



**EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ,  
CACAO Y GANADERÍA EN LAS PROVINCIAS DE SUCUMBÍOS Y ORELLANA DEL  
ECUADOR EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

**MARCO OMAR VIZUETE MONTERO**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DOCTORADO EN AGROECOLOGÍA**

**MEDELLÍN 2023**

**EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ,  
CACAO Y GANADERÍA EN LAS PROVINCIAS DE SUCUMBÍOS Y ORELLANA DEL  
ECUADOR EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO.**

**MARCO OMAR VIZUETE MONTERO**

Ing. Ambiental; Esp. Estadística Aplicada; Msc. Seguridad Industrial y Ambiental; c PhD  
Agroecología

**TESIS PRESENTADA PARA OPTAR AL TÍTULO DE DOCTOR EN AGROECOLOGÍA**

**SARA MARÍA MÁRQUEZ GIRÓN PhD. Agroecología.**

**COMITÉ TUTORIAL**

**ELÍAS DE MELO VIRGINIO FILHO, PhD  
JAIME DE JESÚS CALLE OSORNO, PhD**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DOCTORADO EN AGROECOLOGÍA**

**MEDELLÍN**

**2023**

## HOJA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación dedico a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mi padre Marcos Vizuete que desde la eternidad me guía por el camino del triunfo y del éxito, a mi madre Gladys Montero por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos apremiantes y difíciles. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos y metas.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poder realizar. A, mis hijas Karen, Jamileth y Richard Omar quienes han sido y serán una motivación, inspiración y felicidad. También dedico a Margarita Torres Mora, una mujer valiosa que esta junto a mí en todo momento.

*“Quizá aún no llego a mi meta, pero hoy estoy más cerca de lo que estaba ayer”*

## **AGRADECIMIENTO**

Las palabras nunca alcanzan cuando lo que hay que decir desborda el alma.

El agradecimiento infinito a Dios por darme fuerzas para transitar por este camino lleno de obstáculos, pero con la valentía de superarlos.

A mi madre Gladys Leonor Montero Riofrío, a mi padre Marco Enrique Vizuite Meléndrez, quienes me dieron la vida, quienes me enseñaron a ser un buen hombre con principios de humildad, sencillez y muy perseverante para lograr todo lo que me propongo en esta vida.

A la Doctora Sara María Márquez Girón, al Doctor Elías de Melo Virgínio Filho, al Doctor Jaime de Jesús Calle Osorio que, por sus consejos, enseñanzas, apoyo incondicional durante todos los años de estudio del doctorado, como también al desarrollo de esta tesis.

Al ingeniero Carlos Caicedo Vargas director de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA), a los miembros del comité técnico, al responsable del Departamento de Forestería Ing. Antonio Vera, y todos los que conforman esa prestigiosa institución. Que me han brindado su apoyo, su compañerismo en todas las fases de esta investigación.

A los compañeros de la cohorte 2014 y anteriores a esta, que me han brindado su amistad, consejos para continuar y llegar a esta fase del doctorado.

A todos los miembros de Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología y sus investigadores en especial a la Dra. Clara Nicholls, Dr. Miguel Altieri, pilares fundamentales de apoyo para toda la carrera doctoral.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
TABLA DE CONTENIDO .....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XII
RESUMEN GENERAL .....	XIII
OVERVIEW .....	XIV
INTRODUCCIÓN .....	1
PREGUNTA CIENTÍFICA DE INVESTIGACIÓN .....	5
HIPÓTESIS .....	5
OBJETIVO GENERAL .....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
1.1. POLÍTICAS PÚBLICAS DEL ECUADOR PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	7
1.1.1. COMITÉ INTERINSTITUCIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	8
1.1.2. ESTRUCTURA DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	9
1.2. REGIÓN AMAZÓNICA ECUATORIANA .....	10
1.3. EL DESARROLLO SOSTENIBLE .....	11
1.3.1. DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE: DE LA AGRICULTURA INDUSTRIAL A LA AGROECOLOGÍA .....	13
1.4. SOSTENIBILIDAD COMO RESILIENCIA .....	14
1.5. INSUSTENTABILIDAD DEL MODELO AGRÍCOLA ACTUAL .....	17
1.6. BENEFICIOS DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN UN ENTORNO DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	19
1.7. SISTEMAS AGROFORESTALES .....	19
1.7.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES .....	21
1.8. AGRICULTURA MIGRATORIA .....	23
1.9. SISTEMA TAUNGYA .....	24
1.10. SISTEMAS AGROFORESTALES SIMULTÁNEOS .....	24
1.11. LA AGROECOLOGIA EN LATINOAMÉRICA .....	26
1.12. DISEÑOS DE SISTEMAS AGROECOLÓGICOS .....	27
1.13. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD DE AGROECOSISTEMAS ..	29

1.13.1. MARCO DE EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MANEJO INCORPORANDO INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD (MESMIS) .....	29
1.13.2. ATRIBUTOS QUE TIENE LA METODOLOGÍA MESMIS .....	30
1.13.3. LIMITACIONES QUE TIENE LA METODOLOGÍA MESMIS .....	31
1.14. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE AGROECOSISTEMAS: CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DE INDICADORES.....	32
1.15. CAMBIO CLIMÁTICO .....	34
1.15.1. INNOVACIÓN AGROECOLÓGICA, ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	35
1.16. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ.....	38
1.17. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CACAO.....	38
1.18. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERO .....	39
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA .....	40
2.1. ZONA DE ESTUDIO .....	40
2.2. MÉTODO USADO .....	46
2.3. METODOLOGÍA .....	48
CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN, TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ, CACAO Y GANADERÍA EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA .....	51
3.1. RESUMEN.....	51
3.2. INTRODUCCIÓN.....	52
3.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
3.4. ÁREA DE ESTUDIO .....	53
3.5. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES .....	54
3.5.1. TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	58
3.5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS TIPIFICADOS .....	58
3.6. RESULTADOS .....	58
3.7. RESULTADOS DE LA TIPIFICACIÓN.....	70
3.8. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ, CACAO Y GANADERÍA .....	72
CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ, CACAO Y GANADERÍA EN LAS PROVINCIAS DE SUCUMBÍOS Y ORELLANA.....	76
4.1. RESUMEN.....	76
4.2. INTRODUCCIÓN.....	77
4.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	78
4.4. COMPONENTE 1: PLANIFICACIÓN .....	78

4.5. COMPONENTE 2: EVALUACIÓN .....	79
4.5.1. PONDERACIÓN E IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES .....	79
4.6. COMPONENTE 3. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	80
4.7. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA .....	81
4.8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	87
CAPÍTULO V. FACTORES FISICOEDAFOLIMÁTICOS MUESTRAN UNA IDONEIDAD ÓPTIMA DEL SUELO PARA TRES CULTIVOS TROPICALES EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA.....	98
5.1. RESUMEN.....	98
5.2. INTRODUCCIÓN .....	99
5.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	102
5.3.1. SITIOS DE ESTUDIO.....	103
5.3.2. TRABAJO DE CAMPO.....	104
5.3.3. VARIABLES FÍSICO – GEOGRÁFICAS .....	104
5.3.4. CLASIFICACIÓN DEL POTENCIAL AGROECOLÓGICO. ....	105
5.3.5. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	106
5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	106
CAPÍTULO VI. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA APTITUD DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA .....	113
6.1. RESUMEN.....	113
6.2. INTRODUCCIÓN .....	114
6.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	115
6.3.1. DATOS CLIMÁTICOS HISTÓRICOS, PRESENTES Y FUTUROS. ....	116
6.3.2. BÚSQUEDA DOCUMENTAL .....	117
6.3.3. EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD HISTÓRICA DEL SUELO PARA EL CAFÉ BAJO EL CAMBIO CLIMÁTICO. ....	117
6.3.4. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LAS TIERRAS CAFETALERAS SIN INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	118
6.3.5. EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD FUTURA DEL SUELO CAFETALERO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	119
6.4. RESULTADOS DE DISCUSIÓN .....	119
CAPÍTULO VII. ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS RESILIENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO, ACORDE CON LAS ESTRATÉGIAS Y MEDIO DE VIDA DE LOS PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES.....	131
7.1. RESUMEN.....	131
7.2. INTRODUCCIÓN .....	132
7.3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	133

7.4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	134
7.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	135
7.5.1. ETAPA 1: CONFORMACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO .....	135
7.5.2. ETAPA 2: TALLERES Y CAPACITACIONES.....	135
7.5.3. ETAPA 3: EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DEL MANEJO DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	138
7.5.4. ETAPA 4: ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DEL DISEÑO AGROECOLÓGICO PARA MEJORAR LOS MEDIOS DE VIDA.....	138
7.5.5. ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	139
7.5.6. ELABORACIÓN PARTICIPATIVA DE LA PROPUESTA DE DISEÑO AGROECOLÓGICO PARA MEJORAR LOS MEDIOS DE VIDA.....	141
7.5.7. TÉCNICAS AGROFORESTALES PARA EL ASOCIO.....	143
7.5.8. ETAPA 5: VALIDACIÓN Y SOCIALIZACIÓN DE LA PROPUESTA .....	148
7.6. PROPUESTA FINAL DEL DISEÑO AGROECOLÓGICO EN SISTEMAS AGROFORESTALES.....	151
7.6.1. CONTRIBUCIÓN AMBIENTAL .....	154
7.6.2. CONTRIBUCIÓN SOCIOCULTURAL .....	155
7.6.3. CONTRIBUCIÓN SOCIOECONÓMICA.....	155
CONCLUSIONES GENERALES .....	157
RECOMENDACIONES.....	159
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161
ANEXOS.....	184

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sectores prioritarios para la mitigación.....	7
Tabla 2: Caracterización de las UPA´s de cacao .....	44
Tabla 3: Número total de cabezas de ganado (Provincia de Sucumbíos) .....	45
Tabla 4: Número total de cabezas de ganado (Provincia de Orellana).....	46
Tabla 5: Uso del suelo y cultivos de importancia económica en la zona .....	46
Tabla 6: Evaluación cualitativa, cuantitativa de las dimensiones de los SAF .....	55
Tabla 7: Caracterización sociodemográfica de los productores SAF (Sucumbíos y Orellana) .....	59
Tabla 8: Variables correlacionadas de la dimensión económica .....	62
Tabla 9: Variables correlacionadas de la dimensión ecológica .....	64
Tabla 10: Variables correlacionadas de la dimensión sociocultural.....	67
Tabla 11: Variables correlacionadas de la dimensión tecnológica.....	69
Tabla 12: Tipologías de los SAF de café, cacao y ganadería.....	70
Tabla 13: Puntos críticos y porcentajes de prioridad para alcanzar la sostenibilidad.....	81
Tabla 14: Indicadores y subindicadores de sostenibilidad de la dimensión económica (IK) .	87
Tabla 15: Indicadores y subindicadores de sostenibilidad de la dimensión ecológica (IE) ...	89
Tabla 16: Indicadores y subindicadores de sostenibilidad dimensión sociocultural (ISC).....	90
Tabla 17: Indicadores y subindicadores de sostenibilidad de la dimensión tecnológica (IT) .	92
Tabla 18: Índice General de sostenibilidad (IGS) - SAF .....	94
Tabla 19: Condiciones agroecológicas óptimas para cacao, café y pastos tropicales .....	105
Tabla 20: Número de hectáreas de aptitud óptima, moderada y marginal del suelo para cultivos de cacao, café y pastos en las tres provincias. ....	108
Tabla 21: Cambios históricos y actuales en las áreas de aptitudes del suelo para el cultivo de café.....	121
Tabla 22: Porcentaje de cambios en las áreas de alta aptitud de la tierra para el cultivo. ...	126
Tabla 23: Marco metodológico y etapas del proceso de conversión. ....	135
Tabla 24: Participación de los productores de bajo la metodología SAF en el ciclo de capacitaciones.....	136
Tabla 25: Vulnerabilidad de los medios de vida por provincia .....	137
Tabla 26: Evolución del manejo actual de los SAF .....	139
Tabla 27: SAF actual de cultivo (café y cacao) asociado con otros cultivos maderables....	141
Tabla 28: Especies de árboles de uso múltiple para SAF de café.....	144
Tabla 29: Espaciamiento inicial con y sin raleo para establecimiento de s SAF café .....	144
Tabla 30: Espaciamiento inicial y porcentaje sombra SAF cacao.....	145
Tabla 31: Función agroecológica de los arreglos vegetales y de SAF .....	146

Tabla 32: Modelos integrales de intervención para la adaptación del cambio climático .....	147
Tabla 33: Validación de la propuesta (arreglo vegetal) Agroecológica - agroforestal .....	148
Tabla 34: Espaciamiento inicial en un Sistema Agroforestal (árboles de uso múltiple).....	150
Tabla 35: Espaciamiento inicial en un Sistema Agroforestal (árboles maderables).....	151

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Síntesis de los principales efectos de los vientos fuertes, las lluvias intensas y la sequía sobre las poblaciones de organismos nocivos y sus reguladores naturales. ....	15
Figura 2: Representación gráfica de los sistemas agroforestales.....	22
Figura 3: Sistema agroforestal simultáneo: árboles con cultivos perennes .....	25
Figura 4: Estrategias de diversificación de agroecosistemas modernos basados en cultivos anuales y perennes. ....	28
Figura 5: Esquema general del MESMIS. ....	30
Figura 6: Representación de los efectos físicos de los huracanes sobre el hábitat de las plagas de insectos y sus reguladores naturales. ....	36
Figura 7: Ubicación geográfica de las provincias de Sucumbíos y Orellana.....	40
Figura 8: Situación de la caficultura en el Ecuador .....	41
Figura 9: Volumen de producción de café.....	42
Figura 10: Principales zonas cafetaleras del Ecuador.....	42
Figura 11: Zonas de producción de café y cacao en la RAE .....	43
Figura 12: Diagrama de flujo de la metodología empleada en la investigación. ....	48
Figura 13: Localización e identificación numérica de los SAF de las provincias Sucumbíos y Orellana.....	54
Figura 14: Flujograma metodológico.....	59
Figura 15: Plano factorial de dimensiones sociodemográficas .....	61
Figura 16: Análisis de Componentes Principales: dimensión económica .....	63
Figura 17: Análisis de Componentes Principales: dimensión ecológica .....	66
Figura 18: Análisis de Componentes Principales: dimensión sociocultural.....	68
Figura 19: Análisis de Componentes Principales: dimensión tecnológica .....	69
Figura 20: Representación de las tipologías de SAF de café, cacao y ganadería .....	71
Figura 21: Diagrama de los sistemas de la tipología I.....	72
Figura 22: Diagrama de los sistemas de la tipología II.....	73
Figura 23: Diagrama de los sistemas de la tipología III.....	74
Figura 24: Flujograma de diseño metodológicos de diagnósticos de sostenibilidad .....	81
Figura 25: Dimensión económica de los SAF de café, cacao y ganadería .....	88
Figura 26: Dimensión ecológica de los SAF de café, cacao y ganadería .....	90
Figura 27: Dimensión sociocultural de los SAF de café, cacao y ganadería .....	91
Figura 28: Dimensión tecnológica de los SAF de café, cacao y ganadería .....	93
Figura 29: Índice de Sostenibilidad General de los SAF de café, cacao y ganadería.....	96
Figura 30: Zonificación agroecológica para el cultivo del cacao en las tres provincias de la Amazonía ecuatoriana. ....	107

Figura 31: Zonificación agroecológica para el cultivo del café en las tres provincias de la Amazonía ecuatoriana. ....	109
Figura 33: Provincias de la Amazonía Ecuatoriana (EA) como área de estudio .....	116
Figura 34: Diagrama de flujo de la metodología de investigación .....	120
Figura 35: Mapas de los factores fisio-edafológicos (A), Aptitud histórica del suelo con influencia de factores climáticos y (B). Aptitud actual de la tierra sin influencia de factores climáticos para el cultivo de café en el área de estudio.....	120
Figura 36: Mapas de aptitud de la tierra para cada GCM para el cultivo de café en el área de estudio.....	124
Figura 37: Diagrama de grupo metodológico .....	134
Figura 38: Propuesta de diseño integral Agroecológico de SAF café.....	152
Figura 39: Propuesta de diseño integral Agroecológico de SAF cacao .....	153

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Tamaño de muestra proporcional.....	47
Ecuación 2: Indicador económico (IK).....	79
Ecuación 3: Indicador ecológico (IE).....	80
Ecuación 4: Indicador sociocultural (ISC).....	80
Ecuación 5: Indicador tecnológico (IT).....	80
Ecuación 6: índice de sostenibilidad general (ISGen).....	80
Ecuación 7: Cálculo de precipitación.....	105

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Levantamiento de información (primaria) .....	184
Anexo 2: Encuesta de Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería.....	202
Anexo 3: Resultados de la caracterización de los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería: Dimensión Económica .....	207
Anexo 4: Índice de Sustentabilidad General (ISG) .....	219
Anexo 5: valoración de la vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático en fincas cafetalera y cacaoteras.....	222
Anexo 6: Valoración de la vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático en fincas ganaderas.....	229
Anexo 7: Niveles de aptitud para el cultivo de café y cacao .....	233
Anexo 8: Análisis estadístico (Análisis Factorial) de sostenibilidad de fincas de la Amazonía ecuatoriana.....	235
Anexo 9: Resultado de análisis de suelo de las fincas en estudio.....	244
Anexo 10: Reporte fotográfico .....	266

## RESUMEN GENERAL

**Antecedentes:** Según el mapa oficial de aptitudes del suelo del Ecuador, apenas el 17.5% que representa el 1.1 millones de hectáreas es apto para actividades agrícolas o afines. La RAE dispone de 170.000 hectáreas con aptitudes agrícolas. Sin embargo, existen condiciones ambientales climáticas principalmente que dificultan desarrollar actividades agrícolas, ganaderas, caza y silvicultura que son fuentes de ingresos económicos para el 61% de la población rural. **Objetivos:** Estudiar la vulnerabilidad, resiliencia agroecológica, potencialidades socioeconómicas y ecológicas de los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería en las provincias de Sucumbíos y Orellana de la Amazonía ecuatoriana, como insumo para la toma de decisiones para la adaptación y mitigación al cambio climático. **Materiales y métodos:** Se caracterizaron y tipificaron los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadero. Se determinaron los tipos de sostenibilidad socioeconómica y ecológica, donde se evaluaron la vulnerabilidad y adaptabilidad del cambio climático a través del desarrollo participativo de productores y técnicos. Se tomó en cuenta la aptitud agroecológica de los suelos de las provincias de Sucumbíos y Orellana. Se conformó la propuesta de arreglos agroforestales con principios agroecológicos. Con la ayuda de los productores como principales protagonistas. Sus ideas y experiencias fueron plasmadas en un software simulador de arreglos forestales con la intención de contrarrestar los efectos del cambio climático y mejorar la calidad de vida de los productores. **Resultados:** Se consolidó un grupo de productores nativos y colonos con más de 20 cultivando café, cacao y pasto para la ganadería. En la caracterización y tipificación arrojó tres tipos de sostenibilidad productiva: Tipo I que cultivó un solo rubro; Tipo II que dispone de al menos dos rubros principales en su finca y que usan agroquímicos de manera diferenciada para controlar plagas y enfermedades; y el tipo III que cuenta con al menos tres rubros en sus fincas (café, cacao y ganadería), este último como elemento de supervivencia. La evaluación de vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático de las fincas Tipo I y II presentan una vulnerabilidad crítica a medianamente crítica y, por último, el tipo III tiene una vulnerabilidad moderada. Dentro de la zonificación agroecológica aptitud de suelos existe potencialidad alta y media para el cultivo de cacao, y media a baja en el cultivo de café y pastos, principalmente.

**Palabras claves:** Adaptabilidad, aptitud, potencialidad, rubros, vulnerabilidad

## OVERVIEW

**Background:** According to the official map of soil skills in Ecuador, only 17.5% representing 1.1 million hectares is suitable for agricultural or related activities. The SAR has 170,000 hectares with agricultural skills. However, there are mainly climatic environmental conditions that make it difficult to develop agricultural, livestock, hunting and forestry activities that are sources of economic income for 61% of the rural population. **Objectives:** To study the vulnerability, agroecological resilience, socioeconomic and ecological potential of the agroforestry systems of coffee, cocoa and livestock in the provinces of Sucumbíos and Orellana of the Ecuadorian Amazon, as input for decision-making for adaptation and mitigation to climate change. **Materials and methods:** The agroforestry systems of coffee, cocoa and livestock were characterized and typified. The types of socioeconomic and ecological sustainability were determined, where the vulnerability and adaptability of climate change were evaluated through participatory development of producers and technicians. The agroecological aptitude of the soils of the provinces of Sucumbíos and Orellana was taken into account. The proposal of agroforestry arrangements with agroecological principles was conformed. With the help of producers as the main protagonists. His ideas and experiences were embodied in a software simulator of forest arrangements with the intention of counteracting the effects of climate change and improving the quality of life of producers. **Results:** A group of native producers and settlers was consolidated with more than 20 cultivating coffee, cocoa and grass for livestock. In the characterization and typification, it showed three types of productive sustainability: Type I that cultivated a single item; Type II that has at least two main items on its farm and that uses agrochemicals in a differentiated way to control pests and diseases; and type III, which has at least three items on its farms (coffee, cocoa and livestock), the latter as an element of survival. The evaluation of vulnerability and adaptability to climate change of Type I and II farms present a critical to moderately critical vulnerability and, finally, type III has a moderate vulnerability. Within the agroecological zoning soil suitability there is high and medium potential for cocoa cultivation, and medium to low for coffee and pasture cultivation, mainly.

**Keywords:** Adaptability, aptitude, potential, items, vulnerability

## INTRODUCCIÓN

La agricultura y ganadería es una de las actividades humanas más importantes del sistema alimentario mundial; sin embargo, durante la mayor parte de la historia del planeta, la especie humana no practicó la agricultura sino que se adecuó a la naturaleza viviendo de la caza y de la recolección (Sarandón, Flores , Gargoloff, & Blandi, 2014). El actual sistema alimentario mundial, con sus semillas de alta tecnología, no ha sido capaz de cumplir con su principal función que es alimentar a la población mundial (GRAIN, 2009).

En la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo celebrada en el Cairo en 1994, se estimó que la población mundial incrementó de 5.700 a 7.200 millones y según estimaciones que hace las Naciones Unidas aumentaría a mediados de siglo a 9.600 millones de habitantes (FAO, 2014). De estos, el 60% corresponden a áreas rurales, el 85% depende de la agricultura y la mujer campesina representa el 44% de mano de obra agrícola (FAO, 2001). A finales del siglo XX la modernidad agrícola (revolución verde) acarreó un sin número de problemas en el manejo de los recursos de aguas y tierras. Como también en el área económica afectando principalmente a los pequeños agricultores (Altieri & Nicholls, 2000). de América Latina y el Caribe que representan un 80% del total de agricultores.

Dentro de los problemas económicos está la malnutrición, inseguridad alimentaria, bajos niveles de vida, emigración a gran escala y, en ocasiones, genera competencia violenta por los recursos para satisfacer necesidades básicas. Todas estas consideraciones se relacionan directamente con los efectos del cambio climático que genera una pérdida de diversidad biológica, de vital importancia para cerca de 1.300 millones de personas que viven en tierras frágiles y muchos de ellos deben soportar el impacto de los desastres naturales (PNDU, 2015).

El cambio climático global es una innegable realidad sus efectos destructivos se sienten en todo el planeta, comprometiendo la seguridad alimentaria tanto a nivel local como mundial. Los efectos del cambio climático sobre los rendimientos agrícolas varían de región en región (Nicholls, Ríos , & Altieri, 2013). Se prevé que sus efectos se sientan más en países en vías de desarrollo debido a su exposición geográfica, bajos ingresos y la dependencia en la agricultura para su supervivencia y su limitada capacidad de buscar otras alternativas para su subsistencia. Esta vulnerabilidad se presenta con el uso indiscriminado e inadecuado de productos sintéticos como los herbicidas, insecticidas, fertilizantes, entre otros (GRAIN, 2009).

A ello hay que sumarle la destrucción de mercados locales, incremento de industrias procesadoras, empaques, refrigeración y comercialización. Teniendo en cuenta que la

demanda mundial de productos pecuarios se incrementará en un 70% para el año 2050, contribuyendo con el 14,5%, mientras tanto que el sector agrícola aportará con al menos la quinta parte (20%) de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, según Granizo Da Silva menciona que para reducir éstas emisiones, y de forma simultánea mejorar los rendimientos agrícolas y aumentar la resiliencia, es adoptando técnicas como la agroecología y la intensificación sostenible y climáticamente inteligente (FAO, 2018).

Los países de América Latina y el Caribe cuentan y participan con programas globales para conservar la biodiversidad y mitigan los efectos del cambio climático, como los sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles, sistemas taungya; todos éstos en combinación de plantaciones de café, cacao, estas prácticas agrícolas han ayudado a minimizar, mitigar el aumento los gases de efecto invernadero (GEI), la degradación de las tierras y el avance de los desiertos (Montagnini, Somarriba, Murgueitio, Fassola, & Eibl, 2015).

El sector agrícola en el Ecuador es el área económica más importante después de la exportación del petróleo. Para el año 2008 junto con la agroindustria contribuyeron con un 13% del producto interno bruto (PIB) total, el cual generó más de 3 millones de empleos (RED AGRARIA, 2010). Desde 1973, la selva baja amazónica comenzó a poblarse de colonos de distintas partes del país gracias a la política de estado que, ejerciendo a través del Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC), declararon toda la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) como tierras baldías.

La Región Amazónica ecuatoriana ocupa una superficie de 116 398 km<sup>2</sup>, lo que representa un 45% del territorio nacional. La edafología de la región menciona que solo el 8,75% de la superficie de la región posee suelos aptos para la agricultura (FUNDACIÓN NATURA, 1991). Los pisos altitudinales en la que se encuentra la región oriental ecuatoriana están entre los 200 y 4500 msnm según la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR, 2015).

Para la exploración y explotación petrolera se construyeron extensas redes viales y por la política estatal de adjudicación de tierras se facilitó a los colonos el acceso libre a los recursos de tierra y bosque. Cerca de 30 mil familias de colonos se establecieron en zonas con suelos rojos (oxisoles y ultisoles). También existen suelos aluviales y de origen volcánico que ocupan una superficie aproximada de 900 mil hectáreas (Ramírez , Seré, & Uquillas, 1993).

La colonización de la selva baja de la Región Amazónica Ecuatoriana ha ocasionado una alta deforestación extracción de madera. A ello hay que sumarle la presión de grupos étnicos sobre áreas de asentamientos en el bosque primario que, con sus prácticas agrícolas y ganaderas

poco sostenibles (mediante producción de café, cacao y ganadería) han favorecido al deterioro de los recursos naturales amazónicos. Esto significa pérdida en la biodiversidad por la tala de los bosques, degradación de los suelos, contaminación de las aguas, incidencia de plagas y enfermedades, malezas y una baja productividad.

También hay que tener en cuenta el desplazamiento de grupos no contactados (Tagaeri y Taromenane) a zonas más internas de la selva ecuatoriana. Por ello, el estado ecuatoriano, en 1999, creó un mecanismo de protección denominada “zona intangible” que tenía como propósito proteger el territorio donde habitan estos grupos (Pazniño , 2013).

Conforme a las investigaciones realizadas por el Ministerio del Ambiente (MAE, 2013) la Región Amazónica Ecuatoriana tiene 19 ecosistemas, siendo tres de ellos los que cubren el 61% de la vegetación que corresponden a bosques de tierra firme de los sectores biogeográficos. Estos están distribuidos de la siguiente manera: vegetación remanente del 90.3%, áreas agropecuarias 9.5%, zonas antrópicas 0,2%; acorde con estos espacios de la biosfera Amazónica el número de especies, género y familias son: reptiles el 15.7%, anfibios 15.9%, aves 37.2% y con el 31.2% de plantas vasculares.

Conforme al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Sucumbíos (PODOTS, 2015), la provincia de Sucumbíos cuenta con un número importante de recursos hídricos, originados del clima, en la superficie y subsuelo. De ahí se desprende los caudales de los ríos. Entre los principales tenemos: Salado, Papallacta, Quijos, Napo, Cosanga, Aguarico. Según un análisis de la calidad del agua, estos cuerpos hídricos (parámetros como el pH, OD, turbidez y oxígeno de saturación), superan los límites permisibles establecido en la normativa ambiental vigente. En algunos sitios, la presencia de estos parámetros se debe a partículas en suspensión producto de la erosión del suelo causada por el asentamiento poblacional y las fuertes lluvias presentes en el sector. Por otra parte, la presencia de materia orgánica en descomposición y la ausencia de oxígeno se debe a la constante descarga de aguas residuales o vertientes industriales.

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Municipal de Francisco de Orellana (PDOTMFO, 2018), esta provincia cuenta con las siguientes áreas protegidas: parque nacional Yasuní, la zona baja de la reserva de producción faunística Cuyabeno, parque nacional Sumaco Napo Galeras, reserva biológica Limoncocha, bosque protector Napo, Payamino, bosque protector estación científica San Carlos, bosque protector Subcuenca río Pacayacu, bosque protector Hollín-Loreto-Coca y el patrimonio forestal flancos, al este de la cordillera del Galeras.

En Orellana es donde nace la vertiente del Amazonas dentro del sistema hidrográfico y/o cuenca del río Napo conformada por las subcuencas correspondientes a los ríos: Curaray, Coca, Yasuní, Tiputini, Payamino, Indillamay y los drenajes menores. El análisis de calidad de agua de esta zona está calificada como regular-mala, con relación a los máximos admisibles de lo que establece el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental (TULAS, 2003).

La agricultura convencional se basa en utilizar insumos sintéticos como abonos químicos, herbicidas, pesticidas, todo ello contribuye a la contaminación de las aguas y del ambiente, a la pérdida de la fertilidad del suelo, el aumento de la deforestación. También influye mucho la explosión de comunidades campesinas e indígenas que se ajustan al modelo agroexportador, éste necesita expandir la frontera agrícola con el único fin de obtener lucro en corto tiempo (Ortega , 2009).

En cambio, muchos países vienen practicando por cientos de años la agricultura familiar campesina que se basa en una forma de producción de alimentos con poco acceso a recursos de tierra y a otros factores de producción como semillas criollas, agua, uso de mano de obra familiar. Donde el cabeza de familia participa de manera directa del proceso productivo, es decir, es un trabajador más del núcleo familiar (HEIFER, 2014).

