--|--|
| | | Aunque muchos de los productores no lo sienten pero las personas que han vivido ya tiempos si siente el ligero aumento de la temperatura. |
| Precipitación | <p>Época de lluvia: desde febrero a marzo</p> <p>El mes más lluvioso es en marzo con 150 mm</p> <p>Época de sequía: desde junio a agosto.</p> <p>El mes más seco es en Julio con 49.9 mm</p> | <p>Indicador: en los meses que suele llover en los últimos años ya no llueve si no que hace calor y suele ser escaso la presencia de lluvias.</p> <p>Las lluvias han cambiado en los últimos años en relación en los meses de invierno en esta zona, en cuanto a intensidad no hay cambio en las precipitaciones.</p> |
| Sequias | Las épocas secas empiezan desde junio a agosto. | <p>Indicador: los sistemas de riego colapsado por falta de agua de la vertiente principal, fuente del suministro de agua para la población.</p> <p>Hace 5 año aproximadamente se presentó un fenómeno nunca antes visto, durante 5 meses no lluvia en la zona, volviéndose el año más seco y árido, a partir de ahí no se ha vuelto a presentar el mismo fenómeno.</p> |
| Vientos | Los vientos fuertes se presentan en mayo, indicadores de la llegada de la época seca. | <p>Indicador: la floración del café no es afectado por efecto de los vientos, no existe árboles caídos en los cafetales.</p> <p>Los vientos en la zona de San Pedro de Vilcabamba no han cambiado con el tiempo y no es un problema relevante en cuanto a la afectación en el café, existen vientos fuertes, pero eso se presenta en todos los años.</p> |

En la tabla 16 se presenta los resultados de la valoración de exposición realizada mediante percepción del agricultor, observándose diferentes puntos de vista cuanto, a cambio de temperatura, el aumento de precipitación, sequias y presencia de vientos fuertes en los últimos 10 años en las zona cafetaleras; esto en relación a las siguientes preguntas:

1. ¿Ha habido cambio en la temperatura en los últimos 10 años?
2. ¿Las lluvias han sido irregulares en los últimos 10 años?
3. ¿Ha habido en los últimos 10 años aumento de lluvia con inundaciones y derrumbes?
4. ¿Considera usted que la humedad ambiental ha incrementado o ha disminuido en los últimos 10 años?
5. ¿Ha habido sequías, disminución o ausencia de agua en la propiedad en los últimos 10 años?
6. ¿La fuerza y frecuencia de vientos fuertes ha aumentado?
7. ¿Ha disminuido el nivel de caudal en las fuentes de agua de las fincas?

Tabla 16. Valoración de la exposición realizada a las 11 fincas visitadas.

| Variables de exposición en las fincas de San Pedro de Vilcabamba | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Preguntas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Manuel Tapia Tapia | -1 | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Sandra Romo Moya | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 |
| José Mosquera Toledo | -1 | -1 | 1 | 1 | -1 | -1 | -1 |
| Marco Mosquera León | -1 | 0,5 | 1 | -1 | 0,5 | 1 | -1 |
| Catalina Orellana Guamán | -1 | -1 | -1 | -1 | 0,5 | -1 | 1 |
| Manuel León Lanche | -1 | -1 | 1 | 0,5 | -1 | 1 | 1 |
| José Orellana Flores | -1 | -1 | -1 | -1 | 0,5 | -1 | 1 |
| Fanny León Toledo | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 |
| José Jara Mosquera | -1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 1 | 0,5 |
| José Mosquera Romo | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 |
| Dennis Guamán León | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 1 |
| Promedio | -0,9 | -0,5 | 0,0 | -0,3 | 0,5 | 0,2 | 0,4 |

En la tabla 17 se presenta la valoración de la exposición por percepción de los socios de APECAEL de la parroquia San Pedro de Vilcabamba en la visita realizada en las 11 fincas, observándose que esta variable se respondió en negativo en un 52 % indicando que existe un cambio en las condiciones climáticas desde la perspectiva de los socios a nivel local.

Tabla 17. Promedio de la valoración de la exposición mediante percepción local.

| Nº | Preguntas | Promedio Valoración |
|---|---|---------------------|
| 1 | ¿Ha habido cambio en la temperatura en los últimos 10 años? | -0,9 |
| 2 | ¿Las lluvias han sido irregulares en los últimos 10 años? | -0,5 |
| 3 | ¿Ha habido en los últimos 10 años aumento de lluvia con inundaciones y derrumbes? | 0,0 |
| 4 | ¿Considera usted que la humedad ambiental ha incrementado o ha disminuido en los últimos 10 años? | -0,3 |
| 5 | ¿Ha habido sequías, disminución o ausencia de agua en la propiedad en los últimos 10 años? | 0,5 |
| 6 | ¿La fuerza y frecuencia de vientos fuertes ha aumentado? | 0,2 |
| 7 | ¿Ha disminuido el nivel de caudal en las fuentes de agua de las fincas? | 0,6 |
| PUNTAJE TOTAL | | -0,5 |
| % de puntaje total en relación al máximo al valor positivo (6 preguntas) | | 52 |

6.1.7.2 Sensibilidad.

Para el análisis de sensibilidad se consideró las variables climáticas en relación a los requerimientos climáticos del café para su crecimiento y las alternativas que han optado los socios para mitigar estas variables climáticas en los cafetales como se muestra a continuación:

En la siguiente tabla 18 se presenta los requerimientos óptimos cuanto climatología que necesita el café arábica (*Cofee arabica*) para su adecuado desarrollo y por ende a su producción, los siguientes rango son señalados por Soleibe et al., (2001); Pérez et al., (2006); ICAFE (2011); Rosa et al., (2015), de acuerdo a estudios realizados por estos autores fuera de estos rangos ya no sería posible una producción adecuada.

Tabla 18. Requerimiento para el cultivo de café arábica.

| Variables climáticas | Café Arábica | Otras Recomendaciones | Condiciones climáticas en la Parroquia San Pedro de Vilcabamba. | Sensibilidad |
|-------------------------|--------------|-----------------------|---|--------------|
| Temperatura (°C) | Apto | 19 a 22 | Temp. Max: 19,58 °C a 20,4 °C. Temp. Min: 17,88 a 19,30 °C. | Baja |
| | Restringida | 18 a 19 y 22 a 23 | | |
| | No apto | <18 y >23 | | |

| | | | | |
|-------------------------------|--------|---------------|---|--|
| | | | -2 y 4 °C ocasionan amarillamiento de las hojas, muerte de tejidos y brotes | |
| Precipitación (mm/año) | Optimo | 1 200 a 1 800 | Buena distribución estacional y periodos secos cortos. < a 1000 mm/año limita el crecimiento de la planta, con rendimientos fluctuantes y bajos. Periodos de sequía muy prolongados propicia la deflación y en última instancia la muerte. < a 150 mm anuales reducen el periodo productivo. Déficits cercanos a 0 mm provocan reducidas cosechas sucesivas. | Prec. Max: 1 560 a 2 160 mm/año. Alta |
| Humedad relativa | Optimo | 70-85 % | Mayor a 85 % propicia el ataque de enfermedades fungosas. | HR Max: 79 % a 86 % Baja HR Min: 59 % a 69 % |

Fuente: Soleibe et al., (2001); Pérez et al., (2006); ICAFE (2011); Rosa et al., (2015)

6.1.7.3 Sistema de producción de café que se encuentra en APECAEL.

Sistema de producción de café bajo sombra.

El sistema de producción bajo sombra es característico en esta parroquia que han sido implementados ya hace aproximadamente 10 años atrás, las parcelas se encuentran establecidas a una altura entre 1 546 a 2 215 m.s.n.m., todos los socios son certificados con BPAs.

Las parcelas de café bajo sombra fueron establecidas en ciertas zonas sobre un cultivo o bosque secundario, para la instalación del SAF se realizó a través de solo limpieza del terreno con herramientas manuales y maquinaria, entre las especies forestales utilizadas como sombra en el cafetal están: la guaba bejuco (*Inga edulis.*), Níspero (*Eriobotrya japonica*), Alisos (*Alnus glutinosa*), Faique (*Acacia macracantha*) y la balsa (*Ochroma pyramidale*); en las especies

frutales están los cítricos como: la naranja agria (*Citrus aurantium*), naranja dulce (*Citrus sinensis*; Mandarina (*Citrus reticulata* Blanco) y Limón (*Citrus aurantiifolia*) y entre las especies más abundantes en arbustivas está el porotillo (*Erythrina smithiana*), Laritaco (*Vernonanthura patens*) y el Pico pico (*Acnistus arborescens*).

Dentro los parámetros ambientales en la parroquia San Pedro de Vilcabamba son idóneos para el establecimiento café arábico, las precipitaciones son abundantes en ciertos años, pero hay tiempos que las lluvias son muy escasas, es por ello que los productores han implementado un sistema de riego en sus parcelas; el suelo no se encuentra erosionado y su fertilidad se ha mantenido con el paso del tiempo reflejándose en su producción según lo percibido por los productores, esto tiene mucho que ver con sus prácticas de manejo de cultivo, en el cual elaboran o son proporcionados por la asociación de APECAEL abonos orgánicos para que apliquen en sus cafetales.



Figura 6. Cultivos de café orgánico bajo sombra.

Variedades de café cultivadas.

Entre las variedades de café que se encontraron y por la información de los productores visitados están: la Typica (criolla) 4,30 %, Borgoña 6,8 %, Catimor 35,79 %, Caturra 4,72 %, Colombia seis 18,31 %, Geisha 1,65 %, Nestle 8,79 %, San Salvador 6.82 % y Sarchimor 13,55 %.



Figura 7. Variedad Typica, Colombia seis y Sarchimor.

6.1.8 Valoración del impacto en el sistema de producción bajo sombra

6.1.8.1 Impacto.

Pregunta 8: Presencia de señales de erosión en los suelos de los cafetales y otros usos.

En todas las parcelas visitadas no se observaron señales de erosión como rajaduras y remoción del suelo, de acuerdo con la información proporcionada por los productores en tiempos de lluvias fuertes solo se evidencia en partes que no existe cobertura arbórea y en zonas con pendientes pronunciadas, en sus parcelas no ha existido estos tipos de problemas.

Pregunta 9: Fertilidad de los suelos.

Los productores manifiestan que la fertilidad del suelo se ha mantenido, esto lo relacionan con la producción obtenida anualmente, sin embargo, no exista incremento de la misma. Los productores enfatizan que constantemente abonan el suelo con los residuos generados en el procesamiento del café (despulpado), la mayoría de los cafetales tienen sembrados árboles de aliso en las partes altas y en las partes bajas el guabo que son especies que se caracterizan por su abundante producción de hojarasca y por su degradación muy rápida al suelo, que aportan nitrógeno y ayuda a mantener la humedad del suelo, manteniéndolos estables cuanto a fertilización y erosión; corroborando esta información dada por el agricultor con los análisis de suelo de las 11 fincas visitadas en el año 2015 otorgadas por la asociación APECAEL y las tomadas en la presente investigación, se muestran los resultados en las siguientes figuras.

En la figura 16 muestra el cambio de pH con el transcurso del tiempo durante ocho años, se puede observar el pH ha aumentado en la mayoría de las fincas visitadas, llegando alcanzar un máximo de 7,30 siendo neutro en el año 2023, en cambio para el año 2015 un máximo de 6,86 siendo ligeramente ácido.

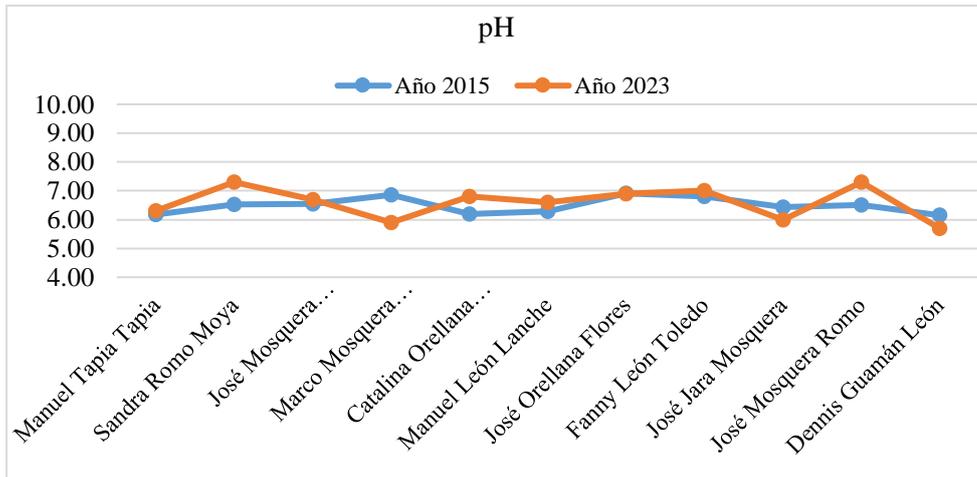


Figura 8. pH en el año 2 015 y 2 023

En la figura 17 el nitrógeno en un lapso de ocho años hay una gran diferencia en los resultados obtenidos en los análisis en el año 2 015 y 2 023, se puede ver que la cantidad de nitrógeno para el año 2 023 son muy bajos con una máxima de 38 ppm y mínima 1,90 ppm de en las 11 fincas visitadas, en comparación para el año 2015 sus niveles de nitrógeno son muy altos alcanzando un máximo de 142 ppm y mínima de 18 ppm de nitrógeno.

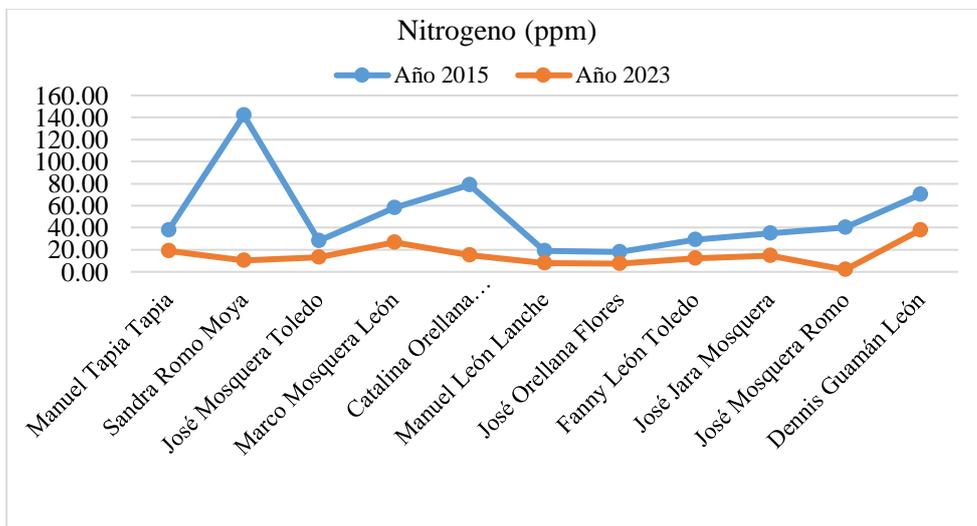


Figura 9. Nitrógeno en el año 2 015 y 2 023

El fósforo presenta también bajos niveles en el año 2 023 en las 11 fincas visitadas con una máxima de 28,60 ppm y mínima de 1,90 ppm, en el año 2 015 se observa altos niveles de fósforo en el suelo con un máxima de 93 ppm y mínima de 61 ppm, existiendo una gran diferencia en la disponibilidad de fósforo en el suelo con el transcurso de los años, figura 18.

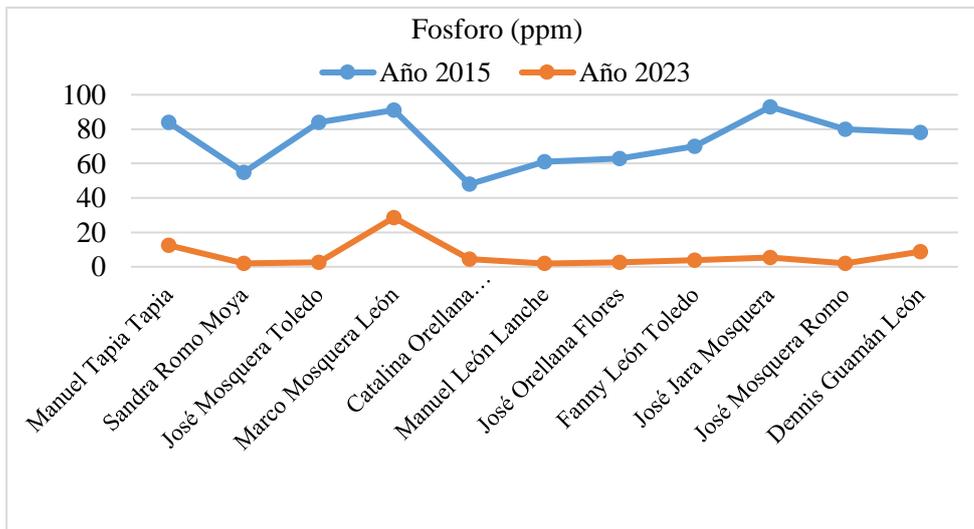


Figura 10. Fosforo del año 2 015 y 2 023.

En la figura 19 en relación con el potasio igualmente existe bajos niveles en el año 2 023 alcanzando un máximo de 12,50 y mínimo 1,90 ppm, en el año 2 015 sus niveles de potasio son muy elevados con un máximo de 520 y mínimo de 156,60 ppm.