En la década de los 80 y 90 Ecuador, a través de ONGs, establece proyectos agroecológicos en la región de la Sierra, en las provincias como el Chimborazo, Cotopaxi y Carchi. Estos proyectos eran principalmente forestales, veterinarios y agrícolas impulsados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería. A partir de 1995 inicia una etapa integral en la Costa y en la Sierra ecuatoriana por la adopción de un enfoque agroecológico en el manejo de recursos naturales por parte de los campesinos e indígenas, el fortalecimiento organizativo y de las capacidades de proposición y gestión (HEIFER , 2006). Algo semejante ocurre en la Región Amazónica Ecuatoriana, con la cooperación interinstitucional del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), implementan proyectos de agroforestería con principios agroecológicos sostenibles en la Amazonía ecuatoriana. Su objetivo, fortalecer los conocimientos, capacidades y habilidades de las familias productoras de café, cacao y ganadería, y rubros considerados como los más importantes en las provincias de Sucumbíos y Orellana (Elías de Melo, Caicedo, & Astorga, 2014).

En efecto, la superficie de suelo adecuado para la agricultura y ganadería en la Región Amazónica Ecuatoriana es limitado con apenas el 8,75%, sabiendo que estas actividades

generan ingresos económicos a los pequeños y medianos productores, que no solo deben lidiar con los precios bajos del mercado, sino también con el cambio climático que afecta a comunidades, familias rurales, a los agroecosistemas y por consiguiente a la producción agrícola y ganadera; es ahí donde resalta la importancia de esta investigación, pues se pretende caracterizar y tipificar los sistemas agroforestales; como también evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas; también se determinó la influencia de la variabilidad climática sobre los sistemas agroforestales, determinado el impacto del cambio climático sobre la aptitud de los sistemas agroforestales del café, cacao y ganadería; para finalmente crear alternativas agroecológicas resilientes al cambio climático, todas ellas acordes a las estrategias y medios de vida de los pequeños y mediano productores de la Región Amazónica Ecuatoriana, principalmente en las provincias de Orellana y Sucumbíos.

Por consiguiente, el propósito de esta investigación es evaluar la sostenibilidad de los diferentes sistemas de cultivo que tienen los productores de la Región Amazonía Ecuatoriana, principalmente del café, cacao y ganadería, para ello se desarrolló visitas a los diferentes predios, con apoyo de ellos se recorrieron los predios, en especial parcelas; en reuniones permanentes se planteó las diferentes metodologías de evaluación de sostenibilidad agroecológica, actuando los productores como protagonistas de esta valoración se determinó el nivel de sostenibilidad de sus sistemas agroforestales que mantienen. Y con los resultados alcanzados se plantearon estrategias resilientes ante los efectos del cambio climático especialmente.

Todos estos aspectos nos llevan a la presente investigación y a plantearnos las siguientes hipótesis:

### **PREGUNTA CIENTÍFICA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería adaptados a la Región Amazónica Ecuatoriana de las provincias de Sucumbíos y Orellana ayudarán a mitigar los efectos del cambio climático y, a su vez, contribuir a la soberanía y seguridad alimentaria, y a mejorar la calidad de los productores en la región?

### **HIPÓTESIS**

“La mayor diversidad y asocio vegetal en un sistema agroforestal de café, cacao y ganadería contribuirán a tener una mejor sostenibilidad socioeconómica y ecológica en la Región Amazónica Ecuatoriana”

Proponer nuevas estrategias de rediseño de los sistemas agroforestales e incentivar en una reconversión hacia sistemas más biodiversos y resilientes con bases agroecológicas sostenibles que ayudarán a mitigar las consecuencias del cambio climático, así como a luchar contra el aumento de los gases de efecto invernadero.

### **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar la vulnerabilidad, resiliencia agroecológica, potencialidades socioeconómicas y ecológicas de los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería en las provincias de Sucumbíos y Orellana de la Amazonía Ecuatoriana, como insumo para la toma de decisiones para la adaptación y mitigación al cambio climático.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar, tipificar y evaluar la sostenibilidad de los sistemas agroforestales de cacao, café y ganadería en la Amazonía Ecuatoriana.
- Analizar la influencia de la vulnerabilidad climática sobre los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería en la sostenibilidad de las fincas de pequeños y medianos productores.
- Identificar alternativas agroecológicas resilientes al cambio climático acordes a las estrategias y medios de vida de los pequeños y medianos productores.

## CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. POLÍTICAS PÚBLICAS DEL ECUADOR PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Con base en las resoluciones que hace el Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE, 2017), las políticas públicas del Ecuador, está basada en lo que establece la Constitución de la República del Ecuador del 2008, donde establece el Art. 413 que su principal objetivo es promover la eficiencia energética, el desarrollo y el uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, las energías renovables, diversificadas, de bajo impacto que no ponga en riesgo la soberanía alimentaria ; el equilibrio ecológico de los ecosistemas, y del derecho del agua.

Por otro lado, está el art. 414, del cual busca la adopción de medidas adecuadas y transversales para mitigar el cambio climático mediante la limitación tanto de las emisiones del Gas de Efecto Invernadero (GIE), como de la deforestación y la contaminación atmosférica; adoptando además medidas para la conservación del bosque y la vegetación, para la protección de la población (Asamblea Constituyente, 2008).

En función de los planteado, está el Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV) establece que se debe desarrollar estrategias de planificación nacional a largo plazo (2030), estas estrategias deberán construir una alcanzar una redistribución de la riqueza, esto permitirá alcanzar un Buen Vivir promoviendo el florecimiento de las capacidades y potencialidades de los individuos. Por otro lado, se plantea promover a mediano y largo plazo salir del modelo económico exportador, democratizar el acceso a los medios de producción y elevar la productividad, aquello se logrará con el incentivo de fortalecer el bio-conocimiento y de servicios ecoturísticos comunitarios, y la construcción de industrias propias relativas a la bio y nanotecnología.

Entre los sectores prioritarios, que tiene la política pública para mitigar los efectos del cambio climático, están los siguientes:

Tabla 1: Sectores prioritarios para la mitigación.

<b>SECTORES</b>	<b>SUBSECTORES</b>
Energía	Actividades de quema de combustibles. Fuga de emisiones de combustibles. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono
Procesos industriales y uso de productos	Industria minera. Industria metalúrgica.

	Productos no energéticos de uso combustible y solvente. Industria electrónica. Uso de productos sustitutos de sustancias destructoras del ozono. Manufactura y uso de otros productos. Otros.
Agricultura. Silvicultura y otros usos de la tierra.	Ganadería. Suelos. Fuentes acumuladas y fuentes de emisiones no relacionadas al CO <sub>2</sub> , en el suelo. Otros.
Residuos	Manejo de desechos sólidos. Tratamiento biológico de desechos sólidos. Incineración y quema a campo abierto de residuos. Tratamiento y descarga de aguas residuales. Otros.
Otros	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por deposición atmosférica. De nitrógeno en el NO <sub>x</sub> y NH <sub>3</sub> . Otros.

Fuente: (MAATE, 2017).

### 1.1.1. COMITÉ INTERINSTITUCIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo a lo que establece el (Decreto Ejecutivo 495, 2014), este establece atribuciones que tienen las dependencias de Estado:

- **Entidades del gobierno central:** Las dependencias disponen de mecanismos que permiten mitigar los efectos del cambio climático éstos están relacionados con el desarrollo social, sectores estratégicos como el patrimonio, la política económica, la producción, el empleo y competitividad y la seguridad pública.
- **Gobiernos Autónomos Descentralizados:** Estas dependencias del Estado, representan niveles de gestión regional, provincial, cantonal y parroquial, estos tienen competencias, deberes y niveles de participación; este contexto, el rol protagónico que tienen los (GADs) cuenta con instrumentos y esquemas que permiten crear y aplicar acciones para mitigar los efectos del cambio climático.
- **Sociedad civil:** La participación de la sociedad civil, en la política pública, es primordial, ya que se encarga de agilizar el intercambio de información entre los distintos niveles de gestión, y sustentar de mejor manera la toma de decisiones en lo concerniente al cambio climático, es importante crear escenarios participativos de la sociedad en temas que tienen relación directa e indirecta en el cambio climático, todo ello con la participación de los Consejos Sectoriales de Participación.

### 1.1.2. ESTRUCTURA DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

De acuerdo con (MAATE, 2017) considera importante crear estrategias coordinadas de trabajo para enfrentar los desafíos que tiene el cambio climático. Para ello se considera necesario articular algunos principios, entre ellos están:

- **Articulación regional e internacional:** Para articular de forma adecuada este principio es necesario contar con sinergias regionales y globales que luchan para mitigar y generar resiliencia en las actividades agrícolas ganaderas principalmente.
- **Consistencia con principios internacionales sobre cambio climático:** Los principios y acuerdos internacionales sobre el cambio climático deberá ser considerados y aplicados de forma adecuada, para ello es necesario buscar articulaciones con prioridades nacionales, tomando en cuenta el cumplimiento de la legislación nacional principalmente.
- **Énfasis en la implementación local:** Aquí el principal ente serán los Gobiernos Autónomos Descentralizados, quienes deben implementar y ejecutar acciones que busquen el involucramiento del sector privado y la sociedad civil en general, con ello se logrará mitigar y alcanzar una adaptación al cambio climático.
- **Integridad ambiental:** Hay que asegurarse que hay que aplicar mecanismos que no afecten o causen algún daño ambiental, con ello se estaría respetando los derechos de la naturaleza, con ello se estaría respetando la existencia y el mantenimiento y regeneración de los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.
- **Participación ciudadana:** Es importante la participación de todo ecuatoriano y ecuatoriana a gestionar acciones que permitan mitigar los efectos del cambio climático, para ello es necesario que participen de forma activa personas y organizaciones.
- **Proactividad:** Se deberá aprovechar oportunidades de transferencia de tecnología, como también económica esto permitirá contar con recursos y en cualquier momento aplicar acciones creativas y audaces para enfrentar los efectos que tiene el cambio climático.
- **Protección de grupos y ecosistemas vulnerables:** La atención que se deberá hacer para enfrentar y/o mitigar el cambio climático es a las poblaciones y zonas vulnerables principalmente.
- **Responsabilidad intergeneracional:** Las acciones que se efectúen en la presente estrategia, se tomará en cuenta los efectos a mediano y largo plazo, como también las consecuencias de la presente y futura generación.

- **Transversalidad e integralidad:** Todos los sectores relevantes del sector público y privado deben participar en acciones de mitigación para enfrentar el cambio climático, para ello se deberá crear planes e instrumentos de gestión.

Los lineamientos para la acción del año 2025 son:

- Consolidar y potenciar la implementación de medidas que permiten aumentar la capacidad de respuesta de las especies y ecosistemas frente a los impactos del cambio climático.
- Garantizar que el Patrimonio de Áreas Naturales del Ecuador contribuya a incrementar la capacidad de respuesta de las especies y los ecosistemas frente a los impactos del cambio climático.
- Fomentar que las energías renovables sean las de mayor uso en los procesos productivos del sector agropecuario.
- Promover que las medidas, prácticas y acciones que reducen emisiones de GEI en el sector agropecuario sean amplia y frecuentemente usadas en los sistemas productivos del país.

## 1.2. REGIÓN AMAZÓNICA ECUATORIANA

Las provincias de Sucumbíos y Orellana están limitadas al Norte con la República Colombia, al Sur con la Provincia de Pastaza y Tungurahua, y al Este con la República del Perú, al Oeste con las Provincias del Carchi, Imbabura, Pichincha y Cotopaxi. La Provincia de Sucumbíos tiene una superficie de 18.330,6 Km<sup>2</sup> y la de Orellana 20.732,9 Km<sup>2</sup> tienen una forma irregular, se asemejan a un poliedro rectangular cuyo lado mayor se encuentra en dirección al Este – Oeste. Estas provincias a su vez representan aproximadamente el 33% de la superficie de la región Amazónica ecuatoriana. En esta zona predomina el clima húmedo tropical con una precipitación media anual de 2.600 mm y con temperaturas que oscilan entre los 27 y 36 grados Celsius (INAMHI, 2016). La región amazónica del Ecuador comprende parcial o totalmente las cuencas altas de los ríos Putumayo, Napo, Pastaza y Morona Santiago. Aunque esta región constituye solo una pequeña porción de la Amazonía continental, la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) ocupa 11,6 millones de hectáreas representando un 48,4% del todo el territorio nacional. De hecho, si se observa el mapa oficial de aptitudes del suelo del Ecuador, se encuentra que es más de la mitad (53,6%). La edafología de la región amazónica menciona que solo el 8,75 % de la superficie de la región posee suelos aptos para la agricultura (FUNDACIÓN NATURA, 1991). El uso de suelo en la región está formada por un

53.4% de montes y bosques, 32,5% de pastos cultivados y un 4,6% dedicado al cultivo perenne (INEC, 2011). En cuanto a la partición nacional en superficie de labor agropecuaria las provincias de Sucumbíos y Orellana tienen el 3,03% y el 2,11%, respectivamente (INEC, 2014).

Los suelos en la RAE son muy diversos, desde volcánicos hasta aluviales (ricos en nutrientes como Calcio, Fósforo y Magnesio), estas partículas son arrastradas por las lluvias predominantes en las zonas montañosas de la cordillera de los Andes (Quesada, Lloyd, Anderson, & Fyllas, 2011). Los suelos de la región están constituidos por suelos aluminio-ferrosos o mal drenados con un escaso contenido de elementos básicos como calcio y nitrógeno, y con poca capacidad de intercambio de cationes. Es decir, carecen de capacidad para fijar nutrientes. Además, la región amazónica no es ecológicamente homogénea sino que está formada por una gran variedad de formaciones ecológicas que dependen de la altitud, las temperaturas y los índices de pluviosidad (Bustamante , Espinoza , Ruiz, Trujillo, & Uquillas, 1993).

La provincia de Sucumbíos fue creada el 11 de febrero de 1989. Su capital es Nueva Loja que cuenta con una superficie de 17. 947 Km<sup>2</sup>, una población 176.472 habitantes (INEC , 2010) y una densidad poblacional de 9,8 ha/km<sup>2</sup>. Está dividida en 7 cantones (Lago Agrio, Cuyabeno, Sucumbíos, Putumayo, Shushufindi, Cascales y Gonzalo Pizarro). Por otra parte, Orellana fue creada el 28 de julio de 1998. Su capital es Puerto Francisco de Orellana (El Coca), tiene una superficie de 21.691 Km<sup>2</sup>, cuenta con una población de 136.396 habitantes y una densidad de 6.28 hab/km<sup>2</sup>. Esta provincia está dividida políticamente por cuatro cantones: Orellana, Aguarico, La Joya de los sachas y Loreto. El cultivo de café en estas zonas constituye uno de los productos más importantes de la exportación del país.

### **1.3. EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

En la década de los años 80 a través de la comisión Brundtland surge el concepto de desarrollo sostenible entendiendo como: *“Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”* (Redcliff & Woodgate, 2002). De acuerdo con la Agenda 2030, Naciones Unidas propone el impulso a la sostenibilidad global, aprobada por la Asamblea General de 2015 como continuidad de la Declaración del Milenio, pero con un enfoque más integrador y universal. Considera como objetivos del milenio el erradicar la pobreza en todas sus formas y dimensiones, y que éste sea el mayor desafío a que se enfrenta el mundo, así lo afirma la estrategia Andaluza de desarrollo sostenible 2030 (EADS, 2018).

La Cumbre de la Tierra de Rio+20 considera la economía verde y la cohesión social como pilares de la sostenibilidad que deberá contribuir a crear oportunidades de empleo y trabajo decentes para todos. Manteniendo, al mismo tiempo, el funcionamiento saludable de los ecosistemas de la tierra, esto, solo se logrará adoptando medidas urgentes en relación a las prácticas insostenibles de producción y consumo (EADS, 2018).

El informe publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2015) señala que durante el último cuarto de siglo se han generado progresos en el ámbito de desarrollo humano. Esto es debido a una mayor esperanza de vida de la población, más niños que tienen acceso a educación y al agua limpia y por tanto a una mejor higiene. Los ingresos per cápita han aumentado, elevando, de esta manera, la calidad de vida para una gran parte de la población mundial.

La mayor calidad del trabajo ha proporcionado una vida digna a la población y un aumento de la participación en la sociedad. De acuerdo con el informe de (PNUD, 2015), entre 1990 y 2015, la pobreza económica en las regiones de países en desarrollo disminuyó en más de las dos terceras partes. Como consecuencia, la reducción de pobreza extrema se redujo de 1900 a 836 millones. Disminuyendo también la tasa de mortalidad a más de la mitad. El índice de mortalidad de niños menores a 5 años se redujo de 12.7 a 6 millones.

En el caso del sector agrícola existen más de 500 millones de explotaciones agrícolas familiares que producen más del 80% de los alimentos para el planeta, gracias a ello existe una mejora en la nutrición y la salud. Sin embargo, las comunidades de todo el mundo son cada vez más vulnerables a los efectos del cambio climático. En específico la pérdida de la diversidad biológica, de vital importancia para la agricultura de muchas comunidades pobres, ya que cerca de 13000 millones viven en tierras frágiles y muchos de ellos sufren el impacto de los desastres naturales.

Con la intención de contribuir a la ejecución de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016) desarrolla programas integrales para la sostenibilidad en áreas de la agricultura, la forestal y la pesca. Tomando en cuenta aspectos sociales, económicos y ambientales basados en cinco principios claves:

1. Mejorar la eficiencia en el uso de los recursos.
2. Conservar, proteger y mejorar los ecosistemas naturales.
3. Proteger y mejorar los medios de vida rurales y el bienestar social.

4. Aumentar la resiliencia de las personas, las comunidades y de los ecosistemas.
5. Proteger la buena gestión de los sistemas naturales y humanos.

Una de las alternativas para cumplir con estos compendios es aplicar los principios básicos de la agroecología. Además, de conservar la biodiversidad en las fincas y en los campos de cultivo, donde se conserva una buena parte del germoplasma nativo de las plantas alimenticias, medicinales y otras de diversos usos, indispensables para el bienestar del ser humano (León , 2012).

### **1.3.1. DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE: DE LA AGRICULTURA INDUSTRIAL A LA AGROECOLOGÍA**

Es necesario partir de la definición de la Agroecología. Ésta promueve la gestión ecológica de los sistemas biológicos mediante formas colectivas de acción social que redirigen el curso de la coevolución entre la naturaleza y la sociedad. Su objetivo es afrontar la crisis de la modernidad. Esto debe lograrse mediante estrategias sistémicas que controlan el desarrollo de fuerzas y relaciones de producción para cambiar selectivamente los modos de producción y consumo humano que han provocado la crisis. En estas estrategias es importante la dimensión local. En ella encontramos un potencial endógeno codificado dentro de sistemas de conocimiento (local, campesino o autóctono) que demuestra y promueven la diversidad cultural y ecológica. Esta diversidad debe formar el punto de partida de las agriculturas alternativas y del establecimiento de sociedades rurales dinámicas pero sostenibles (Sevilla & Woodgate, 2002).

La crisis de la modernidad hace referencia a dos problemas principales. Primero en busca de un crecimiento económico equitativo, ya que, se ha provocado un abismo aún más grande entre el bienestar de los ricos y el de los pobres. La segunda dimensión es la crisis ecológica donde el centro industrial de la sociedad moderna ha construido socialmente la naturaleza como un conjunto inanimado de recursos que funcionan como inputs en el proceso del desarrollo.

La conversión agroecológica de sistemas convencionales, caracterizados por monocultivos manejados con altos insumos a sistemas diversificados de bajo uso de insumos, se basa en dos pilares: la diversificación del hábitat y el manejo orgánico del suelo. El funcionamiento óptimo del agroecosistema depende de diseños espaciales y temporales que promueven sinergias entre los componentes de la biodiversidad de arriba y abajo del suelo. Estos

agroecosistemas condicionan procesos ecológicos claves como la regulación biótica, el reciclaje de nutrientes y la productividad (Altieri & Nicholls, 2007).

Además, se necesita tener en cuenta aspectos productivos, culturales, sociales, económicos y políticos, que demandan una mirada integral y sistemática. Se trata de un proceso de transición que implica una multitud de causas y efectos previstos e imprevistos que se construyen a lo largo del tiempo (Sarandón, Flores, Gargoloff, & Blandi, 2014).

Por otra parte, (Gliessman, 2002) plantea que debe haber un cambio de valores y formas de actuar de agricultores y consumidores en sus relaciones sociales, productivas y con los recursos naturales. Es decir, debe existir transición a nivel de finca, pero también a nivel de comunidad. En las memorias del seminario impartido por (Primavesi, 2002) sobre el manejo ecológico del suelo tropical, establece que en la agricultura convencional se combaten síntomas. Es decir, cuando hay una plaga se mata todo, lo que resulta muy caro.

En la agricultura ecológica tenemos la prevención de los síntomas. Es decir, se adiciona el factor microelemento faltante y se trabaja con las causas y no con los síntomas. De manera que, los productores deciden realizar una conversión desde el sistema de monocultivo manejado con insumos agrotóxicos a un sistema más diversificado. De esta manera, se logra una producción estable y de calidad. Además, es poco dependiente de los insumos externos y con el firme propósito de disminuir sus costos de producción. A la vez, conserva los recursos naturales de la finca como suelo, agua y agrobiodiversidad (Altieri, Miguel., 1995).

#### **1.4. SOSTENIBILIDAD COMO RESILIENCIA**

El concepto de resiliencia fue introducido por el ecólogo Charles Holling (Holling, 1973). Este afirma que la resiliencia determina la persistencia de las relaciones de un sistema y mide la capacidad de absorber los cambios y su existencia. La agricultura constituye, en distintos grados, un ecosistema gestionado y ha sido objeto de frecuentes intervenciones humanas para aumentar la productividad. Mide la producción por unidad de factor de producción como también la producción por unidad de tierra. Una finca es resiliente cuando tiene una capacidad de adaptación ante cualquier peligro o evento extremo, ya sean provocados por el cambio climático, la globalización de la economía u otros (Vázquez, 2013).

Para que haya una resiliencia debe construirse un agroecosistema sostenible que mantenga el recurso base del cual depende, que se apoye en un mínimo de insumos artificiales externos al sistema de producción, que maneje las plagas y enfermedades mediante mecanismos

internos de regulación y por último, que sea capaz de recuperarse de las perturbaciones ocasionadas por las prácticas de cultivo y la cosecha (Gliessman, 2002). Con el objeto de crear una resiliencia en agroecosistemas deben identificarse elementos de sostenibilidad en sistemas existentes en un ecosistema natural que provee un punto de referencia importante para el entendimiento de las bases ecológicas sustentables. Un agroecosistema tradicional ofrece prácticas agrícolas sostenibles en los sistemas sociales, culturales políticos y económicos.

Sin embargo, hay que tener presente la diferencia que hay entre uno u otro. Los agroecosistemas convencionales generalmente son más productivos pero menos diversos que los sistemas naturales (Gliessman, 2002).

Hay que mencionar también que el cambio climático en la actualidad está causando impactos negativos a la producción agrícola, incrementos y decrecimientos en la ocurrencia de plagas asociadas cambios de clima extremos. Como son la sequía prolongada, los huracanes, las lluvias fuertes y fuera de época, entre otros (Vázquez, 2013). Esto depende en gran medida de la ubicación geográfica en que se encuentre. Los problemas fitosanitarios se incrementan o se reducen dependiendo de los eventos extremos que ocurren debido a los cambios del clima. Por efectos físicos directos sobre las plantas y el suelo, sobre las poblaciones de organismos nocivos (ONs) y sus reguladores naturales (RNs), así como efectos indirectos relacionados con los cambios de clima extremos. Así se representa en la (Figura 1):

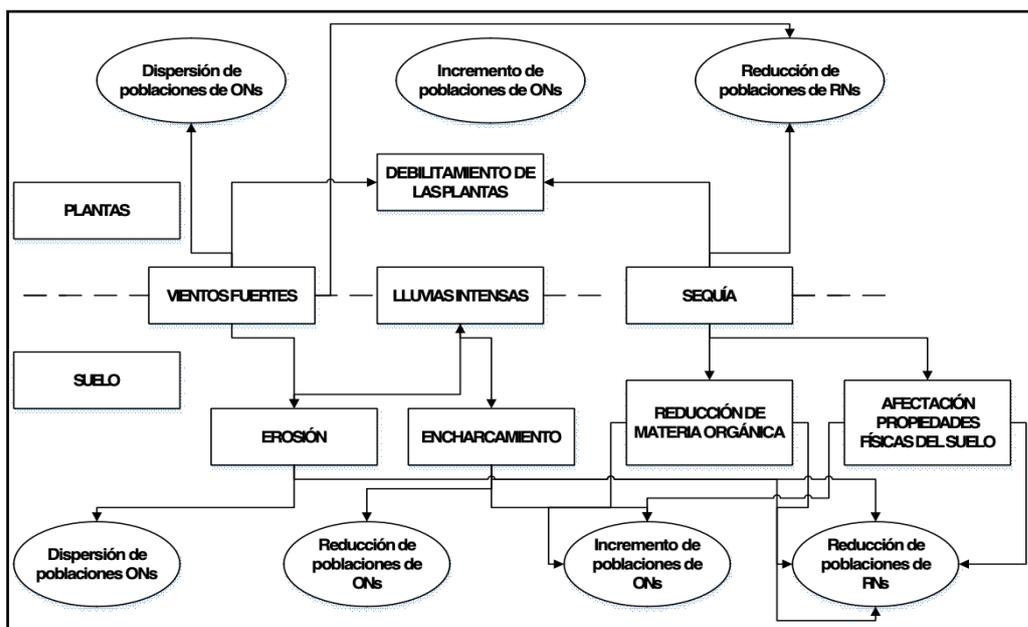


Figura 1: Síntesis de los principales efectos de los vientos fuertes, las lluvias intensas y la sequía sobre las poblaciones de organismos nocivos y sus reguladores naturales. Fuente: (Vázquez, 2013).

Por ello, es importante tomar medidas agroecológicas más radicales que fortalezcan la resiliencia de los agricultores y las comunidades rurales, tales como la diversificación de los agroecosistemas en forma de policultivos, sistemas agroforestales y sistemas que combinen la agricultura y la ganadería. Todo ello acompañado por el manejo orgánico de los suelos, conservación y cosecha de agua, y de un incremento paulatino de la agro-biodiversidad (Nicholls, Henao, Altie, & Altieri, 2015).

El café y el cacao son producidos por millones de agricultores en todo el mundo, la mayoría son familias que practican una agricultura a pequeña y mediana escala. Es por eso por lo que este tipo de producción es tan importante económicamente en países en vías de desarrollo como América Latina y en especial Ecuador. El café y el cacao son considerados como productos de exportación ligados a la creciente demanda mundial. Sin embargo, los pequeños y medianos productores están experimentando problemas económicos debido a que los precios han variado considerablemente durante los últimos años. A ello se suman los problemas ambientales como el aumento de las sequías, la disminución de los recursos naturales y una mayor incidencia de plagas y enfermedades, causadas por el cambio climático (HIVOS, 2015). A consecuencia de la expansión e intensificación de las plantaciones de café y cacao se está contribuyendo a que aumente la deforestación tropical, un aumento de la frontera agrícola, causante de la pérdida de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos que éstos generan.

Los manejos orgánicos del café como también del cacao se asocia con árboles que mejoran las características químicas (menor acidez y mejor fertilidad de algunos nutrientes como fósforo, calcio, potasio) y biológicas (lombrices) de los suelos en comparación con tratamientos convencionales con agrotóxicos. Los sistemas agroforestales de café y cacao junto con un manejo adecuado de la cobertura del suelo garantizan una mayor diversidad de fauna (avifauna, macrofauna de suelo) y de hierbas que proporcionan mayor protección a los suelos. Un diseño y manejo adecuado de la sombra es plenamente factible. Genera importantes niveles de productividad del café y del cacao, garantizando una rentabilidad económica, diversidad de la producción y servicios ambientales claves para mitigar los gases de efecto invernadero (Virginio & Barrios, 2015).

Hay que mencionar además de los sistemas agroforestales (SAF), la combinación de árboles y cultivos en el mismo terreno, los sistemas silvopastoriles (SSP), la mezcla de árboles con pasturas/ganado en la misma unidad de producción, puede contribuir a mitigar el cambio climático debido a que capturan el carbono tanto por arriba como por debajo de la tierra.

Además, tiene la ventaja adicional de aumentar la productividad en el corto y largo plazo, favorecer la biodiversidad y proveer de beneficios sociales y económicos al productor (ECPA, 2012). Con el objetivo de conseguir una sostenibilidad en la producción ganadera bajo sistemas agroforestales se establecieron normas de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) para minimizar el impacto de las actividades pecuarias en el medio ambiente, disminuir los riesgos de contaminación de los productos pecuarios con agentes químicos, físicos y biológicos y mejorar tanto el bienestar laboral de los trabajadores rurales y las especies animales explotadas. Estos arreglos permiten que el ganado tenga comida durante todo el año, incluyendo épocas secas; aumentar la capacidad de carga y con ello la producción de leche y/o carne; los costos de producción se reducirán; los suelos y las fuentes de agua mejorarán su calidad y la ganadería seguirá siendo un buen negocio a largo plazo, contribuyendo a la conservación y el uso sostenible de los recursos animales (Uribe, Zuluaga, Valencia , Murgueitio, & Ochoa, 2011).

## **1.5. INSUSTENTABILIDAD DEL MODELO AGRÍCOLA ACTUAL**

Muchos científicos agrícolas, en consenso sobre agricultura moderna, llegan a concluir una inevitable crisis ambiental (Altieri & Nicholls, 2000). La sostenibilidad a largo plazo se ve comprometida debido a que la agricultura moderna está basada en una masiva aplicación de agroquímicos y el uso de semillas híbridas de alto rendimiento (Sarandón, Flores , Gargoloff, & Blandi, 2014). Cabe destacar que no se puede transferir tecnología extranjera para Ecuador porque éste cuenta con muchos y diversos ecosistemas propios de la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), además de las diversas latitudes. El ecosistema es muy diverso y la agricultura se adapta a cada uno de ellos (Primavesi, 2002).

Debido a la agricultura convencional, algunos productores celebran un aumento de producción agrícola y consiguen un crecimiento económico a costa de recursos finitos como la fertilidad del suelo y disponibilidad de agua (Landeró, y otros, 2016).