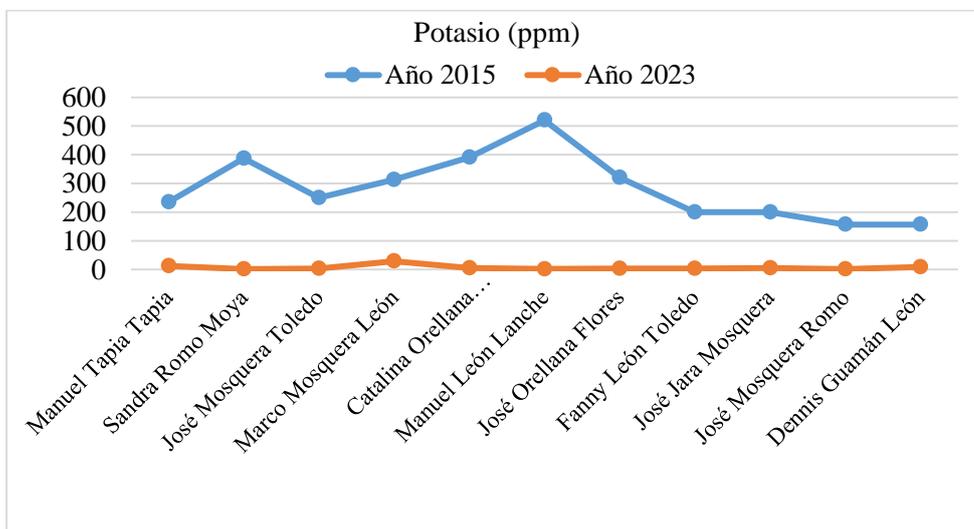


Figura 11. Potasio del año 2015 y 2023.

El 100 % de las fincas tienen niveles bajos de NPK en el suelo para el año 2 023 en comparación al año 2 015, contradiciéndose con la información proporcionado por los productores, lo que significa no existe una fertilización continua en los cafetales, además las fincas están en etapa de transición de un manejo convencional al orgánico, por esta razón existe cambios significativo en los nutrientes en el suelo, anteriormente los productores aplicaban productos químicos sintéticos en el suelo con la finalidad de aumentar el rendimiento del cultivo, pero con el paso del tiempo notaron que la producción comenzó a decaer y los costos en la compra de los fertilizantes eran muy elevados para mantener su cultivo, es por ello que

optaron en cambiar su manejo por una producción orgánica; a esto se suma que en la actualidad cuentan con certificación orgánica, lo que limita el uso agroquímicos.

Pregunta 10: Floración irregular de café.

Los productores manifiestan que las variables climáticas para asegurar una floración regular de café es la ocurrencia oportuna de lluvias que es clave para procesos de floración. Sin embargo, debido al aumento de las temperaturas, las sequías imprevisibles y los patrones de lluvia irregulares, predecir el tiempo de floración se está convirtiendo en un desafío para los productores.

Pregunta 11: Caída de flores, frutos y aumento en la defoliación de las plantas.

La mayoría de los productores manifestaron que si hay pérdida de flores y frutos, lo relacionan al exceso de sombra generado por la alta densidad de árboles presentes en las parcelas, provocando que los rayos solares no caigan directamente a los cafetales afectando el crecimiento y desarrollo de las plantas, sin embargo, manifiestan que la causa principal que afecta las flores y frutos son las enfermedades como la roya que atacan las hojas provocando que la planta no florezca adecuadamente, esto es atribuido al exceso de humedad que se produce en las plantaciones por la poca influencia de los rayos solares en los cafetos y el aumento de humedad relativa en el ambiente.

Pregunta 12: Daños causados por plagas y enfermedades.

Todos los productores visitados señalan que los principales daños causados en los cultivos de café fueron por enfermedades generados hace dos años atrás en todas las parcelas.

La principal enfermedad y plaga que afecta a los cafetales son la roya (*Hemileia Vastatrix*) y la broca (*Hypothenemus hampei*) que ha causado grandes pérdidas a los productores, pero ahora se ha podido controlar realizando prácticas culturales y fitosanitarias en los cafetales.

Del total de productores visitados, la mayoría ha tenido problemas de roya y broca en un 97,24 %, y en un 2,76 % nematodos, esto ha provocado la muerte de bastantes cafetales exclusivamente el café criollo, observándose todavía algunas plantas de café criolla que han sobrevivido con presencia de roya en las hojas y se pudo observar la magnitud de la afectación en los cafetales.

La presencia de esta enfermedad ha provocado la defoliación de las hojas principalmente de la variedad criollo, pero los productores manifiestan que la variedad Colombia seis es una variedad resistente a la roya. Se observó que el ojo de pollo todavía no es un problema en los cafetales, no se observaron plantas infectadas.



Figura 12. Afectación de la roya al café criollo y la variedad Colombia 6 sin afectación.

Pregunta 13. Disminución de producción de café en SAF.

En las 11 fincas visitadas existe una igualdad de opiniones en su producción de café, mencionan que si existe una disminución y otra parte que se ha mantenido la producción, pero ninguno menciona un incremento, esto concuerda con los datos obtenidos de la asociación de APECAEL en la cual se estima que en los últimos 10 años la producción se ha mantenido en rangos de 120 qq hasta 150 qq, la mínima producción que se ha producido es de 80 qq, cabe recalcar que estos datos de producción solo pertenecen a los socios de San Pedro de Vilcabamba.

Los agricultores acotan que la producción de café anual es irregular, expresan que en algunos años el rendimiento se mantiene; sin embargo, también existe decremento mínimo en la producción, esto lo relacionan con los cambios bruscos del clima, que han provocado la aparición de enfermedades en el cafetal,

En la tabla 19 se presenta la valoración realizada en las visitas a las fincas, se puede observar que existe varias percepciones por los productores de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, identificándose en promedio el impacto de que existe en la floración irregular, la fertilidad de los suelos ha disminuido y la baja de producción.

Para obtener información se aplicó las siguientes preguntas:

8. ¿La mayoría de los suelos en los cafetales y otros usos de la tierra en la unidad productiva, presentan señales de erosión?

9. ¿La fertilidad de los suelos ha disminuido en los últimos años?
10. ¿Hay floración irregular en las plantas de café?
11. ¿Hay incremento de caída de flores y frutos de café?
12. ¿En los últimos años se ha incrementado el daño de plagas y enfermedades en los cafetales?
13. ¿Existe disminución de la producción de café en los últimos años?

Tabla 19. Valoración del impacto realizada a las 11 fincas visitadas.

| Variables de impactos en las de San Pedro de Vilcabamba | | | | | | |
|--|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Preguntas | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Manuel Tapia Tapia | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | 1 |
| Sandra Romo Moya | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 |
| José Mosquera Toledo | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| Marco Mosquera León | 1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| Catalina Orellana Guamán | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| Manuel León Lanche | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 1 |
| José Orellana Flores | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 |
| Fanny León Toledo | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 |
| José Jara Mosquera | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 0,5 |
| José Mosquera Romo | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 |
| Dennis Guamán León | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | 0 |
| Promedio | 0,5 | -0,8 | -0,4 | -0,8 | -0,6 | -0,1 |

El promedio general de la valoración del impacto en el sistema bajo sombra es de 67,2 % lo que indica que hay impacto; se identifica como impacto la floración irregular, fertilidad del suelo, caída de flores y frutos y el aumento de plagas y enfermedades en los cafetales, tabla 20.

Tabla 20. Promedio de la valoración de impacto mediante percepción local.

| Nº | Preguntas | Promedio Valoración |
|-----------|------------------|----------------------------|
|-----------|------------------|----------------------------|

| | | |
|--|---|---------------|
| 8 | ¿La mayoría de los suelos en los cafetales y otros usos de la tierra en la unidad productiva, presentan señales de erosión? | 0,5 |
| 9 | ¿La fertilidad de los suelos ha disminuido en los últimos años? | -0,8 |
| 10 | ¿Hay floración irregular en las plantas de café? | -0,4 |
| 11 | ¿Hay incremento de caída de flores y frutos de café? | -0,8 |
| 12 | ¿En los últimos años se ha incrementado el daño de plagas y enfermedades en los cafetales? | -0,6 |
| 13 | ¿Existe disminución de la producción de café en los últimos años? | -0,1 |
| PUNTAJE TOTAL | | -2,3 |
| % de puntaje total en relación al máximo valor positivo | | 67,2 % |

6.1.8.2 Impacto por los factores climáticos.

Cambio en el patrón de lluvias.

El 70 % de los productores visitados mencionaron que existe floración irregular, caída de flores y frutos y baja fertilización del suelo en los cafetales, por el exceso de lluvias en los últimos dos años como se muestra en la figura 9, estimulando el decrecimiento y desarrollo vegetativo y productivo de la planta, además genera un exceso de humedad en el área de las plantaciones provocando un ambiente propicio para la proliferación de enfermedades como la roya que atacan directamente a los cafetos.

Cambios en el patrón de temperatura.

El 95 % de los productores afirma que la temperatura ambiente ha cambiado en los últimos 10 años, pero no consideran que afecta en el crecimiento, en la floración y la aparición del fruto, razón por la cual en la parroquia San Pedro de Vilcabamba es una zona semi-seca, de acuerdo a los registros de la estación de Malacatos alcanza temperaturas desde 19,58 °C a 20,4 °C en los últimos seis años (figura 10), siendo este registro climático idóneo para el desarrollo del café arábica que se adapta a temperaturas de 19 a 22 °C.

Presencia de vientos fuertes.

El 63,6 % manifiestan que, no aumentado la fuerza del viento en los últimos años, por lo tanto no lo relacionan en la afectación del cafetal, además manifiestan que no existe caídas de árboles provocado por los vientos, afirmando que los vientos en la zona de estudio no son fuertes, así también lo confirma el registro proporcionado por la estación de Malacatos (figura 13), en los últimos dos años los vientos han disminuido en relación a los años anteriores.

6.2 Resultado para establecer la Capacidad Adaptativa (CA) del cultivo de café en SAF ante la variabilidad climática.

6.2.1 Capacidad adaptativa.

Pregunta 14. Prácticas de conservación de suelos en los cafetales y en la mayoría del área productiva.

6.2.1.1 Uso de abonos.

Los productores exteriorizan que en ciertos periodos del año realizan fertilizaciones foliares y edáfica a los cafetales, cuando sus cultivos comienzan a florecer o después de cada cosecha tres veces al año como mínimo, usan abono de origen orgánico, no utilizan ningún fertilizante químico debido a que la asociación APECAEL se caracteriza por producir café orgánico de exportación, además la asociación cuenta con una planta de procesamiento para la elaboración de abonos, los abonos procesados son entregados a los socios de la parroquia San Pedro de Vilcabamba.

6.2.1.2 Disponibilidad de riego.

Los 11 productores visitados cuentan con sistema de riego por goteo y por aspersión por razones de sequias en la zona, cada año existe meses donde las lluvias son escasas, por tal motivo los productores han instalado el sistema riego para evitar la falta de agua en sus plantación de café y además también los utilizan para fertilizar los suelos.

6.2.1.3 Barreras vivas.

El SAF en las 11 parcelas visitadas cuentan con barreras vivas con el fin de evitar la erosión de los suelos en tiempos de lluvias muy abundantes con diferentes especies arbóreas y arbustivas, los cultivos establecidos no se encuentran sembradas en superficies con mucha pendiente con el fin evitar el problemas de erosión del suelo; las barreres vivas son establecidas y naturales.

Pregunta 15. Presencia de cobertura vegetal y hojarasca.

En las parcelas visitadas se verifico la presencia de hojarasca entre filas y calles, existiendo en todas las parcelas con cobertura vegetal, proveniente de árboles como el porotillo (*Erythrina smithiana Krukoff*), balsa (*Ochroma pyramidale*) y pigllo (*Euphorbia laurifolia*) y malas hierbas (hojas anchas, pastos), no se observó suelos desnudos ni pedregoso.

Pregunta 16. Diversificación del cafetal.

En la 11 parcelas visitadas todos los productores han establecido el modelo agroforestal en sus cafetales con especies arbóreas, siendo las más abundantes el porotillo (*Erythrina smithiana Krukoff*) que es una leguminosa, no tienen valor comercial y son utilizadas por que dan sombra, control de erosión, fijar nitrógeno y aporta mantillo para controlar malezas, incrementar materia orgánica y mejorar la fertilidad de suelos; especies maderables como la balsa (*Ochroma pyramidale*) y el pigllo (*Euphorbia laurifolia*) que también se utiliza para dar sombra a largo plazo. Otros como los árboles frutales localizados dentro de las parcelas de café.

Pregunta 17. Cobertura de sombra en los cafetales.

En los SAF visitados todos manejan sus cafetales bajo sombra con un rango de porcentajes de 60 % a 70% y en todos los casos con una distribución irregular y de forma permanente.

Los productores señalan que el manejo de sombra depende del manejo que le da cada productor en el raleo de los árboles, la pendiente del terreno y la variedad de café que se cultive, también mencionan que el exceso de sombra genera la aparición de la roya en los cafetales.

Pregunta 18. Edad de los cafetales.

Todos los productores han renovado su café criollo a diferentes variedades entre ellas están: Colombia seis, San Salvador, Sarchimor, Catimor y Borgoña, el cambio es como consecuencia del ataque de roya al café criollo provocando la muerte de todas las plantaciones de café siendo la más grande pérdida de producción para los productores. Por esta razón todos los productores optaron en sembrar variedades de café que sean resistentes a la roya, por esta razón no existe cafetales viejos.

Pregunta 19. Presencia de variedades resistentes a condiciones climáticas adversas y enfermedades.

Los productores manifiestan que no conocen variedades resistentes a los cambios de clima y a ciertas enfermedades como la roya. Los productores de APECAEL en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, por medio de capacitaciones impartidas y por el técnico agrónomo de la asociación tienen conocimientos de distintas variedades que son resistentes, como la variedad Colombia seis y Catimor que se caracterizan por ser resistentes a la roya, por esta razón en su mayoría los productores visitados tienen sembrado esta variedad, aunque existe un productor joven que tiene sembrado el café criollo a una altura igual al paramo a los 2 200

m.s.n.m., el cual está experimentando como se adapta este café a estas alturas bajo el sistema agroforestal y sin son resistentes a la roya.

Pregunta 20. Practica anual de podas y deshije de cafetos.

El 50 % de los productores visitados manifestaron no realizan frecuentemente las podas en sus cafetales y el deshijes el 80 % dijeron que no lo ejecutan. Los productores en vez de realizar deshijes rejuvenece su cafetal atreves del doblamiento del tallo de la planta principal, además por falta de recursos económicos nos les permiten la contratación de jornaleros para realizar las actividades de podas y deshije en su cultivo de café y otra limitante que presentan es la falta de conocimiento.

Pregunta 21. Resiembra de cafetos.

El 50 % de los productores encuestados realizan la resiembra de los cafetos, pero no en todos los años y solo en plantas seleccionadas que presenten poca productividad; los productores que mencionaron que no realiza resiembras es como consecuencia de la renovación de sus cafetales y por la falta de espacio en sus terrenos para resiembras nuevas.

Pregunta 22. Aplicación de abono de origen químico.

Ningún de los productores manifestaron que utilizan fertilizantes químicos al suelo, por el costo que implica realizar esto y además por estar bajo normas de producción orgánica, ya que cuentan con certificación de BPAs.

Pregunta 23 y 24. Aplicación de abonos orgánicos y elaboración de abonos.

El 90,9 % de los productores encuestados informaron que aplican abono orgánico todo el año al menos dos veces al año, el abono más común utilizado es por la descomposición de la pulpa de café mezclado con tierra de la zona más estiércol de animal y el biol de estiércol o de frutas, no aplica otro tipo de abonos como compost, humus de lombriz, purines y otros. Además, la asociación de APECAEL cuenta con una planta de procesamiento de elaboración de abonos, que apoya a los productores con sacos para su aplicación en el cafetal.

En ciertas ocasiones la limitante que tienen los productores en la aplicación de abonos orgánicos son las distancias de la parcela y la topografía del terreno para el traslado de los abonos, además se necesita contratar mano de obra para realizar esta actividad, lo cual se genera gastos para el productor y no tienen el recurso económico para realizarlo.

Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis de suelo en la tabla 19 se evidencia la baja fertilidad del suelo en comparación al año 2 015, contrarrestando la

información proporcionada por los productores, lo que significa que no se fertiliza periódicamente los suelos o que los abonos orgánicos elaborados y aplicados al suelo contienen materia orgánica con bajos niveles de macroelementos como N, P y K.

Pregunta 25. Cobertura forestal en las quebradas y fuentes de agua.

Los productores manifiestan y se pudo verificar que la mayoría de las fuentes de agua en la parroquia San Pedro de Vilcabamba si cuenta con una cobertura forestal en su rio principal, en relación a las parcelas visitadas ninguno de los productores tiene cauces hídricos que cruce en sus fincas, pero en la actualidad existe el conocimiento y la conciencia de conservar las especies arboles en las fuentes hídricas para evitar la pérdida del mismo.

Pregunta 26. Asocio con árboles en las áreas de otros usos de la finca.

En las visitas realizadas a las parcelas se pudo observar y por lo manifestado por los productores solo en las zonas de café tienen sembrados arboles forestales, en los demás cultivos establecidos no lo asocia con árboles (monocultivo) se encontraron siembras de maíz, caña de azúcar y yucas principalmente.

Pregunta 27. Proceso organizativo sobre mitigación y adaptación al cambio climático.

Situación actual de APECAEL.

Actualmente la asociación de APECAEL cuenta con 56 socios activos de los cuales 15 pertenecen a la Provincia de Loja en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, el resto de los socios se encuentran en la provincia de Zamora Chinchipe en los cantones de Palanda y Chinchipe.

La mayor parte de los socios son hombres con un 80 % y el 20 % mujeres, la participación de la mujer en la asociación se la consideran mucho en las tomas de decisiones, ya sea en la selección de la directiva y en la participación en actividades relacionadas a la agricultura.

La toma de decisiones está bajo la asamblea general de los socios y socias de acuerdo al estatuto, la participación en reuniones es del 80 %, como junta directiva se reúnen cada 3 meses y como asamblea general de los socios y junta directiva dos veces al año, en la cual se aprueba el presupuesto y el plan operativo anual en los meses de diciembre, en los meses de marzo se da a conocer información de la cosecha realizada del año anterior. La directiva se renueva cada 2 años.

Actualmente la asociación no tiene deudas, cumpliendo los compromisos laborales y tributarios. La junta directiva hace conocer los informes financieros a la asamblea y es en esas instancias donde se toman decisiones.

Los beneficios de pertenecer a APECAEL son: contar con respaldo para la producción mediante la certificación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), precios justos (estables), anticipos antes de la entrega de la cosecha y centro de comercialización garantizado (exportación), Además tienen acceso a capacitaciones, asistencia técnica y a proyectos de equipamientos de herramientas.

Dentro de los actores involucrados en la asociación de los cual reciben beneficios están: FAPECAFES asociación que exportan el café recolectado al exterior en la región Sur del Ecuador, la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS) el que otorga la personería jurídica, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) suscritos, Financiamiento exterior, AGROCALIDA permiso fitosanitarios y Fundación Colinas Verdes realizan proyectos en beneficios de los productores de APECAEL.

Acciones colectivas realizadas en el pasado para enfrentar diferentes problemas ya sean climáticas o no.

Algunos de los productores manifestaron que no fueron conscientes de las acciones tomadas para mitigar los impactos del cambio climático, pero en si como asociación han realizado varias actividades como: establecer el cultivo de café en sistemas agroforestales, aplicación de abonos orgánicos sólidos y líquidos.

Capacitación y elaboración de fungicidas orgánicos para erradicar el problema de la roya en los cafetales conjuntamente con el técnico agrónomo de la asociación, además para evitar los tiempos de sequía en años anteriores han coordinado con diferentes instituciones para la ayuda de un proyecto que les permitan construir un sistema de riego, la cual con la ayuda de varias fundaciones y de los socios construyeron el sistema de riego de hormigón que abastece a las parcelas aledañas.

Acciones colectivas que se realizaron en el presente.

Cuando se presentan problemas de emergencias como por ejemplo arreglo de caminos por derrumbes o nuevos caminos, la asociación se reúne para llevar un conceso en conjunto para ver soluciones para mitigar estos problemas y muchas de las veces piden apoyo a la junta

parroquial y al municipio para que les ayude, o si no muchas de las veces cuando existen estos eventos realizan mingas entre los socios para solucionar el problema.

Acciones individuales que se realizaron en el presente.

Los productores individualmente en estos años malos, se organizan los socios para ver los problemas que tienen y en conjunto solucionarlo, pero esto en ocasiones lo más común es que cada productor busca la forma de solucionarlo o a través del técnico agrónomo les da asesoramiento técnico para mitigar los problemas asociados al cultivo de café.

Muchas veces los productores para evitar el derrame de granos por lluvias y vientos hacen lo posible para conseguir mano de obra para cosechar para terminar la cosecha antes que llegue el tiempo de lluvias, esto es casi impredecible por las lluvias irregulares que se presentan en cada año.

Todas estas acciones se realizaron por iniciativas propias de los productores, porque casi no tiene el apoyo casi de instituciones públicas encargadas en el sector agropecuario como son el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Consejo Provincial de Loja, rara vez llegan los técnicos dan recomendaciones, realizan actividades y nunca más vuelven a dar seguimiento como se está aplicando las sugerencias dadas.

6.2.1.4 Valoración de la Capacidad Adaptativa (CA) de producción en SAF

En la tabla 21 se presenta los resultados de la valoración de la CA en el sistema de producción en SAF de café de los productores visitados en la parroquia San Pedro de Vilcabamba pertenecientes a la asociación de APECAEL, se puede observar que la mayoría de las respuestas de esta categoría son positivas indicando que se realizan las acciones de adaptación referidas a las preguntas realizadas.

Tabla 21. Valoración de la CA realizada a las 11 fincas visitadas.

| Preguntas | Variables de CA en las de San Pedro de Vilcabamba | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| Manuel Tapia Tapia | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Sandra Romo Moya | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 |
| José Mosquera Toledo | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|------|-----|----|-----|------|-----|------|---|-----|-----|-----|-----|---|
| Marco Mosquera León | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 |
| Catalina Orellana Guamán | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 |
| Manuel León Lanche | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 |
| José Orellana Flores | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fanny León Toledo | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 |
| José Jara Mosquera | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| José Mosquera Romo | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1 |
| Dennis Guamán León | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Promedio | 0,8 | -0,6 | 0,1 | -1 | 0,6 | -0,5 | 0,0 | -0,1 | 1 | 0,8 | 0,8 | 0,1 | 0,6 | 1 |

En la tabla 22, se presenta el promedio de la valoración de la CA realizada en las visitas a las 11 parcelas en SAF en cultivo de café, se puede observar que del total de acciones (13 preguntas) que se tiene para la valoración de este componente el 72 % si realiza estas acciones; las acciones que no se realizan (que presentan valores negativos) son las áreas con bastante sombra en los cafetales.

Tabla 22. Valoración de la CA en el SAF de las fincas visitadas.

| Nº | Preguntas | Valoración |
|----|--|------------|
| 14 | ¿Usted considera que falta aplicar en su finca prácticas para conservar el suelo? | 0,8 |
| 15 | ¿En los suelos de los cafetales está ausente cobertura de hierbas y hojarascas? | -0,6 |
| 16 | ¿La diversificación de especies maderables, frutales y otros cultivos en la finca es baja o no existe? | 0,1 |
| 17 | ¿Hay áreas de cafetales con al menos de 20 % de cobertura de sombra o con exceso > 70 %? | -1 |
| 18 | ¿Los cafetales son viejos (con más de 15 años)? | 0,6 |
| 19 | ¿Está ausente variedades de café resistentes a sequias, altas temperaturas? y/o ¿Está ausente variedades resistentes a enfermedades importantes como roya, ojo de pollo? | -0,5 |
| 20 | ¿Está ausente la práctica anual de podas y deshijos de cafetos? | 0,0 |
| 21 | ¿Está ausente a cada año la resiembra de cafeto? | -0,1 |

| | | |
|---|---|------|
| 22 | ¿Se aplica nitrógeno de origen sintético al menos una vez al año? | 1 |
| 23 | ¿Está ausente la práctica de aplicación de abonos orgánicos? | 0,6 |
| 24 | ¿No se elabora abonos orgánicos con los residuos generados en su finca? | 0,6 |
| 25 | ¿La mayoría de las quebradas y fuentes de agua están sin cobertura forestal? | 0,1 |
| 26 | ¿La mayoría de las áreas de otros usos de las fincas están sin asocio con árboles? | 0,6 |
| 27 | ¿Está ausente procesos organizativos sobre mitigación y adaptación al cambio climático? | 1 |
| PUNTAJE TOTAL | | 3,6 |
| % de puntaje total en relación al máximo valor positivo (13) | | 61 % |

6.2.2 Valoración de categorías de vulnerabilidad y CA

Esta valoración se realizó en las visitas realizadas a las 11 parcelas de café bajos SAF, donde se verifico por observación y por los criterios de los productores para luego responder las 27 preguntas. En la tabla 23, se presenta las diferentes categorías obtenidas, observándose en las 11 parcelas visitadas la mayoría son valoraciones positivas, y esto indica el grado de adaptabilidad que presentan los productores ante cambios en la variabilidad climática, considerándose que se han adaptado de manera regular mediante prácticas de conservación de suelo y biodiversidad de plantas arbóreas.

Tabla 23. Categorización de la vulnerabilidad y CA de acuerdo a las visitas a las parcelas de los productores.

| Nº de Parcelas | Nombre del productor de APECAEL. | Valoración | Categoría |
|----------------|-------------------------------------|------------|---|
| 1 | Manuel Agustín Tapia Tapia | 11,5 | Vulnerabilidad baja y alta capacidad adaptativa. |
| 2 | Sandra Elizabeth Romo Moya | -5,5 | Vulnerabilidad y capacidad adaptativa crítica. |
| 3 | José Antonio Mosquera Toledo | 1 | Vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular. |
| 4 | Marco Vinicio Mosquera León | -2 | Vulnerabilidad y capacidad adaptativa medianamente crítica. |
| 5 | Catalina Hermelinda Orellana Guamán | -2 | Vulnerabilidad y capacidad adaptativa medianamente crítica. |
| 6 | Manuel Emilio León Lanche | 4,5 | Vulnerabilidad y capacidad adaptativa moderada. |
| 7 | José Miguel Orellana Flores | 6 | Vulnerabilidad y capacidad adaptativa moderada. |
| 8 | Fanny Teresa León Toledo | -3 | Vulnerabilidad y capacidad adaptativa medianamente crítica. |
| 9 | José Miguel Jara Mosquera | 12 | Vulnerabilidad baja y alta capacidad adaptativa. |

| | | | |
|-----------------|---------------------------|------|--|
| 10 | José Miguel Mosquera Romo | 1 | Vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular. |
| 11 | Dennis Aníbal Guamán León | 12 | Vulnerabilidad baja y alta capacidad adaptativa. |
| PROMEDIO | | 3,23 | Vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular. |

7 Discusión.

7.1 Caracterización general de los socios de APECAEL en relación al cultivo de café en SAF.

Los productores de la asociación de APECAL de la parroquia San Pedro de Vilcabamba que poseen SAF, son mayormente agricultores con edad que superan los 65 años; el sector etario con edades entre 41 a 65 son los menos representativos. Estos resultados difieren a los obtenidos por Celi (2022), se menciona que en el cantón de Chinchipe el grupo más representativo es el de 24 a 34 años, y el grupo menos representativo es el que comprende las edades entre 79 a 89 años. Así mismo lo expresa Gallardo (2017) que en el cantón Chinchipe el grupo más distintivo esta entre los rangos de edades de 24 a 56 años, y el grupo menos característico es el de 79 a 89 años. La diferencia de resultados de las investigaciones se origina porque esta variable depende mucho de la situación de cada familia. La argumentación del porque el porcentaje mayoritario dedicado a la agricultura es mayor a 65 años, la generación de jóvenes elige como opción la formación profesional, establecer nuevos emprendimientos, o dedicarse a otros trabajos dejando de lado como última opción la agricultura; a esto se suma que la parroquia se encuentra cerca de la cabecera cantonal, por lo se tiene mayores posibilidades de emigrar al sector urbano como lo argumenta Gray & Bilsborrow (2013), la emigración rural en el Ecuador generalmente es de carácter económico y laboral, y se puede incrementar por los cambios ambientales, falta de alternativas de trabajo, y la baja rentabilidad de las actividades agropecuarias ocasionando que no exista un cambio generacional.

El 40 % de las personas encuestadas tiene educación secundaria y el 10 % no han estudiado, estos resultados es igual al estudio realizado por Jumbo (2022), indica el 40 % de los productores cuentan con estudios secundarios y el 8 % de los productores no tienen ningún nivel de educación; en cambio los resultados obtenidos por Celi (2022) en su estudio en la parroquia Zumba, el 66,7 % posee una educación básica, el 16,7 % educación secundaria y otros con educación superior con el 16,7 %. Estos resultados son cercanos a lo reportado por INEC (2020) donde el 53 % de los productores censados en el 2020 expresan que han terminado la educación primaria. Los resultados obtenidos en otros estudios demuestran que existen diferencias en los niveles de educación, siendo influenciado aspectos relacionados al núcleo familiar, étnicos y económica, según los productores la mayoría han logrado terminado el bachillerato, pero no han podido seguir la universidad por falta de recursos económicos; así mismo lo menciona el estudio de Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2018), todavía existen desigualdades marcadas entre zonas urbanas y rurales, y pese al incremento al acceso a

la educación para grupos étnicos y nacionalidades, aún persisten tasas de acceso inferiores al promedio nacional.

En cuanto a la tendencia de la tierra los productores encuestados el 100 % mencionaron que sus terrenos son propios con escrituras; resultado similar a lo presentado por Jumbo (2017) donde el 75 % de las personas encuestadas compraron terrenos para actividades agropecuarias. El Sistema de Investigación sobre la Problemática Agraria del Ecuador (2011), en Ecuador en el año 2000 en el censo Agropecuario muestra el predominio de la propiedad privada en comparación a las otras formas de propiedad de la tierra, siendo el 94,5 % de superficie agrícola (11 680 469 ha) es de propiedad privada y solamente el 0,6 % (73 261 ha) son tierras de instituciones públicas.

Del total de fincas que han sido implementado con SAF de café por parte de los socios de APECAEL, cinco SAF han sido sembrados en áreas de siembra de cultivos tradicionales; tres fincas sobre un bosque primario y dos fincas sobre pastizal; este resultado es diferente a lo obtenido por Celi (2022) en la parroquia Zumba, de las 18 fincas que cuentan con SAF 16 fueron instalados a partir del cambio de uso de suelo de bosque primario, y dos implementadas en áreas de pastizales; la diferencia de estos resultados es dada por la diferencia geográfica y topográfica y la actividad productiva prioritaria ejecutada de cada lugar. Según como lo destaca el PDOT de San Pedro de Vilcabamba (2016), la actividad agrícola es la principal fuente de economía destinada para el autoconsumo y comercialización, siendo los principales cultivos para su comercialización el café, frejol, maíz duro y la caña de azúcar, la producción pecuaria se lo realiza solo para autoconsumo; en cambio la parroquia Zumba se caracteriza por ser una zona ganadera por excelencia, dato corroborado por el PDOT de Zumba (2011), el 26 % del uso del suelo es de ganadería extensiva y sistema de cultivos combinado, el 23,1 % son pastos cultivados y el 3,1 % son de cultivos agroforestales.

El manejo de los SAF por parte de productores de APECAEL lo realizan con mano de obra familiar y contratada, estos resultados son similares a los presentados por Zapata (2010) quien menciona que las actividades de manejo SAF de café se realizan con jornales por contratación y de manera familiar; así mismo, lo ratifica Celi (2022) quien manifiesta que en el manejo agroforestal, se emplea la mano de obra familiar y en ocasiones se contrata jornales para la cosecha, Jumbo (2022), corrobora estos resultados en su estudio el 56 % de productores utiliza la mano de obra contratada y el 44 % mano de obra familiar.

7.1.1 Balance económico de los socios de APECAEL.

El mayor ingreso económico percibido por los productores de APECAEL es por la venta de café con un 70 % y un 30 % de otros cultivos tradicionales como el maíz; al respecto Celi (2022) menciona en su estudio que los mayores ingresos económicos en los sistemas agroforestales evaluados es por la venta de café y cacao; además, también obtienen ingresos por la comercialización de cultivos tradicionales como plátano y zanahoria amarilla; Jumbo (2017), corrobora que en los sistemas agroforestales el cultivo de café es la principal fuente de ingresos económicos y en ocasiones de la ganadería y otros cultivos. El PDOT (2015) de la parroquia San Pedro de Vilcabamba señala que la población se dedica en su mayoría a actividades de agricultura con el 49 %, en menor cantidad al comercio con el 9 %, a la construcción el 8 % y en el sector público el 6 %.

7.2 Composición florística de los socios de APECAEL en cultivos de café bajo SAF.

Dentro del inventario florístico de las 11 parcelas visitadas de café en sistema agroforestales asociados con especies forestales y frutales se obtuvieron 66 especies pertenecientes 31 familias entre árboles y arbustos. Estos resultados difieren a los reportados por Celi (2022) que reporta 26 especies pertenecientes a 17 familias en la parroquia Zumba; en otro estudio realizado por Cango (2018) en la zona cafetalera Quilanga – Espindola registro 19 especies perteneciente a 15 familias; destacando que en los SAF evaluados en esta investigación presentan mayor diversidad florística, variable que es influenciada por las condiciones ecológicas, así mismo lo describe en su artículo Aguirre Z y Aguirre N, (2021), la región sur del Ecuador hay grandes macroecosistemas que prevalecen por su diversidad, entre ellos se encuentran los estratos herbáceos y arbustivos húmedos con concentración de especies vegetales y alto endemismo exclusivo, siendo los bosque secos con mayor diversidad con 352 especies y la cordillera de El Cóndor con 4 000 especies, la provincia de Loja se encuentra el tercer herbario más importante de Ecuador posee 55 000 especímenes botánicos.

En el estrato arbóreo que integran los SAF de café se encontró que las familias con mayor número de individuos son las: Fabaceas y Rutaceae; en el estrato arbustivo están la Rubiaceae y la Fabaceae. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Celi (2022) donde las familias con mayor abundancia fueron Boraginaceae, seguido de la Fabaceae y la Rutaceae; en el estrato arbustivo se obtiene el mismo resultado con mayor abundancia la Rubiaceae seguido de la Malvácea y la Solanacea.

7.2.1 Composición y estructura de los SAF de los socios de APECAEL en la parroquia San Pedro de Vilcabamba.

Todos los socios de APECAEL tienen establecidos un SAF en cultivo de café asociado con árboles frutales y forestales, con copas muy cerradas generando sombra excesiva en los cafetales, con una alta densidad de árboles y un arreglo espacial inadecuado, no se realiza raleo de los árboles; resultado similares encontrado por Zapata (2019) en el estudio de los sistemas agroforestales de café, quien especifica que existen especies forestales y frutales sin distribución homogénea brindando sombra excesiva al sistema, generando una disminución en la tasa fotosintética del cultivo, al respecto Villarreyña (2016) menciona que el exceso de sombra en cultivos de café disminuye la producción.