La expansión agrícola de los últimos tiempos ha ocasionado un alto impacto y riesgo ambiental por la práctica de la agricultura intensiva o industrializada. Por lo general, lo realizan los países industrializados. Esta práctica se basa en la implantación de grandes campos de cultivo de una sola especie vegetal (monocultivos) y se mantiene con gastos gigantescos de agua, energía fósil, fertilizantes químicos, herbicidas y plaguicidas. El monocultivo implica la extracción de una considerable cantidad de biomasa del ecosistema agrícola, en forma de cosechas, en un tiempo muy corto (Álvarez, 2016).

Después de cuatro décadas de practicar el monocultivo las consecuencias fueron negativas en el ecosistema por la utilización de fertilizantes sintéticos de diferentes tipos como fuente de nutrientes, provocando problemas de fertilidad química como la acidificación y la salinización del suelo, y pérdida de su fertilidad biológica. El uso de paquetes tecnológicos en la agricultura convencional es uno de los principales causantes de la contaminación de los suelos, agua y el aire.

Una de las labores agrícolas que afecta al ecosistema es la labranza. Esta actividad se ha convertido en el mayor desastre porque deja desprotegido y compactado el suelo tropical. A ello se le suma que, los agricultores convencionales aplican con frecuencia tres elementos al suelo: nitrógeno, fósforo y potasio (N, P, K), y el resto, los 45 elementos que también necesita la planta, no son incorporados al suelo con frecuencia. Se dice por ejemplo que, el potasio es muy importante, pero este elemento solamente ayuda a una reacción química dentro de la planta, mientras que el cobre que es un micronutriente ayuda a 10,000 reacciones, porque puede ser constantemente reutilizado. Por lo tanto, no es menos importante, es mucho más potente y eficiente que el potasio. Como resultado, se tiene en los cultivos mayor incidencia de plagas y enfermedades (Primavesi, 2002).

El calentamiento global pone en evidencia el fracaso y la insostenibilidad del actual modelo de desarrollo que está basado en el consumo de energía fósil, la sobreproducción y el libre mercado (GRAIN, 2009). En todo el mundo se están haciendo presentes movimientos sociales para cambiar este sistema de producción agrícola pero los gobiernos y las agencias internacionales siguen impulsando más agronegocios, agricultura inteligente (industrial), tratados de libre comercio y modelos de agricultura que empeorarán las condiciones medioambientales del planeta. Predicciones científicas alertan que si se mantiene este sistema de producción agropecuario sumado al incremento de la población mundial los efectos del cambio climático agotarán la capacidad de producir alimentos, provocando severas hambrunas. Éstos afectarán a los países en vías de desarrollo debido a su exposición geográfica, bajos ingresos, mayor dependencia de la agricultura para su supervivencia y su limitada capacidad de buscar otras alternativas de vida (Nicholls, Ríos , & Altieri, 2013).

Una de las estrategias para enfrentar el monocultivo y el uso de insumos externos (abonos químicos, insecticidas, herbicidas), es la de implementar, fortalecer sistemas agroforestales y sistemas silvopastoriles, con la finalidad de conservar la biodiversidad. De esta manera nos enfrentamos a las causas y consecuencias del cambio climático, el aumento de los gases de efecto invernadero (GAI), la degradación de los suelos y el incremento incesante de la frontera agrícola. Estas estrategias de producción están asociadas con proyectos de interés nacional

como un aporte a la construcción del desarrollo agroforestal sostenible en la Amazonía Ecuatoriana con el proyecto AFAM- INIAP-CATIE. Teniendo como principal actor al productor (incluyendo los grupos de mujeres), los extensionistas, los extensionista, y los investigadores (Elías de Melo, Caicedo, & Astorga, 2014).

## **1.6. BENEFICIOS DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN UN ENTORNO DE CAMBIO CLIMÁTICO**

El sector agrícola es fundamental para el desarrollo porque nos proporciona alimentos, produce fibras para el sector textil, y otros productos y servicios indispensables para el desarrollo de la humanidad (AEACSV, 2016).

La agricultura de conservación (AC) genera una mejora ambiental considerable en los agroecosistemas agrarios sin que esto implique una disminución de rendimientos productivos; estos beneficios favorecen al suelo con la reducción de la erosión, el incremento de materia orgánica, en una mayor diversidad y un agregado a la fertilidad natural de las tierras. Por otro lado, el aire se beneficia por la captación de nitrógeno, emitiendo menor cantidad de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y, finalmente contribuye a una mejora de la calidad de las agua superficiales y subterráneas, aumentando su capacidad de retención (Landerero, y otros, 2016).

Una de las principales agriculturas de conservación en América Latina y el Caribe es a través de las prácticas agrícolas familiares, una de las estrategias para la erradicación del hambre y el cambio hacia sistemas agrícolas sostenibles. Estos pequeños agricultores son aliados de la seguridad alimentaria, practicando y desarrollando actividades agrícolas diversificadas logrando garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad (FAO, 2014).

Las mujeres constituyen un factor esencial en las actividades agrícolas en forma remunerada y no remunerada, debido a que se emplean en otras fincas o a su vez desempeñan trabajos no agrícolas como los quehaceres domésticos y el cuidado de los miembros del hogar. En el Ecuador el 25% de las explotaciones agrícolas son encabezadas principalmente por mujeres (Parada, Rodríguez, & Namdar, 2016).

## **1.7. SISTEMAS AGROFORESTALES**

Los sistemas agroforestales son formas de manejo de los recursos naturales en los cuales árboles y arbustos son utilizados en asociación con cultivos agrícolas o con animales

(Montagnini F. , 1992). En un arreglo espacial (topológico o cronológico) en rotación con ambos, existen interacciones ecológicas y económicas entre los árboles y los otros componentes de manera simultánea, temporal o secuencial acopladas a condiciones socioculturales de la región que inciden en la mejora de las condiciones de vida (Pereira, y otros, 2011).

Se pueden implementar sistemas agroforestales (SAF) en ecosistemas frágiles o estables, a niveles pequeños o grandes. Un ejemplo de ello son los cultivos perennes (café, cacao) bajo la sombra de árboles, cultivos anuales intercalados con plantaciones de árboles, huertos caseros mixtos, combinaciones de árboles con pastos, plantaciones de árboles para forrajes, cultivos en franja, cercas vivas, y cortinas rompevientos (Montagnini F. , 1992).

La sostenibilidad de la tierra a través de sistemas agroforestales es debida a la combinación de producción de cultivos, plantas forestales y/o animales simultánea o secuencialmente en la misma unidad de tierra. De esta manera, incrementa su rendimiento integral. Su objetivo es diversificar la producción, controlar la agricultura migratoria, aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo, fijar el nitrógeno atmosférico, reciclar nutrientes, modificar el microclima y optimizar la producción del sistema respetando los principios de sistema sostenido. En virtud, los sistemas agroforestales son una alternativa adecuada para mantener la producción a largo plazo de acuerdo con el estado físico, químico, biológico y microbiológico del suelo, porque éstos contribuyen a solucionar problemas de uso de los recursos naturales debido a las funciones biológicas y socioeconómicas (forraje, leña, frutos). Visto desde la perspectiva biológica, la presencia de árboles favorece los sistemas de producción en aspectos tales como el mantenimiento del reciclaje de nutrientes y el aumento en la diversidad de especies (Navia, Restrepo, Villada, & Ojeda, 2003).

Por otra parte, como beneficios biológicos y físicos de los sistemas agroforestales, están la optimización del espacio vertical y del periodo de cultivo, imitando patrones ecológicos naturales en cuanto a su forma y estructura. Así logran captar mejor la energía solar. En cuanto a la biomasa del sistema (materia orgánica), ésta tiene una recirculación más eficiente de nutrientes, incluyendo su ascenso desde las capas más profundas del suelo.

En zonas marginales los sistemas agroforestales contribuyen a tener mayor resistencia a la variabilidad climática, aplicándose a suelos que tengan pendientes pronunciadas, logrando así minimizar los efectos de la escorrentía del agua y pérdida del suelo. Otra forma de contribuir a incorporar nitrógeno atmosférico al suelo es a través de árboles leguminosos (y algunas otras familias). Gracias a este aporte se minimiza el gasto en fertilizantes. Otra forma

de contribuir es mejorando la estructura del suelo (más agregados estables), evitando así que se formen capas duras (Navia, Restrepo, Villada, & Ojeda, 2003).

### **1.7.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES**

Los sistemas agroforestales han sido clasificados de diferentes maneras: teniendo en cuenta su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa, la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales, económicas y ambientales (López J. , 2010 ).

Los sistemas agroforestales son muy variables y flexibles. Existen numerosas prácticas con la utilización de distintas especies que se puede encontrar en condiciones ambientales diferentes a través del mundo (Montagnini, Somarriba, Murgueitio, Fassola, & Eibl, 2015).

Los sistemas agroforestales se pueden aprovechar en diferentes escalas, según el tamaño de las fincas y nivel socioeconómico de sus propietarios. Los SAF han sido clasificados según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa, la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y, las características sociales y económicas prevalentes

- A. Sistemas agroforestales secuenciales:** en ellos existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos. Es decir, que los cultivos y las plantaciones anuales de árboles se suceden en el tiempo (Montagnini F. , Sistemas agroforestales , 1992). Las cosechas y los árboles se turnan para ocupar el mismo espacio. Los sistemas generalmente empiezan con cosechas agrícolas y terminan con árboles, de esta manera, la secuencia en el tiempo mantiene la competencia a un mínimo. Los árboles de un sistema secuencial deben crecer rápidamente cuando los cultivos no lo están haciendo. Reciclan minerales de las capas del suelo más profundas, fijan el nitrógeno y desarrollan una copa más grande para ayudar a suprimir plantas indeseables (Rivas, 2005).
- B. Sistemas agroforestales simultáneos:** Este sistema consiste en la integración simultánea y continuo de cultivos anuales y perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o ganadería. Incluyen asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes, huertos caseros mixtos y sistemas agrosilvopastoriles. Este sistema diversifica la producción y aumenta la productividad a través de algunas interacciones con el componente arbóreo. Aquí se considera los sistemas de explotación comercial de cocotero, hule, árboles maderables o frutales con café o cacao. Los árboles en

asociación con cultivos anuales (llamado cultivos en callejones) consiste en la asociación de árboles o arbustos (generalmente fijadores de nitrógeno) intercalados en franjas con cultivos anuales. Los árboles y arbustos se podan para evitar la sombra sobre los cultivos y los residuos se utilizan como abonos verdes para mejorar la fertilidad y como forrajes (Pereira, y otros, 2011).

**C. Sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompe vientos:** consisten en hileras de árboles que pueden delimitar una propiedad o servir de protección para otros componentes u otros sistemas. A estos se los puede considerar como sistemas complementarios, su objetivo principal es el de impedir el paso de los animales (para salir del potrero o entrar a una parcela cultivada) o de la gente. También son usados para delimitar una propiedad, obtener productos adicionales como forraje, leña, madera, flores para abejas, frutos, postes y plantas medicinales. Dentro de las especies arbóreas que más se utilizan para éste tipo de sistemas tenemos: cocoite (*Gliricidia sepium*), hiaxin (*Leucaena leucocephala*), y colorín (*Erytrina poeppigiana*) (SAGARPA, 2012) y (Pereira, y otros, 2011). Las cortinas forestales cortavientos o de protección son unas de las alternativas de las prácticas agroforestales usadas por los agricultores con fines productivos y de protección ambiental. Uno de los beneficios que tiene este sistema es la de disminuir la erosión del suelo, evitando la pérdida de la fertilidad de los suelos, mejorar la productividad de los cultivos, incrementar el peso y supervivencia de los animales protegidos en los meses de invierno. Al disminuir la velocidad del viento y aumentar la temperatura, otorgan protección a cursos de agua, ayudan a la biodiversidad de la zona, protegen galpones, corrales, etc. Esto causa una disminución de los requerimientos energéticos de los hogares protegidos abaratando los costos de calefacción, como también aumentan la rentabilidad del predio al ser considerado como una mejora ambiental y productiva (Palomeque, 2009).

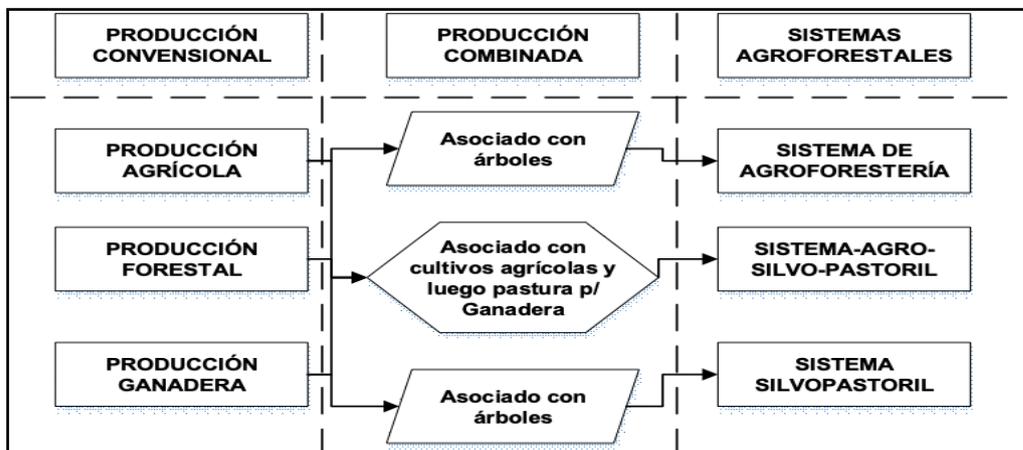


Figura 2: Representación gráfica de los sistemas agroforestales  
Fuente: (López J. , 2010 )

La representación (Figura 2) trata de establecer una comparación entre la producción convencional (sistema que normalmente implementan los productores), en el que se pueden agregar otros arreglos vegetales.

### **1.8. AGRICULTURA MIGRATORIA**

Los sistemas agroforestales secuenciales son utilizados en el medio rural. La agricultura migratoria es un sistema de producción secuencial milenaria, y es conocido por los siguientes nombres: tala y quema, roza y quema, milpa, conuco, chacra, tumba-quema, huamil, etc. (Petit & Uribe , 2006). La agricultura migratoria comprende sistemas de subsistencia orientados a satisfacer las necesidades básicas de alimentos, combustible y habitación; pocas veces constituyen una fuente de ingresos por medio de la venta de excedentes de algunos productos (Montagnini F. , Sistemas agroforestales , 1992).

Es un sistema en el que bosque se corta y se quema para cultivar la tierra por un periodo de 2 a 5 años. Inicialmente, la productividad del cultivo es elevado ya que, con la quema, los nutrientes se incorporan al suelo, baja la acidez y aumenta la fertilidad del suelo. Después de 2 a 3 años de cultivo aumentan las plagas y enfermedades que reducen la productividad. La mayor parte de los nutrimentos fijados en el ecosistema de la selva tropical se encuentran en plantas a causa de un ciclo muy cerrado de nutrientes. Producto de ello, los suelos tropicales solo contienen del 5 al 20% de los nutrimentos totales y cuando están descubiertos son muy sensibles al impacto de la lluvia, insolación y la temperatura. Esto conlleva a una rápida descomposición de la materia orgánica, reduciendo significativamente su estado físico y la disponibilidad de nutrientes. La cantidad de éstos que se incorporan al suelo dependen principalmente de la fertilidad original del suelo, del tipo y cantidad de la biomasa (Petit & Uribe , 2006).

Después del periodo de cultivo continúa la fase de descanso o barbecho, que dura generalmente de 5 a 20 años. Periodo en el cual entra en la etapa de recuperación de la fertilidad (barbecho). Durante este tiempo se debe convertir en un periodo aprovechable, en lugar de abandonar los campos a la sucesión natural. Una alternativa es el “enriquecimiento” de los barbechos. Ésta consiste en la siembra de especies aprovechables en dichos campos, de tal manera que las parcelas se continúen utilizando hasta el restablecimiento del bosque. Este sistema constituye aparentemente una alternativa muy atractiva. ¿Cómo se podría diseñar un plan de sucesión para el periodo de barbecho? evidentemente el sistema de sucesión seguido por los indígenas se basa en la experiencia de muchos años y consiste en elegir especies mejor adaptadas para cada etapa.

No es sencillo diseñar un sistema nuevo ya que, se deben conocer las necesidades de las plantas, su tolerancia a situaciones adversas y aspectos ecológicos de asociaciones e interacciones entre especies, además de sus usos (OTS, 1987).

### **1.9. SISTEMA TAUNGYA**

El sistema *taungya* (que significa “agricultura en laderas”) consiste en que árboles y cultivos crecen de manera simultánea durante el periodo de establecimiento de la plantación forestal. Aunque la obtención de madera es normalmente la meta final, en el sistema *taungya* los ingresos a corto plazo constituyen una motivación para los agricultores (Montagnini, Somarriba, Murgueitio, Fassola, & Eibl, 2015).

Generalmente en los sistemas *taungya* no se presentan problemas graves de fertilidad de los suelos. En la mayoría de los casos la cantidad de nutrimentos que sale anualmente del sistema a través de la cosecha de productos es mucho menor que la que se exporta con la cosecha de los cultivos. Los problemas de fertilidad dependerán de cómo se lleve a cabo el corte del bosque original, el uso del terreno y el lapso transcurrido desde la tala original hasta el establecimiento del sistema ya que es más difícil establecer el sistema en suelos degradados. De todas maneras, cuando se cierra el follaje de los árboles se da por finalizado el ciclo del sistema, de modo que no se llegan a producir problemas de fertilidad a largo plazo (OTS, 1987). En la mayoría de los sistemas *taungya* los problemas de erosión son más graves que los de fertilidad (Nair, 1984).

Con este sistema se ahorran los costos de establecimiento de las plantaciones forestales y obtienen ingresos por concepto de cosechas. Existen desventajas al no obtener beneficios inmediatos por venta de productos forestales, el uso y manejo de la tierra están determinados por las necesidades de la plantación y no por las necesidades que tienen los productores y, el diseño de las plantaciones no siempre es el adecuado ya que la presencia de árboles impide la utilización de maquinaria para los cultivos (Palomeque, 2009).

### **1.10. SISTEMAS AGROFORESTALES SIMULTÁNEOS**

En el sistema simultáneo, los árboles y las cosechas agrícolas, así como los animales crecen juntos; al mismo tiempo y en el mismo terreno. Estos son los sistemas en los cuáles los árboles compiten principalmente por la luz, agua y minerales, la competencia es minimizada con el espaciamiento y otros medios (Rivas, 2005). Los árboles en este sistema no deben crecer tan rápido cuando la cosecha está creciendo también rápidamente. Para reducir la competencia,

los árboles deben tener las raíces más profundas que la de los cultivos además de poseer un dosel pequeño para que no lo sombree demasiado (Palomeque, 2009).

Uno de los efectos positivos en estas asociaciones es la modificación del microclima. Es importante tener en cuenta que una densidad muy elevada puede crear condiciones de humedad y temperatura favorables para las enfermedades. Por ejemplo, puede favorecer la incidencia de la roya del café. El manejo de la poda también afecta a la floración y la fructificación del cultivo asociado, influye sobre el aumento y sobre la cantidad y la calidad de la cosecha (OTS, 1987).

El sistema árboles en asociación con cultivos perennes diversifica la producción y aumenta la productividad a través de algunas interacciones con el componente arbóreo. Se consideran aquí los sistemas de explotación comercial de cocotero, hule, árboles maderables o frutales con café o cacao. Como objetivos de éste sistema están: la producción de sombra para ciertos cultivos comerciales como el cacao, mejorar la calidad del producto, diversificar la producción y reducir riesgos económicos (SAGARPA, 2012). Los árboles que se utilizan son principalmente maderables, árboles de sombra y palmas. Por especies existen los siguientes géneros: *Bactris*, *Bracatinga*, *Cedrela*, *Diphysa*, *Erythrina*, *Inga*, *Persea*, y *Spondias*.

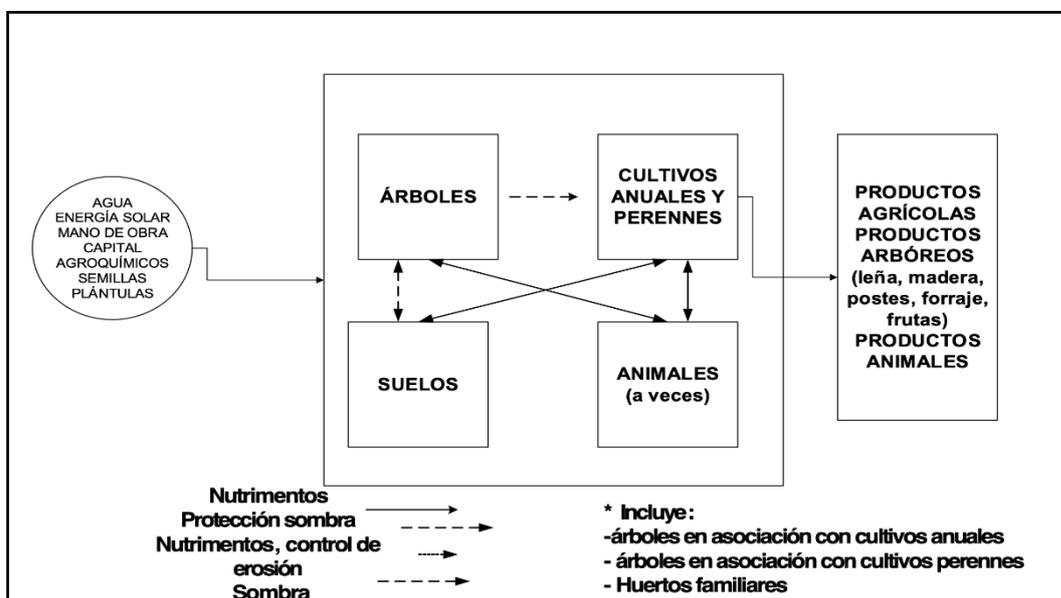


Figura 3: Sistema agroforestal simultáneo: árboles con cultivos perennes  
Fuente: (Montagnini F. , 1992).

En la (Figura 3) se presenta un esquema de sistemas agroforestales simultáneos, donde se aprecia una de las relaciones importantes entre los componentes del sistema de producción de sombra; importante para ciertos cultivos como el cacao.

El reciclaje de nutrientes también se ve influido en este tipo de sistemas. En ellos se utilizan con frecuencia especies fijadoras de nitrógeno, como árboles para sombra.

En muchos casos, los monocultivos producen muy buenas cosechas, como ocurre con el café y el maíz. Sin embargo, frecuentemente los sistemas agroforestales son preferidos, debido a las siguientes razones:

1. Al utilizar prácticas agroforestales las cosechas son más consistentes a través de los años.
2. La calidad del producto algunas veces es mejor.
3. Al diversificar la producción, se reducen los riesgos económicos.
4. En los sistemas agroforestales, en algunas ocasiones la productividad de cada cultivo puede ser menor que en el monocultivo, pero la producción total por hectárea es mayor.

### **1.11. LA AGROECOLOGIA EN LATINOAMÉRICA**

La agroecología se la considera una nueva e innovadora área de conocimiento. Este término lo utilizó por primera vez el agrónomo Ruso B.M. Bensen en el año de 1928 (Toledo, 2010). A partir de 1980 ha tenido un crecimiento importante de publicaciones, como de practicantes. En Latinoamérica, la agroecología académica ha tenido un crecimiento extraordinario e importante, así lo refleja el número de estudios, publicaciones, congresos y nuevas sociedades científicas tanto regionales como nacionales (SOCLA, 2014).

El mayor avance en el desarrollo de la agroecología lo ha tenido Brasil. Éste comienza a partir de la década de los años ochenta con dos figuras claves: J. Lutzenberger y sus "Fundamentos Ecológicos de la Agricultura" (1981), y Ana Primavesi y su "Manejo Ecológico del Suelo" (1984). El primero sustentando en una visión filosófica o un pensamiento alternativo. El segundo estudio detalla una teoría de la salud del agroecosistema con base en el suelo.

En los últimos años, la agroecología se ha apuntalado en varias políticas públicas, a escala estatal y federal, tales como los apoyos a la agricultura familiar, programas de divulgación, creación de mercados orgánicos, capacitación de extensionistas rurales, etc. La empresa petrolera brasileña EMBRAPA ha jugado un papel importante en investigaciones agronómicas en el país.

Un escenario propicio para desarrollar la agroecología está en los países de la Región Andina, especialmente en las áreas rurales de los países de Ecuador, Perú y Bolivia. Desde hace décadas estos países andinos viven una creciente revolución social. Con los levantamientos indígenas en el Ecuador en 1990 y 1994, el congreso nacional aprobó una Reforma Agraria e

intentó cancelar el reparto agrario y buscar mecanismos para mercantilizar las tierras (Toledo, 2010).

Ecuador ONG y Heifer han venido trabajando e impulsando la importancia que la agricultura campesina familiar y la agroecología tienen en el país. Estudios realizados por (Wong, S. 2007) han permitido clasificar a las iniciativas de agricultura familiar como una de las más importantes que tiene el sector agrícola a nivel nacional (MAG, 2014). En la (CONSTITUCIÓN DEL LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008), da un reconocimiento a la soberanía alimentaria como el camino para conseguir el derecho a la alimentación y, señala la agroecología como uno de los elementos en los cuales debe basarse la nueva matriz productiva (MAG, 2014).

La (CONSTITUCIÓN DEL LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008) habla del “Buen Vivir” como una convivencia ciudadana con la naturaleza. En esta perspectiva cobra sentido la inclusión del tema de soberanía alimentaria, pues con esto se está contemplando un nuevo modelo agrícola con la inclusión de los saberes y prácticas tradicionales para que se consolide una relación de cuidado mutuo con la naturaleza. El (BUEN VIVIR: PLAN NACIONAL , 2013) establece que la producción agrícola se basa en principios agroecológicos y que los cultivos asociados tendrán una mayor representación que los monocultivos. De esta manera, se contribuye a la diversificación del sector agrícola. Se espera que, a largo plazo, el Ecuador logre un nivel relativo de autosuficiencia alimentaria.

A fin de fomentar el empleo en el sector rural, además de incluir un paquete integrado de servicios como crédito, asistencia técnica, capacitación y desarrollo de tecnologías apropiadas, se establecerán políticas territoriales redistributivas encaminadas a ampliar el acceso a la tierra y a las fuentes de agua a los pequeños y medianos productores. Se regenerarán los suelos y se combatirá la erosión. Se ampliará el acceso a alternativas tecnológicas sustentables basadas en agroforestación y agroecología. Con estas medidas se pretende que se defienda la soberanía alimentaria.

## **1.12. DISEÑOS DE SISTEMAS AGROECOLÓGICOS**

El diseño agroecológico tiene como objeto integrar el conjunto de elementos biofísicos que tiene cada sistema agrícola: clima, topografía, relaciones económicas y culturales (Labrador & Altieri, 1994). Buscan aumentar la eficiencia biológica general, preservar la biodiversidad y mantener la capacidad productiva y autorregulatoria del agroecosistema (Márquez, 2013).

Sin embargo, todos los agroecosistemas son dinámicos. Están diferenciados localmente a nivel de factores agroambientales y sometidos a diferentes niveles de intervención. Por este motivo, es muy difícil emitir reglas fijas sobre el diseño de sistemas agroecológicos. Cabe tener en cuenta una serie de actuaciones generales para diseñar agroecosistemas viables, diversificados y bien estructurados, capaces de mantener un rendimiento productivo en el tiempo. Para ello, destacamos:

1. La capacidad de carga del hábitat. La potencialidad productiva de ese agroecosistema teniendo presente los límites fisiológicos de los cultivos y la capacidad de uso de la tierra.
2. La adaptación del agroecosistema, con sus nuevas transformaciones a las características ambientales de los ecosistemas naturales circundantes.
3. Las características de las prácticas agrícolas locales.
4. La conservación de los recursos renovables.
5. El mantenimiento de niveles de producción altos y diversificados, sin maximizar la producción de componentes particulares del sistema agrícola.

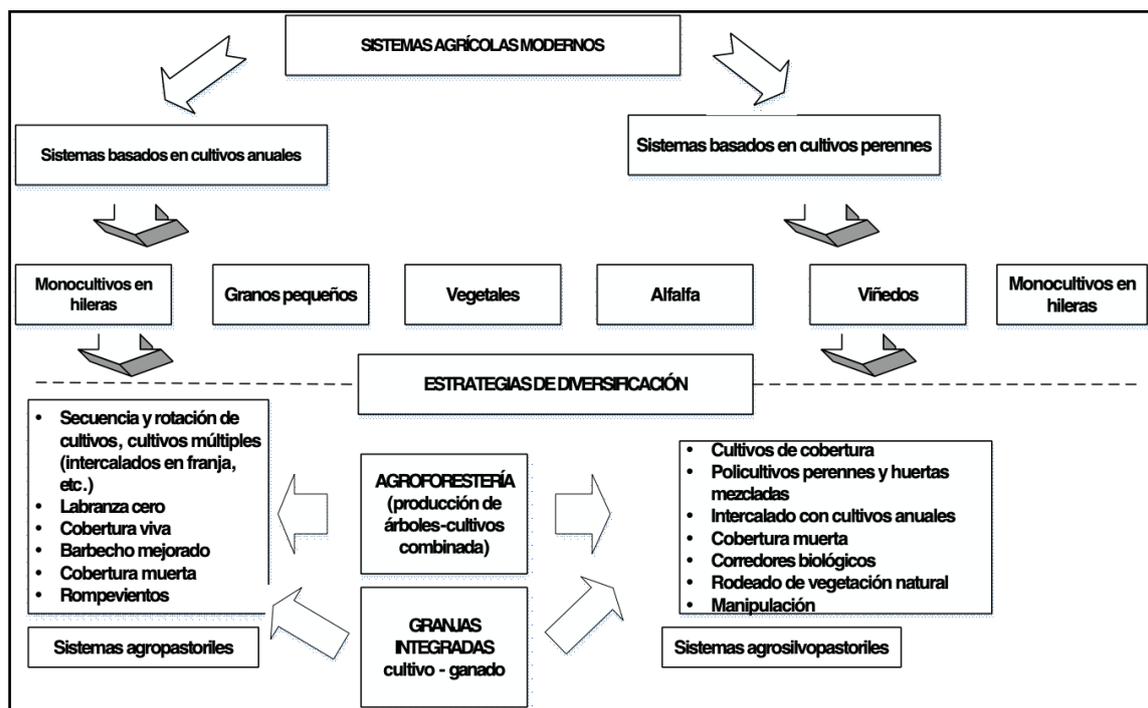


Figura 4: Estrategias de diversificación de agroecosistemas modernos basados en cultivos anuales y perennes.