En este estudio las especies más abundantes son las: *Erythrina smithiana Krukoff*, *Ochroma pyramidale* y *Euphorbia laurifolia*; a diferencia de Fernández (2018) quien registra a *Inga edulis* como especie más abundante en el estrato arbóreo. Por otro lado Celi (2022) en la parroquia Zumba la especie arbórea más abundante es la *Cordia alliodora*, *Inga insignis* y *Erythrina edulis*; contrastando estos resultados se puede acotar que existe mucha diferencia entre las especies arbóreas existentes en cada SAF; esto puede ser influenciado por el tipo de clima en el sector de San Pedro de Vilcabamba por ser semi-seco; esto lo reafirma en el inventario florístico en los valles secos interandinos del Ecuador realizado por Aguirre (2012), en la cual describe las especies arbóreas que existe en los valles secos como la especie *Erythrina smithiana Krukoff* que es una especie endémica de los valles secos, que crecen entre los 600 a 1800 m.s.n.m; en cambio en la investigación de Celi (2022) realizado en la parroquia Zumba tiene un clima húmedo, favorable para la adaptación de especies arbóreas como la *Cordia alliodora*.

7.2.2 Análisis climático de la zona en los últimos seis años desde 2017 hasta 2022.

7.2.2.1 Temperatura máxima y mínima.

En los últimos seis años la temperatura ha variado en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, con temperaturas máximas en el año 2019 de 20,4 °C, y en el 2022 con 19,58 °C, observando que existe variación disminuyendo la temperatura en el año 2022, las temperaturas mínimas existen cambios significativos entre los meses de enero a junio con temperaturas de 17,88 °C hasta 19,30 °C con una disminución en los últimos dos años, esta disminución de la temperatura puede ser generado por el ecosistema existente en este sector, de acuerdo a la información proporcionada por los productores ya no realizan prácticas de extracción de madera y se han dispuesto a conservar los árboles presentes en la parroquia, así los afirma la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América

Latina y el Caribe CEPAL (2017), la estabilidad de los ecosistemas tiene una importancia social y ambiental, a través de procesos naturales de los ecosistemas mejoran la calidad del aire y la regulación del clima.

7.2.2.2 Precipitación máxima y mínima.

Los datos registrados en la estación de Malacatos en los últimos seis años sobre la variable de precipitación, se evidencian cambios en el régimen hídrico, las precipitaciones máximas varían cada año entre los meses de enero a abril, con precipitaciones desde 130 mm hasta 230 mm por mes, observando un incremento de lluvias en los dos últimos años (2021-2022), las precipitaciones mínimas también han variado en los últimos seis años y se dan en los meses de junio a agosto con 3 mm hasta 5 mm por mes, siendo en los dos últimos años (2021-2022) los más abundantes, estos cambios de precipitación puede estar influenciado por la biodiversidad presente generada y mantenida por el ecosistemas del sector, que influyen en el incremento de lluvias por procesos naturales, como lo menciona el estudio realizado por López et al. (2016), las precipitaciones intensas superiores a 20 mm se reactiva la fotosíntesis y el ecosistema pueda absorber el CO₂ mitigando los efectos adversos del cambio climático regulando las variables climáticas.

7.2.3 Valoración participativa de la vulnerabilidad al cambio climático en cafetales de los socios de APECAEL.

7.2.3.1 Exposición.

En la valoración de la vulnerabilidad al cambio climático en cuanto a la percepción de los 11 productores visitados de la asociación de APECAEL, en cuanto a exposición en las 7 preguntas tenemos como resultado un 52 %, con una valoración de -0,5 respondieron en negativo indicando que existe un cambio en las condiciones climáticas desde la perspectiva de los productores a nivel local; así mismo concuerda con los resultados obtenidos por Chugar (2016) obteniendo un porcentaje de 77 % respondiendo en negativo, percibiendo que existe cambios en las condiciones climáticas en las parcelas visitadas; en otro estudio realizado por Viguera et al. (2018) ratifica que el 98 % de los productores encuestados mencionaron haber percibido un cambio en el clima a nivel local en los últimos diez años entre 2 004 y 2 014.

7.2.3.2 Sensibilidad.

Para el análisis de sensibilidad se consideró las alternativas que han optado los socios de APECAEL para mitigar la afectación del cambio climático, en donde se observa la afectación positiva y negativa sobre los cafetales.

En las variaciones climáticas en relación a los requerimientos normales del cultivo de café y los de la parroquia San Pedro de Vilcabamba se tiene como resultado: la temperatura en la parroquia San Pedro de Vilcabamba cuenta con temperaturas máximas de 19,58 °C a 20,4 °C y los requerimientos normales en temperatura aptas son de 19 °C a 22 °C, siendo esta variable de sensibilidad baja; la precipitación de San Pedro de Vilcabamba es de 1 560 mm a 2 160 mm al año en relación a los parámetros requeridos por el cultivo lo óptimo es de 1 200 a 1 800 mm al año siendo una sensibilidad alta; la humedad relativa óptima para los SAF con café es de 70-85%, siendo la humedad relativa en San Pedro de Vilcabamba entre los 79 % a 86 % dando como resultado una sensibilidad baja. En el estudio ejecutado por Celi (2022), los SAF en la parroquia de Zumba se registran temperaturas en los últimos 30 años de 26,3 °C a 30,4 °C que se ve un claro aumento en la temperatura en relación a los parámetros normales de 19 a 22 °C con una sensibilidad alta; las precipitaciones presentan lluvias de máximas de 1 832 mm/año y mínimas de 1 365 mm/año en los parámetros normales son de 1 200 a 1 800 mm/año siendo una sensibilidad alta por su aumento de lluvias, estos resultados son iguales en cuanto a precipitación con la presente investigación. Estos resultados obtenidos permiten acotar que en los últimos años ha existido un incremento en las lluvias afectando a los cafetales creando un microclima favorable para la aparición de enfermedades, rectificando lo mencionado por los mismos productores encuestados; así mismo lo describe Garth (2019), en su investigación realizada en Costa Rica la totalidad de los productores encuestados de seis cooperativas cafetaleras mencionaron que tienen problemas por la presencia de lluvias irregulares en los últimos años

7.2.4 Valoración del impacto en del sistema de producción bajo sombra

7.2.4.1 Impacto.

La valoración del impacto de las 6 preguntas postuladas en la metodología de Virgilio (2015) se obtuvo como resultado de los 11 productores encuestados un puntaje total de -2,3 mostrando que existe impactos negativos en los cafetales desde la perspectiva de los productores y la verificación en campo, obteniendo afectaciones en la floración, caída de flores y frutos y disminución de la fertilidad de los suelos, esto coincide con los resultados de Chugar

(2016) el cual presenta una valoración de -2,6 existiendo una afectación en los cafetales, provocado por la variación climática, afectando la floración, caída de flores, frutos y la baja fertilidad del suelo, en los dos estudios coinciden que la principal causa climática es el exceso de lluvias y a la alta densidad de árboles presentes en las parcelas, así mismo Itzayana (2019) en su estudio encontraron limitantes en la formación y desarrollo en los cafetales siendo un 50 % en los cambios en la temperatura y las lluvias irregulares. Peña et al. (2012) describe que una sobresaturación por el exceso de agua en el suelo conlleva a una baja producción, baja calidad de los frutos y en condiciones extremas causar la muerte de la planta. Villares et al. (2009) manifiesta la alteración del inicio de la floración esta relaciona con el promedio de lluvias mensuales y sequias prolongados; la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Consejo Agropecuario Centroamericano/Sistema de la Integración Centroamericano (CAC/SICA) (2014), indican también que la variación de la precipitación puede afectar la floración, el tejido foliar y el ciclo de vida de plagas y enfermedades.

Daños causados por plagas y enfermedades.

Las plagas y enfermedades son impactos que ha causado más daños a los cafetales y los productores lo relacionan con la variación climática, siendo la roya y la broca que más ha afecta al cultivo de café en un 97, 27 % y en un 2,76 % nematodos, así mismo lo representa Jumbo (2022) en su estudio realizado en Chaguarpamba, las enfermedades más comunes en los cafetales son la roya de café y la roya; Jaya (2016) describe que la roya del café es la enfermedad más destructiva que causa pérdida del fruto.

Fertilidad de los suelos.

Otros de los impactos identificados esta la baja fertilidad del suelo con el transcurso de los años, la presente investigación se obtuvo resultados muy bajos en los microelementos principales como N, P y K en las 11 fincas visitadas en relación a las obtenidas en el año 2015 por la asociación APECAEL observándose una notaría disminución de nutrientes, así mismo un estudio realizado por Hidalgo (2016), describe como los productores perciben la afectación del clima en sus cafetales, manifestando que sus sistemas productivos han cambiado con el paso del tiempo que antes se sembraban con árboles frutales, no se fertilizaba y los suelos tenían alto contenido de materia orgánica, pero en los últimos años comenzaron a establecer monocultivos a plena exposición solar alterando a sus cafetales y en la fertilidad del suelo. Ortiz (2012) detalla los efectos adversos del cambio climático en el suelo con relación a la pérdida de materia orgánica, las altas temperaturas aumentan la descomposición de la materia orgánica que puede afectar su fertilidad. El ritmo acelerado del crecimiento de las raíces y la descomposición de la materia orgánica disminuye

considerablemente la fertilidad en los suelos secos, reduciendo la cobertura del suelo y lo hace más vulnerable a la erosión eólica, al aumento de precipitación puede causar una erosión importante del suelo.

Caída de flores, frutos y aumento en la defoliación de las plantas.

El 80 % de los productores manifestaron que existe pérdida de flores y frutos en sus cafetales y lo relacionan al exceso de sombra generado por la alta densidad de árboles presentes en las parcelas, provocando la incidencia de los rayos solares a las plantas afectando su floración y aparición de frutos, así mismo lo describe el manual realizado por Romero y Camilo (2019), el proceso acumulativo de biomasa en el cultivo de café depende fundamentalmente de la cantidad de energía solar recibida, absorbida y redistribuida por la planta.

Disminución de producción de café en SAF.

Todos estos impactos descritos anteriormente han afectado en la producción de café en las 11 fincas de acuerdo a la información dada por los productores y por la representante de la asociación de APECAEL, en los últimos 10 años la producción se ha mantenido en rangos de 120 qq hasta 150 qq, la mínima producción que se ha generado es de 80 qq, no existe un aumento en su producción y mejorías en sus cafetales, datos que concuerdan con el estudio realizado por Chugar (2016) en la Paz-Bolivia, en su análisis de vulnerabilidad del cultivo de café y adaptación al cambio climático, la producción de café analizadas en 26 fincas pertenecientes a la asociación APCERL en los últimos 6 años se evidencia la baja producción en el año 2011 el rendimiento fue de 10,64 qq/ha, a partir del año 2014 la producción bajo de 4,57 y 4,51 qq/ha.

7.3 Resultado para establecer la Capacidad Adaptativa (CA) del cultivo de Café en SAF ante la variabilidad climática.

7.3.1 Capacidad adaptativa.

El grado de adaptabilidad de los 11 productores encuestados que tienen sus cultivos de café en SAF se obtuvo un puntaje de 3,6 siendo una valoración positiva, por lo tanto, existe una capacidad adaptativa estable, con un porcentaje de ejecución de buenas prácticas agrícolas de los productores del 61 %, así mismo coincide con los resultados de Chugar (2016), en su estudio obtuvo la valoración de la capacidad adaptativa de 2,3 con un porcentaje de realización de esta práctica del 18 %. Una estrategia de adaptación importante ante el aumento de las temperaturas en las plantaciones de café arábica sería mejorar el manejo de sombra en las plantaciones (Jaramillo et al., 2011). La diversificación es una estrategia importante para la gestión del riesgo productivo en sistemas agrícolas pequeños y mitigar la variación climática (Baca et al., 2014).

Otras prácticas realizadas por los productores es la fertilización orgánica, no utilizar agroquímicos, siembra de nuevas variedades de café tolerantes a enfermedades e implementación de barreras vivas en sus cafetales que son actividades ejecutadas para continuar obteniendo la certificación orgánica (BPAs) la asociación de APECAEL han contribuido a disminuir la variabilidad climática ocasionada por el cambio climático, así lo describe AGROCALIDAD (s.f.), las buenas prácticas agrícolas son principios normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a cuidar la salud humana y proteger el ambiente; además existen estudios que respaldan esta información como la realizada por Núñez (2020), el cual determinó la incidencia de los SAF en cultivo de cacao sobre las características hidrofísicas en el suelo obteniendo una mejor infiltración en el suelo con SAF en comparación con cultivos sin SAF, Gaona (2009), identificó cuál de los sistemas agroforestales implementados es recomendable para enfrentar la desertificación en el cantón Zapotillo, en las ocho fincas evaluadas con diferentes formas de implementación de SAF, la práctica agroforestal con árboles dispersos en cultivos, determinó que es la medianamente sostenible dentro del aspecto ecológico, económico y social por su diversidad de plantas arbóreas, arbustivas y herbáceas, por lo tanto es la más recomendada a implementar en su estudio. También lo ratifica IICA (2016), los árboles de porte o dosel alto protegen de excesos de lluvias y vientos a las plantas de café, pero especialmente a sus flores y frutos, evitando en la medida de lo posible el descontrol en las floraciones. Con las variedades de café implementadas por los socios se ha mitigado la pérdida de plantas por causa de plagas y enfermedades, así lo describe el estudio realizado por el equipo BREEDing Coffee for AgroForestry Systems (2017), descubrió que algunos híbridos F y algunos cafés etíopes silvestres poseían una gran capacidad de adaptación a la sombra sin perder su productividad, sus mecanismos de defensa y su capacidad de reparar las células.

Uso de abonos.

El uso de abonos es una de las prácticas que los realizan en ciertos periodos del año y cuando tienen los recursos económicos necesarios para la compra o realización de la misma, la asociación APECAEL cuenta con la planta de procesamiento de abono orgánico pero no les abastece para entregar a todos los socios, por esta razón la fertilización en los cafetales es deficiente, lo que ocasiona un desarrollo inadecuado de los cafetos y sean propensos a plagas y enfermedades, así mismo los menciona Sadeghian (2017) los efectos que causa la falta de uno o más nutrientes al suelo a la planta de café es la decoloración de las hojas, necrosis y deformaciones. Esto también es ratificado por Boudet et al. (2015), el uso de abonos orgánicos

en el suelo mejora las características físico-químicas, biológicas y sanitarias incrementando la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos.

Barreras vivas.

En las 11 fincas visitadas todos tienen establecidos barreras vivas con la finalidad de evitar la erosión del suelo y generar sombra en el cultivo en tiempos de abundante sol, promoviendo un microclima favorable para las plantaciones. Jumbo (2019) establece en su estudio que el 20 % de los cafetaleros tienen establecidas barreras muertas, 18 % barreras vivas y el 15 % desarrollan siembras en curvas de nivel. Marín (2011) ratifica que los árboles mejoran la productividad de un agroecosistema, al incidir en las características del suelo, microclima, hidrología entre otros componentes biológicos.

7.3.2 Valoración de categorías de vulnerabilidad y Capacidad Adaptativa (CA).

En la valoración de la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa de los 11 productores socios de APECAEL en la presente investigación se tiene como resultado de 3,23, de acuerdo a la categorización propuesta por la metodología de Virgino (2015) se encuentra en una vulnerabilidad alta, con capacidad adaptativa regular, esto significa que las prácticas realizadas por los productores en sus cultivos para mitigar los efectos del cambio climático no han sido de forma correcta, coincidiendo con Chugar (2016) en la cual su estudio obtuvo resultados negativos en la valoración de la vulnerabilidad y capacidad adaptativa en las 21 parcelas visitadas de café, categorizándolas críticas y medianamente críticas. Las malas prácticas implementadas en la producción afectan el rendimiento del cultivo, sin embargo con un adecuado establecimiento del sistema agroforestal se puede obtener resultados favorables en la producción agrícola, así lo menciona Gammage y López (s.f.) Los resultados de las investigaciones y los estudios apuntan a que se puede diseñar sistemas agroecológicos (sistemas agroforestales) de café que maximizan su resiliencia frente al cambio climático y ofrecen beneficios económicos para los agricultores; esto lo confirma el estudio realizado por Viguera et al. (2018), se observó que los usuarios que realizan prácticas de Adaptación (Sistemas Agroforestales) basada en conservación de ecosistemas, percibían los beneficios de tipo adaptativo y los co-beneficios que aportan este sistema de cultivo, por lo que, los productores podrían estar más anuentes a implementarlas.

8 Conclusiones.

Dentro de las variaciones climáticas se determinó que existe mayor afectación al café por la ausencia y abundancia de lluvias, provocando alteraciones en su floración, crecimiento y presencia de enfermedades como la roya en los cafetales.

Los SAF contribuyen a la conservación de la diversidad y la conservación del suelo frente a la afectación del cambio climático volviéndolos resilientes, mediante la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) como una medida de adaptación.

Los 11 productores de la Asociación de APECAEL perciben que los cambios en la temperatura y las precipitaciones afectan la producción del cultivo y como medida de adaptación implementan la renovación de cafetales con variedades mejoradas.

Los SAF de café de los socios de APECAEL de Pedro de Vilcabamba presentan una vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular frente a la afectación del cambio climático, siendo necesario implementar prácticas de manejo eficiente.

9 Recomendaciones.

Establecer planes estratégicos de adaptación frente al cambio climático (asesoramiento técnico, formación de capacidades, etc).

Realizar investigaciones sobre las especies potenciales para implementar en sistemas agroforestales, con el fin de obtener mejores rendimientos en las plantaciones.

Realizar investigaciones del aporte de los sistemas agroforestales en cuanto a parámetros de carbono y conservación de la erosión de los suelos.