Fuente: (SOCLA, 2014).

Los principios ecológicos para el diseño de agroecosistemas diversificados y sostenibles incluyen:

1. Incremento de la biodiversidad de especies. Esto permite un uso más completo de los recursos (nutrientes, radiación, agua, etc.), la protección de las plagas y crecimiento compensatorio.
2. Aumento de longevidad mediante la incorporación de cultivos perennes que proporcionen una cubierta vegetal continuo que puedan también proteger el suelo. La caída constante de las hojas incorpora materia orgánica y permite la circulación ininterrumpida de los nutrientes. Sistemas densos de plantas leñosas la larga vida y de raíz profunda actúan como sistema efectivo para capturar nutrientes, compensando las pérdidas negativas de la lixiviación.
3. Existencia de barbecho para restaurar la fertilidad del suelo a través de mecanismos biológicos y reducir las poblaciones de plagas agrícolas al ser interrumpidos sus ciclos biológicos por la renovación forestal.
4. Aumento del aporte de la materia orgánica al incluir plantas productoras de biomasa. La acumulación de la materia orgánica, tanto “activa” como de “fracción lenta”, es clave para activar la biología, mejora la estructura y macro porosidad y eleva el estatus de nutrientes de los suelos.
5. Incremento de la diversidad paisajística teniendo un mosaico de agroecosistemas representativos de varias etapas de sucesión. El riesgo de fallo total se diluye ente varios sistemas de cultivo y dentro de cada uno de ellos. Un mejor control de plagas está bien relacionado con la heterogeneidad espacial a escala de paisaje.

### **1.13. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD DE AGROECOSISTEMAS**

El objetivo es crear discusiones sobre el desarrollo sostenible y que este propase de la teoría académica o política, y aporte elementos que incidan al verdadero cambio de los modelos de producción agrícola que en la actualidad se viene practicando a nivel mundial, principalmente en los países Latinoamericanos.

#### **1.13.1. MARCO DE EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MANEJO INCORPORANDO INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD (MESMIS)**

Esta metodología de evaluación de sustentabilidad es de carácter comparativo, es decir, se basa en el análisis simultáneo del sistema de manejo de referencia y de un sistema alternativo, o a su vez en el análisis del mismo sistema a lo largo del tiempo (Maserá , Astier, & López, 2002). Esta metodología permite:

- Examinar en qué medida los sistemas alternativos son efectivamente más sustentables.
- Identificar los puntos críticos para la sustentabilidad.

Esta última etapa, combinado con la estructura cíclica propuesta, convierte el proceso de evaluación en una efectiva herramienta de planeación. Sienta las bases para diseñar, implementar y evaluar de forma dinámica estrategias que mejoren las características socioambientales de los sistemas de manejo y afinar la metodología utilizada para la evaluación.

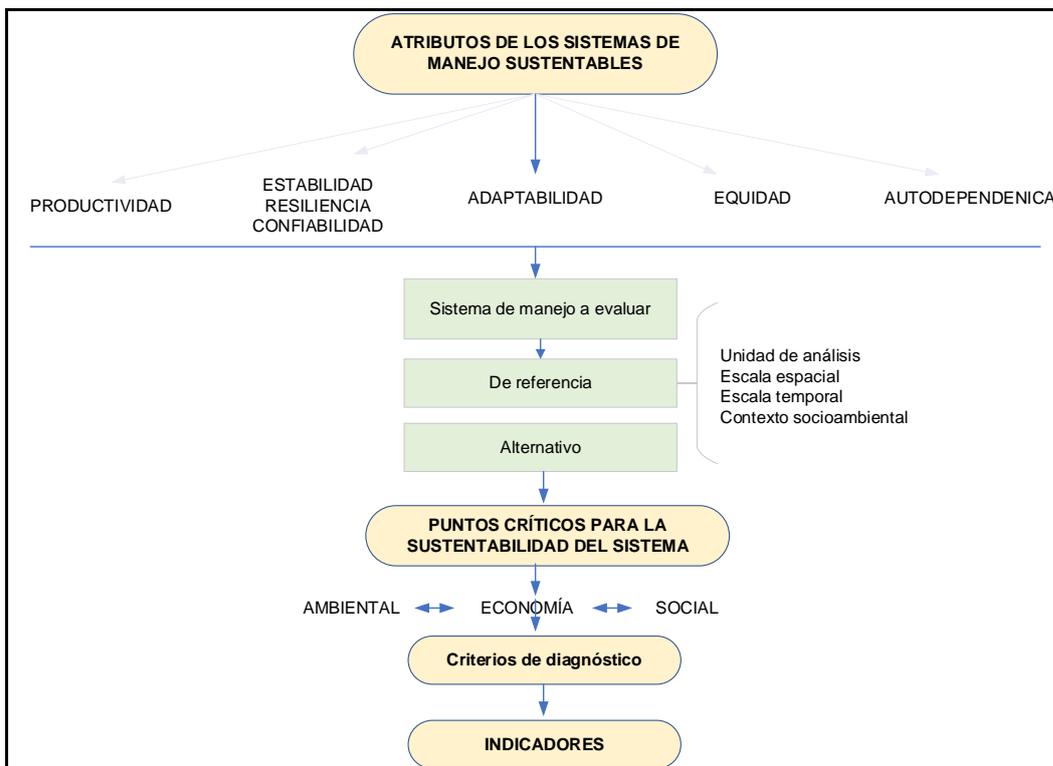


Figura 5: Esquema general del MESMIS.  
Fuente:(Fonseca & Narváez, 2020).

La limitante de este método de evaluación MESMIS es que no se mide la sostenibilidad “per se” sino que se hace a través de la comparación de dos sistemas. La comparación se hace transversalmente, por ejemplo, comparando un sistema alternativo y un sistema de referencia al mismo tiempo, o longitudinalmente, esto es analizando la evolución de sistema al mismo tiempo (López, Masera, & Astier, 2001).

### 1.13.2. ATRIBUTOS QUE TIENE LA METODOLOGÍA MESMIS

Fonseca & Narváez (2020) argumenta que, dentro de los atributos que tiene la metodología MESMI, para evaluar la sustentabilidad de sistemas productivos se enmarcan en la

productividad, esto se basa en la capacidad del sistema productivo para mantener a la familia dotado de bienes y servicios necesarios; también está la equidad, donde se determina la capacidad de distribuir responsabilidades y beneficios entre sus miembros; además está la estabilidad donde se mide la capacidad del sistema productivo para continuar su funcionamiento durante un largo tiempo, del mismo modo mide la resiliencia, permitiendo estar en equilibrio, luego de haber estado expuesto a perturbaciones causados por el clima y el cambio en el mercado; además se mide la confiabilidad que mide la capacidad de autorregulación del sistema productivo, en otras palabras mide la probabilidad de modificación ante perturbaciones del ambiente, por otro lado, evalúa la adaptabilidad, dónde se mide la capacidad el sistema productivo para realizar ajustes internos y finalmente se calcula la autodependencia, que es la capacidad del sistema productivo para abastecerse de insumos.

De acuerdo con Pellerano et al. (2017) los atributos que tiene la metodología denominada. Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) se derivan de indicadores estos son:

- **Productividad:** Se relaciona con la habilidad del agroecosistema para promover el nivel requerido de bienes y servicios.
- **Equidad:** Se relaciona con la habilidad del sistema para la distribución de la productividad (beneficio o costos) de manera justa.
- **Estabilidad:** El sistema debe tener un estado de equilibrio de forma dinámica y estable, es decir hay que mantener la productividad del sistema productivo.
- **Resiliencia:** El agroecosistema debe retornar a un estado de equilibrio, después de haber sufrido alguna perturbación.
- **Confiabilidad:** Es la capacidad del sistema de mantener en niveles cercanos de equilibrio ante perturbaciones ambientales.
- **Adaptabilidad (o flexibilidad):** Es la capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio.
- **Autodependencia (o autogestión, en términos sociales):** Es la capacidad del agroecosistema en regular y controlar las interacciones con el exterior.

### 1.13.3. LIMITACIONES QUE TIENE LA METODOLOGÍA MESMIS

A juicio de López et al. (2019), las limitaciones que tiene la aplicación de la metodología MESMIS para evaluar la sostenibilidad no siempre son apropiados cuando se desea analizar agroecosistemas complejos, para ello se requiere de enfoques conceptuales y prácticos

cualitativamente diferentes. El marco de evaluación MESMIS es considerada una herramienta para evaluar sostenibilidad de los agroecosistemas pequeños no muy complejos. Bajo este contexto se puede evaluar los predios agrícolas dentro de los siguientes parámetros:

- La sostenibilidad de los agroecosistemas, bajo siete atributos generales (productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y auto seguridad).
- Solo se puede evaluar un agroecosistema de un determinado lugar geográfico, en una escala espacial (parcela, unidad de producción, comunidad, entre otros) y en un solo periodo de tiempo.
- Es un proceso participativo, para ello es importante disponer de un grupo de evaluación multidisciplinario, debe ser conformado por personal externo y participantes locales.
- No se mide la sostenibilidad “per se”, dado que se hace a través de comparaciones de dos o más agroecosistemas, la comparación se hace de forma transversal o de forma longitudinal.

#### **1.14. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE AGROECOSISTEMAS: CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DE INDICADORES**

El logro de agroecosistemas sustentables es uno de los mayores desafíos que debe enfrentar la humanidad en las próximas décadas. La sustentabilidad es un concepto complejo debido a que pretende cumplir, en forma simultánea, varios objetivos o dimensiones: productivas, ecológicas o ambientales, sociales, culturales, económicas y temporales (Sarandón, Flores , Gargoloff, & Blandi, 2014).

Esta metodología consiste en una serie de pasos que conducen a la obtención de un conjunto de indicadores adecuados para evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad de los agroecosistemas. Estos pasos son:

1. Establecer el marco conceptual.
2. Definir los objetivos de evaluación.
3. Definir el nivel de análisis.
4. Realizar un levantamiento inicial de datos (mapas, censos, informes).
5. Definir las dimensiones a evaluar.
6. Definir la categoría de análisis.
7. Estandarizar y ponderar los indicadores según la situación a analizar.

8. Evaluar la dificultad de su obtención, su confiabilidad y pertinencia.
9. Preparar instrumentos adecuados para la recolección de datos.
10. Recoger los datos y calcular los indicadores.
11. Analizar los resultados: representación gráfica adecuada.
12. Determinar los puntos críticos a la sustentabilidad.
13. Replantear los indicadores: evaluar su utilidad y proponer modificaciones.

Esta metodología propuesta es relativamente sencilla y adecuada para evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad y manejo de agroecosistemas. Cumple con el objetivo de transformar aspectos complejos, en valores claros, sencillos, objetivos y generales que permiten evaluar el impacto de diferentes prácticas de manejo que tienen los productores en sus agroecosistemas. Esto es posible siempre y cuando los indicadores sean deducidos correctamente.

Es muy amigable, se puede usar en cualquiera nivel de análisis, con cualquier tipo de agroecosistema y tipo de agricultura. Tampoco tienen limitaciones respecto a las características de los agricultores.

Sin embargo, la metodología presenta una serie de limitaciones que se debe tomar en cuenta, éstas son:

- Los indicadores deben ser desarrollados para la evaluación de determinadas prácticas de manejo de un determinado sistema de una región dada.
- No hay un conjunto de indicadores preestablecidos, listos para usar. Lo que es válido para una región o problema puede no serlo para otra.

Otra de las limitantes es que los resultados alcanzados solo serán coherentes con los objetivos de sustentabilidad planteados y, por lo tanto, con los indicadores escogidos para medir el cumplimiento de dichos objetivos.

La etapa de estandarización y ponderación, aunque facilita el análisis, tiene un alto componente de subjetividad. Sin embargo, ésta puede disminuir cuanto mayor sea la información sobre el rol que cada componente tenga sobre la sustentabilidad del sistema en cuestión.

Por último, esta metodología hace hincapié en un abordaje holístico de la problemática. Esto no significa que el análisis deba restringirse, necesariamente, sólo a las apreciaciones generales del problema.

La profundización de aquellos aspectos que a *priori* aparezcan como críticos, es un paso sucesivo que puede continuarse o emprenderse con la profundidad y nivel de análisis que se desee. Lo que la metodología permite es clarificar cuáles son justamente aquellos aspectos que merecen un análisis detallado.

### **1.15. CAMBIO CLIMÁTICO**

El cambio climático en las últimas décadas se ha convertido en tema de interés mundial debido al efecto negativo que está provocando al mundo entero, principalmente en el sector agrícola ganadero. Estos temas son debatidos por medios de comunicación masiva con representantes de todos los países del mundo. Sumado a ello también participa la sociedad entera en conversaciones informales sobre las implicaciones que traen consigo el cambio climático. Por el producto de esos eventos de alto nivel, no siempre se habla, ni se llega a plantear soluciones válidas de mitigación, compensación ambiental porque detrás de esos sectores se encuentran intereses corporativos que buscan más bien beneficiarse de ello.

Visto de la perspectiva anterior, debemos ser críticos y analistas con las distintas definiciones que se le dan al cambio climático. El (IPCC, 1988) menciona: “Es el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la actividad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. Por consiguiente, esta definición se toma únicamente en cuenta como fuente de contaminación a la atmósfera, dejando de lado a la contaminación del suelo y el agua (Muñoz, 2012). Algo semejante ocurre con otras definiciones que dicen que el cambio climático obedece a un cambio eminentemente natural que el planeta viene sufriendo en sus distintos procesos de evolución. En consecuencia, no se atribuyen los fenómenos climáticos a las actividades antropogénicas. No se les toma en cuenta las emanaciones de gases de efecto invernadero causados principalmente por los países capitalistas desarrollados como los Estados Unidos que emana el 25% de todo el CO<sub>2</sub> a la atmosfera, al igual que Japón y China con porcentajes similares.

Se utiliza con mayor frecuencia el sinónimo del cambio climático, el calentamiento global, que es el aumento registrado en las temperaturas atmosféricas medias de todo el planeta durante los últimos años. La temperatura media entre los años de 1906 y 2005, se incrementó en 0,74

° C (Ríos , Vargas , & Funes, 2011). El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2008) pronostica que el calentamiento global para el año 2100 tendrá un incremento de la temperatura probablemente de 1,8 a 4° C y de un posible aumento de hasta 6,4 ° C (Muñoz, 2012).

El cambio climático está amenazando el sector agrícola y ganadero porque altera factores fenológicos indispensables en plantas y animales. Los efectos varían de una región a otra. Por ejemplo, en zonas mediterráneas y semiáridas se manifiestan con sequías frecuentes, en las zonas tropicales a través de tormentas y huracanes. Estos fenómenos naturales se están sintiendo en distintas intensidades sobre todo en países del sur en poblaciones rurales. Muchos de ellos en precarias condiciones que los convierte en muy vulnerables a los impactos negativos del calentamiento global. Este hecho ha puesto en evidencia el fracaso y la insostenibilidad del actual modelo de desarrollo, basado en la dependencia de energía fósil, la sobreproducción y el libre comercio (GRAIN, 2009). El actual sistema alimentario mundial, con todo su paquete tecnológico, no es capaz de cumplir su función principal que es de alimentar a las personas. Se estima que este año más de mil millones de personas sufrirán hambrunas, las tres cuartas partes serán campesinos y trabajadores rurales. Mientras que, en otras partes del mundo, una estimación de 500 millones de personas sufrirá problemas de obesidad

### **1.15.1. INNOVACIÓN AGROECOLÓGICA, ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

La producción agrícola está siendo amenaza por el cambio climático, pues este altera el ciclo fenológico de plantas y cultivos, factores climáticos como precipitaciones, temperaturas, humedad, entre otras. El efecto sobre la agricultura variará de una región a otra, por ejemplo, en zonas mediterráneas y semiáridas se manifiesta con sequías frecuentes, mientras tanto en zonas tropicales estas alteraciones climáticas se presentan en forma de tormentas y huracanes severos. Por lo general, estos efectos se intensifican en países del Sur, donde se ha evidenciado un incremento de precipitaciones, con sus consecuentes daños en los cultivos por erosión, deslizamiento de suelos e inundaciones (Ríos , Vargas , & Funes, 2011).

El suelo es el componente principal y más estable de los ecosistemas para secuestrar carbono y aumentarlo en forma de materia orgánica. Las pérdidas de carbono en los suelos afectan su fertilidad por el contenido de nitrógeno y otros nutrientes (Hernández, Borges, Morales, & Funes, 2011).

En los sistemas agrícolas se han comprobado crecimientos en la incidencia de plagas que se asocian a eventos extremos de cambios en el clima, como sequías prolongadas, huracanes, lluvias intensas y fuera de época, etc. Así lo representa la (figura 6) según (Vazquez, 2011):

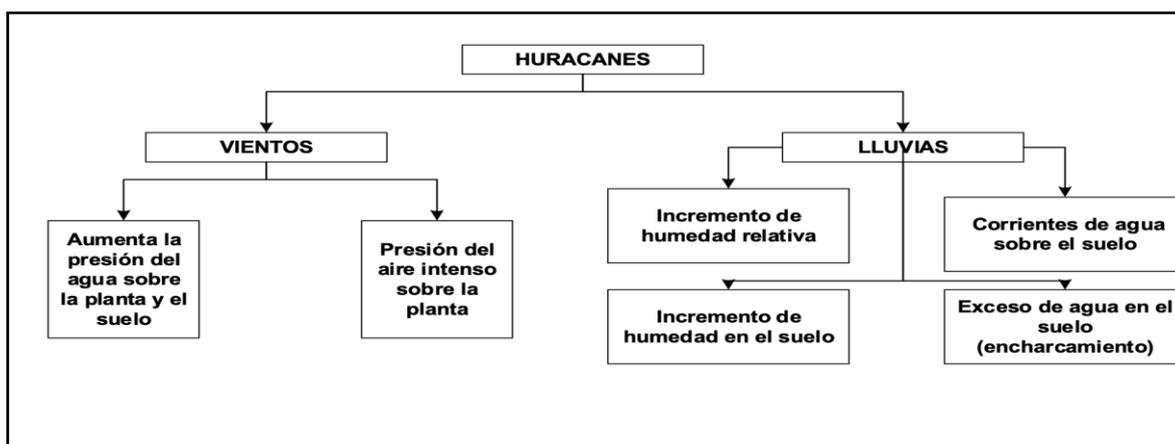


Figura 6: Representación de los efectos físicos de los huracanes sobre el hábitat de las plagas de insectos y sus reguladores naturales.

Fuente: (Vázquez, 2011).

En muchas partes del mundo los productores han desarrollado y adaptado sistemas agrícolas resilientes al cambio climático local, que les ha permitido tener una producción continua y necesaria para subsistir. Muchos productores pobres exploran la diversidad *intra- específica* mediante la siembra simultánea y en el mismo campo, de diversas variedades locales, que han demostrado ser muy resilientes a las sequías (Altieri & Nicholls, 2009).

Una de las alternativas emergentes para mitigar y minimizar los efectos negativos del cambio climático sobre la agricultura, y al mismo tiempo, disminuir el impacto en el clima, es la de adoptar e implementar prácticas agrícolas con el medio ambiente (Márquez, Valdés, Pérez, Ferro, & Rodríguez, 2009), como los sistemas agroforestales en combinación con la agroecología.

Cabe señalar que existe la necesidad de mejorar la calidad de vida, proponiendo proyectos integradores que mitiguen los efectos del cambio climático. Una de estas propuestas es el desarrollo de la agricultura y del ganado como estrategia básica de supervivencia. Los productores han buscado y adaptado cultivos que prosperen bajo condiciones de lluvias *erráticas*. Algunos de ellos reemplazaron su arroz por maíz, sin esperar un gran rendimiento, sino más bien para que la tierra no quedara sin cultivar. La mayoría de los productores querían una fuente de ingresos y buscaron cultivos que prosperasen y tuvieran buen valor comercial. Los plátanos y verduras fueron tomados como las mejores opciones, también se capacitaron en el cuidado de la salud del ganado. Los productores y ciudadanos que se capacitaron

proporcionaron sus servicios profesionales a los habitantes locales en el cuidado de la salud del ganado. Además, éstos vendieron los excedentes de la producción agrícola y pecuaria obteniendo ingresos económicos extras.

En cuanto a la conservación del bosque, las tierras y los suelos que son los más propensos a inundaciones y derrumbes, se construyó una infraestructura que desviara el flujo de agua durante crecidas e inundaciones de los ríos. La preservación de los bosques primarios y secundarios tiene como objeto reducir las acentuaciones de cárcavas, incidencia y efectos de los derrumbes.

En el Ecuador se han emprendido algunas iniciativas para mitigar el cambio climático (Aguirre, Ojeda, & Eguiguren, 2010), éstas son:

- Adaptación al cambio climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua.
- Adaptación al impacto del retroceso acelerado de glaciares de los Andes tropicales.
- Mitigación: Fomentando el proyecto socio bosque, a través de incentivos económicos para la conservación del bosque nativo y ecosistemas de páramo.
- Reducción de la contaminación ambiental, racionalización del subsidio de combustible del transporte público y su chatarrización; a través del mejoramiento del transporte público.
- Plan nacional de forestación y reforestación: a través plantaciones forestales y como estrategia de dinamizar la economía campesina.
- Estrategia Quiteña ante el cambio climático: mediante el uso de tecnología y el uso de buenas prácticas ambientales.

El Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE, 2013) crea el programa Socio Bosque con la finalidad de conservar los remanentes de los bosques nativos y otros ecosistemas naturales. Apenas el 40% del total de los bosques son parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y el otro 60% están en manos de los propietarios individuales, comunas y comunidades indígenas. Los bosques nativos, páramos y otra cobertura vegetal nativa son de suma importancia para los servicios ambientales que brindan, entre éstos están: almacenamiento de carbono, refugio a la biodiversidad, protección de suelos y reservas de agua dulce. Además, los bosques tienen un alto valor económico, cultural y espiritual (MAE, 2011).

## **1.16. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ**

Uno de los aspectos que toma en cuenta los productores agrícolas son los efectos que genera el calentamiento global (Canal & Andrade, 2019) a estos efectos negativos se plantea crear sistemas de mitigación y adaptación a este fenómeno, con la intención de mitigar y/o minimizar los efectos colaterales que sufre el cultivo de café principalmente. Es importante destacar las necesidades que tienen los productores en fomentar en sus parcelas estrategias que fomenten las sinergias entre la mitigación y adaptación de los cultivos al cambio climático.

Cañar y otros (2022) afirma que uno de los problemas ambientales que amenaza a la producción agrícola como al cultivo de café se aprecia su afectación principalmente en el incremento y resistencia de plagas y enfermedades, sin embargo, hay que resaltar que a través del cultivo de café se captura el carbono y este permite mitigar la emisión del Gas de Efecto Invernadero (GEI). Una de las estrategias que tienen los productores es practicar la agricultura sostenible, los SAF, la conservación y la ganadería sostenible, todos ellos son considerados como un gran potencial para minimizar los efectos del cambio climático.

Dentro de un sistema de producción de café está la ubicación de especies arbóreas en las parcelas con la intención de brindar sombra al cultivo, con la finalidad de conservar la biodiversidad, adaptación al cambio climático y más que nada fortalecer a la seguridad y soberanía alimentaria (Cañar y otros, 2022). Mientras tanto (Jiménez & Massa, 2015) menciona a la producción del café arábigo y las variables climáticas en el Ecuador, estas son analizadas en función a la temperatura media, mínima y máxima, para ver su comportamiento, se aplicó mínimos cuadrados ordinarios, como resultados está que hay una relación directa entre la precipitación y la producción, también entre la producción y el espacio físico cosechado por rubro, pero resulta ser inversa con la producción y la temperatura máxima y media.

## **1.17. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CACAO**

Dentro de la sustentabilidad ambiental y el manejo de la producción del cacao bajo un sistema agroforestal (Vargas y otros, 2021) menciona que los productores combinan en sus predios especies forestales con el cultivo de cacao, con la intención de crear una sustentabilidad del sistema, para lograr aquello es necesario aplicar técnicas de manejo de suelos, combinando árboles de uso múltiple y maderable y los cultivos perennes (cacao) y producción animal en el mismo sistema.

Vera y otros (2021) afirma que el cambio climático pone en riesgo la diversidad, razón por la cual los productores buscan generar sistemas agroforestales en sus predios, este permite mejorar la calidad de vida de las personas, y la fauna que forma parte de ese entorno ambiental como aves, insectos, reptiles, entre otros más. Es importante destacar que dentro del sistema agroforestal de cacao es importante asociar el cacao nacional este permite alcanzar un equilibrio en lo económico, justicia social y más que nada respeto a la naturaleza.

Para caracterizar un sistema de producción de cacao, desde el enfoque agroecológico se debe analizar el entorno y sus interrelaciones (Espinosa & Ríos , 2016) es necesario mencionar que la agroecología como ciencia estudia la funcionalidad de los ecosistemas agrarios, donde la transdisciplinariedad es clave para poder entender la funcionalidad de los ecosistemas desde diferentes enfoques como agronomía, la ecología, la sociología la economía y la sociopolítica.

#### **1.18. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERO**

Morantes (2017) enfatiza que, sea cual sea el sistema de producción ganadero, el productor debe desarrollar cambios permanentes en tomas de decisiones independiente al tipo de dimensión de su predio, es importante indicar que a lo largo de los años han desarrollado mecanismos que estudian la gestión que hace el ganadero, siendo el de mayor importancia los principios de gestión de la producción bajo enfoques agroecológicos.

Dentro de los sistemas de producción ganadero (Cortés y otros, 2019) los productores ganaderos dentro de sus sistemas tienen bovinos de doble propósito, es decir producen leche y carne para la comercializarlo, considerando que un número determinado del hato se ordeña de forma parcial y la leche remanente lo utilizan para el consumo de las crías directamente de las ubres.

Para desarrollar un sistema de producción ganadero se puede hacer uso de cualquier agroecosistema, independiente a su ubicación geográfica (latitud y altitud), es pertinente decir que la ubicación geográfica incide en la productividad, es por ello por lo que la ganadería en la Amazonía ecuatoriana tiene una baja productividad en comparación con la actividad ganadera de las regiones de la Sierra y de la Costa del Ecuador.

## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

### 2.1. ZONA DE ESTUDIO

Para alcanzar el Buen Vivir el estado ecuatoriano a través de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2012) plantea la desconcentración de actividades administrativas ubicándolo en la provincia de Sucumbíos en la zona de planificación 1, junto a las provincias de Imbabura, Esmeraldas y Carchi. Mientras tanto en la provincia de Orellana integra la zona de planificación 2, con las provincias de Pichincha y Napo (Figura 7). La finalidad de esta subdivisión es la de transferir responsabilidades y recursos desde el gobierno central a los gobiernos provinciales y así alcanzar una vida de calidad disfrutando en armonía con la naturaleza.

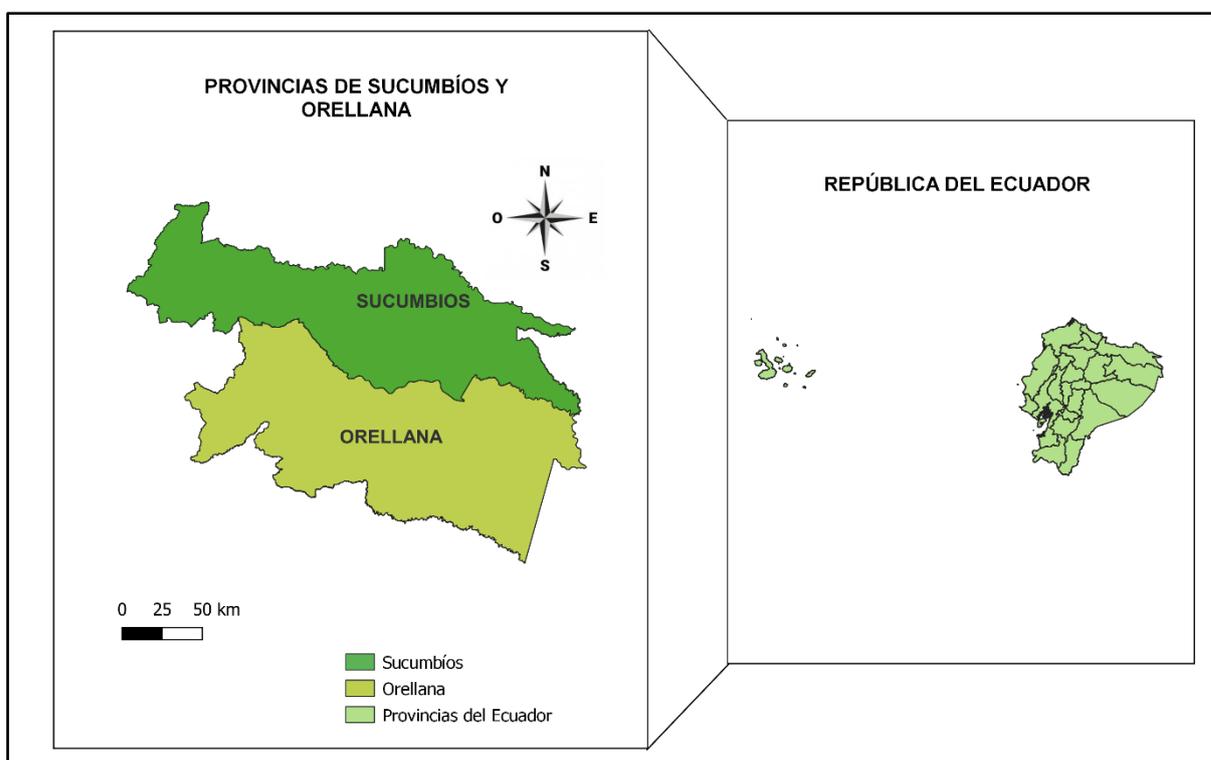


Figura 7: Ubicación geográfica de las provincias de Sucumbíos y Orellana  
Fuente: (PRO ECUADOR, 2013)

Una de las potencialidades que tiene el Ecuador (principalmente en la RAE) es la capacidad de producir café de calidad convirtiéndose en uno de los pocos países en el mundo exportador de todos los tipos de café: arábigo lavado, arábigo natural y robusta (INIAP, 2012). Los diferentes ecosistemas que posee el territorio ecuatoriano permiten que se cultive a plenitud debido a su situación geográfica. Cabe destacar que su café es uno de los mejores producidos en América del Sur.

Dentro de las provincias que mayor porcentaje de superficie de uso de suelo ocupan para el cultivo de café esta la provincia de Sucumbíos con 8.2%, Orellana con el 8.9% y Manabí que tiene el 32.20% (BCE, 2016). Dentro de las metas y resultados que se espera tener en este año 2016 es la renovación de 135 mil hectáreas de cultivo tecnificado, el 22% de café robusta y el 78% de café arábigo. Con una producción nacional de 2646,00 quintales anuales de café arábigo y robusta en sistemas agroforestales de alto rendimiento. Así lo representa la (Figura 8)

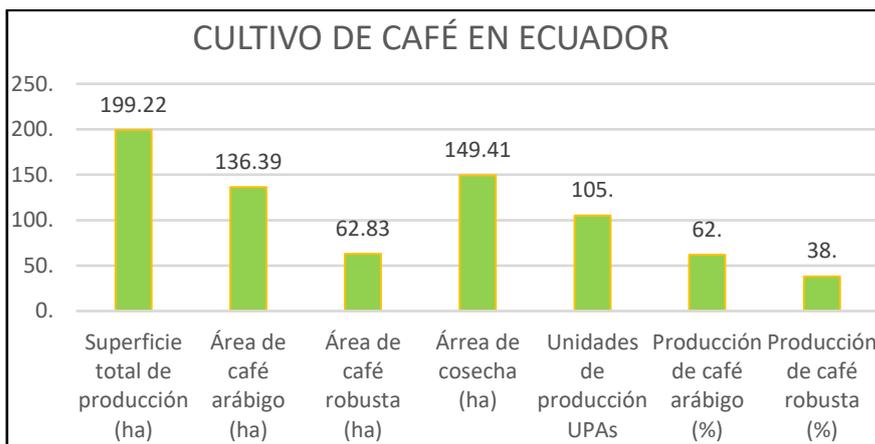


Figura 8: Situación de la caficultura en el Ecuador  
Fuente: (PRO ECUADOR, 2013)

Hay que mencionar que en la RAE norte en las provincias de Sucumbíos y Orellana se cultiva café robusta (PRO ECUADOR, 2013). Las características que tiene el sector ecuatoriano está la importancia ecológica, con una amplia adaptabilidad que tienen los cafetales en los distintos agroecosistemas de la Costa, Sierra, Amazonía e Islas Galápagos. Los cafetales, en su mayor parte, están cultivados bajo arreglos agroforestales que constituyen un hábitat apropiado para muchas especies de la fauna y flora nativa. También contribuyen en la captura de carbono atmosférico, mitigando de alguna manera los efectos de los gases de efecto invernadero. También, se han considerado como reguladores del balance hídrico de los ecosistemas y, por último, son sistemas que no requieren de una dependencia de insumos externos a la finca, es decir, tiene poca dependencia de agrotóxicos.

Del estudio realizado por (PRO ECUADOR, 2013) se ha extraído los datos de áreas, producción, consumo, exportación y capacidad de exportación que tiene el Ecuador con la producción de café. Se prevé que la producción de café para el 2016 y años posteriores se incrementarán paulatinamente (Figura 9), debido a que se incorporará producción de nuevos cafetales, como también los que han tenido resepa dentro de los proyectos que han tenido organismos gubernamentales.

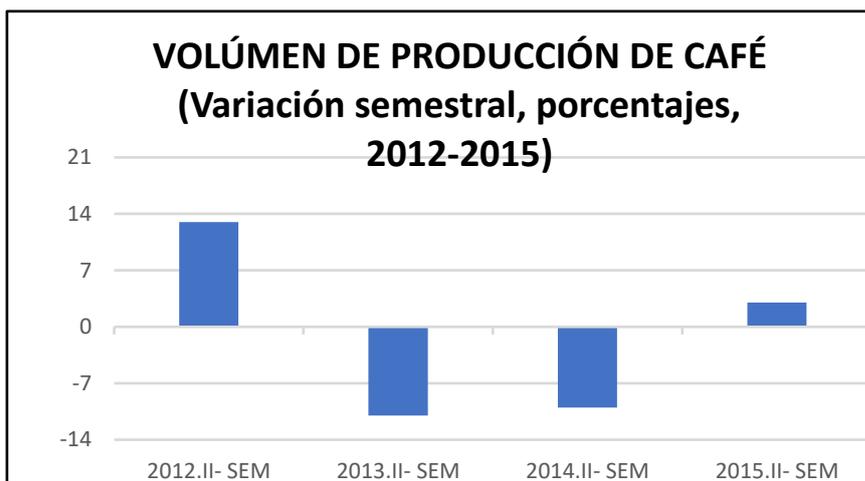


Figura 9: Volumen de producción de café  
Fuente: (BCE, 2016)

A continuación, se detalla en la (Figura 10) todas las zonas productoras de café arábigo y robusta en el Ecuador y su distribución de superficie cultivada de producción.

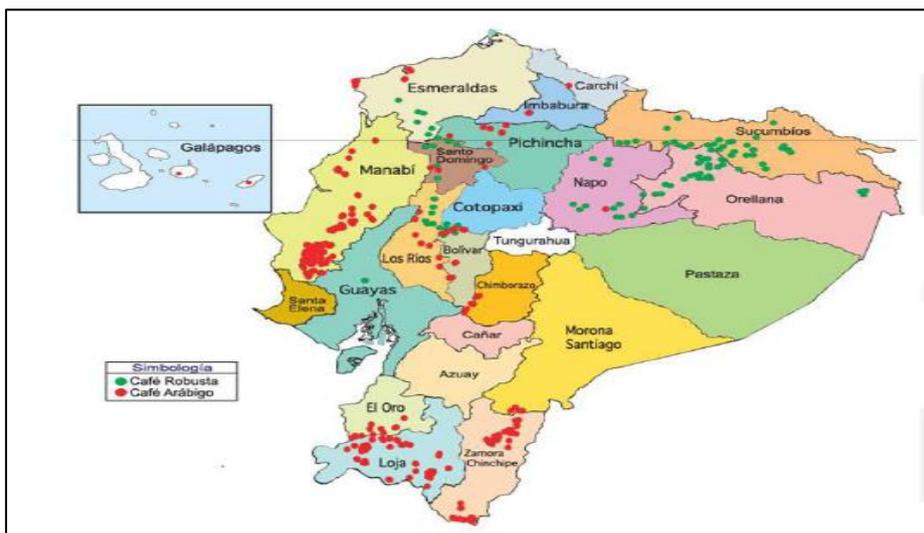


Figura 10: Principales zonas cafetaleras del Ecuador  
Fuente: COFENAC, 2009.

Las familias de colonos e indígenas (residentes en la Región Norte de la Amazonía) con el apoyo de las entidades gubernamentales buscan nuevas opciones que permitan diversificar la producción destinada al mercado nacional e internacional. El sistema de producción con base en cacao tipo Nacional Fino de Aroma es una alternativa promisorio por su facilidad de adaptación a la zona (el cacao es originario de la Amazonía) (INIAP, 2012). Hoy en día la mayor parte del cacao ecuatoriano corresponde a la mezcla del cacao Nacional, Trinitario y Forastero (PRO ECUADOR, 2013).



Para la siembra del cacao en la Región Norte de la Amazonía, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) dispone de clones de alta producción, calidad y aroma entre los que se puede mencionar: EET-576; EET-400; EET-95; EET-103 y EET-96; es importante mencionar que para suelos rojos y de características ácidas de la Amazonía sembrar el clon trinitario ICS-95 (INIAP, 2012).

Tabla 2: Caracterización de las UPA´s de cacao

PROVINCIA	Total, de UPA´s		% de fincas con cacao		Total, de UPA´s con cacao	
	CENSO 2000	Año 2008	CENSO 2000	Año 2008	CENSO 2000	Año 2008
<b>Sucumbíos</b>	7898	11500	20,1	92	1590	10580
<b>Orellana</b>	5963	10500	19,7	89	1177	9345
<b>TOTAL</b>	<b>13861</b>	<b>22000</b>	<b>39,8</b>	<b>181</b>	<b>2767</b>	<b>19925</b>

Fuente: Programa AMAZNOR –DYA (INIAP, 2012).

La producción de cacao a nivel nacional tuvo un decrecimiento en su producción debido a la sequía. Esto ocasionó una disminución en los rendimientos en el periodo 2016. Su volumen de producción registró un aumento del 5%, seis puntos porcentuales menos respecto al año anterior que fue de un 11% (BCE, 2016). El Ecuador, en su acceso al mercado internacional, tiene beneficios arancelarios gracias a una serie de acuerdos internacionales entre los cuales están (PRO ECUADOR, 2013):

- Sistema generalizado de Preferencias (SGP) y SGP Plus aplicado por los países desarrollados a productos provenientes de países en desarrollo.
- Preferencias arancelarias andinas, aplicado por los países miembros de la Comunidad Andina.
- Acuerdo comercial con Chile, MERCOSUR, Cuba, México.

Dentro de las barreras no arancelarias que tiene el estado ecuatoriano es cumplir con los requisitos generales para exportar a la Unión Europea que incluyen cumplir y presentar los siguientes requisitos:

- Factura comercial.
- Documentos de transporte.
- Lista de carga.
- Declaración del valor en la aduana.

- Seguro de transporte.
- Documento único administrativo (DUA).

Para poder exportar cacao y elaborados a la Unión Europea (UE) deben conocer y cumplir los requisitos establecidos por la UE. Estos requisitos se enmarcan en la ley de seguridad de alimentos. Para el cacao en grano es necesario conocer el control de residuos de plaguicidas en productos alimenticios de origen vegetal y animal (Directiva 91/414/EEC (QJL-230 19/08/1991) (CELEX 31991L0414).

La actividad ganadera en la RAE constituye el principal medio de vida para 3.000 familias. En esta región (Nieto & Caicedo, 2012), siendo los niveles de producción y productividad relativamente bajos, debido a la baja fertilidad de los suelos y en procesos de degradación. Éstos proporcionan una baja productividad en la biomasa de pasturas, las especies y variedades de pastos utilizados son susceptibles al ataque de plagas. Ya que cuentan con un poco o una mala utilización de leguminosas (arbustivas o rastreras), que mejoren la fertilidad del suelo y disminuya la erosión (Caicedo, y otros, 2014).

Las observaciones se relacionan con la superficie de uso en pastos cultivados y pastos naturales en la provincia de Sucumbíos, de 88.779 y 2.768 hectáreas, respectivamente. Con una participación nacional del 3,08%. Mientras tanto que la provincia de Orellana tiene como superficie de uso en pastos cultivados y pastos naturales a 77.972 y 911 hectáreas respectivamente y teniendo una participación nacional del 2,25% (ESPAC, 2015).

Las pasturas constituyen la principal forma de uso de la tierra en la Amazonía ecuatoriana. Su expansión, la utilización de prácticas no sostenibles, la práctica de la ganadería intensiva, la quema prescrita de los pastos, el uso de pastos mejorados, presentan antagonismos con especies vegetales endémicas. La ampliación de la frontera agrícola, son a menudo consideradas entre los factores más importantes de deforestación y cambios climáticos globales (INIAP - PROGRAMA NACIONAL DE FORESTERÍA, 2014). En la provincia de Sucumbíos el ganado vacuno lidera el sector pecuario, existiendo el 1,79 % del total nacional.

Tabla 3: Número total de cabezas de ganado (Provincia de Sucumbíos)

<b>NÚMERO TOTAL DE CABEZAS DE GANADO (machos y hembras)</b>						
<b>Vacuno</b>	<b>Porcino</b>	<b>Ovino</b>	<b>Asnal</b>	<b>Caballar</b>	<b>Mular</b>	<b>Caprino</b>
<b>73488</b>	21906	539	236	5615	1436	404

Fuente: (ESPAC, 2015)

Mientras tanto en la provincia de Orellana, el sector pecuario tiene el 1,18% del total nacional.

Tabla 4: Número total de cabezas de ganado (Provincia de Orellana)

<b>NÚMERO TOTAL DE CABEZAS DE GANADO (machos y hembras)</b>						
<b>Vacuno</b>	<b>Porcino</b>	<b>Ovino</b>	<b>Asnal</b>	<b>Caballar</b>	<b>Mular</b>	<b>Caprino</b>
<b>48365</b>	10546	-	112	2524	1436	136

Fuente: (ESPAC, 2015)

Los niveles de producción y productividad de la ganadería bovina son relativamente bajos. El promedio de producción de leche es de 3,5 litros/vaca/día y los incrementos de peso en la producción de carne es de 0,25 kg/día, con una capacidad de carga animal de 0,8 UBA/ha (INIAP - MAGAP, 2010). Esta baja productividad de la ganadería bovina en la RAE de debe a que los suelos cuentan con una baja fertilidad y con procesos de degradación, que dan como resultado una baja productividad de biomasa de pasturas. Las especies y variedades de pastos utilizados son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

Su método de producción está orientado a ser más agroecológicos por ende más amigables con la biodiversidad y a la sostenibilidad a mediano y largo plazo. Se debe agregar también datos de cultivos en las provincias de Sucumbíos y Orellana, según encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC, 2015).

Tabla 5: Uso del suelo y cultivos de importancia económica en la zona

<b>Provincia</b>	<b>Cultivos perennes</b>		<b>Cultivos perennes</b>	<b>Cultivos transitorios</b>	<b>Pastos, cultivado</b>	<b>Pasto natural</b>	<b>Total</b>	<b>Participación nacional (%)</b>
	<b>Plátano</b>	<b>Palma Africana</b>						
<b>Sucumbíos</b>	9268	575702	71415	11635	88779	2768	74597	3,08
<b>Orellana</b>	25596	137053	38609	10255	77972	911	127747	2,25
<b>TOTAL</b>	34864	575702	110024	21890	166751	3679	202344	5,33

Fuente: Elaborado por el autor a partir de los datos (ESPAC, 2015)

## 2.2. MÉTODO USADO

Para desarrollar esta investigación utilizamos información de fuentes secundarias como la del proyecto de cooperación interinstitucional AFAM – CATIE – INIAP, que se inicia en el año 2013. También con la participación de 694 productores de la RAE norte y de 40 técnicos

capacitados. Su objetivo es fortalecer mediante investigaciones y capacitaciones aplicadas a los conocimientos, capacidades y habilidades de las familias productoras en el fortalecimiento de la agroforestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana (Virginio & Caicedo , 2014).

Algo semejante realizamos para generar información primaria, de la población total tomamos una muestra de 31 fincas aplicando la metodología “Muestreo estratificado aleatorio simple en muestras agrícolas” (Galmés, 2011), bajo los siguientes criterios:

- Estrato 1: Hasta 0.5 hectáreas de cultivos (1 a 3 rubros).
- Estrato 2: De 0.5 a 2 hectáreas de cultivo (1 a 3 rubros).
- Estrato 3: De 2 a 4 hectáreas de cultivo (1 a 3 rubros).
- Estrato 4: De 4 a 7 hectáreas de cultivo (1 a 3 rubros).
- Estrato 5: Más de 7 hectáreas (1 a 3 rubros).

Aplicamos la siguiente ecuación para el cálculo de la muestra para estimar la sostenibilidad socioeconómica, ecológica y ambiental con un nivel de confianza del 96% (por tanto,  $z = 1.98$ ) y un error muestral del 1.74%:

Ecuación 1: Tamaño de muestra proporcional.

$$n = \frac{\pi * (1 - \pi) * z^2}{e^2}$$

Dónde:

$\pi =$  En este estudio se estimó el valor de (0.6)

$e =$  1.74

$z =$  1.98

$$n = \frac{0.6 * (1 - 0.6) * 1.98^2}{(1.98)^2} = 31.1 \approx 31 \text{ fincas}$$

Para tal efecto se elaboró un cuestionario base para los tres rubros: café, cacao y ganadería (Anexo 1). Exploramos la situación de las políticas sectoriales en lo que respecta a la organización de los productores, comercialización, asistencia técnica, calidad de los productos, manejo de suelos, fertilización, manejo de plantas (podas, resiembras, entre otras) arreglo vegetal, composición y manejo de sombra, manejo de plagas y enfermedades, uso de mano de obra familiar y/o contratada.

## 2.3. METODOLOGÍA

Aplicamos la metodología cuantitativa participativa como enfoque transdisciplinario, desde los diferentes puntos de vista técnico y la sapiencia de los productores, en el manejo de sus fincas como sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería a pequeña y mediana escala (Geilfus, 2009). Consideramos la opinión, experiencia del productor, con ayuda del técnico, realizamos un mapa de recursos naturales y uso de la tierra con sus respectivos arreglos vegetales. Éste fue nuestro punto de partida para poder recorrer todo el predio, también fue un soporte para evaluar la sostenibilidad socioeconómica, ecológica, sociocultural y tecnológica a través de indicadores y subindicadores de sostenibilidad (Masera , Astier, & López, 2002).

Simultáneamente aplicamos un modelo valorativo de vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático para sistemas agroforestales de café y cacao propuesto por (Virginio F. , 2011). Con los resultados encontrados construimos mapas de aptitud agrícola, adaptado a las condiciones geográficas, climáticas, suelos, arreglos vegetales, condiciones socioeconómicas y culturales de las dos provincias, donde el principal actor son los productores. En relación con la (Figura 12) se describen las diferentes etapas metodológicas de la investigación “Evaluación de sostenibilidad de sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería en las provincias de Sucumbíos y Orellana en el contexto del cambio climático”.

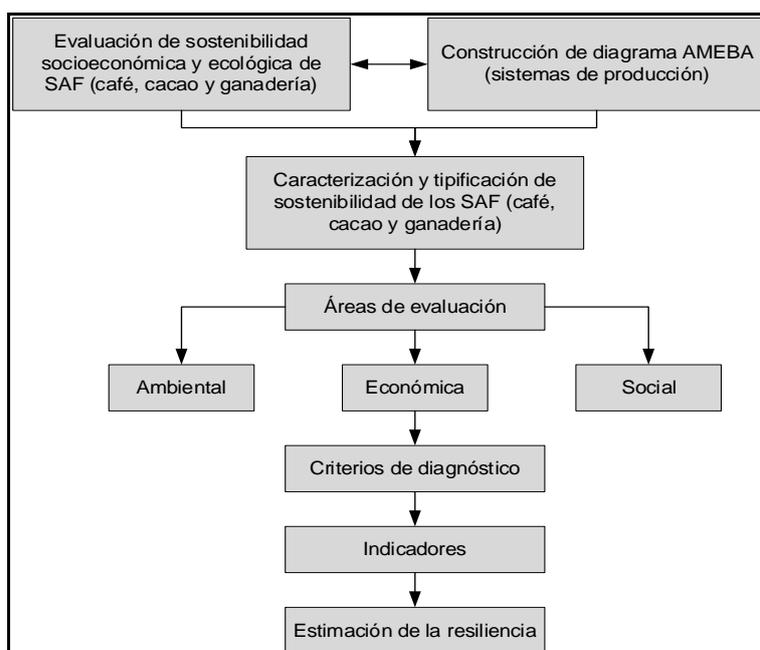


Figura 12: Diagrama de flujo de la metodología empleada en la investigación.

La evaluación de sostenibilidad se elaboró por medio de indicadores que se construyeron de acuerdo a la metodología y el marco conceptual propuesto por (Sarandón, y otros, 2008). Se eligieron indicadores acordes a sus actividades diarias en el campo fáciles de interpretar. Éstos están compuestos por subindicadores y variables de presión para evaluar el efecto de las prácticas culturales del agroecosistema (predio). Los datos se obtuvieron a través de encuestas con preguntas estructuradas, entrevistas y observaciones de campo. Para la comprobación de resultados de las fincas y analizar las dimensiones de sustentabilidad se estandarizó mediante el uso de una escala para cada indicador, de 0 a 4, siendo el 4 el de mayor y el 0. Con la intención de ponderar el valor de la escala, se multiplicó por un coeficiente de acuerdo con la importancia relativa de cada indicador (variable) respecto a la sostenibilidad.

Para la representación gráfica, se construyó diagramas tipo “AMEBA” que es un diagrama radial el cual permite mostrar visualmente los aspectos, cualidades y atributos de resultados de indicadores y subindicadores de la dimensión económica (IK), dimensión ecológica (IE), dimensión sociocultural (ISC), y dimensión tecnológica (IT) (Abraham,, Alturria, Fonzar,, Ceresa,, & Arnés,, 2014).

Para la caracterización y tipificación de sistemas de producción agrícola y ganadera de las provincias de Sucumbíos y Orellana. Fueron encuestados y entrevistados en sus predios a un total de 31 productores para obtener información de sostenibilidad. Los datos obtenidos fueron analizados por el método de conglomerados (dendogramas), que se basa en el coeficiente de correlación. Los resultados se clasifican en grupos (Balzarini, Bruno , Córdova , & Teich, 2015). Posteriormente, realizamos un análisis de componentes principales (ACP), técnica que nos permitió ordenar y representar datos multivariados continuos a través de un conjunto de combinaciones lineales ortogonales normalizada de variables originales.

Considerando los grupos obtenidos (dendograma), se midió la resiliencia que tiene cada agregado de agroecosistemas, aplicamos la metodología propuesta por (Altieri; Nicholls, 2013). Ésta consintió en observar las distintas características del agroecosistema como sistema agroforestal y contrastar los datos con la experiencia del productor, sobre el comportamiento de su arreglo vegetal a las distintas anomalías climáticas (vientos huracanados, sequías e inundaciones). Según el caso que ha sucedido durante la última década, se consideraron 5 indicadores a nivel de paisaje (diversidad paisajística, pendiente, orientación de la pendiente, cercanía a bosques, cercas vivas, cercanía a cuerpos hídricos) y 9 a nivel de finca (profundidad de raíces, diámetro altura al pecho de plantas forestales y

frutales, estructura del suelo, cobertura del suelo, prácticas culturales de conservación, drenajes, autoconsumo de productos, nivel de conocimiento agroecológico del productor).

Para su clasificación de grados de resiliencia utilizamos el sistema “semáforo”, el color rojo considerado de alto riesgo. Se asignaron valores de (1 – 2), amarillo con un riesgo medio (3-4), o verde, con un riesgo bajo se fijaba un valor de (5). Toda esta ponderación la realizamos con apoyo y criterio del productor.

Posteriormente, llevamos a cabo la elaboración de mapas de aptitud agroecológico adaptativo de acuerdo al piso ecológico propuestos por (García, Romero, Barrera, Torres, & Crescencio, 2015). Utilizamos el sistema de información geográfica (SIG) para modelar la información recopilada a lo largo de la investigación. Todo ello, con el objetivo de plantear actividades agrícolas y el uso potencial del suelo de la RAE norte. La técnica utilizada es la de multicriterio de tipo geopedológicos (geomorfología del suelo), climatología (modelos térmicos y pluviométricos) y los requerimientos edafoclimatológicos de los cultivos de café, cacao y pastos para Ecuador continental (MAGAP, 2014).

## **CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN, TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ, CACAO Y GANADERÍA EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA**

### **3.1. RESUMEN**

**Antecedentes:** La Amazonía es la región con más contrastes en el mundo, por su inmensa diversidad biológica y cultural. Ecuador ocupa una pequeña porción tan solo un 1.67% de la cuenca Amazónica. Forma parte de un escenario complejo y vulnerable desde el punto de vista ecológico y sociocultural. **Objetivo:** caracterizar, y tipificar los sistemas de cultivo de café, cacao y ganadería en las provincias de Sucumbíos y Orellana. **Materiales y métodos:** Consistió en caracterización cualitativa de las dimensiones sociodemográficas, económicas, ecológicas, socioculturales y tecnológicas, seguida de una tipificación estratificada. Se elaboró un análisis estadístico multivariado, aplicando el método Ward. Se redujeron dimensiones por medio de factoriales, graficando los análisis de componentes principales (ACP) en Biplot, utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2016. **Resultados:** Los análisis de correspondencia múltiple y frecuencias relativas destacan que en la dimensión sociodemográfica el 87.10% poseen escrituras, mientras tanto el 12.9% tienen bajo asociación colectiva. Con extensiones de terreno de 21 a 50 ha el 61.3%, con pendientes moderadas (10 y 15%). El 100% de los productores cuentan con servicio de luz y recogida de residuos sólidos domiciliarios. El 90.3% consume agua de pozo, el 58.1% poseen cultivos de café, cacao y pastos con más de 10 años. Entre el 16.1% y 80.7% utilizan agrotóxicos altamente peligrosos (Ib), moderadamente peligroso (II). En cuanto a la dimensión económica el 71.4% poseen ingresos económicos inferiores a 365 dólares americanos, de ellos el 31.5% poseen más de 2 canales de comercialización, con el 67.7% de vías lastradas. Por otra parte, en cuanto a la dimensión ecológica el 35.5% de las parcelas poseen una cobertura vegetal del 50% al 75% incluidas cercas vivas. Nuestro análisis de la dimensión sociocultural establece que el 65% cuenta con formación primaria, el 70.9% cuenta con atención médica. Por último, en cuanto a la dimensión tecnológica, el 100% utilizan equipos de bajo impacto ambiental y el 90.3% recibe asistencia técnica. La tipificación estableció que el 35.5% presentan sistemas en transición I (utilizan insumos químicos); el 19.4% poseen sistemas de transición II (utiliza insumos orgánicos, con sintéticos) y el 35.5% poseen sistemas de transición III (utilizando insumos orgánicos).

**Palabras claves:** Agroecología, café, cacao, dimensión, ganadería, interrelaciones.

### 3.2. INTRODUCCIÓN

En el mundo entero, los indígenas dependen en gran medida de los productos de la naturaleza para satisfacer sus necesidades. De acuerdo a su disponibilidad y agotamiento de los recursos muchos emigran cuando estas riquezas se agotan, hasta que el ambiente natural se regenere y pueda ser aprovechado de nuevo (Arias, Carpio, Herrera , & González, 2016). La Región Amazónica del Ecuador representa casi el 50%. Es una de las zonas con mayor biodiversidad donde se cumple gran parte del ciclo del carbono, crucial para el clima. Por este motivo, es crucial su conservación y manejo con criterios de sostenibilidad. No obstante, desde la década de los años 60 se ha destacado la expansión de la frontera agrícola promovida por el estado ecuatoriano a través del Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC). Es ahí donde llegaron colonos de distintas partes del país a apropiarse de grandes extensiones de terrenos.

Éstos establecieron cultivos bajo el sistema chacras similares a los practicados por los nativos. Sin embargo, este sistema fracasó. Los estudios de edafología determinaron que apenas el 8% de su territorio era apto para la agricultura y ganadería porque sus suelos tenían altas concentraciones aluminio-ferrosas o estaban mal drenados, con un escaso contenido de elementos básicos como calcio y nitrógeno y con muy poca capacidad de intercambio de cationes. La conclusión estableció que el suelo de esta región tenía una escasa capacidad para fijar nutrientes (Bustamante , Espinoza , Ruiz, Trujillo, & Uquillas, 1993).

La capacidad de uso de suelo de la RAE es limitado para la agricultura y ganadería, por ello, es indispensable darle un manejo sostenible y agroecológico como principio fundamental a este ecosistema (Bravo , y otros, 2017). Considerando la fragilidad del ecosistema de la RAE, el Estado ecuatoriano a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el año 1984, emprenden subproyectos agroforestales en la región con apoyo técnico y financiero de la Agencia Internacional para el Desarrollo (USAID). La finalidad principal del proyecto fue reforzar la sostenibilidad de los recursos en fincas de pequeños y medianos productores.

A nivel mundial, principalmente en los países Latinoamericanos, se vienen desarrollando y evaluando sistemas de producción agrícola ganadera con el propósito de medir el desempeño económico, ecológico, sociocultural, tecnológico y ambiental. Es decir, una evaluación de sostenibilidad de pequeños y medianos productores agrícolas y ganaderos mediante la selección participativa de indicadores y subindicadores (Altieri; Nicholls, 2013). Bajo la perspectiva del cambio y optimización de uso de suelo, los sistemas agroforestales (SAF) con principios agroecológicos, usando especies endémicas del sector, arreglos vegetales

diversificados y adaptados a las actividades productivas, constituyen una de las alternativas más viables para detener el avance de la frontera agrícola y a su vez favorecer a los procesos naturales e interacciones biológicas, mejorando la calidad edáfica. También contribuye a disminuir la dependencia de insumos externos de la finca como los agrotóxicos. Por otra parte, también se estaría incrementado la productividad agrícola ganadera a través de la producción de madera, leña y frutos. Cabe considerar que, bajo este sistema de producción, se mejorarían los servicios ambientales (Murgueitio, y otros, 2008) en la RAE.

Bajo este contexto se planteó como objetivo caracterizar, tipificar los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería mediante indicadores y subindicadores en las provincias de Sucumbíos y Orellana del Ecuador continental. A través de los resultados obtenidos se admite o se refuta la hipótesis que establece: “La ubicación geográfica de la finca y el arreglo vegetal de los SAF, tendrán incidencia positiva a la sostenibilidad socioeconómico, ecológica y ambiental”.

### **3.3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.4. ÁREA DE ESTUDIO**

El estudio se realizó en la RAE, en las provincias de Sucumbíos y Orellana, con una altura que oscila entre los 200 y 650 msnm (Figura 13). El área de estudio ha sido clasificada como bosque húmedo tropical, con una precipitación promedio de 281.70 mm distribuidos uniformemente durante todo el año, una humedad relativa (HR media 89.14 %) y una temperatura promedio anual de 20.21 ° C (INAMHI, 2018). Cuenta con una densidad poblacional de promedio de 8.05 hab/km<sup>2</sup>, donde el 47.1% vive en la zona rural, su actividad económica es la agricultura, ganadería y silvicultura (SENPLADES, 2014).

Las dos provincias antes mencionadas geográficamente está ubicadas en la zona 18 N, con coordenada Este 289205.05 m E, y coordenada Norte 9411.62 m N; por otro lado, la provincia de Orellana está ubicada en la zona 18, con coordenadas Este 278179.16 m E y coordenada Norte 9948940.18 m S.