10 Bibliografía.

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad de la calidad del Agro (AGROCALIDAD). Buenas prácticas Agrícolas-BPA.
- Aguilar Y., (2011). Impactos del cambio climático en la agricultura de América central y en las familias productoras de granos básicos, Observatorio de la Sostenibilidad Red Latinoamericana.
- Aguirre Z y Aguirre N., (2021). Diversidad Florística del sur de Ecuador. Revista de la sección Académica de Ciencias Naturales. Casa de la Cultura Ecuatoriana Benjamín Carrión Núcleo de Loja.
- Aguirre Z., (2012). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Link: https://www.researchgate.net/publication/280625434_Especies_forestales_de_los_bosques_secos_del_Ecuador
- Alexander, L.V.; X. Zhang; T.C. Peterson; J. Caesar; B. Gleason; A. Klein Tank; M. Haylock; D. Collins; B. Trewin, F. Rahimzadeh, A. Tagipour, P. Ambenje; K. Rupa Kumar; J. Revadekar & G. Griffiths. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation J. Geophys. Res. 111. DOI:10.1029/2005JD006290.
- Añazco, M. y Fernández N. (2021). Fijación de carbono en sistemas agroforestales gestionados por pequeños productores de los Andes del Ecuador. Revista Bosque Latitud Cero, 11(2), 32 – 42.
- Asociación Nacional de café, Anacafé, (2019). Guía de variedades de Café. Guatemala. Según edición. <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>.
- Avelino, J., Romero-Gurdián, A., Cruz-Cuellar, H. F. y Declerck, F. A. J. 2012. Landscape context and scale differentially impact coffee leaf rust, coffee berry borer, and coffee root-knot nematodes. Ecological Applications, 22(2): 584–596.
- Baca, M., Läderach , P., Hagggar, J., Schroth, G., and Ovalle, O. 2014. An Integrated Framework for Assessing Vulnerability to Climate Change and Developing Adaptation Strategies for Coffee Growing Families in Mesoamerica. Open One 9(2): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088463>.

- Baraër, T. (2013). Déterminants du cycle de l'azote dans des systèmes agroforestiers de caféiers au Costa Rica. Mémoire de fin d'études d'ingénieur, CIRAD/CATIE. 36 p.
- Boudet, A.; Chinchilla, V.; Boicet, T & González, G. 2015. Efectos de diferentes dosis de abono orgánico tipo bocashi en indicadores morfológicos y productivos del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) var. California Wonder. *Revista Centro Agrícola*, 42(2):59
- BREEDing Coffee for AgroForestry Systems BREEDCAFS, (2017). Café híbrido resiliente al cambio climático con beneficios añadidos. Comisión Europea. DOI: [10.3030/727934](https://doi.org/10.3030/727934)
Link: <https://cordis.europa.eu/article/id/435693-climate-change-resilient-hybrid-coffee-with-added-profits/es>.
- Cafeteros – Cenicafé Centro Nacional de Investigaciones de Café Colombia.
- Cango, K. (2018). *Caracterización de la vegetación y el microclima en sistemas agroforestales café (Coffea arabica L.) en tres pisos altitudinales en la zona cafetalera Quilanga-Espindola de la provincia de Loja*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Loja. Repositorio Digital - Universidad Nacional de Loja].
https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21005/1/Karina_Yolanda_Cango_Ambuludi.pdf.
- Cárdenas, S. (2007). Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (*Coffea arabica* L.) del CATIE (Tesis Magister Scientiae en Agricultura Ecológica). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: Turrialba (Costa Rica).
- Celi, L. (2022). Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales de la parroquia Zumba, cantón Chinchipe y propuesta de mejoramiento. Universidad Nacional de Loja (UNL). Tesis de título de Ingeniería Forestal. Loja-Ecuador.
- Cenicafé, (2013). Manual del cafetero colombiano Tomos I, II, III. FNC Federación Nacional de Colombia.
- CEPAL (2017). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad de América Latina. Síntesis de políticas públicas sobre cambio climático. Publicación de las Naciones Unidas. Link:
https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/sintesis_pp_cc_cc_y_sus_efectos_en_la_biodiversidad.pdf
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), y CAC/SICA (Consejo Agropecuario Centroamericano/ Sistema de la Integración Centroamericano). 2014.

Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica. CEPAL, MEX.

Chugar, H. (2016). Análisis de la vulnerabilidad del cultivo de café (*Coffea arabica L.*) y formulación de estrategias locales de adaptación al Cambio Climático en el municipio de Teoponte, departamento de La Paz-Bolivia. Del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Escuela de Posgrado (CATIE). Proyecto de titulación para la obtención de Master en Prácticas de la Conservación de la Biodiversidad.

COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional), y MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). 2014. Sistema nacional de innovación tecnológica cafetalera, Quito, Ecuador, 46 p.

Enríquez, G, (2018). Análisis de los factores habilitantes para implementar un sistema agroforestal biodiverso con café, para incrementar la resiliencia al cambio climático de las fincas y hogares de dos parroquias del Noroccidente de Quito. Universidad Andina Simón Bolívar.

Farfán V. (2021). Caficultura bajo sombrío. En Centro Nacional de Investigaciones de Café, Guía más agronomía, más productividad, más calidad (3a ed., pp. 117–131). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0014_8.

Farfán, V. (2014). Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café. Manizales, Caldas (Colombia), 2014. Pág. 17.

Federación Española de Café. (s/f). Orígenes del Café. Disponible (on line): <http://www.federacioncafe.com/publico/elcafe/OrigenesEHistoria.asp>

Fernández, J.; Montávez, J.; Sáenz, J.; González-Rouco, J.; Zorita, E. (2007). Sensibilidad del modelo de mesoescala MM5 a las parametrizaciones físicas para estudios climáticos regionales: Ciclo anual. J. Geophys. Res. 112,D04101, DOI: 10.1029/2005JD00664.

Fernández, Y. (2018). Caracterización de la vegetación y el microclima en Sistemas Agroforestales café (*Coffea arabica L.*) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango en la provincia de Loja. Tesis de grado, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Repositorio institucional – UNL.

Gallardo, K. (2017). *Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas de pequeños productores cafetaleros en Chinchipe y Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador*. [Trabajo de grado, Universidad Técnica Particular de Loja. Repositorio Institucional UTPL].

[http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/16736/1/Gallardo Castro Kristy Pauleth.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/16736/1/Gallardo_Castro_Kristy_Pauleth.pdf).

- Gammage, S. y López W. (s. f.). Caficultura resiliente al cambio climático y los servicios Ecosistémicos. Revista. Resilient Central America, p 3.
- Gaona, M. (2009). Identificación de sistemas Agroforestales tradicionales y selección de las mejores prácticas para enfrentar la desertificación en el cantón Zapotillo. Universidad Nacional de Loja. Tesis para la obtención de Ingeniería Forestal.
- Garth, I. (2019). Evaluación de impactos de prácticas para la reducción de la vulnerabilidad y aumento de la capacidad adaptativa de fincas cafetaleras del consorcio COOCAFE ante el cambio climático en Costa Rica. Tesis de maestría. Agroforestería y Agricultura Sostenible. Costa Rica.
- Gray C. y Bilsborrow R., (2013). Environmental Influences on Human Migration in Rural Ecuador. *Demography* 1 August (2013); 50 (4): 1217–1241. doi: <https://doi.org/10.1007/s13524-012-0192-y>
- GTZ. (2010). El cambio climático influye en la agricultura, la agricultura influye en el cambio climático. GTZ. Disponible en: [http://www.riesgoycambioclimatico.org/biblioteca/archivos/ DC1010.pdf](http://www.riesgoycambioclimatico.org/biblioteca/archivos/DC1010.pdf) el mes de agosto de 2014.
- Guzmán, F. (2014). Evaluación del impacto del cambio climático en el cultivo de café en la cuenca alta del río Sisa – provincia de Lamas y El Dorado, región San Martín. Soluciones prácticas. Link: <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Ecosistemas/102.pdf>.
- Herrera, B., Piedrahita, C., Chacón, O. y Canet, L. (2016). Priorización de paisajes para fomentar sinergias entre adaptación y mitigación al cambio climático en áreas funcionales para la conservación de la biodiversidad. Programa Regional de Cambio Climático. Turrialba, Costa Rica: CATIE-USAID. https://www.researchgate.net/publication/309373066_Priorizacion_de_paisajes_para_fomentar_sinergias_entre_adaptacion_y_mitigacion_al_cambio_climatico_en_areas_funcionales_para_la_conservacion_de_la_biodiversidad.

- Hidalgo J, (2016). Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en diversos sistemas cafetaleros en Pacho - Cundinamarca. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Maestría en Agroforestería Tropical. Bogotá, Colombia.
- Houghton, J. (1997). Calentamiento global: Informe completo. Cambridge: Cambridge University press.
- IICA, (2016). Resiliencia al cambio climático en el cultivo de café Hacienda Aquiares. Unión Europea. Costa Rica.
- INEC, (2021). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020. Pág. 7, 8, 9.
- INEC, (2022). Estadísticas Agropecuarias. Link: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), (2014). Agricultura y Cambio Climático. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador INEC, (2020). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE), (2018). La educación en Ecuador: logros alcanzados y nuevos desafíos. Resultados educativos 2017 – 2018. Primera edición 2018.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, (2007), IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change (2007): Synthesis Report, Annex II: Glossary. Disponible en http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/syr/ar4_syr_appendix.pdf [Consulta en marzo 27, 2014].
- IPCC (2002). Cambio Climático y Biodiversidad. Documento técnico V IPCC. Documento preparado bajo los auspicios del Presidente del IPCC, el Dr. Robert T. Watson, por la Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo II del IPCC.
- IPCC (2014). Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCC, (2007). Climate Change 2007. The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Solomon, S. D.; Quin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & Miller (Eds.)) Cambridge university Press united Kingdom & New York . USA.

- Isaza C y Cornejo J, (2014). Cambio Climático y su impacto en el cultivo de café. Solidaridad. ISBN: 9789070526320. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/10/CambioClimaticoYCafe.pdf>
- Itzayana G. (2019). Evaluación de impactos de prácticas para la reducción de la vulnerabilidad y aumento de la capacidad adaptativa de fincas cafetaleras del consorcio COOCAFE ante el cambio climático en Costa Rica. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica.
- Jaramillo et al. (2011). Efecto del cambio y la variabilidad climática en la dinámica de infestación de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en la zona central cafetera de Colombia. Libro de Memorias 38° Congreso Sociedad Colombiana de Entomología.
- Jaya, M. 2016. Análisis sobre la incidencia de la roya del café (*Hermileia vastatrix*) en la productividad del cafetal en la zona agrícola de la Isla Santa cruz, Galápagos, 2016. Tesis para la optar el Título de licenciado en Ciencias Biológicas.
- Jiménez A y Massa P, (2016). Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador. Economía.
- Jumbo Á. (2017). Caracterización Morfológica del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la cuenca del Río Nangaritza provincia de Zamora Chinchipe [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Loja. Repositorio Digital - Universidad Nacional de Loja]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18444/1/Ángel Cinio Jumbo 67](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18444/1/Ángel%20Cinio%20Jumbo%2067)
- Jumbo N., (2022). Influencia de la variedad, altura y procesos tecnológicos en la calidad y sustentabilidad del café de Chaguarpamba, Loja, Ecuador. Universidad Nacional Agraria la Molina. Tesis grado para obtener el grado de doctorado en Agricultura Sustentable.
- Läderach, P; Zelaya, C; Ovalle, O; García, S; Eitzinger, A; Baca, M. (2012). Escenarios del impacto del clima futuro en áreas de cultivo de café en Guatemala. Cali, Colombia, CIPAV. 41 p.
- Leiva, I. 2017. Análisis de oferta y demanda del café en la provincia de El Oro y Ecuador en los últimos ocho años. Trabajo de titulación. Universidad Técnica de Machala, 16 p.
- López-Ballesteros, A., P. Serrano-Ortiz, E. P. Sánchez-Cañete, C. Oyonarte, A. S. Kowalski, Ó. Pérez-Priego, and F. Domingo (2016), Enhancement of the net CO₂ release of a semiarid grassland in SE Spain by rain pulses, *J. Geophys. Res. Biogeosci.*, 121, 52–66, doi:10.1002/2015JG003091.

- López-Bravo, D.F.; Virginio-Filho, E.d.M.; Avelino, J. (2012). Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions *Crop Protection* 38: 21-29. Maestri M, Santos-Barros, R. 1981. *Ecofisiología de cultivos tropicales*. IICA. San José, Costa Rica. 50 pp.
- Lovelock, J. (2008). *La Venganza de la Tierra*. Colombia: Planeta Colombia S.A.
- Machado, M. y Ríos, L. (2016). Sostenibilidad en agroecosistemas de café de pequeños agricultores: Revisión sistemática. *IDESIA*, 34(2), 15-23. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016005000002>.
- Marín, G. 2011. *Sistemas Agroforestales 1era ed.* Caldas - Colombia: Espacio Gráfico Comunicaciones S.A.
- Merino.pdf.
- Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca-MAGAP. (2014). *Cambio Climático y su Influencia en la Agricultura de la Zona*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). *Información Productiva Territorial*. Portal web: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.
- Montagnini, F. (2012). *Los sistemas agroforestales y su contribución para la mitigación y adaptación al cambio climático*. Universidad de Yale. Escuela de Estudios Forestales.
- Morales, E.; Chavez, S.; Veneros, J.; Díaz, E.; Sánchez, T.; & García, M. (2020). Efectos del cambio climático en fincas cafetaleras: una revisión bibliográfica con énfasis en Perú. *Apuntes Universitarios*, 11(1), 55–71. <https://doi.org/10.17162/au.v11i1.547>
- Muñoz, G. (2008): *El Reto de la Agricultura frente al Cambio Climático*. Temas de Análisis.
- Ortiz, G. y Riascos, C. (2006). Almacenamiento y fijación de carbono del sistema agroforestal cacao (*Theobroma cacao* L.) y laurel (*Cordia alliodora*) (Ruíz & pavón) en la reserva indígena de Talamanca, costa rica. Universidad de Nariño facultad de ciencias agrícolas San Juan de pasto. 111 paginas disponibles [En línea]. (<http://www.worldcocoafoundation.org/info-center/documentresearch-center/documents/ortizguerrero2006.pdf>). 10 may. 2009.
- Ortiz, R. (2012). *El cambio climático y la producción agrícola*. Banco Interamericano de Desarrollo. Notas técnicas. <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Economia-Desarrollo/99.pdf>

- Palacios M, Massa P y Martínez V, (2018). Cambio Climático y contaminación ambiental como generadores de crisis alimentaria en la América Andina: un análisis empírico para Ecuador. *Revista Investigación Operacional*.
- Panhuisen, Sjoerd y Pierrot, Joost. (2014). Barómetro del Café. Disponible (on line): https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/5Barometro_de_cafe2014.pdf
- Panhuisen, Sjoerd y Pierrot, Joost. (2014). Barómetro del Café. Disponible (on line): https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/5Barometro_de_cafe2014.pdf
- Peña Q, A.J.; Ramírez B, Valencia A, J.A.; Jaramillo R, A. 2012. La lluvia como factor de amenaza para el cultivo del café en Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé*. No 415. 8 p.
- Pérez Portilla, E.; Geissert Kientz, D. 2006. ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE SISTEMAS AGROFORESTALES: EL CASO CAFÉ (*Coffea arabica* L.) -PALMA CAMEDOR (*Chamaedorea elegans* Mart.) (en línea). *Revista INTERCIENCIA* 4 (8):556-562. Consultado 30 oct., 2015. Disponible en: http://www.interciencia.org/v31_08/556.pdf
- PERFECT DAILY GRIND (8 de septiembre de 2022). La producción de café en la Amazonía sur de Ecuador. PERFECT DAILY GRIND. Recuperado el 17 de enero de 2024 <https://perfectdailygrind.com/es/2022/09/08/produccion-cafe-amazonia-sur-ecuador/>.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), (2011). Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe. Gobierno Descentralizado del Cantón Chinchipe.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), (2015). Actualización del plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Pedro de Vilcabamba. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia San Pedro de Vilcabamba.
- Riofrio I, (2018). El bosque seco, una joya amenazada en el Ecuador. *Revista Mongabay*. <https://es.mongabay.com/2018/07/ecuador-bosque-seco/>.
- Romagosa W. & González C. (2021). Acciones de mitigación al cambio climático en sistemas agroforestales cafetaleros de Tercer Frente, Santiago de Cuba.
- Romero, M., y Bravo, D. (2022). Percepción de la resiliencia al cambio climático: Caso de estudio productores cafetaleros de Zaruma. *Revista Económica*, 10(2), 44–50. <https://doi.org/10.54753/rve.v10i2.1464>
- Rosa dos Santos, A.; Alvares Soares Ribeiro, C. A.; Chohaku Sedyama, G.; Esteves Peluzio, J. B.; Macedo Pezzopane, J. E.; Bragança, R. (2015). Zoneamento Agroclimático no