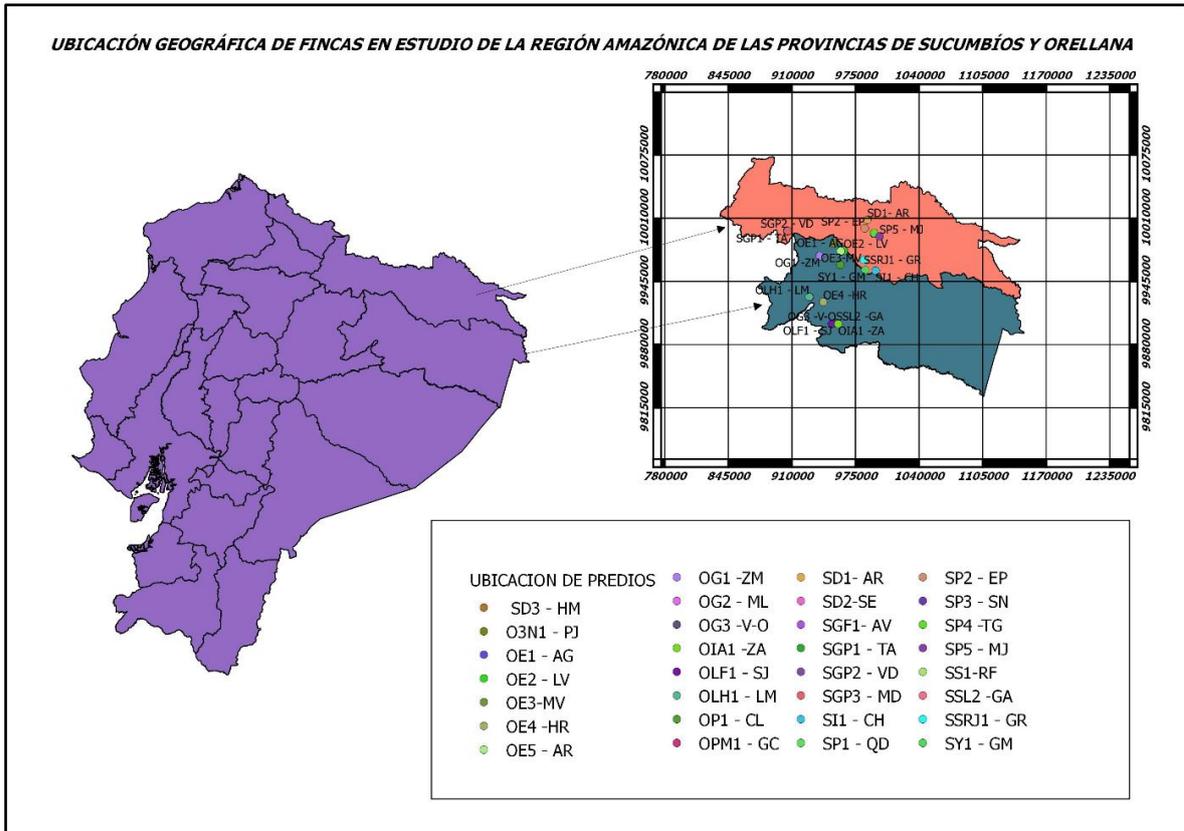


Figura 13: Localización e identificación numérica de los SAF de las provincias Sucumbíos y Orellana. Fuente: (Vizueté M., 2022)

### 3.5. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Con el propósito de caracterizar los SAF de la RAE, tomamos como muestra a 31 fincas, seleccionadas bajo criterios de extensión, pendiente y rubros que tienen los productores en sus fincas. Además de muestreos estratificados aleatorios simples en muestras agrícolas (Galmés, 2011). Esta caracterización cualitativa se realizó a través de encuestas enfocadas a dimensiones económicas, ecológicas, sociocultural, tecnológico y ambientales. Con cuatro rangos de valoración establecidos en: (1) Bajo; (2) medio; (3) alto; (4) muy alto. La metodología utilizada se adaptó a las propuestas de (Sarandón, Flores, Gargoloff, & Blandi, 2014; Masera, Astier, & López, 2002), mostradas en la (Tabla 6).

Tabla 6: Evaluación cualitativa, cuantitativa de las dimensiones de los SAF

<b>DIMENSIÓN ECONÓMICA</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>RANGOS DE VALORACIÓN</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
DE_A	No	Si	-	-
DE_B	No	Si	-	-
DE_C	No	Si	-	-
DE_D	No	Si	-	-
DE_E	No	Si	-	-
DE_F	No	Si	-	-
DE_G	menos SMV	sobre SMV	-	-
DE_H	herradura	lastrado	asfaltado	-
DE_I	malo	regular	bueno	muy bueno
DE_J	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_K	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_L	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_M	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_Ñ	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_O	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_P	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_Q	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_R	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_S	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_T	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_U	> a 4 veces	2 a 3 veces	1 a 2 veces	0 veces
DE_V	No	Si		
<b>DIMENSIÓN ECOLÓGICA</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>RANGOS DE VALORACIÓN</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
DEc_A	No	Si	-	-
DEc_B	No	Si	-	-
DEc_C	No	Si	-	-
DEc_D	No	Si	-	-

<b>DEc_E</b>	muy alta	alta	media	baja
<b>DEc_F</b>	No	Si	-	-
<b>DEc_G</b>	No	Si	-	-
<b>DEc_H</b>	No	Si	-	-
<b>DEc_I</b>	No	Si	-	-
<b>DEc_J</b>	inapreciable	escaso	abundante	muy abundante
<b>DEc_K</b>	inapreciable	escaso	abundante	muy abundante
<b>DEc_L</b>	inapreciable	escaso	abundante	muy abundante
<b>DEc_M</b>	No	Si	-	-
<b>DEc_N</b>	No	Si	-	-
<b>DEc_Ñ</b>	inapreciable	escaso	abundante	muy abundante
<b>DEc_O</b>	inapreciable	escaso	abundante	muy abundante
<b>DEc_P</b>	inapreciable	escaso	abundante	muy abundante

---

**DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL**

---

<b>VARIABLES</b>	<b>RANGOS DE VALORACIÓN</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>DSc_A</b>	Extranjero	Costa	Sierra	Oriente
<b>DSc_B</b>	malo	regular	buena	muy buena
<b>DSc_C</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_D</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_E</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_F</b>	insatisfactorio	regular	satisfactorio	-
<b>DSc_G</b>	herradura	lastrado	asfaltado	-
<b>DSc_H</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_I</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_J</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_K</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_L</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_M</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_N</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_Ñ</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_O</b>	No	Si	-	-

<b>DSc_P</b>	insatisfactorio	regular	satisfactorio	-
<b>DSc_Q</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_R</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_S</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_T</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_U</b>	No	Si	-	-
<b>DSc_V</b>	0 años	1 a 2 años	2 a 3 años	> 4 años
<b>DSc_X</b>	malo	regular	bueno	muy buena

---

**DIMENSIÓN TECNOLÓGICA**

---

<b>VARIABLES</b>	<b>RANGOS DE VALORACIÓN</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>DT_A</b>	No	Si	-	-
<b>DT_B</b>	No	Si	-	-
<b>DT_C</b>	No	Si	-	-
<b>DT_D</b>	No	Si	-	-
<b>DT_E</b>	No	Si	-	-
<b>DT_F</b>	No	Si	-	-
<b>DT_G</b>	vecinos	familiares	instituciones	organizaciones

Fuente: (Vizuete M., 2022)

Codificaciones de las dimensiones (Anexos 2 al 4).

Las evaluaciones cualitativas se realizaron en el transcurso del año 2016 y 2017 por medio de diferentes talleres teóricos y prácticos, con la participación de todos los integrantes de la familia. Evaluaciones elaboradas a partir de la metodología de (Geilfus, 2009).

Los resultados encontrados se procesaron estadísticamente empleando el análisis factorial de correspondencia múltiple para las dimensiones económicas, ecológicas, socioculturales, tecnológicas y ambientales, respecto a los SAF de café, cacao y ganadería.

Para complementar este análisis, se encontró su distribución de frecuencias relacionada a cada una de las variables y modalidades asociadas a las mismas, utilizando el paquete estadístico InfoStat 2016, en conjunto con SPSS 20.

### **3.5.1. TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES**

En cuanto a la tipificación de los sistemas, realizamos un análisis a partir del sistema de clúster. A partir de conglomerados no jerárquicos y representados mediante un dendograma, se empleó el paquete estadístico InfoStat versión 2015.

### **3.5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS TIPIFICADOS**

Los sistemas se tipificaron de acuerdo al enfoque de sistemas propuesto por (Hart, 1985). Las tipologías se representaron con los componentes y sus interrelaciones que lo conforman. Los componentes principales evaluados corresponden a la diversificación de la producción, superficie de producción para el autoconsumo, ingresos económicos netos por familia, diversificación de productos para la venta, números de vías de acceso, dependencia de insumos externos y accesos a créditos. Posteriormente, se elaboraron los flujogramas de masa y energía de las distintas interacciones: suelo - cultivo; cultivo - plagas; cultivo – arvense y cultivos infraestructura para cada tipología estratificada.

Como se afirmó anteriormente el principal autor de la descripción de los procesos que conforman el sistema son los productores a través de ilustraciones gráficas, acompañadas de evaluaciones rápidas de prácticas culturales de manejo de sombra en el café y cacao, propiedades de la macrofauna del suelo, plagas y enfermedades del café, cacao y pasto. Para ello se utilizaron diferentes metodologías adaptadas (CATIE, 2009; Navia, Restrepo, Villada, & Ojeda, 2003; Farfán, 2015; Carrillo, Jiménez, Ponce, Moreira, & Merchán, 2014; Vázquez, 2013).

## **3.6. RESULTADOS**

La (Figura 14) establece un procedimiento para el desarrollo de todas las etapas de esta fase de la investigación, desde la estrategia de muestreo hasta la interpretación de resultados.

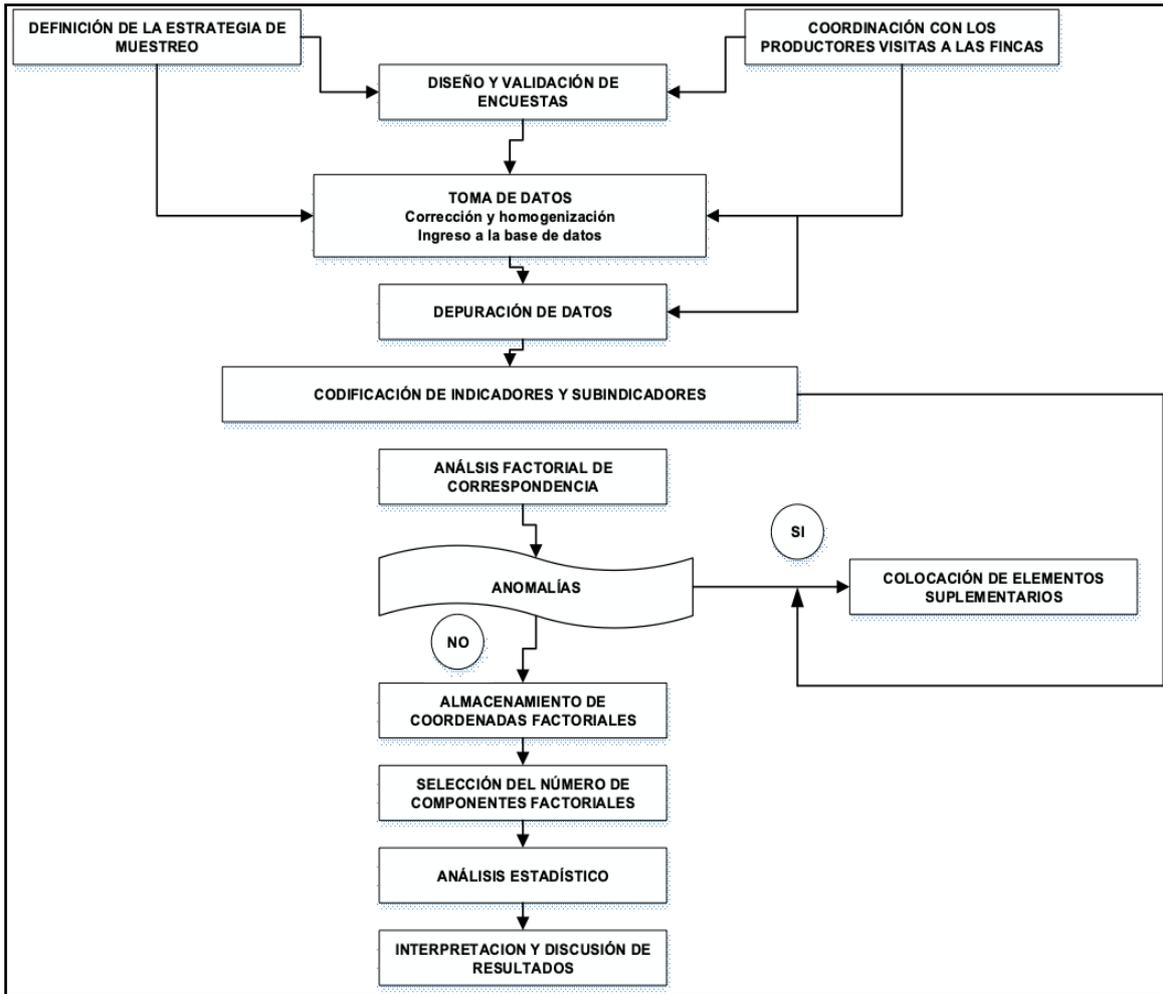


Figura 14: Flujograma metodológico  
Fuente: (Vizueté M., 2022)

Los métodos de encuesta y comunicación oral adaptados al enfoque participativo permitieron la triangulación de la información acerca de la dimensión sociodemográfica de su finca que se detalla en la (Tabla 7).

Tabla 7: Caracterización sociodemográfica de los productores SAF (Sucumbíos y Orellana)

DIMENSIÓN SOCIODEMOGRÁFICA			
VARIABLES	%	VARIABLES	%
Fincas con escritura	87.10	Composición familiar	
Fincas en asociación colectiva	12.9	1 a 3 hijos	22.6
Vías de acceso		4 a 6 hijos	12.9
Primer orden (asfaltado)	29.0	> a 6 hijos	0.0
Segundo orden (lastrado)	41.9	Empleados en la finca	
Tercer orden (herradura)	29.0	Uso de mano de obra familiar	83.9

<b>Altitud (100 - 400 msnm)</b>	87.1	Uso de mano de obra contratada	61.3
<b>Altitud (401 - 700 msnm)</b>	12.9	Pertenece a organizaciones	77.4
<b>Área de la finca</b>		Servicios básicos	
<b>0 a 10 hectáreas</b>	25.8	Agua potable	9.7
<b>11 a 20 hectáreas</b>	6.5	Agua de pozo	90.3
<b>21 a 50 hectáreas</b>	61.3	Alcantarillado	12.9
<b>&gt; 51 hectáreas</b>	9.7	Pozo séptico	90.3
<b>Topografía de la finca</b>		Recolección de basura	100.0
<b>Pendiente muy alta</b>	0.0	Luz	100.0
<b>Pendiente alta</b>	9.7	Tiempo que tiene el cultivo	
<b>Pendiente media</b>	22.6	Más de 10 años con cultivo de café	38.7
<b>Pendiente moderada</b>	54.8	Más de 10 años con cultivo de cacao	58.1
<b>Pendiente baja</b>	3.2	Más de 10 años con cultivo de pasto	58.1
<b>Pendiente plana</b>	16.1	Acceso a créditos	71.0

Fuente: (Vizúete M., 2022)

El resultado del análisis de frecuencias relativas asociado con cada variable con la dimensión sociodemográfica destaca que el 87.10% posee legalizadas sus fincas, cuentan con escrituras y el 100% de ellos son colonos. Mientras tanto el 12.9% son nativos de la RAE y sus tierras constan a nombre de las nacionalidades donde ellos pertenecen. Es decir, solo ocupan espacios de tierra, las mismas que están a diferentes rangos de altitudes distribuidos así de 100 a 400 msnm, 87.1% y de (401 a 700 msnm) 12.9%. Por tal razón, se tiene pendientes moderadas con un porcentaje de inclinación de 5 a 10 conformando el 54.8% de fincas con esta característica, y apenas el 9.7% con pendientes altas.

En lo que respecta a la composición familiar el 22.6% de los productores tienen entre 1 a 3 hijos, y el 64.5% no tienen hijos que vivan en las fincas o dependan económicamente de sus padres. Para las labores culturales del manejo del café, cacao y pastos el 83.9% usan mano de obra familiar y de éstos el 77.4% pertenecen a organizaciones que funcionan como centro de acopio y venta del producto.

En cuanto a los servicios básicos el 100% disponen de energía eléctrica y servicio de recolección de basura. Por otra parte, el 90.3% consume agua de pozo y evacúa sus residuos líquidos a pozos sépticos. Tan solo el 9.7% dispone de agua potable. Por otra parte, el 51.8% poseen cultivos de cacao y pastos que sobrepasan los 10 años de cultivo y el 38.7% del rubro



Otros estudios como el de (Pabón, Herrera , & Sepúlveda , 2016) también coinciden con las variables sociodemográficas correspondiente a la tenencia de hijos, vías de acceso, topografía de la finca y tipo de propiedad. Todos éstos garantizan de alguna manera la eficiencia productiva de los sistemas agroforestales que por décadas vienen practicando en la RAE.

Al evaluar las variables económicas (Tabla 8) se encontró que el 41.9% de los productores cuentan con los tres rubros principales que les genera ingresos económicos de la venta de café, cacao y leche. Además, disponen de parcelas pequeñas (< 0,5 ha) de cultivos de ciclo corto (arroz, maíz, yuca y plátano) en asocio con plantas de cítricos (limón y naranja) y otras frutas silvestres como la uva de monte, borjón, guabas, entre otras. Para la venta de sus productos el 68.5% cuenta con al menos 2 canales de comercialización: venta directa en la finca y en centro de acopio de las asociaciones donde forman parte. Generan ingresos por producción superiores a USD 365, esto se debe a que el 67.7% de las fincas cuentan con vías lastradas que facilita de una u otra manera transportar su producción. Sus ingresos monetarios los destinan para comprar insumos externos. Entre ellos están los agroquímicos (herbicidas, insecticidas y abonos químicos) que el 100% de los ganaderos aplican a sus pastos al menos 3 a 4 veces anuales para combatir el salivazo como plaga principal. Además, aplican cal agrícola con la finalidad de corregir las características ácidas que tienen los suelos de la región en general. Es importante indicar que para la compra de parte de estos insumos lo hacen a través de créditos, así lo ratifica el 48.8% de los productores encuestados y visitados.

Tabla 8: Variables correlacionadas de la dimensión económica

DIMENSIÓN ECONÓMICA					
VARIABLES	%	VARIABLES	%		
RUBROS		APLICACIONES DE HERBICIDAS QUÍMICOS	café	cacao	pasto
café, cacao y ganadería + Ciclo corto + cítricos	41.9	1 a 2 veces	16.1	19.3	0
café, cacao + ciclo corto + cítricos	29	3 a 4 veces	83.9	80.7	100
cacao, ganadería + ciclo corto + cítricos	6.4	> 4 veces	0	0	0
		APLICACIONES DE CAL AGRÍCOLA	café	cacao	pasto
café, ganadería + ciclo corto + cítricos	3.2				
ganadería + ciclo corto + cítricos	3.2	1 a 2 veces	9.7	16.1	16.1
INGRESOS ECONÓMICO NETOS		3 a 4 veces	90.3	83.9	83.9

Mayor a (1 SMV) ≈ USD \$ 365	25.8	> 4 veces	0	0	0	
Menor a (1 SMV) ≈ USD \$ 366	74.1	<b>APLICACIONES DE INSECTICIDAS QUÍMICOS</b>	café	cacao	pasto	
VÍAS DE ACCESO		1 a 2 veces	9.7	25.8	0	
Asfaltado	32.6	3 a 4 veces	90.3	74.2	100	
Lastrado	67.7	> 4 veces	0	0	0	
Herradura	0	<b>APLICACIONES DE ABONOS QUÍMICOS</b>	café	cacao	pasto	
<b>ACCESOS A CRÉDITOS</b>		1 a 2 veces	16.1	22.6	0	
Si	54.8	3 a 4 veces	83.9	77.4	100	
No	45.2	> 4 veces	0	0	0	
<b>CANALES DE DISTRIBUCIÓN</b>	1 a 2	68.5	<b>EXTENSIÓN DE LA FINCA</b>	Pequeño	Mediana	Grande
	> 2	31.5		48.4	48.4	3.2

Fuente: (Vizueté M., 2022)

En los resultados económicos encontrados, los productores bajo sistemas agroforestales tienen interés en generar utilidades a través de la producción de sus rubros principales: café, cacao y leche. Los resultados encontrados y analizados demuestran que la manera de producción es la principal causa de desbalance económico. Éstos son los que están constituidos por productores que solo tienen la ganadería con parcelas pequeñas de ciclo corto, que es más utilizado para consumo familiar (pancoger), como también se evidenció que solo dispones dos canales de comercialización, siendo el más utilizado la venta en la finca.

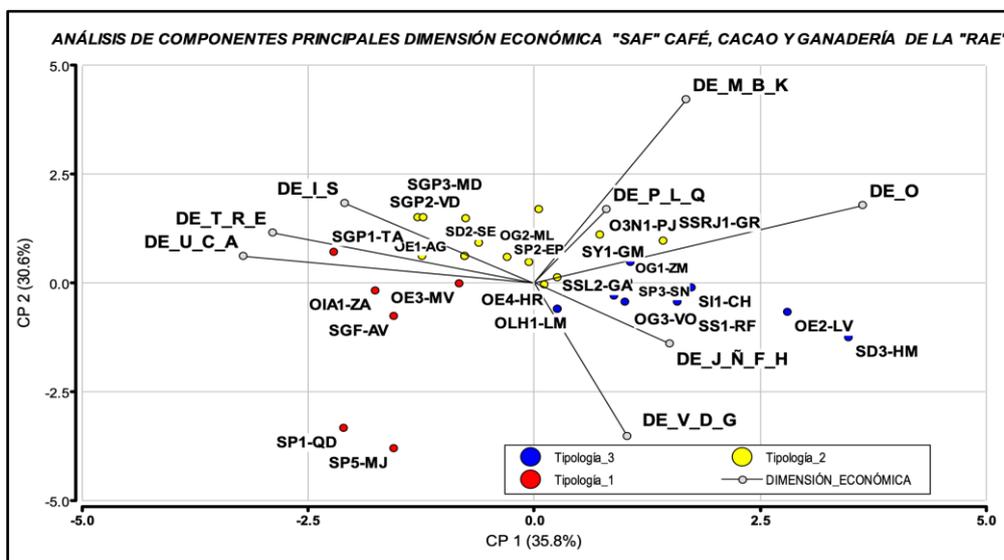


Figura 16: Análisis de Componentes Principales: dimensión económica  
Fuente: (Vizueté M., 2022)

Consideremos que los productores que poseen SAF más diversificados (3 rubros principales más ciclo corto y frutales) cuentan con más productos de autoconsumo y para la venta.

También poseen cultivos de leguminosas (flemingia, botón de oro) que son utilizados como abonos verdes y como forraje alimenticio del ganado. Para sus ventas tienen más de 2 canales de comercialización garantizando de alguna manera ingresos económicos acordes a la oferta y demanda del producto. Estos resultados coinciden con las investigaciones análogas de (Paredes & Subía, 2014; Robaina, 2017; Arias, Carpio, Herrera, & González, 2016; Nieto, Carlos; Caicedo, Carlos, 2014). Estos estudios confirman que los suelos de la RAE presentan problemas de acidez y baja fertilidad principalmente en áreas que han sufrido cambio de uso de suelo: bosque a actividades agrícolas y ganaderas sin un manejo adecuado. Para mitigar estas deficiencias los productores aplican nitrógeno y fertilizantes sintéticos con el fin de generar recursos económicos los productores de la RAE. Del 62% al 72% de los productores venden la producción de café, cacao, granos básicos, leche y lo hacen a través de dos canales de distribución (propia finca y mercados locales). Sus ingresos económicos son muy variables y dependen en gran medida de las actividades que haga el productor. El ingreso neto económico es superior a un salario mínimo vital (USD 425) en las fincas más agro-diversas, e ingresos menores las fincas con menor arreglo vegetal. Tomando en cuenta que el 67% de las comunidades tienen dependencia de los recursos de la selva como subsistencia.

Al evaluar las variables ecológicas (Tabla 9), se destaca que sus parcelas de café y cacao mantienen bajo cobertura vegetal viva, conformada por arvenses y leguminosas (*flemingia macrophylla*). Considerando que la topografía de la RAE está de plano a moderado, gozando de esta virtual el 87.1% de los productores. Al igual que el 100% de las fincas cuentan con cercas vivas de plantas endémicas del lugar. Gracias a ello, se encuentra una considerable diversidad de fauna en las parcelas de cacao principalmente. Para el estudio, se aplicó el método de observación por cinco días. Ninguno de los productores extrae la fauna del sector, considerando que practican sus cultivos bajo SAF con una densidad de árboles.

Tabla 9: Variables correlacionadas de la dimensión ecológica

DIMENSIÓN ECOLÓGICA							
VARIABLES	%			VARIABLES	%		
<b>COBERTURA VEGETAL</b>	café	cacao	pasto	<b>CULTIVOS ASOCIADOS + SEMBRÍO TEMPORAL</b>	café	cacao	pasto
Menos del 25 %	0	0	0	SAF	58.1	58.1	0
25a 50 % cobertura	64.5	70.8	5	<b>DIVERSIDAD DE FAUNA</b>	café	cacao	pasto

50 a 75% cobertura	35.5	29.2	95	Muy abundante	19.3	25.8	32.3
Cobertura muerta del suelo	café	cacao	pasto	Abundante	3.2	6.5	9.7
25a 50 % cobertura	61.3	77.4	8	Escaso	38.7	45.2	22.6
50 a 75% cobertura	38.7	22.6	92	Inapreciable	38.8	22.6	64.6
<b>TOPOGRAFÍA</b>	café	cacao	pasto	<b>P. EXTRACTIVAS DE FAUNA</b>	café	cacao	pasto
muy alta > 30%	0	0	0	SAF	0	0	0
alta 15 al 30%	0	0	0	<b># ÁRBOLES</b>	café	cacao	pasto
media 5 al 15 %	12.9	12.9	12.9	Muy abundante	12.9	29.3	38.7
baja 0 al 5%	87.1	87.1	87.1	Abundante	64.5	16.1	54.9
<b>BARRERAS VIVAS</b>	café	cacao	pasto	Escaso	22.6	54.6	6.5
SAF	100	100	100	Inapreciable	0	0	0

Fuente: (Vizueté M., 2022)

El análisis correspondencia múltiple de la dimensión ecológica permitió determinar similitudes en los productores de café, cacao y pastos que tienen una cobertura de vegetal viva y muestra en sus parcelas que no hay erosión del suelo. Por cultivar bajo SAF, emplean plaguicidas, herbicidas (Clase III ligeramente peligroso) al menos una sola vez al año (Figura 17).

Desde el punto de vista ecológico, los resultados indican que las parcelas de café y cacao mantienen una cobertura vegetal del 50 al 75%. La mayoría arvenses nativos, mezclados con leguminosas (flemingia, botón de oro). Éstos son controlados por corte de guadaña y machete principalmente, y en al menos una vez al año son fumigados con pesticidas y herbicidas clase III considerados ligeramente peligro. Estos resultados coinciden con investigaciones realizadas por (Mera, y otros, 2018; Márquez S., 2013) donde los sistemas intensivos se caracterizan por la aplicación de productos químicos, que contaminan el ambiente (suelo, aire, agua) afectando a la seguridad alimentaria y a las personas que lo aplican sin un adecuado equipo de protección personal. También se corrobora que el cultivo bajo SAF beneficia a los ecosistemas formando microclimas beneficiosos para cultivos y animales, proporcionando también microhábitats para enemigos naturales que garantizan un servicio ambiental adecuado. Para mantener un agroecosistema saludable es necesario e indispensable incrementar la biodiversidad con especies autóctonas del sector e introducción de prácticas agroecológicas que estimulen el ciclaje de nutrientes, también denominado (reciclaje ecológico). Todo ello mediante múltiples interacciones de todos sus componentes, logrando así minimizar los efectos que produce el cambio climático.

Estos resultados tienen similitudes importantes con muchas investigaciones realizadas por (Ríos, Vargas, & Funes, 2011; Montagnini, Somarriba, Murgueitio, Fassola, & Eibl, 2015; Vázquez, 2013; Subía, y otros, 2014; MAGAP, 2014), donde el factor físico y la diversidad dependen de la profundidad efectiva del suelo. De ahí la importancia de la capa arable que debe tener el 93% de materia orgánica (cobertura vegetal viva y muerta), aumentando así la entropía del sistema. Se considera que la mejor conservación de la biodiversidad se da en parcelas de cacao, debido principalmente a la diversidad de especies forestales. Éstas son frutales, medicinales, especies nativas y epífitas como el bálsamo (*Myroxylon balsamum*), cedro (*Cedrela odorata*), laural (*Cordia alliodora*), pambil (*Iriartea deltoidea*). La mayoría de los productores determinan tener 360 árboles/ha correspondiente aproximadamente al 50% del número de árboles que existen en los bosques primarios.

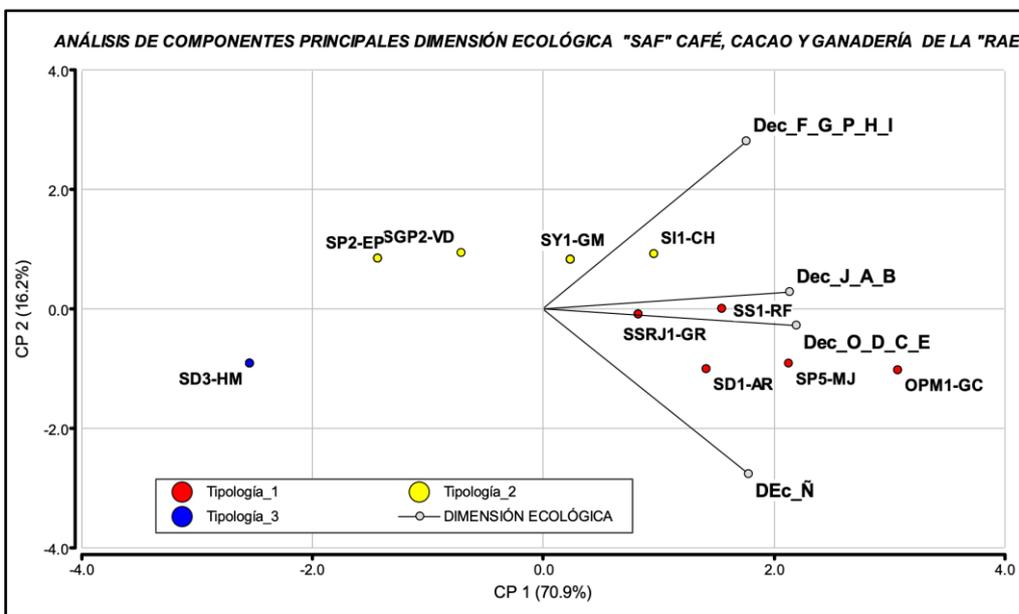


Figura 17: Análisis de Componentes Principales: dimensión ecológica  
Fuente: (Vizúete M., 2022)

En relación con los resultados encontrados socioculturales (Tabla 10), el 74.2% de los productores son colonos, provenientes de la región Sierra, Costa ecuatoriana y del país de Colombia. Su nivel de escolaridad es bajo, ya que el 10% son analfabetos y el 65% tienen al menos una formación de primaria. Poseen viviendas construidas con material de la zona, pero, aunque el estado de estas casas no es óptimo, todos ellos disponen de energía eléctrica y recolección de basura. Por otra parte, el 12.9% posee servicio de alcantarillado. Los que no poseen este servicio usan un pozo séptico. En cuanto a la preparación de alimentos, lo hacen a través del gas de uso doméstico. Así lo afirma el 93.5 y 48.4% respectivamente. Es importante indicar también que en los últimos años el gobierno central modificó las leyes en

contra de violencia familiar en este sector de la RAE. Los datos indican que el 35.5% de las mujeres y niños sufren alguna agresión física o psicológica.

Es importante mencionar que el 48.4% de los agrarios pertenece a asociaciones, y el 25.8 % están vinculados por más de tres años. Con el objetivo de seguir reclutando y fortaleciendo sus asociaciones en los últimos años se están vinculando al programa nacional de fortalecimiento matriz productiva nacional.

Tabla 10: Variables correlacionadas de la dimensión sociocultural

<b>DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>%</b>			
<b>LUGAR DE ORIGEN DEL PRODUCTOR</b>	Amazonía	Sierra	Costa	Extranjero
	25.8	54.8	12.9	6.5
PREP. ALIMENTOS	Gas	Leña	Carbón	Electricidad
	93.5	48.4	0	0
NIVEL DE ESCOLARIDAD	Analfabeto	Primaria	Secundaria	Superior
	10	65	25	0
ESTADO FÍSICO DE LA VIVIENDA	Mala	Regular	Buena	Muy buena
	29	67.7	3.3	0
ACCESO Y SERVICIO A LA SALUD	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
	9.7	19.4	70.9	0
CONSUMO DE AGUA	Manantial	Río	Pozo	Potable
	19.4	3.2	54.8	22.6
SERVICIOS BÁSICOS	E. eléctrica	Alcantarillado	P. séptico	R. basura
	100	12.9	87.1	100
VIOLENCIA FAMILIAR	Mujer	Niños	Animales	Asesinatos
	35.5	35.5	12.9	16.1
PERTENECE A ASOCIACIONES	No	Si	1 a 2 años	> 3 años
	51.6	48.4	16.1	25.8

Fuente: (Vizueté M., 2022)

Los resultados socioculturales relacionados demuestran que hay más colonos cultivando tierras de la RAE acorde a sus costumbres y experiencias. Esto contribuye a tener una diversidad de conocimientos, adaptaciones a un ecosistema frágil, así lo establecen estudios realizados por (Subía, y otros, 2014; PDOTMFO, 2018; Vázquez & Martínez, 2015). El 53%



Tabla 11: Variables correlacionadas de la dimensión tecnológica

DIMENSIÓN TECNOLÓGICA				
VARIABLES	%			
CURSOS – SEMINARIOS	<b>Cursos</b>	<b>Seminarios</b>	<b>P. Agroecología</b>	
	32.3	77.4	6.5	
LLEVA REGISTROS	<b>Producción</b>	<b>Siembras</b>	<b>Insumos</b>	<b>Otros</b>
	41.9	13.1	45	0
ASISTENCIA TÉCNICA	<b>No</b>	<b>Sí</b>	<b>mensual</b>	<b>trimestral</b>
	9.7	90.3	40	60
USO DE HERRAMIENTAS	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>Instituciones</b>	<b>Familiares</b>
	0	100	41.9	58.1

Fuente: (Vizuet M., 2022)

Los productores muestran gran interés en las capacitaciones de técnicas de producción, en el manejo cultural de podas, fertilización de suelos y socios de cultivos. Producto de estas enseñanzas los productores empiezan a llevar registros de sus ingresos y egresos y también, de las programaciones y acciones a seguir en sus parcelas (Figura 19). Estos resultados coinciden con los estudios realizados por (Caicedo, y otros, 2014; Virginio & Caicedo, 2014) que indican que las instituciones públicas emprenden programas de uso de tecnologías de capacitación y asistencia técnica destinada a mejorar la producción, teniendo una aceptación del 96%. En cambio, el 50% de los productores llevan un registro básico de las actividades agrícolas que realizan en sus cultivos.

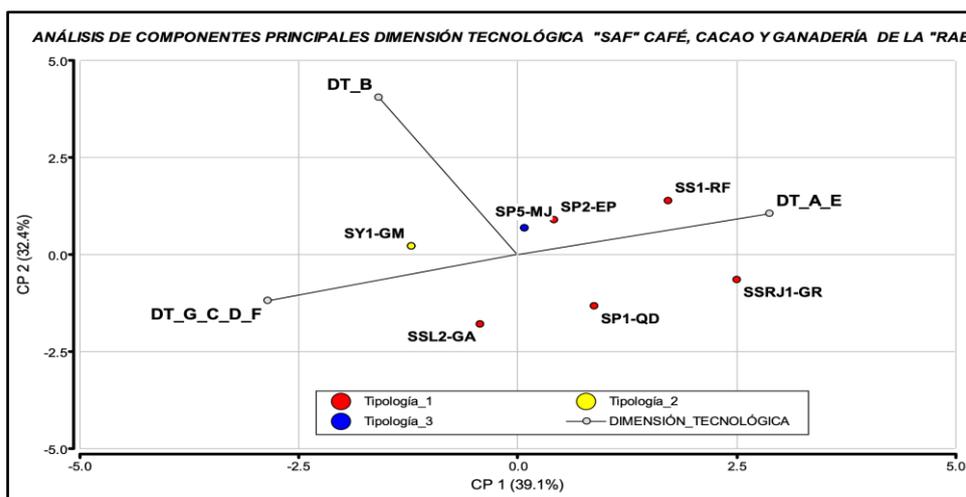


Figura 19: Análisis de Componentes Principales: dimensión tecnológica  
Fuente: (Vizuet M., 2022)

### 3.7. RESULTADOS DE LA TIPIFICACIÓN

Con la utilización del programa estadístico InfoStat versión 2015, la tipificación arrojó un dendograma con tres tipologías de manejos de SAF de café, cacao y ganadería de las provincias de Sucumbíos y Orellana. Este método consiste en agrupar unidades de producción de acuerdo a sus semejanzas presentadas, según las variables de los componentes principales (ACP) de la caracterización (Malagón & Prager, 2001). Se agruparon los SAF de café, cacao y ganadería (Tabla 12 y Figura 20) utilizando la técnica Euclídea, con una correlación cofenética es de 0,468 y un criterio de corte arbitrario en la distancia 10.

Tabla 12: Tipologías de los SAF de café, cacao y ganadería

TIPÒLOGÍA 1	TIPOLOGÍA 2	TIPOLOGÍA 3
O3N1-PJ	OE3-MV	OE2-LV
SSRJ1-GR	SGP1-TA	SD3-MH
OP1-CL	OIA1-ZA	OE5-AR
SP4-TG	SGF-AV	OLF1-SJ
OE1-AG	SP1-QD	OLH1-LM
OG2-ML	SP5-MJ	OG1-ZM
SD1-AR		SP3-SN
SD2-SE		SI1-CH
SP2-EP		SS1-RF
OE4-HR		SY1-GM
SGP2-VD		OG3-VO
SGP3-MD		
OPM1-GC		
SSL2-GA		

Fuente: (Vizúete M., 2022)

La tipificación de los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería de las provincias de Sucumbíos y Orellana arrojó similitudes entre grupos de productores, en la dimensión económica, ecológica, socioeconómica, tecnológica y de manejo agrícola durante el proceso productivo en los agroecosistemas. Estudios realizados por (Bravo , y otros, 2017) declaran resultados similares.

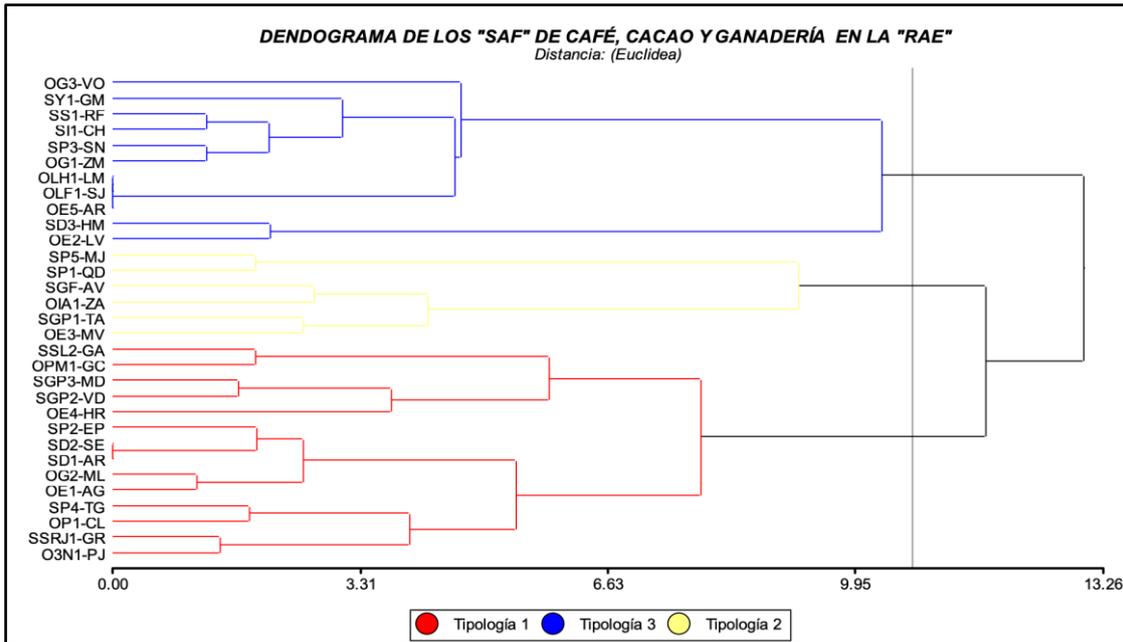


Figura 20: Representación de las tipologías de SAF de café, cacao y ganadería  
Fuente: (Vizueté M., 2022)

El potencial de sustentabilidad en la RAE a escala de finca en 10 unidades de producción (UP) aplicado a la metodología de ponderación en indicadores ambientales, socioculturales, económicos y políticos, tienen un índice promedio en la dimensión ambiental de (6.99) > dimensión sociocultural (6.43) > dimensión política (4.55) > dimensión económica (4.39). Está clasificada en alta, mediana y baja sustentabilidad, concluyendo que la dimensión económica y política son las que tienen mayores limitaciones. Por otra parte, (Viteri, 2013) afirma que la producción de café, cacao y ganadería no solo constituyen fuentes de ingresos para millones de familias sino también son fuentes de alimentos, al asociar con otros cultivos, garantizando así fuentes de trabajo, contribuyendo a reducir la pobreza. En la RAE el 87.1% de los productores cuentan con escrituras sus predios el resto (12.9%) tienen escrituras comunales, el 41,9% de ingresos a los predios son por medio de carreteras lastradas y el 29,0% son de herradura, sus predios son de pendientes moderadas (5%) no disponen de servicio de alcantarillado. Dentro de la dimensión económica el 41,9% de los productores tienen los tres rubros (café, cacao y ganadería), no se han presentado intoxicaciones, a pesar de que el 90,3% de los productores de café, el 74,2% de los productores de cacao y el 100% de productores ganaderos utilizan agroquímicos, a pesar de este alto porcentaje de uso, no se reporta intoxicaciones, estos resultados son concordantes con (Robaina, 2017) excepto el número de intoxicaciones, de ahí destaca que el 100% de los productores son propietarios de sus predios, poseen formación de nivel primario y su núcleo familiar está formado por 4 a 6 hijos, cuentan con servicios básicos como luz, recogida de basura y atención médica. El 46% de los productores utilizan herbicidas y pesticidas tóxicos, el 77% de ellos han presentado

riesgos de intoxicación. El 77% de ellos comercializan sus productos en sus fincas y centros de acopio cercanos. De acuerdo con los resultados el 100% preparan sus parcelas bajo la modalidad labranza cero. De manera análoga (Pabón, Herrera , & Sepúlpeda , 2016) menciona que la producción de cacao es una actividad tradicional, donde la edad de los productores y sus niveles de estudio pueden frenar de alguna manera la adopción de nuevas tecnologías. En lo concerniente a las plagas y enfermedades que sufren los cultivos, continúan siendo un reto que enfrentan los productores de la región.

### 3.8. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ, CACAO Y GANADERÍA

Los SAF de café, cacao y ganadería tipificados se representan a continuación por medio del enfoque de sistemas, propuesto por (Hart, 1985) y (Malagón & Prager, 2001). Las (Figuras 21, 22 y 23) fueron construidas tomando en cuenta el funcionamiento de los Sistemas Agroforestales con sus: (entradas, procesos y salidas).

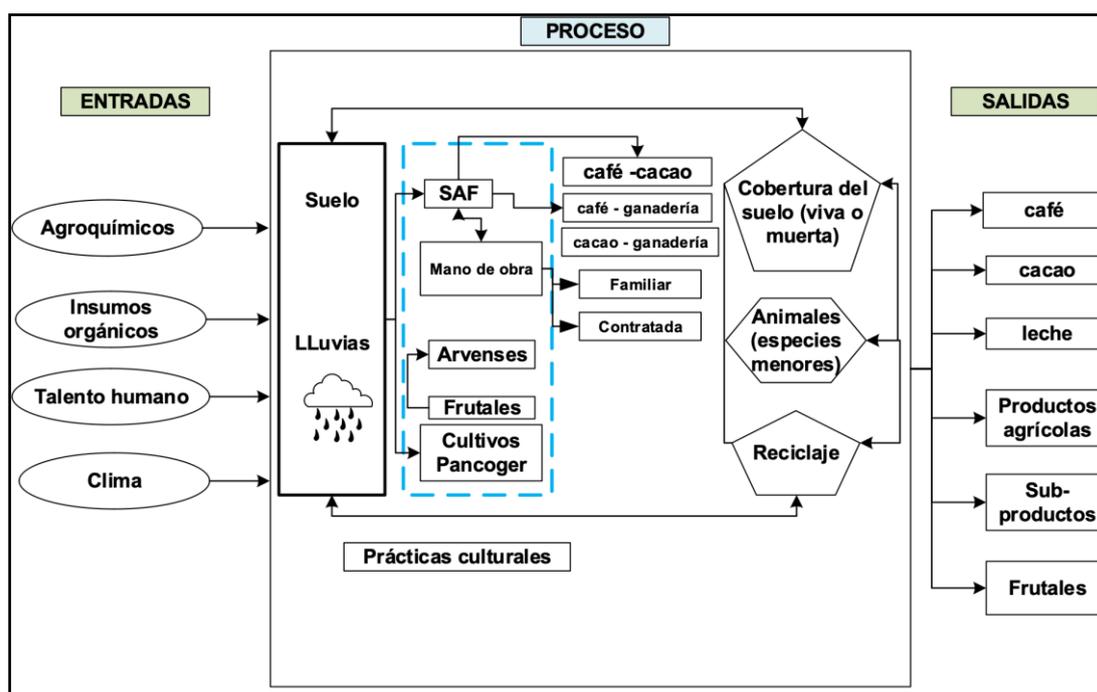


Figura 21: Diagrama de los sistemas de la tipología I  
Fuente: (Vizuet M., 2022)

Los sistemas de Tipología I se caracterizan por presentar una entrada obligatoria de agroquímicos potencialmente tóxicos, con una categoría (Ib) altamente peligroso (franja roja) Pantone 199-C; (II) moderadamente peligroso (franja amarilla) Pantone C y (IV\*\*) franja verde Pantone 347-C (NTE INEN 1 898:1996, 1996); que junto al talento humano (productores) y las condiciones climáticas hacen que decida el productor fertilizar y fumigar con mayor

frecuencia sus parcelas de café, cacao y/o pasto ( $\geq 4$  veces al año), y en cantidades proporcionales parcelas con cultivos de pancoger. Algo semejante ocurre con el manejo del arvense invasor y la utilización constante de herbicidas, siendo el más utilizado el (glifosato). En los últimos años se está aplicando cal agrícola, con el objetivo de mejorar el pH del suelo.

Para estas actividades culturales el productor utiliza el 70% de mano de obra contratada. Por lo tanto, el productor depende de un solo rubro para la venta, comercializándolo en la propia finca o en mejor de los casos en el centro de acopio más cercano. Dado que son limitados estos ingresos económicos, el productor opta por vender productos considerados secundarios como madera (cedro, chuncho, peine de mono), provocando una disminución de la biodiversidad vegetal. Esto se evidencia con la formación de cárcavas o canalillos en los caminos de acceso a las parcelas de café y cacao. Este dato concuerda con estudios realizados por (Gomez, Rouspard, & G. Le Maire, 2015; Robaina, 2017; Viteri, 2013) que destacan que el 95% de la erosión de los cafetales, cacaotales provienen de la construcción y usos de caminos, crecida de ríos y los otros 5% provienen de las parcelas. Por otra parte, se considera que el 47% de los productores usan agroquímicos en la realización de sus controles fitosanitarios para combatir la roya, broca, araña roja, monilla aplicando insecticidas, herbicidas, fungicidas, entre otros. Y, por otra parte, aplican fertilizantes sintéticos alrededor de 1100kg/año fraccionado en 2 aplicaciones.

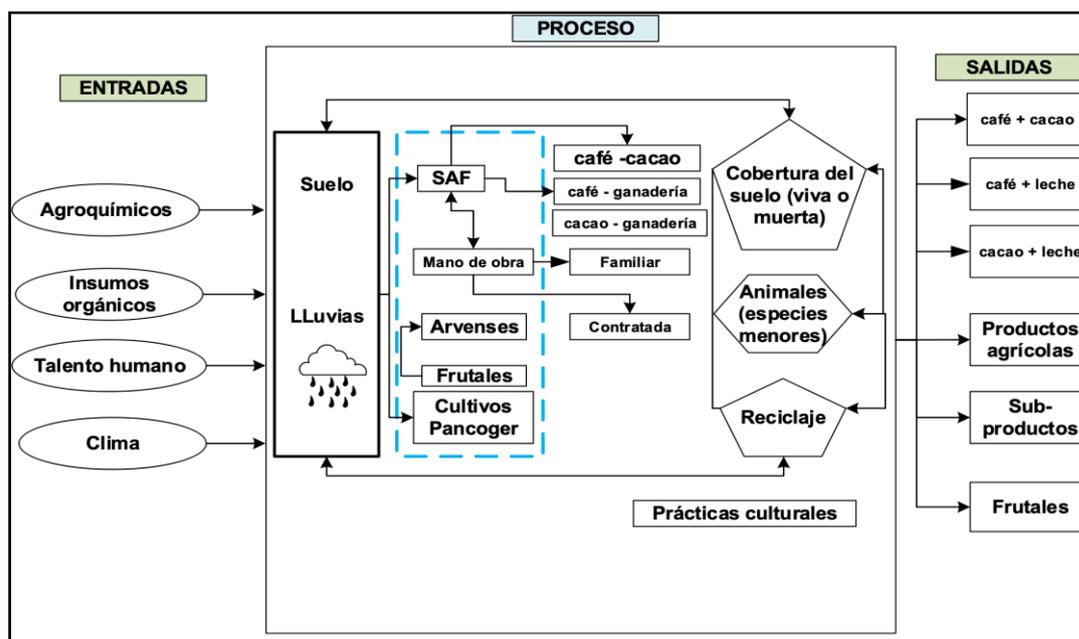


Figura 22: Diagrama de los sistemas de la tipología II  
Fuente: (Vizuet M., 2020)

De acuerdo con la (Figura 22) que representa a la Tipología II, los sistemas agroforestales presentan un uso racional de agroquímicos y el empleo de insumos orgánicos principalmente

abono verde a través de leguminosas (flemingia, botón de oro). Estas entradas asistidas de los factores agroclimáticos de la RAE y el talento humano permiten que los SAF de café, cacao y ganadero creen múltiples interrelaciones entre cultivos, arvenses, el reciclaje de los nutrientes y muy bien llevado el plan de manejo integrado de plagas y enfermedades del agroecosistema. De esta manera, se garantiza al productor un producto de calidad en lo que respecta al café, cacao y subproductos ganaderos (leche, quesos), productos agrícolas de ciclo corto (maíz, yuca, plátano y frijol) y frutas silvestres.

Considerando estos resultados, los productores han tomado experiencia que un manejo intensivo afecta negativamente al agroecosistema. Razón por la cual empiezan a tomar alternativas agroecológicas. Con la incorporación de leguminosas (abonos verdes) al suelo como práctica medio ambiental, esta mejora la calidad de los suelos, garantizando así la auto sostenibilidad de los SAF. Este modelo de producción según Altieri & Nicholls, 2007; Viteri, 2013; Caicedo, y otros, 2014; Bravo, y otros, 2017) consideran que están en una fase de reconversión, donde disminuye la dependencia de insumos externos. Al mismo tiempo reduce los costos de producción favoreciendo así la conservación de recursos naturales. Además, se va compensando la baja fertilidad que tienen los suelos tropicales y la presencia de árboles maderables y frutales, que favorecen creando microclimas y condiciones óptimas para el establecimiento de las poblaciones microbianas edáficas e incrementando la fertilidad del suelo.

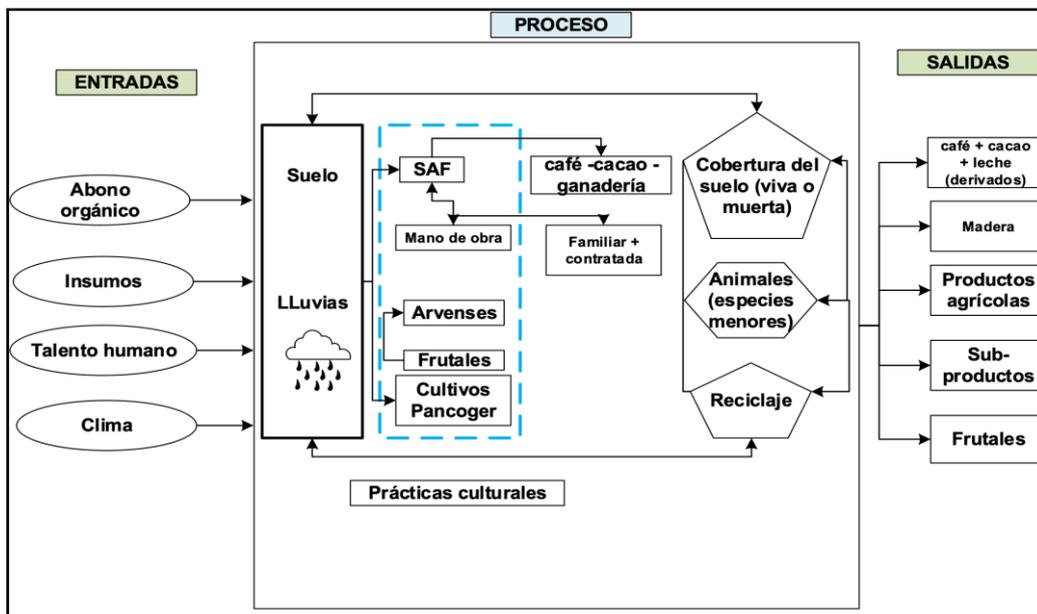


Figura 23: Diagrama de los sistemas de la tipología III  
Fuente: (Vizúete M., 2022)

En la tipología III, representado en la (Figura 23), son SAF que solo utilizan productos orgánicos (leguminosas, biofertilizantes) y aplican prácticas agroforestales y agroecológicas,

producto de la fusión de conocimientos y experiencias del productor. En esta parte de la Región Amazónica Ecuatoriana ayudan mucho las condiciones agroclimáticas (temperatura, precipitación). Todas estas cualidades les permiten a los productores sembrar café, cacao y pastos en asocio con especies maderables endémicas del lugar (chuncho, cedro, melina), frutales (limón, guabas, uva de monte, chonta, entre otros), alimentos de ciclo corto (maíz, frijol, yuca, arroz).

Con este arreglo vegetal muchos productores han logrado tener un equilibrio entre la fertilidad del suelo y el manejo integrado de plagas y enfermedades, logrando alcanzar un producto final libre de agroquímicos. Los SAF son caracterizados por aplicar varios procesos agroecológicos como la conversión de energía solar en biomasa a través de una vegetación estratificada, una alta fijación de nitrógeno atmosférico, protección y uso sustentable del agua. Además de una rehabilitación de suelos degradados, el reciclaje de los nutrientes, la oferta de hábitat para organismos controladores biológicos y, la conservación y uso de la biodiversidad (Murgueitio, Xóchitl, Calle, Chará, & Barahona, 2015).

Los resultados de la tipología III evidencian productores comprometidos con el medio ambiente, bienestar de la familia y lo logra a través de la utilización de prácticas agrícolas, ganaderas conservacionistas que vienen practicando durante generaciones. De esta manera, los productores garantizan múltiples sinergias e interacciones en sus agroecosistemas.

Estos resultados son similares en estudios relacionados al manejo sustentable de cultivos que utilizan como principio básico la agroecología y que han sido estudiados por varios autores (Espinoza, Játiva, & Suárez, 1990; Landín, 1990; Bravo, y otros, 2017; Virginio, Villanueva, Astorga, Caicedo, & Paredes, 2014; Robaina, 2017). La aplicación de abono orgánico en sus parcelas es importante para conseguir productos sin agroquímicos. La presencia de cinco rubros (ciclo corto) cuenta con un promedio de tres bovinos, porcinos y ovinos.

El 70% de fincas productoras de café y cacao asocian sus cultivos con árboles maderables, frutales, ciclo corto, además hacen aportes de abono verde a través de leguminosas. Por otro lado, las fincas ganaderas con pastos naturales presentan el 43% del área con asocio de árboles maderables y frutales. Mientras tanto, los productores con pastos mejorados cuentan con el 56% de asocio con maderables y frutales nativos principalmente. Concluimos que en la tipificación III el manejo orgánico y la diversidad de rubros es el principal pilar que su agroecosistema tiene para lograr una resiliencia.

## **CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ, CACAO Y GANADERÍA EN LAS PROVINCIAS DE SUCUMBÍOS Y ORELLANA**

### **4.1. RESUMEN**

**Antecedentes:** Los enfoques productivos que tiene la RAE deben ser combinados con estrategias agroecológicas y agroforestales sostenibles. **Objetivo:** Evaluar la sostenibilidad de los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería en las provincias de Sucumbíos y Orellana. **Materiales y métodos:** Consistió en evaluar la sostenibilidad de los SAF, mediante el uso de indicadores y subindicadores, en las dimensiones: económica, ecológica, sociocultural y tecnológica. Se les asignó un sistema de calificación 0 menos sostenible y 4 sostenible, y se calculó el índice de Sostenibilidad General (ISGen) **Resultados:** Las fincas con SAF cuentan con un índice alto de diversidad de productos y disponen espacios de producción pancoger. Sus ingresos económicos no superan el salario mínimo vital (USD 425), disminuyen su riesgo económico gracias a la diversidad de productos que tienen para la venta y dependen en poca proporción de insumos externos (agroquímicos). Su principal estrategia de conservación del suelo es cultivar con el sistema labranza cero, manteniendo restos orgánicos en el suelo. Además, mantienen un 50 a 75% del suelo con cubierta vegetal viva y muerta. La pendiente promedio de las fincas es del 5%, esto ayuda a minimizar la erosión del suelo. La dimensión sociocultural se considera como una fortaleza para los SAF, debido a que la mayoría de sus necesidades son satisfechas como el acceso a la sanidad, educación y cuentan con viviendas en un estado de regular a bueno. Por lo tanto, están conformes con el sistema de producción SAF. Algo semejante ocurre con la dimensión tecnológica. Los productores han implementado herramientas de bajo impacto ambiental para el manejo de plagas, enfermedades y arvenses. Consideran que los SAF dan un valor agregado a la producción agrícola y ganadera. Dentro del índice de sostenibilidad general, las fincas con tipo 2 y 3 con un (ISGen: 2.6) cumplen los requerimientos de sostenibilidad, no es así en los productores convencionales que tienen un (ISGen: 1.6 a 1.8).

**Palabras claves:** Conservación de suelos, diversidad, indicadores, productores.

## 4.2. INTRODUCCIÓN

En este estudio se pretende dilucidar si los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería tienen o no un impacto en la sostenibilidad socioeconómica y ecológica. Tomando en consideración que el sector agrícola tiene un triple desafío para ser sostenible a escala global: responder a la rápida demanda de alimentos, crecer sin dañar la base de los recursos naturales y contrarrestar los efectos del cambio climático (Gómez & Reig, 2013).

Los países en vías de desarrollo de América Latina y el Caribe luchan incansablemente para conservar la biodiversidad, ya que la consideran una herramienta para contrarrestar los efectos ambientales, degradación de las tierras y el avance de los desiertos. Estrategias como la agroecología pretenden desarrollar una agricultura sostenible que integra tres objetivos principales: salud ambiental, rentabilidad económica y equidad social y económica, logrando satisfacer las necesidades del presente sin afectar a las generaciones futuras. (Cerfontaine, Panhuysen, & Wunderlich, 2014) tomado de (Brundtland 1987).