- ArcGIS 10.3.1 Passo a Passo (en línea). ES, Brasil. 58 p. Consultado 4 dic., 2015. Disponible en: <http://www.mundogeomatica.com.br/LivroZonAgro.htm>.
- Sadeghian, S. (2017). Avances técnicos Cenicafé. Síntomas visuales de deficiencias nutricionales en café diagnóstico y manejo (Nº 478). Programa de Investigación Científica. Fondo Nacional de Café. Colombia. <https://doi.org/10.38141/10779/0478>.
- Salinas M., (2015). “Determinar el nivel de vulnerabilidad y adaptabilidad climática de los sistemas de Producción Agroecológica y otros sistemas de producción de las familias de la parroquia San Joaquín en el cantón Cuenca, provincia del Azuay”. Universidad Politécnica Salesiana.
- Santos B., Saavedra O., Suárez T., Coello A. y Solaz C., (2017). ¿Cómo tomar muestras de suelos? AgroCabildo. Área de Agricultura, Ganadería y Pesca
- Siles, P.; Harmand, J.M.; Vaast, P. (2010). Effects of Inga densiflora on the microclimate of coffee (*Coffea arabica* L.) and overall biomass under optimal growing conditions in Costa Rica. Agroforest system. Published online. 18 p.
- Sistema de Investigación sobre la Problemática Agraria del Ecuador SIPAE, (2011). Tenencia de la Tierra en el Ecuador. Quito: SIPAE. https://ipdrs.org/images/en_papel/archivos/Atlas-tenencia-de-la-tierra-Ecuador1.pdf
- Soleibe Arbeláez, F.; Toro Escobar, J. 2001. Guía técnica del productor de café MOJSA: Programa de desarrollo humano y reactivación económica en los yungas de La Paz-Bolivia. Caranavi, Bolivia. 36 p.
- Soto, L. y Jiménez G. (2018). Contradicciones socioambientales en los procesos de mitigación asociados al ciclo del carbono en sistemas agroforestales. *Madera y Bosques*, 24(2401887), 1 – 15. <http://doi:10.21829/myb.2018.2401887>.
- Sotomayor, I., Tarqui, O., Peña1, G., Amores, F., Loor, R. y Casanova, T. (2020). Generación de Nueva Descendencia Híbrida Promisoria para Futuras Plantaciones Comerciales de Cacao Fino. En Caicedo, C., Díaz, A., (Eds). *Memorias del Primer Simposio Internacional Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía Ecuatoriana*. 10 - 11 de julio de 2019. La Joya de los Sachas, Ecuador. 1-4.
- Soto-Pinto, L., Perfecto, I., y Caballero-Nieto, J. 2000. Shade over coffee: its effect on berry borer; leaf rust and spontaneous herbs in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*, 55: 37–45
- Soto-Pinto, L., Perfecto, I., Castillo-Hernández, J., y Caballero-Nieto, J. 2000. Shade

- effects on coffee production at the Northern Tzeltal zone of the State of Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 80: 61–69.
- Stott, P.; Stone, D.; Allen, M.R. (2004). Human contribution to the European heatwave of 2003. *Nature*. 432: 610-614.
- Torres J, Tenorio A y Gómez A, (2008). Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático. Propuesta de adaptación tecnológica del cultivo de café y cacao en respuesta al cambio climático en San Martín.
- Universidad Técnica Particular de Loja, (2023). Variables climáticas del cantón Loja. Loja-Ecuador. (<https://smartland.utpl.edu.ec/datos-clima>).
- Viguera B., Alpízar F., Harvey C., Martínez C., y Saborío M., (2018). Percepciones de cambio climático y respuestas adaptativas de caficultores en Costa Rica. Artículo. Universidad de Costa Rica. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v30i2.32905>.
- Villarreyna, R. (2016). Informe proyecto Cascada. Efecto de los árboles de sombra sobre el rendimiento de los cafetos, basado en perfiles de daño. CATIE. Link: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://agritrop.cirad.fr/582061/1/Reporte%203_Sombra%20y%20rendimientos%20de%20caf%C3%A9.pdf.
- Villeres, L; Arizpe, N; Orellana, R; Conde C; Hernández, J. 2009. Impacto del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. *Interciencia* 34(5):322 – 329.
- Virginio E, Casanoves F., Haggard J., Staver C., Soto G., Avelino J., Tapia A., Merlo M., Salgado J., Noponen M., Perdomo Y., Vasquez A. (2015). La utilidad productiva, la materia orgánica y el suelo en los primeros 10 años de edad en sistemas de producción de café a pleno sol y bajo varios tipos de sombra y niveles de insumos orgánicos y convencionales en Costa Rica. E. ; Murgueitio E. ; Fassola H. ; Eibl B. (eds.). *Sistemas Agroforestales*.
- Zapata, C. (2010). Caracterización agroecológica y rentabilidad de cafetales orgánicos antiguos bajo en sistema agroforestal con manejo semi-tecnificado en Turrialba, Costa Rica [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Agricultura. Repositorio Digital de la UNA]. <http://www.sidalc.net/repdoc/A11021e/A11021e.pdf>.
- Zelada E, (2009). Agroforestería, cambio climático y seguridad alimentaria. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Facultad de Ciencias.

Zhondon D, Massa P y Bonilla J, (2017). Relación del cambio climático con la producción agrícola en la Provincia del Azuay. Revista de la Universidad Internacional del Ecuador.

11 Anexo.

Anexo 1. Preguntas para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático en unidades productivas durante los últimos 10 años.

| N° | Variables | Alternativas | | |
|--|---|--------------|-------|----|
| | | SI | + O - | NO |
| Variables de exposición | | | | |
| 1 | ¿Ha habido cambios en la temperatura en los últimos 10 años? | | | |
| 2 | ¿Las lluvias han sido irregulares en los últimos 10 años? | | | |
| 3 | ¿Ha habido en los últimos 10 años aumento de lluvia con inundaciones y derrumbes? | | | |
| 4 | ¿Considerado usted que la humedad ambiental ha incrementado o ha disminuido en los últimos 10 años?. | | | |
| 5 | ¿Ha habido sequías, disminución o ausencia de agua en la propiedad en los últimos 10 años? | | | |
| 6 | ¿La fuerza y frecuencia de vientos fuertes ha aumentado? | | | |
| 7 | ¿Ha disminuido el nivel de caudal en las fuentes de agua de las finca? | | | |
| Variables de impactos (sensibilidad + exposición) | | | | |
| 8 | ¿La mayoría de los suelos en los cafetales y otros usos de la tierra en la unidad productiva, presentan señales de erosión? | | | |
| 9 | ¿La fertilidad de los suelos ha disminuido en los últimos años? | | | |
| 10 | ¿Hay floración irregular en las plantas de café? | | | |
| 11 | ¿Hay incremento de caída de flores y frutos de café? | | | |
| 12 | ¿En los últimos años se ha incrementado el daño de plagas y enfermedades en los cafetales? | | | |
| 13 | ¿Existe disminución de la producción de café en los últimos años? | | | |
| Variables de capacidad adaptativa | | | | |
| 14 | ¿Usted considera que falta aplicar prácticas de conservación de suelo? | | | |
| 15 | ¿En los suelos de los cafetales están ausente cobertura de hierbas y hojarascas? | | | |
| 16 | ¿La diversificación de especies maderables, frutales y otros cultivos en la finca es baja o no existe? | | | |

| | | | | |
|----|---|--|--|--|
| 17 | ¿Hay áreas de cafetales con menos de 20% o con exceso de sombra >70 %? | | | |
| 18 | ¿Existen cafetales son viejos (mayor a los 15 años)? | | | |
| 19 | ¿Está ausente variedades de café resistentes a sequias, altas temperaturas? y/o ¿Está ausente variedades resistentes a enfermedades importantes importantes como la roya, ojo de pollo? | | | |
| 20 | ¿Está ausente la práctica anual de poda, resepa y deshije en las plantas de café? | | | |
| 21 | ¿Está ausente cada año la resiembra de plantas de café? | | | |
| 22 | ¿Se aplica más de 200 kg de N/ha/año de origen sintético (químico)? | | | |
| 23 | ¿Está ausente la práctica de aplicación de abonos orgánicos? | | | |
| 24 | ¿No se elabora abonos orgánicos con los residuos generados en su finca? | | | |
| 25 | ¿La mayoría de las quebradas y fuentes de agua están sin cobertura forestal? | | | |
| 26 | ¿La mayoría de las áreas de otros usos de la unidad productiva no tienen arboles? | | | |
| 27 | ¿No existen procesos organizativos sobre mitigación y adaptación al cambio climático? | | | |
| | Puntaje Final | | | |

Fuente: Virginio, (2015).

Anexo 2. Cuestionario para la caracterización de los sistemas agroforestales.

| FICHA DIAGNÓSTICO DE LA FINCA | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|--|------------------------------------|--|--------------------------------|--|------------------------------------|---|--------------------------------|---|------------------------------------|--|--|
| I. INFORMACIÓN GENERAL | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 Ubicación de la Finca | | | | | | 1.3 Identificación | | | | | | | |
| 1.1.1 Provincia | | | | | | 1.3.1 Nombre del propietario | | | | | | | |
| 1.1.2 Cantón | | | | | | 1.3.2 Nombre del conyugue | | | | | | | |
| 1.1.3 Parroquia | | | | | | 1.3.3 C.I. Propietario | | | | 1.3.4 Edad | | | |
| 1.1.4 Sector | | | | | | 1.3.5 Información de contacto | | Celular: _____ Convencional: _____ e-mail: _____ | | 1.3.6 Instrucción | | | |
| 1.1.5 Coordenada UTM | | 1.1.5.1 Zona geográfica | | 1.1.5.2 X _____ | | 1.1.5.3 Y _____ | | 1.1.5.4 Altitud _____ | | Ninguna <input type="checkbox"/> Primaria <input type="checkbox"/> Secundaria <input type="checkbox"/> Superior <input type="checkbox"/> | | | |
| 1.1.6 Código de la finca | | | | | | 1.3.7 Pertenece a alguna nacionalidad, etnia o pueblo? | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cuál? _____ | | 1.3.9 Acreditada al MAGAP | | | |
| 1.1.7 Nombre de la finca | | | | | | 1.3.8 Pertenece a alguna organización, comuna | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tiempo? _____ Cuál? _____ | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> | | | |
| 1.1.8 Superficie de la finca | | Cuadras <input type="checkbox"/> _____ | | Hectáreas <input type="checkbox"/> _____ | | 1.3.10 Trabaja fuera de la finca | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Dónde? _____ Ingreso mensual? _____ | | 1.3.11 # horas de trabajo fuera de la finca | | | |
| 1.1.9 Número de fotos | | | | | | 1.3.12 Es beneficiario de estos servicios? | | Bono de desarrollo <input type="checkbox"/> Empresa privada <input type="checkbox"/> ONG <input type="checkbox"/> Socio Bosque <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Cuál? _____ | | 1.3.13 # Miembros familiares | | | |
| Día | | Mes | | Año | | | | | | #Niños (0-12 años) _____ #Jóvenes (13-18 años) _____ #Adultos (19-64 años) _____ #T. Edad (>65años) _____ | | | |
| 1.4 Información General de la Finca | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4.1 ¿Cuál es su principal actividad económica? | | Agrícola <input type="checkbox"/> Pecuario/ganadera <input type="checkbox"/> Forestal <input type="checkbox"/> Minera <input type="checkbox"/> Acuícola <input type="checkbox"/> Turismo <input type="checkbox"/> | | 1.4.2 Tiempo para llegar a la finca del centro poblado más cercano | | Horas: _____ Minutos: _____ | | 1.4.3 Tenencia de la Tierra | | Propia <input type="checkbox"/> Comunal <input type="checkbox"/> Arrendada <input type="checkbox"/> Posesión <input type="checkbox"/> Prestada <input type="checkbox"/> Tiempo? _____ años | | | |
| 1.4.4 #horas que dedica a la finca | | Diana <input type="checkbox"/> _____ h. Semanal <input type="checkbox"/> _____ h. Quincenal <input type="checkbox"/> _____ h. Mensual <input type="checkbox"/> _____ h. | | 1.4.5 Recibe asistencia técnica | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Entidad: _____ Actividades: _____ | | | | | | | |
| 1.5 Mano de Obra | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5.1 Utiliza mano de obra? Cuántos jomales al año? | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> | | Asalariada <input type="checkbox"/> _____ jor.; Familiar <input type="checkbox"/> _____ jor.; Presta manos <input type="checkbox"/> _____ jor. | | Partidario <input type="checkbox"/> _____ jor. Contratado <input type="checkbox"/> _____ jor. | | 1.5.2 Costo del jornal/día | | 1.5.3 Disponibilidad mano de obra/#personas | | | |
| | | | | | | | | | | Alta <input type="checkbox"/> 6 a +10 Media <input type="checkbox"/> 4 a 5 Baja <input type="checkbox"/> 1 a 3 | | | |
| 1.6 Servicios Básicos de la Finca | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6.1 Transporte | | Aéreo <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Terrestre <input type="checkbox"/> Otra: _____ | | 1.6.2 Vías | | Asfaltada <input type="checkbox"/> Empedrada <input type="checkbox"/> Sendero <input type="checkbox"/> Otra: _____ | | 1.6.3 Energía eléctrica | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tipo Pública <input type="checkbox"/> Generador <input type="checkbox"/> | | | |
| 1.6.4 Agua | | | | | | | | | | Potable <input type="checkbox"/> Entubada <input type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/> Quebrada <input type="checkbox"/> | | | |
| 1.6.5 Saneamiento | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Pozo séptico <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Letrina <input type="checkbox"/> Otra: _____ | | 1.6.6 Manejo de desechos sólidos | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cuál?: _____ | | 1.6.7 Telefonía | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Convencional <input type="checkbox"/> Celular <input type="checkbox"/> Satelital <input type="checkbox"/> | | | |
| 1.6.8 Otros | | | | | | | | | | Internet <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Otro: _____ | | | |
| 1.7 Crédito y Seguro | | | | | | | | | | | | | |
| 1.7.1 Accedido a crédito? | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Institución: _____ | | 1.7.2 Cuántas veces? | | 1.7.3 Deuda | | Pago Mensual _____ | | 1.7.4 Objeto del crédito | | | |
| 1.7.5 Principal problema para obtener el crédito | | | | | | 1.7.6 Última vez que accedido a crédito (año) | | 1.7.7 Tiene seguro agrícola o ganadero | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 1.7.8 Producto | | | |
| II. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FINCA | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 Uso Actual del Suelo | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.1 # Has. Agrícolas | | 2.1.2 # Has. Sin uso/ Realce/ Rastrojo | | 2.1.3 # Has. Con Pastos | | 2.1.4 # Has. Bosque o montaña | | 2.1.5 # Has. Forestales | | 2.1.6 # Has. Infraestructura | | | |
| 2.1.7 # Has. Totales | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 Características Físicas del Suelo | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.1 Topografía del Terreno | | Plano (0-5%) <input type="checkbox"/> _____ Has. Ligeramente ondulado (5-12%) <input type="checkbox"/> _____ Has. Ondulado (12-25%) <input type="checkbox"/> _____ Has. Colinado (25-50%) <input type="checkbox"/> _____ Has. Escarpado (50-70%) <input type="checkbox"/> _____ Has. Abrupta (+70%) <input type="checkbox"/> _____ Has. | | 2.2.2 Textura | | Limoso <input type="checkbox"/> Arenoso <input type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Franco <input type="checkbox"/> | | 2.2.3 Presencia de encharcamiento/pantanos | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> | | 2.2.4 Cuenta con un análisis de suelo? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> | |
| 2.3 Clima | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3.1 Meses de mayor precipitación | | | | | | 2.3.2 Meses de menor precipitación | | | | | | | |
| Enero <input type="checkbox"/> | Abril <input type="checkbox"/> | Julio <input type="checkbox"/> | Octubre <input type="checkbox"/> | Enero <input type="checkbox"/> | Abril <input type="checkbox"/> | Julio <input type="checkbox"/> | Octubre <input type="checkbox"/> | Febrero <input type="checkbox"/> | Mayo <input type="checkbox"/> | Agosto <input type="checkbox"/> | Noviembre <input type="checkbox"/> | | |
| Febrero <input type="checkbox"/> | Mayo <input type="checkbox"/> | Agosto <input type="checkbox"/> | Noviembre <input type="checkbox"/> | Marzo <input type="checkbox"/> | Junio <input type="checkbox"/> | Septiembre <input type="checkbox"/> | Diciembre <input type="checkbox"/> | Marzo <input type="checkbox"/> | Junio <input type="checkbox"/> | Septiembre <input type="checkbox"/> | Diciembre <input type="checkbox"/> | | |

| 3.2 CULTIVOS PERMANENTES Y SEMI PERMANENTES | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--|---|---|---|---|------------------|--------------------------|-----------|-------------------------------|--|
| 3.2.1A Cultivo (A) | 3.2.1.1A Zona | 3.2.2A # Hectáreas | 3.2.2.1A %en el Sistema | 3.2.3A Estado | 3.2.12A Costos de producción (últimos 12 meses) | | | | | 3.2.12.5A Costo total / año | |
| | | | | Bueno <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> | 3.2.12.1A Insumos | 3.2.12.2A Cantidad | 3.2.12.3A Unidad | 3.2.12.4A Costo unitario | | | |
| 3.2.4A Sistema de siembra | | 3.2.5A Época de siembra y cosecha | | 3.2.6A Tipo de semilla | | 3.2.12.6A Total insumos | | | | | |
| Monocultivo <input type="checkbox"/> Policultivo <input type="checkbox"/> Agroforestal <input type="checkbox"/> Años _____ Instalaron sobre _____ | Siembra: _____ / _____ Mes año | | Cosecha: <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Quincenal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> | Certificada <input type="checkbox"/> Registrada <input type="checkbox"/> Seleccionada/ Básica <input type="checkbox"/> | Semilla | | Fertilizante | | Herbicida | | |
| 3.2.7A Principales plagas y enfermedades | | 3.2.8A Certificación | | 3.2.9A Rendimiento anual por hectárea | | 3.2.12.7A Actividades | | 3.2.12.8A #jornal/año | | 3.2.12.9A Mano Obra FAM CONT | |
| | | Orgánica <input type="checkbox"/> B.P. Agrícolas <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Ambiental <input type="checkbox"/> | | Kg | | Preparación suelo | | Siembra | | Limpieza | |
| 3.2.10A Maquinaria y equipos | | 3.2.11A Asistencia técnica | | | | 3.2.12.7B Actividades | | 3.2.12.8B #jornal/año | | 3.2.12.9B Mano Obra FAM CONT | |
| Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cuales: _____ | | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Actividades: _____ | | | | Transporte: Propio <input type="checkbox"/> Contratado <input type="checkbox"/> | | 3.2.12.10A Costo jornal | | 3.2.12.11A Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10B Costo jornal | | | | 3.2.12.11B Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10C Costo jornal | | | | 3.2.12.11C Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10D Costo jornal | | | | 3.2.12.11D Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10E Costo jornal | | | | 3.2.12.11E Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10F Costo jornal | | | | 3.2.12.11F Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10G Costo jornal | | | | 3.2.12.11G Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10H Costo jornal | | | | 3.2.12.11H Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10I Costo jornal | | | | 3.2.12.11I Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10J Costo jornal | | | | 3.2.12.11J Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10K Costo jornal | | | | 3.2.12.11K Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10L Costo jornal | | | | 3.2.12.11L Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10M Costo jornal | | | | 3.2.12.11M Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10N Costo jornal | | | | 3.2.12.11N Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10O Costo jornal | | | | 3.2.12.11O Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10P Costo jornal | | | | 3.2.12.11P Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10Q Costo jornal | | | | 3.2.12.11Q Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10R Costo jornal | | | | 3.2.12.11R Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10S Costo jornal | | | | 3.2.12.11S Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10T Costo jornal | | | | 3.2.12.11T Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10U Costo jornal | | | | 3.2.12.11U Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10V Costo jornal | | | | 3.2.12.11V Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10W Costo jornal | | | | 3.2.12.11W Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10X Costo jornal | | | | 3.2.12.11X Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10Y Costo jornal | | | | 3.2.12.11Y Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10Z Costo jornal | | | | 3.2.12.11Z Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AA Costo jornal | | | | 3.2.12.11AA Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AB Costo jornal | | | | 3.2.12.11AB Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AC Costo jornal | | | | 3.2.12.11AC Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AD Costo jornal | | | | 3.2.12.11AD Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AE Costo jornal | | | | 3.2.12.11AE Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AF Costo jornal | | | | 3.2.12.11AF Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AG Costo jornal | | | | 3.2.12.11AG Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AH Costo jornal | | | | 3.2.12.11AH Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AI Costo jornal | | | | 3.2.12.11AI Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AJ Costo jornal | | | | 3.2.12.11AJ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AK Costo jornal | | | | 3.2.12.11AK Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AL Costo jornal | | | | 3.2.12.11AL Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AM Costo jornal | | | | 3.2.12.11AM Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AN Costo jornal | | | | 3.2.12.11AN Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AO Costo jornal | | | | 3.2.12.11AO Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AP Costo jornal | | | | 3.2.12.11AP Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AQ Costo jornal | | | | 3.2.12.11AQ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AR Costo jornal | | | | 3.2.12.11AR Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AS Costo jornal | | | | 3.2.12.11AS Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AT Costo jornal | | | | 3.2.12.11AT Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AU Costo jornal | | | | 3.2.12.11AU Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AV Costo jornal | | | | 3.2.12.11AV Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AW Costo jornal | | | | 3.2.12.11AW Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AX Costo jornal | | | | 3.2.12.11AX Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AY Costo jornal | | | | 3.2.12.11AY Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10AZ Costo jornal | | | | 3.2.12.11AZ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BA Costo jornal | | | | 3.2.12.11BA Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BB Costo jornal | | | | 3.2.12.11BB Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BC Costo jornal | | | | 3.2.12.11BC Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BD Costo jornal | | | | 3.2.12.11BD Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BE Costo jornal | | | | 3.2.12.11BE Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BF Costo jornal | | | | 3.2.12.11BF Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BG Costo jornal | | | | 3.2.12.11BG Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BH Costo jornal | | | | 3.2.12.11BH Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BI Costo jornal | | | | 3.2.12.11BI Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BJ Costo jornal | | | | 3.2.12.11BJ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BK Costo jornal | | | | 3.2.12.11BK Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BL Costo jornal | | | | 3.2.12.11BL Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BM Costo jornal | | | | 3.2.12.11BM Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BN Costo jornal | | | | 3.2.12.11BN Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BO Costo jornal | | | | 3.2.12.11BO Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BP Costo jornal | | | | 3.2.12.11BP Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BQ Costo jornal | | | | 3.2.12.11BQ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BR Costo jornal | | | | 3.2.12.11BR Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BS Costo jornal | | | | 3.2.12.11BS Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BT Costo jornal | | | | 3.2.12.11BT Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BU Costo jornal | | | | 3.2.12.11BU Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BV Costo jornal | | | | 3.2.12.11BV Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BW Costo jornal | | | | 3.2.12.11BW Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BX Costo jornal | | | | 3.2.12.11BX Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BY Costo jornal | | | | 3.2.12.11BY Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10BZ Costo jornal | | | | 3.2.12.11BZ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CA Costo jornal | | | | 3.2.12.11CA Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CB Costo jornal | | | | 3.2.12.11CB Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CC Costo jornal | | | | 3.2.12.11CC Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CD Costo jornal | | | | 3.2.12.11CD Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CE Costo jornal | | | | 3.2.12.11CE Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CF Costo jornal | | | | 3.2.12.11CF Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CG Costo jornal | | | | 3.2.12.11CG Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CH Costo jornal | | | | 3.2.12.11CH Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CI Costo jornal | | | | 3.2.12.11CI Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CJ Costo jornal | | | | 3.2.12.11CJ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CK Costo jornal | | | | 3.2.12.11CK Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CL Costo jornal | | | | 3.2.12.11CL Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CM Costo jornal | | | | 3.2.12.11CM Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CN Costo jornal | | | | 3.2.12.11CN Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CO Costo jornal | | | | 3.2.12.11CO Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CP Costo jornal | | | | 3.2.12.11CP Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CQ Costo jornal | | | | 3.2.12.11CQ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CR Costo jornal | | | | 3.2.12.11CR Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CS Costo jornal | | | | 3.2.12.11CS Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CT Costo jornal | | | | 3.2.12.11CT Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CU Costo jornal | | | | 3.2.12.11CU Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CV Costo jornal | | | | 3.2.12.11CV Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CW Costo jornal | | | | 3.2.12.11CW Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CX Costo jornal | | | | 3.2.12.11CX Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CY Costo jornal | | | | 3.2.12.11CY Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10CZ Costo jornal | | | | 3.2.12.11CZ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DA Costo jornal | | | | 3.2.12.11DA Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DB Costo jornal | | | | 3.2.12.11DB Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DC Costo jornal | | | | 3.2.12.11DC Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DD Costo jornal | | | | 3.2.12.11DD Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DE Costo jornal | | | | 3.2.12.11DE Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DF Costo jornal | | | | 3.2.12.11DF Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DG Costo jornal | | | | 3.2.12.11DG Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DH Costo jornal | | | | 3.2.12.11DH Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DI Costo jornal | | | | 3.2.12.11DI Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DJ Costo jornal | | | | 3.2.12.11DJ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DK Costo jornal | | | | 3.2.12.11DK Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DL Costo jornal | | | | 3.2.12.11DL Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DM Costo jornal | | | | 3.2.12.11DM Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DN Costo jornal | | | | 3.2.12.11DN Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DO Costo jornal | | | | 3.2.12.11DO Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DP Costo jornal | | | | 3.2.12.11DP Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DQ Costo jornal | | | | 3.2.12.11DQ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DR Costo jornal | | | | 3.2.12.11DR Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DS Costo jornal | | | | 3.2.12.11DS Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DT Costo jornal | | | | 3.2.12.11DT Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DU Costo jornal | | | | 3.2.12.11DU Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DV Costo jornal | | | | 3.2.12.11DV Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DW Costo jornal | | | | 3.2.12.11DW Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DX Costo jornal | | | | 3.2.12.11DX Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DY Costo jornal | | | | 3.2.12.11DY Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10DZ Costo jornal | | | | 3.2.12.11DZ Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10EA Costo jornal | | | | 3.2.12.11EA Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10EB Costo jornal | | | | 3.2.12.11EB Costo total / año | |
| | | | | | | 3.2.12.10EC Costo jornal | | | | 3.2.1 | |

Anexo 4. Composición florística en cafetales con SAF.

| Fincas en Sistemas Agroforestales (APECAEL) | Superficie (ha) | Nombre Común | Nombre científico | Familia | Extracto | Total/Especies |
|---|-------------------|-------------------|------------------------------------|----------------|----------|----------------|
| Manuel Agustín Tapia Tapia | 0,33 | Guabo bejuco | <i>Inga edulis.</i> | Fabaceae | Árbol | 28 |
| | | Níspero | <i>Eriobotrya japonica</i> | Rosaceae | Árbol | 35 |
| | | Naranja Agria | <i>Citrus aurantium</i> | Rutaceae | Árbol | 10 |
| | | Limón Agrio | <i>Citrus aurantifolia.</i> | Rutaceae | Árbol | 5 |
| | | Zapote | <i>Mammea americana</i> | Calophyllaceae | Árbol | 8 |
| | | Mango | <i>Mangifera indica</i> | Anacardiaceae | Árbol | 3 |
| | | Sangre de Drago | <i>Croton urucurana</i> | Euphorbiaceae | Árbol | 13 |
| | | Toronche | <i>Vasconcellea pubescens</i> | Caricaceae | Arbusto | 4 |
| | | Capulí | <i>Prunus salicifolia</i> | Rosaceae | Árbol | 1 |
| | | Guineo | <i>Musa paradisiaca.</i> | Musaceae | Herbácea | 150 |
| | | Faique | <i>Acacia macracantha</i> | Fabaceae | Árbol | 6 |
| | | Café San Salvador | <i>Coffea V. San Salvador</i> | Rubiaceae | Arbusto | 215 |
| | | Café Caturra | <i>Coffea V. Caturra</i> | Rubiaceae | Arbusto | 465 |
| Café Criollo | <i>Coffea sp.</i> | Rubiaceae | Arbusto | 213 | | |
| Sandra Elizabeth Romo Moya | 0,41 | Leucaena | <i>Leucaena leucocephala</i> | Fabaceae | Árbol | 4 |
| | | Níspero | <i>Eriobotrya japonica</i> | Rosaceae | Árbol | 10 |
| | | Porotillo | <i>Erythrina smithiana Krukoff</i> | Fabaceae | Árbol | 15 |
| | | Guabo bejuco | <i>Inga edulis Mart.</i> | Fabaceae | Árbol | 5 |
| | | Chirimoya | <i>Annona cherimola</i> | Annonaceae | Árbol | 5 |

| | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------|----------|-----|
| | Pico Pico | <i>Acnistus arborescens.</i> | Solanaceae | Arbusto | 6 |
| | Cedrillo | <i>Tapirira guianensis</i> | Anacardiaceae | Árbol | 2 |
| | Faique | <i>Acacia macracantha</i> | Fabaceae | Árbol | 25 |
| | Poma Rosa | <i>Syzygium jambos</i> | Myrtaceae | Árbol | 2 |
| | Charan | <i>Caesalpinia paipai</i> | Fabaceae | Árbol | 1 |
| | Chereco | <i>Sapindus saponaria L.</i> | Sapindaceae | Árbol | 4 |
| | Plátano | <i>Musa paradisiaca</i> | Musaceae | Herbácea | 50 |
| | Laritaco | <i>Vernonanthura patens</i> | Asteraceae | Arbusto | 8 |
| | Matico | <i>Piper aduncum</i> | Piperaceae | Árbol | 9 |
| | Aguacate | <i>Persea americana 'Hass'</i> | Lauraceae | Árbol | 10 |
| | Toronche | <i>Vasconcellea pubescens</i> | Caricaceae | Arbusto | 1 |
| | Guayaba | <i>Psidium guajava</i> | Myrtaceae | Arbol | 3 |
| | Naranjilla | <i>Solanum quitoense</i> | Solanaceae | Arbusto | 5 |
| | Balsa | <i>Ochroma pyramidale</i> | Malvaceae | Árbol | 10 |
| | Café nestle | <i>Coffea V. Nestle</i> | Rubiaceae | Arbusto | 245 |
| | Café colombia 6 | <i>Coffea V. Columbia 6</i> | Rubiaceae | Arbusto | 432 |
| | Café Criollo | <i>Coffea sp.</i> | Rubiaceae | Arbusto | 105 |
| | Aguacate | <i>Persea americana 'Hass'</i> | Lauraceae | Árbol | 18 |
| | Cedro | <i>Cedrela odorata..</i> | Meliaceae | Árbol | 8 |
| | Níspero | <i>Eriobotrya japonica</i> | Rosaceae | Árbol | 23 |
| | Guabo | <i>Inga edulis</i> | Fabaceae | Árbol | 7 |
| | Naranja | <i>Citrus sinensis; (L.) Osbeck</i> | Rutaceae | Árbol | 7 |
| | Cipre | <i>Cupressus sempervirens</i> | Cupressaceae | Árbol | 4 |
| José Antonio Mosquera Toledo | 0,28 | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------------------|------|-----------------|-------------------------------------|----------------|----------|-----|
| | | Mandarina | <i>Citrus reshni</i> | Rutaceae | Árbol | 6 |
| | | Papaya | <i>Carica papaya V. Marandol</i> | Caricaceae | Herbácea | 6 |
| | | Poma Rosa | <i>Syzygium jambos</i> | Myrtaceae | Árbol | 5 |
| | | Casuarina | <i>Casuarina equisetifolia</i> | Casuarinaceae | Árbol | 7 |
| | | Bambú | <i>Bambusoideae</i> | Poaceae | Herbácea | 25 |
| | | Porotillo | <i>Erythrina smithiana Krukoff</i> | Fabaceae | Árbol | 9 |
| | | Zapote | <i>Mammea americana</i> | Calophyllaceae | Árbol | 6 |
| | | Guayusa | <i>Ilex guayusa</i> | Aquifoliaceae | Árbol | 1 |
| | | Chirimoya | <i>Annona cherimola</i> | Annonaceae | Árbol | 1 |
| | | Paltón | <i>Persea caerulea.</i> | Lauraceae | Árbol | 2 |
| | | Eucalipto | <i>Eucalyptus</i> | Myrtaceae | Árbol | 1 |
| | | Guineo | <i>Musa paradisiaca V. Guineo</i> | Musaceae | Herbácea | 10 |
| | | Lumo | <i>Puteria lucumea.</i> | Sapotaceae | Árbol | 1 |
| | | Café Colombia 6 | <i>Coffea V. Columbia 6</i> | Rubiaceae | Arbusto | 595 |
| | | Café Criollo | <i>Coffea sp.</i> | Rubiaceae | Arbusto | 105 |
| Marco Vinicio Mosquera León | 0,35 | Níspero | <i>Eriobotrya japonica</i> | Rosaceae | Árbol | 20 |
| | | Poma Rosa | <i>Syzygium jambos</i> | Myrtaceae | Árbol | 3 |
| | | Naranja | <i>Citrus sinensis; (L.) Osbeck</i> | Rutaceae | Árbol | 10 |
| | | Limón dulce | <i>Citrus limetta</i> | Rutaceae | Árbol | 10 |
| | | Limón agrio | <i>Citrus aurantiifolia</i> | Rutaceae | Árbol | 4 |
| | | Mango | <i>Mangifera indica</i> | Anacardiaceae | Árbol | 4 |
| | | Guanábana | <i>Annona muricata</i> | Annonaceae | Árbol | 1 |
| | | Aguacate | <i>Persea americana 'Hass'</i> | Lauraceae | Árbol | 9 |

| | | | | | | |
|--|------|-------------------|------------------------------------|---------------|----------|-----|
| | | Guabo bejuco | <i>Inga edulis</i> | Fabaceae | Árbol | 23 |
| | | Porotillo | <i>Erythrina smithiana Krukoff</i> | Fabaceae | Árbol | 32 |
| | | Mandarina | <i>Citrus reticulata Blanco</i> | Rutaceae | Árbol | 17 |
| | | Balsa | <i>Ochroma pyramidale.</i> | Malvaceae | Árbol | 20 |
| | | Laurel costeño | <i>Cordia alliodora.</i> | Boraginaceae | Árbol | 4 |
| | | Guineo | <i>Musa paradisiaca V. Guineo</i> | Musaceae | Herbácea | 56 |
| | | Mora | <i>Morus alba</i> | Moraceae | Árbol | 30 |
| | | Papaya | <i>Carica papaya V. Marandol</i> | Caricaceae | Herbácea | 1 |
| | | Yuca | <i>Manihot esculenta</i> | Euphorbiaceae | Arbusto | 48 |
| | | Manzanilla | <i>Chamaemelum nobile</i> | Asteraceae | Herbácea | 1 |
| | | Caña de azúcar | <i>Saccharum officinarum L.</i> | Poaceae | Arbusto | 15 |
| | | Naranjilla | <i>Solanum quitoense</i> | Solanaceae | Arbusto | 4 |
| | | Achiras | <i>Canna indica</i> | Cannaceae | Herbácea | 20 |
| | | Cedro | <i>Cedrela odorata L.</i> | Meliaceae | Árbol | 2 |
| | | Café colombia 6 | <i>Coffea V. Columbia 6</i> | Rubiaceae | Arbusto | 82 |
| | | Café nestle 10 | <i>Coffea V. Nestle 10</i> | Rubiaceae | Arbusto | 620 |
| | | Café San Salvador | <i>Coffea V. San Salvador</i> | Rubiaceae | Arbusto | 123 |
| Catalina Hermelinda Orellana Guamán | 0,23 | Porotillo | <i>Erythrina smithiana Krukoff</i> | Fabaceae | Arbusto | 50 |
| | | Balsa | <i>Ochroma pyramidale.</i> | Malvaceae | Árbol | 9 |
| | | Níspero | <i>Eriobotrya japonica</i> | Rosaceae | Árbol | 10 |
| | | Guineo | <i>Musa paradisiaca V. Guineo</i> | Musaceae | Herbácea | 20 |
| | | Chirimoya | <i>Annona cherimola</i> | Annonaceae | Árbol | 3 |
| | | Guanábana | <i>Annona muricata</i> | Annonaceae | Árbol | 1 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-----------------|-------------------------------------|----------------|----------|-----|
| | | Plátano | <i>Musa paradisiaca</i> | Musaceae | Herbácea | 19 |
| | | Zapote | <i>Mammea americana</i> | Calophyllaceae | Árbol | 1 |
| | | Limón agrio | <i>Citrus aurantiifolia</i> | Rutaceae | Árbol | 5 |
| | | Naranja | <i>Citrus sinensis.</i> | Rutaceae | Árbol | 6 |
| | | Ceibo | <i>Ceiba insignis.</i> | Malvaceae | Árbol | 4 |
| | | Café Sarchimor | <i>Coffea V. Sarchimor</i> | Rubiaceae | Arbusto | 522 |
| | | Plátano | <i>Musa paradisiaca</i> | Musaceae | Herbacea | 7 |
| | | Porotillo | <i>Erythrina smithiana Krukoff</i> | Fabaceae | Árbol | 140 |
| | | Guabo | <i>Inga edulis</i> | Fabaceae | Arbol | 40 |
| | | Guineo | <i>Musa paradisiaca V. Guineo</i> | Musaceae | Herbacea | 30 |
| | | Mandarina | <i>Citrus reticulata Blanco</i> | Rutaceae | Arbol | 5 |
| | | Naranja Agria | <i>Citrus aurantium</i> | Rutaceae | Arbol | 15 |
| | | Naranjilla | <i>Solanum quitoense</i> | Solanaceae | Arbusto | 5 |
| | | Sangre de Drago | <i>Croton urucurana</i> | Euphorbiaceae | Arbol | 2 |
| Manuel Emilio León Lanche | 0,15 | Níspero | <i>Eryobotrya japónica</i> | Rosaceae | Arbol | 12 |
| | | Lumo | <i>Puteria lucumea.</i> | Sapotaceae | Arbol | 2 |
| | | Zapote | <i>Mammea americana</i> | Calophyllaceae | Arbol | 3 |
| | | Guanábana | <i>Annona muricata</i> | Annonaceae | Arbol | 1 |
| | | Higo | <i>Ficus carica.</i> | Moraceae | Arbusto | 1 |
| | | Limón agrio | <i>Citrus aurantiifolia</i> | Rutaceae | Arbol | 3 |
| | | Mango | <i>Mangifera indica.</i> | Anacardiaceae | Arbol | 1 |
| | | Naranja | <i>Citrus sinensis; (L.) Osbeck</i> | Rutaceae | Arbol | 2 |
| | | Limón mandarina | <i>Citrus limon (L.) Osbeck</i> | Rutaceae | Arbol | 2 |

| | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------------------|---------------|----------|-----|
| José Miguel Orellana Flores | 0,41 | Café San Salvador | <i>Coffea V. San Salvador</i> | Rubiaceae | Arbusto | 158 |
| | | Café Colombia 6 | <i>Coffea V. Columbia 6</i> | Rubiaceae | Arbusto | 163 |
| | | Café Borgoña | <i>Coffea V. Borgoña</i> | Rubiaceae | Arbusto | 207 |
| | | Guabo machetona | <i>Inga spectabilis.</i> | Fabaceae | Árbol | 69 |
| | | Porotillo | <i>Erythrina smithiana Krukoff</i> | Fabaceae | Árbol | 300 |
| | | Balsa | <i>Ochroma pyramidale.</i> | Malvaceae | Árbol | 20 |
| | | Níspero | <i>Eryobotrya japónica</i> | Rosaceae | Árbol | 12 |
| | | Wilco | <i>Anadenanthera colubrina.</i> | Fabaceae | Árbol | 4 |
| | | Guineo | <i>Musa paradisiaca V. Guineo</i> | Musaceae | Herbácea | 8 |
| | | Café Sarchimor | <i>Coffea V. Sachimor</i> | Rubiaceae | Arbusto | 812 |
| Fanny Teresa León Toledo | 0,13 | Balsa | <i>Ochroma pyramidale.</i> | Malvaceae | Árbol | 15 |
| | | Mandarina | <i>Citrus reticulata Blanco</i> | Rutaceae | Árbol | 17 |
| | | Níspero | <i>Eryobotrya japónica</i> | Rosaceae | Árbol | 20 |
| | | Limón agrio | <i>Citrus aurantiifolia</i> | Rutaceae | Árbol | 25 |
| | | Porotillo | <i>Erythrina smithiana Krukoff</i> | Fabaceae | Árbol | 26 |
| | | Laritaco | <i>Vernonanthura patens</i> | Asteraceae | Arbusto | 4 |
| | | Guabo machetona | <i>Inga spectabilis..</i> | Fabaceae | Árbol | 26 |
| | | Arabisco | <i>Jacaranda copaia</i> | Bignoniaceae | Árbol | 10 |
| | | Wilcos | <i>Anadenanthera colubrina</i> | Fabaceae | Árbol | 5 |
| | | Romerillo | <i>Podocarpus sp.</i> | Podocarpaceae | Árbol | 10 |
| Faique | <i>Acacia macracantha</i> | Fabaceae | Árbol | 23 | | |
| Aguacate | <i>Persea americana Mill.</i> | Lauraceae | Árbol | 20 | | |
| Guadua | <i>Guadua angustifolia</i> | Poaceae | Herbácea | 29 | | |

| | | | | | | |
|----------------------------------|------|-----------------|------------------------------------|----------------|----------|-----|
| | | Limón dulce | <i>Citrus limetta</i> | Rutaceae | Árbol | 29 |
| | | Sarnoso | <i>Mauria heterophylla Kunth</i> | Anacardiaceae | Arbusto | 2 |
| | | Mora | <i>Morus alba</i> | Moraceae | Árbol | 4 |
| | | Guineo | <i>Musa paradisiaca V. Guineo</i> | Musaceae | Herbácea | 200 |
| | | Pico Pico | <i>Acnistus arborescens.</i> | Solanaceae | Arbusto | 17 |
| | | Sangre de Drago | <i>Croton urucurana</i> | Euphorbiaceae | Árbol | 24 |
| | | Naranja | <i>Citrus sinensis.</i> | Rutaceae | Árbol | 6 |
| | | Zapote | <i>Mammea americana</i> | Calophyllaceae | Árbol | 6 |
| | | Café borgoña | <i>Coffea V. Borgoña</i> | Rubiaceae | Arbusto | 129 |
| | | Café Geisha | <i>Coffea V. Geisha</i> | Rubiaceae | Arbusto | 162 |
| | | Café Colombia 6 | <i>Coffea V. Columbia 6</i> | Rubiaceae | Arbusto | 171 |
| | | Porotillo | <i>Erythrina smithiana Krukoff</i> | Fabaceae | Árbol | 70 |
| | | Guabo | <i>Inga edulis</i> | Fabaceae | Árbol | 88 |
| | | Balsa | <i>Ochroma pyramidale.</i> | Malvaceae | Árbol | 90 |
| | | Laritaco | <i>Vernonanthura patens</i> | Asteraceae | Arbusto | 10 |
| | | Chirimoya | <i>Annona cherimola</i> | Annonaceae | Árbol | 5 |
| | | Eucalipto | <i>Eucalyptus globulu.</i> | Myrtaceae | Árbol | 16 |
| | | Guayaba | <i>Psidium guajava.</i> | Myrtaceae | Árbol | 4 |
| | | Cedrillo | <i>Vochysia vismiifolia</i> | Vochysiaceae | Árbol | 4 |
| | | Faique | <i>Acacia macracantha</i> | Fabaceae | Árbol | 4 |
| | | Pico Pico | <i>Acnistus arborescens.</i> | Solanaceae | Arbusto | 1 |
| | | Níspero | <i>Eryobotrya japónica</i> | Rosaceae | Árbol | 9 |
| | | Ceibo | <i>Ceiba insignis.</i> | Malvaceae | Árbol | 1 |
| José Miguel Jara Mosquera | 2,16 | | | | | |

| | | | | | | |
|----------------------------------|------|-------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|
| | | Aguacate | <i>Persea americana Mill.</i> | Lauraceae | Árbol | 1 |
| | | Naranja | <i>Citrus sinensis (L.) Osbeck</i> | Rutaceae | Árbol | 3 |
| | | Wilco | <i>Anadenanthera colubrina.</i> | Fabaceae | Árbol | 2 |
| | | Caña de azucar | <i>Saccharum officinarum.</i> | Poaceae | Arbusto | 13 |
| | | Mango | <i>Mangifera indica.</i> | Anacardiaceae | Árbol | 2 |
| | | Café catimor | <i>Coffea V. Catimor</i> | Rubiaceae | Arbusto | 3523 |
| José Miguel Mosquera Romo | 0,28 | Faique | <i>Acacia macracantha</i> | Fabaceae | Árbol | 45 |
| | | Charan | <i>Caesalpinia spinosa.</i> | Fabaceae | Árbol | 19 |
| | | Porotillo | <i>Erythrina smithiana Krukoff</i> | Fabaceae | Árbol | 20 |
| | | Guabo | <i>Inga edulis</i> | Fabaceae | Árbol | 1 |
| | | Níspero | <i>Eryobotrya japónica</i> | Rosaceae | Árbol | 3 |
| | | Pico Pico | <i>Acnistus arborescens.</i> | Solanaceae | Arbusto | 1 |
| | | Chirimoya | <i>Annona cherimola</i> | Annonaceae | Árbol | 2 |
| | | Laritaco | <i>Vernonanthura patens</i> | Asteraceae | Arbusto | 2 |
| | | Balsa | <i>Ochroma pyramidale.</i> | Malvaceae | Árbol | 6 |
| | | | | Café Colombia 6 | <i>Coffea V. Columbia 6</i> | Rubiaceae |
| | | Café Borgoña | <i>Coffea V. Borgoña</i> | Rubiaceae | Arbusto | 263 |
| | | Café San Salvador | <i>Coffea V. San Salvador</i> | Rubiaceae | Arbusto | 175 |
| Dennis Aníbal Guamán León | 0,83 | Piglo | <i>Euphorbia laurifolia</i> | Euforbiáceas | Árbol | 70 |
| | | Chirimoya | <i>Annona cherimola</i> | Annonaceae | Árbol | 6 |
| | | Podocarpus | <i>Podocarpus glomeratus.</i> | Podocarpaceae | Árbol | 9 |
| | | Naranjilla | <i>Solanum quitoense</i> | Solanaceae | Arbusto | 5 |

| | | | | |
|-----------------|-------------------------------|--------------|---------|------|
| Aliso | <i>Alnus glutinosa</i> | Betulaceae | Árbol | 22 |
| Aguacate | <i>Persea americana Mill.</i> | Lauraceae | Árbol | 5 |
| Cascarilla | <i>Cinchona pubescens</i> | Rubiaceae | Árbol | 4 |
| Nogal | <i>Juglans neotropica.</i> | Juglandaceae | Árbol | 9 |
| Cedro | <i>Cedrela odorata .</i> | Meliaceae | Árbol | 8 |
| Naranja | <i>Citrus sinensis.</i> | Rutaceae | Árbol | 2 |
| Níspero | <i>Eryobotrya japónica</i> | Rosaceae | Árbol | 4 |
| Toronche | <i>Vasconcellea pubescens</i> | Caricaceae | Arbusto | 3 |
| Tomate de arbol | <i>Solanum betaceum</i> | Solanaceae | Arbusto | 100 |
| Café Criollo | <i>Coffea sp.</i> | Rubiaceae | Arbusto | 2200 |

Anexo 5. Etiqueta para la muestra de suelos.

| | |
|-------------------------------------|---------------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA _____ | |
| FECHA : _____ | CÓDIGO: _____ |
| COORDENADAS UTM: _____ | CANTIDAD: _____ |
| RESPONSABLE : _____ | |

Anexo 6. Evidencia fotográficas de sistemas agroforestales en café.



Figura 13. Sistemas agroforestales en café implementados en la parroquia San Pedro de Vilcabamba.



Figura 14. Aplicación de encuesta a los productores y levantamiento del inventario florístico.

Anexo 7. Recolección de muestras de suelos.



Figura 15. Hoyado del suelo previo a la recolección de la muestra de suelo.



Figura 16. Obtención de submuestras, homogenización de las submuestras y recolección de muestra final.

Anexo 8. Resultado de las 11 muestras de suelo.

| INFORME DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|----------|---------|---------|--------|---------|----------|----|----|----|-----|---------|--------|---------|-----------|--|--|--|--|
| <p>ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTR0 LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Guatacay www@iniap.gob.ec Azuay - Ecuador TeleFAX: (07) 2171161</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : Gomer Guerrero Dirección : Loja Ciudad : LOJA Teléfono : 0963271170 Correo-e : NIE Técnico : </p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : LOJA Provincia : LOJA Parroquia : LOJA Ubicación : San Pedro de Vilcabamba Latitud : Longitud: </p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>DATOS DE LA MUESTRA</p> <p>Fecha Muestreo : 01/06/2023 Fecha Ingreso : 12/06/2023 Fecha Emisión : 16/06/2023 Cultivo Actual : CAFE</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº Laborat. | Identificación del Lote | pH | ppm | | | | mg/100ml | | | | ppm | | | | mg/100ml | | | | |
| | | | N | P | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | Σ Bases | Ca/Mg | Mg/K | (Ca+Mg)/K | | | | |
| 7739 | 01PSP Sandra Ramón | 7.3 PN | 10.40 B | 2.10 B | 0.19 B | 17.70 A | 3.52 A | | | | | 21.41 | 5.03 M | 10.53 A | 111.68 A | | | | |
| 7740 | 02PSP José Mosquera Romo | 7.3 PN | 1.90 B | 2.10 B | 0.20 B | 17.50 A | 3.54 A | | | | | 21.24 | 4.94 M | 17.70 A | 105.20 A | | | | |
| 7741 | 03PSP Fanny León | 7.0 PN | 12.20 B | 3.80 B | 0.20 B | 10.20 A | 2.07 M | | | | | 12.47 | 4.93 M | 10.35 A | 61.35 A | | | | |
| 7742 | 04PSP José Orellana | 6.9 PN | 7.40 B | 2.50 B | 0.13 B | 7.51 M | 1.52 M | | | | | 9.16 | 4.94 M | 11.69 A | 69.46 A | | | | |
| 7743 | 05PSP Catalina Orellana | 6.8 PN | 15.20 B | 4.40 B | 0.13 B | 8.75 A | 1.53 M | | | | | 10.41 | 5.72 M | 11.77 A | 79.08 A | | | | |
| 7744 | 06PSP Manuel Tapia | 6.3 LAc | 18.80 B | 12.50 M | 0.20 B | 8.34 A | 1.46 M | | | | | 10.00 | 5.71 M | 7.30 M | 49.00 M | | | | |
| 7745 | 07PSP Manuel León | 6.6 PN | 8.00 B | 1.90 B | 0.21 M | 20.30 A | 8.95 A | | | | | 29.46 | 2.27 M | 42.62 A | 139.29 A | | | | |
| 7746 | 08PSP José Mosquera Toledo | 6.7 PN | 13.40 B | 2.70 B | 0.12 B | 4.78 M | 1.21 M | | | | | 6.11 | 3.95 M | 10.08 A | 49.92 M | | | | |
| 7747 | 09PSP José Jara | 6.0 LAc | 14.60 B | 5.30 B | 0.15 B | 6.07 M | 1.38 M | | | | | 7.60 | 4.40 M | 9.20 M | 49.67 M | | | | |
| 7748 | 10PSP Dennis Guamán | 5.7 MeAc | 38.00 M | 8.70 B | 0.10 B | 2.98 B | 0.71 B | | | | | 3.79 | 4.20 M | 7.10 M | 36.90 M | | | | |
| 7749 | 11PSP Marco Mosquera | 5.9 MeAc | 26.60 M | 26.60 A | 0.15 B | 7.30 M | 1.56 M | | | | | 9.01 | 4.68 M | 10.40 A | 59.07 A | | | | |

| Interpretación | | |
|-----------------------|---------------------|----------------------|
| N, P, K, Ca, Mg, S | pH | |
| Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl | | |
| B = Bajo | Md = Muy Acido | R = Normal |
| M = Medio | Ac = Acido | Ld = Muy Alcalino |
| A = Alto | MdAc = Med. Acido | MdAl = Med. Alcalino |
| | LAc = Lig. Acido | Al = Alcalino |
| | PN = Phos. NoActivo | ME = Muy Activo |

| Interpretación | Metodología | Extracción |
|----------------|----------------|---------------------|
| N, P | Colorimétrica | Other |
| K, Ca, Mg | Espectroscopia | Molfractura |
| Zn, Cu, Fe, Mn | Atómica | pH 6.5 |
| pH | Electrométrica | Serie: upes (1.2.3) |
| S | Turbidimétrica | Fractura de Ca |
| B | Colorimétrica | Molfractura |

| Niveles Máximos de Referencia | |
|-------------------------------|---------|
| B | 30 - 40 |
| P | 10 - 20 |
| K | 82 - 64 |
| Ca | 4 - 8 |

NIE. No entrega.
 Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.



Facultad Agropecuaria y de Recursos Renovables

CERTIFICADO

Bryan Andrés Moreno Navarrete

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN: MENCIÓN IDIOMA INGLÉS

CERTIFICA:

Haber realizado la traducción del resumen del Proyecto de Titulación denominado: **“Evaluación del grado de vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático de los sistemas agroforestales de café en fincas de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, provincia de Loja.”** de autoría del Sr. **Gomer Guillermo Guerrero Encalada** de nacionalidad ecuatoriana con cédula de ciudadanía 1900803998. La traducción ha sido entregada al autor para ser fielmente reflejada en la sección denominada “Abstract” de su Trabajo de Titulación.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo al interesado hacer uso del presente en lo que estime conveniente.

Loja, 4 de Marzo del 2024



Lic. Bryan Andrés Moreno Navarrete

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN: MENCIÓN IDIOMA INGLÉS

Registro SENESCYT: 1008-2021-2267745 CI:

2350659427