Algunas investigaciones recientes han comprobado que los sistemas agroforestales en la RAE son como un pilar de la producción sostenible (Fhilo , Villanueva, Astorga, Caicedo, & Paredes , 2014). Algo semejante ocurre con investigaciones que realizan ONGs en el Ecuador (HEIFER , 2006) como la implementación de granjas diversificadas como alternativa campesina, rehabilitación de huertos familiares y ganado afectado por la erupción volcánica en Cayambe. Además de la sostenibilidad de la economía campesina en el proceso de mercados campesinos (Colombia) (Chaparro , 2014) y la evaluación de la sostenibilidad de los cultivos de café y cacao en la provincias de Orellana y Sucumbíos – Ecuador (Viteri, 2013).

Con el objetivo de evaluar la sostenibilidad de los SAF de café, cacao y ganadería de las fincas que se encuentran en las provincias de Sucumbíos y Orellana se utilizó la metodología adaptada al método “Metodología para la Evaluación de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad” MESMIS (Maserá , Astier, & López, 2002) y el planteado por (Sarandón, Flores , Gargoloff, & Blandi, 2014). El estudio consistió en ponderar los indicadores y subindicadores por escalas sencillas; 0 la menos sostenible, y 4 la más sostenible. Con ayuda del grupo transdisciplinario se ponderaron los indicadores, identificando cuál de ellos tenía mayor importancia relativa. A través de los resultados se admite o se refuta la hipótesis que establece: “El índice de sostenibilidad general es mayor entre los productores que tienen sistemas agroforestales que entre los productores convencionales”.

### **4.3. MATERIALES Y MÉTODOS**

El tipo de investigación realizada es de carácter descriptivo exploratorio según (Hernández, Fernández , & Baptista, 2010). Se inició con la caracterización y tipificación de los SAF de café, cacao y ganadería de las provincias de Sucumbíos y Orellana. De acuerdo con los análisis multivariado Clúster, se obtuvieron tres tipos (grupos): del más dependiente al menos dependiente de insumos externos a la finca (productos químicos). Se evaluó la sostenibilidad de los SAF según la metodología del desarrollo participativo transdisciplinario (productores, técnicos, facilitadores e investigador). En reuniones se pudieron conocer las necesidades y limitaciones que tienen en sus fincas y en las familias. Esta información sirvió para construir los indicadores y subindicadores con sus respectivas ponderaciones: económicos, ecológicos, socioculturales y tecnológicos (Anexo 4).

La metodología utilizada corresponde a una combinación de la Metodología para Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporado Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (Masera , Astier, & López, 2002) y el preparado por (Sarandón, Flores , Gargoloff, & Blandi, 2014). El proceso metodológico se realizó por componentes que se detallan a continuación.

### **4.4. COMPONENTE 1: PLANIFICACIÓN**

Masera, Astier, & López (2002) manifiestan que los indicadores deben ser definidos como variables que concedan información sobre la condición y/o tenencia de los atributos considerados como relevantes en el sistema. También se consideró lo que afirman (Sarandón, Flores , Gargoloff, & Blandi, 2014). Para el desarrollo de un indicador hay que tomar en cuenta las siguientes interrogantes: ¿qué se va a evaluar?; ¿por qué se va a evaluar?; ¿para qué se va a evaluar? y ¿para quién? posteriormente se desarrolló el indicador acorde a la realidad socioeconómica de los productores de café, cacao y ganadería en las provincias de Sucumbíos y Orellana, debido a porque no es lo mismo desarrollar un conjunto de indicadores para científicos/as, que para una auto evaluación de los propios productores. Tomando en cuenta estas consideraciones se realizaron los siguientes diagnósticos participativos:

- Aspectos generales de la finca. Este componente contiene información general relacionado con la finca, el productor y su familia, (nombres del o los propietarios, miembros de la familia, nombre de la finca, tiempo que tiene de poseer o estar en la finca y su extensión.
- La situación actual de la finca. Tipo de uso de la tierra y divisiones físicas, caminos principales y secundarios, ríos, lagunas, esteros u otras fuentes de agua, ubicación de

la casa, parcelas de café, cacao y pastos, cobertura forestal, pastos, cultivos pancoger, entre otros.

- Puntos críticos y/o problemas de la finca. Limitaciones a los problemas más importantes de la familia y que afectan a su bienestar y/o la productividad de los usos de sus tierras, especialmente de los SAF de café, cacao y ganadería. Así mismo con los productores se compitieron ideas agroecológicas para condiciones ambientales, sociales, económicas y tecnológicas que logran mejorar la sostenibilidad de la finca.
- Indicadores de medición. De acuerdo con el número de puntos críticos encontrados en el diagnóstico, se priorizaron los más representativos e importantes que inciden en la sostenibilidad de las fincas y por consiguiente a sus productores.

#### **4.5. COMPONENTE 2: EVALUACIÓN**

Información, calificación, ponderación al sistema de indicadores. Se empleó el cuestionario (Anexo 2) a los productores de 31 fincas con SAF de café, cacao y ganadería de las provincias de Sucumbíos y Orellana, acorde con la tipificación de los SAF de la zona: del más dependiente al menos dependiente de insumos externos a la finca (productos químicos). Se procedió a calificar las respuestas a las preguntas de (0 a 4), siendo (0) el menos sostenible. Independientemente de las unidades de medida, posterior se ponderaron los indicadores identificando el valor o peso de repetitividad para la sostenibilidad. Se decidió con ayuda de criterio del grupo transdisciplinario la importancia relativa de los diferentes indicadores. Esto es la introducción de un coeficiente por el cual se multiplicó tanto el valor de los subindicadores y variables.

##### **4.5.1. PONDERACIÓN E IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES**

Se tomó en cuenta el indicador más importante del grupo productivo y se consideró la autosuficiencia alimentaria, por lo que se decidió en conjunto con el grupo transdisciplinario otorgarle el doble del valor que, al resto, representado en el siguiente indicador:

Ecuación 2: Indicador económico (IK)

$$IK = \frac{\frac{2(A+B)}{2} + (2B) + \frac{C_1 + C_2 + C_3 + C_4}{4}}{5}$$

Como objetivo principal del indicador ecológico (IE) fue la de determinar el grado de cumplimiento. Se calculó mediante la otorgación del mismo peso a los tres indicadores

(conservación del suelo, riesgo de erosión y manejo de la biodiversidad), con el siguiente indicador:

Ecuación 3: Indicador ecológico (IE)

$$IE = \frac{\frac{(2A_1 + A_2 + A_3)}{4} + \frac{(2B_1 + B_2 + B_3)}{4} + \frac{(C_1 + C_2)}{2}}{3}$$

Algo semejante se realizó en la ponderación del indicador sociocultural, dándole mayor peso al indicador de satisfacción de necesidades básicas y el grado de satisfacción del sistema, para ello se utilizó este indicador:

Ecuación 4: Indicador sociocultural (ISC)

$$ISC = \frac{\frac{2(2A_1 + A_2 + A_3 + A_4)}{7} + (2B + C + D)}{6}$$

En la ponderación del indicador tecnológico, se otorgó el mismo valor a los indicadores:

Ecuación 5: Indicador tecnológico (IT)

$$IT = \frac{6A + B + C + D + E + F}{6}$$

Finalmente, con los resultados de los macro indicadores económicos (IK), ecológicos (IE), socioculturales (ISC) y tecnológicos (IT) se calculó el índice de sostenibilidad general (ISGen), aplicando la siguiente:

Ecuación 6: índice de sostenibilidad general (ISGen)

$$ISGen = \frac{IK + IE + ISC + IT}{4}$$

#### 4.6. COMPONENTE 3. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados ingresados a una base de datos e interpretados y representados en un gráfico tipo radar, donde se representan los valores de los indicadores obtenidos y comparados con una situación ideal. Esta representación nos permitió detectar los puntos críticos de cada SAF, como la distancia entre la situación ideal y la actual (Sarandón, Flores , Gargoloff, & Blandi, 2014).

#### 4.7. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA

La metodología de la investigación partió de la tipificación de los SAF, seguido de una participación interactiva y análisis transdisciplinarios en la identificación, elaboración de encuestas, validación por el grupo, recorridos y diálogos por el productor, generación e ingreso y procesamiento de datos, todos estos procedimientos se ven reflejados en la (Figura 24).



Figura 24: Flujograma de diseño metodológicos de diagnósticos de sostenibilidad  
Fuente: (Vizúete M., 2022)

Se caracterizaron 31 fincas con SAF de café, cacao y ganadería en las provincias de Sucumbíos y Orellana de la RAE. Donde se realizó un diagnóstico participativo transdisciplinario que nos permitió detectar la situación actual de la finca, en cuanto a puntos críticos se refiere y por qué no han logrado la sostenibilidad.

Tabla 13: Puntos críticos y porcentajes de prioridad para alcanzar la sostenibilidad

DIMENSIÓN	PUNTOS CRÍTICOS	% PRIORIDAD
<b>ECONÓMICA</b>	En los centros de acopio pagan precios bajos	70
	Ingresos económicos bajos	90
	Costo monetario alto de insumos químicos	80
	Escaso y costoso uso de mano de obra contratada	40
	Escasas fuentes de trabajo externo a la finca	75
<b>ECOLÓGICO</b>	Suelos pobres en nutrientes y pH ácidos	50
	Alta incidencia de plagas en los cultivos	80
	Inestabilidad climática en los últimos 5 a 10 años	45

	Utilización de aboneras	80
	Escasas áreas destinadas para barbecho	50
	Inaccessibilidad a centros de salud equipados	90
	Centros de educación alejados	80
<b>SOILOCULTURAL</b>	Sin servicio de agua potable	50
	Escasas políticas locales sobre asociaciones	80
	Maltrato familiar	90
	Costos elevados de herramientas modernas	85
<b>TECNOLÓGICA</b>	Programas agrícolas estatales sin herramientas	40
	Escasos cursos y seminarios taller prácticas agrícolas	85

Fuente: (Vizúete M., 2022)

Considerando el análisis participativo transdisciplinario en la determinación de los puntos críticos más importantes de la sostenibilidad, se establecieron grupos de indicadores y subindicadores a evaluarse. Los indicadores de sostenibilidad que se diseñaron están dentro de las consideraciones que proponen (Sarandón, Flores , Gargoloff, & Blandi, 2014) y (Maserá , Astier, & López, 2002).

Se seleccionaron 27 indicadores en total, distribuidos de la siguiente manera: 7 en la dimensión económica, 8 en la dimensión ecológica, 7 para la dimensión sociocultural y 5 para la dimensión tecnológica. Para cada uno de los indicadores se explica su finalidad y sus rangos de calificación ponderada. Con respecto a la dimensión económica, se consideró a la autosuficiencia alimentaria. En ella consta la diversificación de la producción y cosechas múltiples del sistema (café, cacao y ganadería), dentro de la premisa que establecen (Sarandón, y otros, 2008). La sostenibilidad de los SAF se determinó a través de indicadores:

#### **Dimensión económica:**

**A1. Autosuficiencia alimentaria:** Un sistema es sostenible si la producción es diversificada y alcanza para satisfacer el nivel nutricional de la familia: (4) más de 7 productos; (3) de 5 a 7 productos; (2) de 3 a 5 productos; (1) de 2 a 3 productos y (0) menos de 2 cultivos.

Dentro de la seguridad alimentaria familiar esta:

**A2. Superficie de producción para el autoconsumo:** para satisfacer las necesidades se estipula que: (4) mayor a 1 ha, (3) 0,5 a 1 ha, (2) de 0,25 a 0,5 ha, (1) < 0,5 ha y (0) si consume productos externos a la finca.

**B. Los ingresos netos mensuales:** Todas las fuentes de ingresos económicos que tienen los productores a través de la venta de los rubros que genera los SAF. De esta manera se satisfacen las necesidades adicionales que requieren. Estas entradas económicas fueron evaluadas en dólares, tomando como referencia el salario mínimo vital vigente en el Ecuador para el año 2022 que fue de USD 425. Se calificó con (4) > USD 425; (3) de USD 325 a 425, (2) de USD 225 a 325, (1) de USD 125 a 225 y (0) ingresos < a USD 125.

**C. El riesgo económico:** para solventar las necesidades de los productores.

**C1. Diversificación para la venta:** productos que tiene el productor para la venta, evaluándolo así: (4) > a 6 productos, (3) de 4 a 5 productos, (2) tres productos, (1) dos productos y (0) un producto.

**C2. Número de vías:** o también llamados canales de distribución los cuales tiene el productor para vender su producción, estipulando (4) con más de 5 canales, (3) con 4 canales, (2) con 3 canales, (1) con 2 canales y (0) con un canal de comercialización.

**C3. Dependencia de insumos externos:** Un sistema agrícola pecuario con altas dependencias de insumos externos de la finca es insostenible económicamente en el tiempo: (4) de 0 a un 20%; (3) de un 20 al 40%, (2) del 40 al 60%, (1) del 60 al 80% y (0) del 80 al 100% de insumos externos.

**C4. Acceso a créditos:** Un sistema que tenga dependencia a créditos a instituciones financieras públicas o privadas tienen un alto riesgo de fracaso debido al galopante precio que tiene el café, cacao, leche y sus derivados en el mercado local. Considerando todo aquello ponderamos a: (4) autofinanciamiento por los ingresos del mismo sistema, (3) financiamiento sin dificultad y pone en garantía tierra, cosecha y/o vivienda), (2) Tiene financiamiento con dificultad; (1) tiene impedimento en acceder a créditos financieros.

**Dimensión ecológica:** Se evaluaron los siguientes indicadores:

**A. Restos orgánicos en el suelo** (manejo de cobertura vegetal). Esta provee el mismo suelo a través de podas, incorporación de abono verde que ayuda a disminuir el riesgo de la erosión y genera microclimas dentro del sistema. (4) 100% de cobertura, (3) del 75 al 90%, (2) del 50 al 75%, (1) del 25 al 50%, y (0) menor al 25 %.

**A2. Tiempo de cobertura del suelo con vegetación** (rotación de cultivos). La rotación produce que se deje descansar a la parcela, sembrando leguminosas como la flemingia y luego le incorpora al suelo como abono verde: (4) rota de cultivo para ciclo de vida de la planta (perenne) e incorpora leguminosas o abonos verdes (3), no deja descansar la parcela, (2) Deja el terreno en barbecho, (1) no realiza rotaciones.

**A3. Diversificación de cultivos**, para ello se ha estipulado la siguiente ponderación: (4) sistema totalmente diversificado con asocio de cultivo y vegetación natural, (3) alta diversidad de cultivos con asociación media entre ellos (2) Diversidad media con un nivel bajo de asociación, (1) poca diversidad de cultivos, (0) monocultivo.

**B. Riesgo de erosión:** La probabilidad de erosión hídrica y eólica en la región Amazónica es alta debido a las condiciones ambientales existentes. Para medir este indicador se tomaron en cuenta tres sub- indicadores.

**B1. Pendiente predominante:** De acuerdo con las características geotécnicas del suelo especialmente la pendiente; (4) 0 al 5%, (3) 5 al 15%, (2) del 15 al 30%, (1) del 30 al 50% y (0) pendientes > 50%.

**B2. Cobertura vegetal:** Esta la provee el mismo suelo con una protección contra las inclemencias del clima y mitiga los riesgos de la erosión. (4) 100%, (3) del 75 al 99%, (2) del 50 al 75%, (1) del 25 al 50% y (0) < al 25% de cobertura, respectivamente.

**C. Manejo de la biodiversidad:** Es importante tener una buena diversidad en las fincas y por ende, en las parcelas de cultivo ya que contribuyen a las funciones ecológicas esenciales sobre las que depende la agricultura (PNUMA, 2008). El efecto del sistema de manejo se evalúa a través de los siguientes sub- indicadores:

**C1. Biodiversidad temporal:** los asocio en los SAF aumentan la diversidad en el tiempo (4) establecimiento totalmente diversificado, asocio entre ellos y la vegetación natural, (3) alto asocio de cultivos, (2) diversificación media de cultivos, (1) poca diversificación, (0) monocultivo.

**C2. Biodiversidad temporal:** (4) rota después de haber terminado el ciclo de vida del cultivo perenne lo deja descansar y/o incorpora leguminosa, (3) rota el cultivo (no deja descansar la parcela), (2) no realiza rotaciones.

**Dimensión sociocultural:** basados en los condicionamientos sociales y su adecuación en los SAF. Se evaluó con los siguientes sub- indicadores:

**A1. Acceso a la salud y cobertura sanitaria:** (4) centro de salud con médicos permanentes e infraestructura adecuada, (3) centro de salud con personal temporáneo medianamente equipado, (2) centro de salud mal equipado y personal temporáneo, (1) Centro de salud mal equipado y sin personal idóneo y (0) sin centro de salud.

**A2. Acceso a la educación:** (4) acceso a la educación superior y/o cursos de capacitación, (3) acceso a la escuela secundaria, (2) acceso a la escuela primaria y secundaria con restricciones, (1) acceso a la escuela primaria, y (0) sin acceso a la educación.

**A3. Vivienda:** (4) de material de cemento terminada, (3) regular terminada, (2) regular sin terminar, (1) en mala condiciones, deteriorada y con piso de tierra, (0) en muy malas condiciones.

**A4. Servicios básicos:** (4) instalación completa de agua, luz, teléfono cercano, (3) instalaciones de agua y luz, (2) instalación de luz y agua de pozo, (1) sin instalación de luz y agua de pozo, (0) sin luz y sin fuente de agua cercano.

**B1. Aceptabilidad del sistema de producción:** la satisfacción del productor en las prácticas culturales de los SAF está directamente relacionada con el grado de aceptación del sistema productivo. Considerando esta aceptación ponderamos: (4) está muy contento con lo que hace (no se dedicaría a otra actividad aun que ésta reporte ingresos), (3) está contento con su actividad, pero le va mucho mejor trabajando en entidades públicas y/o privadas, (2) no está del todo satisfecho (se quedó porque es lo único que sabe hacer), (1) poco satisfecho con esta forma de vida (anhela vivir en la ciudad y ocuparse en otra actividad), (0) está desilusionado con la vida que lleva.

**C. Integración social o sistemas organizativos:** es considerada como un proceso dinámico y multifactorial que posibilita un bienestar sociolaboral. Calificado de (4) muy alta, (3) alta, (2) mediana, (1) baja, (0) nula.

**D. Conocimiento y conciencia ecológica:** la experiencia en el manejo del SAF por el productor es fundamental para tomar decisiones adecuadas de conservación del ecosistema. (4) Concibe la ecología desde una visión amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos, (3) tiene un conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana (los conocimientos reducen el uso de agroquímicos), (2) tiene una sola visión parcializada por la

ecología (sensación que alguna práctica puede estar perjudicando al medio ambiente), (1) no presenta ningún conocimiento ecológico, ni previene las consecuencias de pueden ocasionar estas prácticas, (0) sin ningún tipo de conciencia ecológica.

**Dimensión tecnológica:** con miras a buscar alternativas de mejoramiento de fertilidad del suelo cultivados por agricultores de bajos recursos, se ha hecho uso de tecnologías agroecológicas. Para ello se evaluó con los siguientes sub- indicadores:

**A. Tecnología de transferencia:** (4) recibe permanentemente cursos de capacitación de instituciones de investigaciones estatales; (3) tiene cursos realizados de larga duración (> 3 días) de cualquier institución; (2) tiene cursos de capacitación de corta duración (< 3 días); (1) aprende de los productores que se han capacitado; (0) no ha recibido ningún tipo de capacitación.

**B. Herramientas y equipos:** el uso de herramientas de bajo impacto ambiental ayuda a las labores del sistema: (4) no utiliza equipo tecnificado (pesado) para sus actividades, (3) utiliza herramientas manuales para prácticas culturales, (2) utiliza equipos y herramientas de medio impacto ambiental, (1) utiliza equipos y herramientas de alto impacto ambiental, (0) utiliza tecnología de alto impacto ambiental.

**C. Controla de arvenses:** los arvenses como producto de la alteración vegetal natural. Un manejo adecuado permite prevenir efectos climatológicos del sector adecuadamente (FAO, 2010). (4) control con machete, (3) control con guadaña, (2) herbicidas orgánicos, (1) herbicida químico.

**D. Control de plagas y enfermedades:** (4) manejo agroecológico de plagas, (3) manejo integrado de plagas, (2) insecticidas y herbicidas orgánicos, (1) insecticidas y herbicidas químicos.

**E. Componente animal en el sistema:** La presencia del componente animal en un sistema cambia y puede acelerar algunos aspectos del ciclaje de nutrientes: (2) si, (1) no.

**F. Valor agregado del producto:** es importante dar un valor agregado al producto, ya que los sistemas agroforestales y agroecológicos deben proporcionar un producto libre de agroquímicos: (2) si, (1) no.

#### 4.8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de los indicadores de sostenibilidad permitió identificar los tipos de sistemas agroforestales SAF que hay en las provincias de Sucumbíos y Orellana.

Tabla 14: Indicadores y subindicadores de sostenibilidad de la dimensión económica (IK)

AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA				RIESGO ECONÓMICO			
Tipo	D. Prod	Sup. Aut	Ing. Eco	Dif. Vent	# Vías. Com	Dep. In.Ext	Acc. Cred
1	2.6	1.2	2.3	2.5	1.2	2.9	3.4
2	3.0	2.4	2.2	2.5	2.2	2.6	3.6
3	3.1	1.8	2.7	2.0	1.5	2.9	2.6
<b>Convencional</b>	1.3	1.0	3.0	1.3	2.0	3.7	2.7

Fuente: (Vizuite M., 2022)

Dónde:

D. Prod = Diversificación de la producción.

Sup. Aut = Superficie de la producción para autoconsumo.

Ing. Eco = Ingresos económicos netos mensual por familia.

Dif. Vent= Diversificación de productos para la venta.

# Vías Com= Número de vías para la comercialización.

Dep. In.Ext= Dependencia de insumos externos.

Lo más importante que se evidencia en la (Tabla 14) son los productores que manejan sus cultivos con SAF, su fortaleza es la diversidad de producción, y por ende su comercialización. Dentro de sus sistemas cuentan con espacios de pancoger, como cultivo que satisfacen parte de las necesidades alimenticias de su familia (maíz, frijol, plátano, yuca, entre otros) (FAO, 2009). La escasa dependencia de insumos extremos para sus sistemas hace que los productores equilibren y se mantengan sus ingresos económicos y tengan estabilidad cuando adquieran responsabilidades financieras (créditos). Así lo ratifica (Palomeque, 2009) que afirma que los SAF se caracterizan por la obtención de ingresos económicos a corto y largo plazo debido a la diversidad de producción que hay en el sistema.

Los productores que manejan sus cultivos de manejo convencional son dependientes de un solo cultivo para la comercialización y son dependientes de esos ingresos económicos producto de la venta. Al disponer de espacios reducidos para cultivos pancoger ponen en debilidad la seguridad alimentaria familiar. Si bien es cierto que sus ingresos económicos

mensuales netos son superiores a un salario mínimo vital (USD 425) así lo sostiene (Charvet, 2012) que establece que donde el cultivo en forma convencional resulta más rentable que el cultivar orgánicamente. Sin embargo, estos recursos monetarios son reinvertidos en insumos químicos para su próximo ciclo fenológico del cultivo perenne (café, cacao y/o pasto para el ganado). Sin embargo, el índice de productividad según (Gliessman, 2002) dictamina que, la agricultura convencional se basa en rendimientos, mientras para los agroecosistemas sostenibles, la meta es optimizar el proceso de productividad de tal forma que asegure el rendimiento más alto posible sin causar degradación ambiental. Algo similar menciona (López, Villanueva, Hansel, & Chi, 2011), en su estudio afirma que las prácticas tradicionales en la agricultura intensiva (café a pleno sol y ganadería tradicional) están relacionados con bajos indicadores económicos y ecológicos.

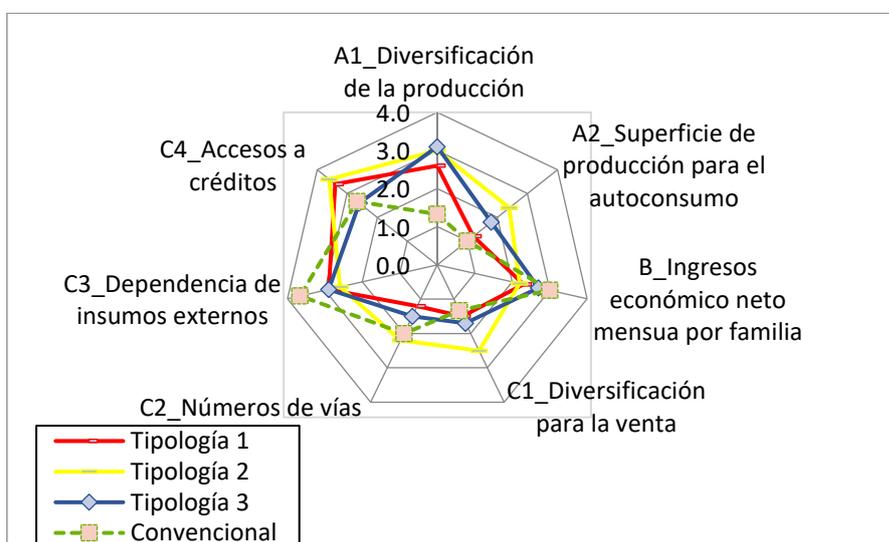


Figura 25: Dimensión económica de los SAF de café, cacao y ganadería  
Fuente: (Vizueté M., 2022)

Lo más importante de la dimensión económica (Figura 25) es que tanto los productores con SAF y los convencionales desean tener ingresos económicos atractivos que satisfagan las necesidades de sus familias. Sin embargo, el punto crítico que tienen en común es el no disponer de un número de vías de comercialización, debido que no existe una cultura de agrupar asociaciones (centros de acopio), que les ayude a obtener más precio a sus productos, tomando en cuenta el valor agregado que tiene los cultivos con SAF (escasa dependencia de agroquímicos) con respecto a los convencionales.

Tabla 15: Indicadores y subindicadores de sostenibilidad de la dimensión ecológica (IE)

Tipo	CONSERVACIÓN DEL SUELO			RIESGO DE EROSIÓN			M.BIOVIDERSIDAD	
	Res.Or g.S	Tp.cob. S	Div. Cult	Ped. Finc	Cov. Veg	Cal. Sue	Div. Esp	Div. Tem
1	2.2	1.4	1.9	2.7	2.3	3.0	2.0	1.3
2	3.2	2.4	2.5	2.9	2.6	3.0	2.2	2.0
3	2.4	2.1	2.2	2.7	2.7	3.4	2.3	1.2
<b>Convencional</b>	<b>0.7</b>	<b>0.0</b>	<b>0.7</b>	<b>2.7</b>	<b>2.3</b>	<b>2.3</b>	<b>0.7</b>	<b>0.0</b>

Fuente: (Vizueté M., 2022)

Dónde:

Res.Org.S= Restos orgánicos en el suelo.

Tp.cob. S= Tiempo de cobertura del suelo con vegetación.

Div. Cult = Diversificación de cultivos.

Ped. Finc= Pendiente predominante de la finca.

Cov. Veg= Cobertura vegetal.

Cal. Sue= Calidad del suelo.

Div. Espa= Biodiversidad espacial.

Div. Tem= Biodiversidad temporal.

Con la intención de analizar la dimensión ecológica, según la (Tabla 15), el principal mecanismo que tienen los productores con SAF es la conservación del suelo a través de los restos orgánicos producidos por las prácticas culturales de podas, la eliminación de frutos enfermos y con la incorporación de abonos verdes. Su objetivo es mantener un microclima en los alrededores de las plantas y mantener la macrofauna del suelo (lombrices), mitigando así el desgaste de los nutrientes que tiene el suelo. Así lo ratifica el estudio realizado por (Obando, Tobasura, & Miranda, 2011) donde el nivel de alteración de la calidad del suelo, según el índice acumulado de calidad del suelo (IACS) para los sistemas de café y pasto, va desde leve a moderado en relación a la calidad del suelo de un bosque primario.

Dentro de las prácticas agrícolas que tienen los productores de café, cacao y ganadero que no tienen establecido un SAF, su cobertura vegetal es eliminada haciendo uso de guadañas, y agroquímicos (herbicidas) una vez secas las plantas son apilonadas y quemadas, esta práctica típica de un monocultivo, misma que se vuelven vulnerables a la erosión tanto hídrica como eólica, provocando una disminución de nutrientes en el suelo, supliéndolo estos nutrientes con abonos químicos; coincidiendo con las afirmaciones de (Primavesi, 2002) sobre los efectos que tiene las prácticas agrícolas convencionales.

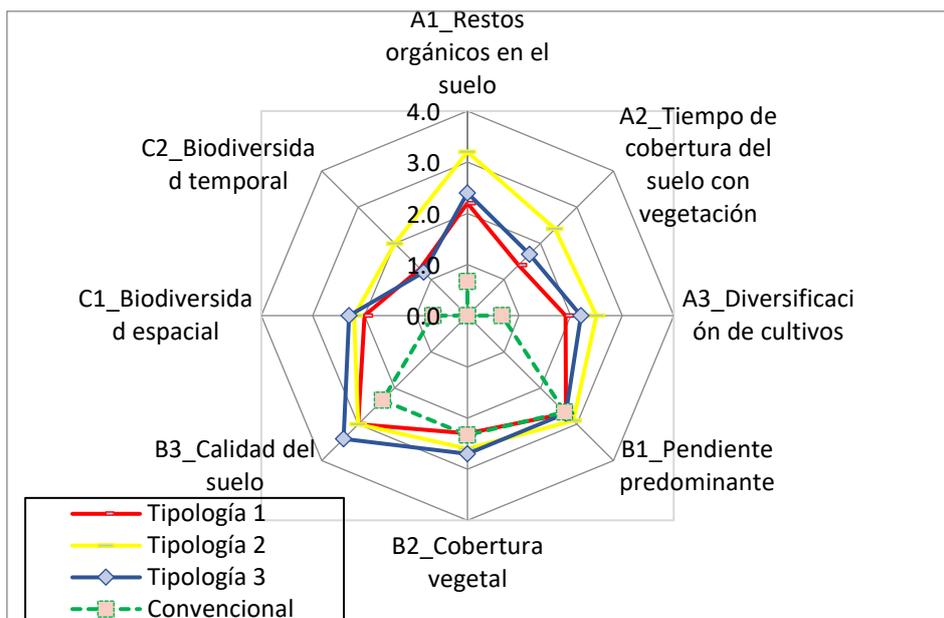


Figura 26: Dimensión ecológica de los SAF de café, cacao y ganadería  
Fuente: (Vizueté M., 2022)

Mientras tanto, la ponderación de la sostenibilidad (Dimensión Sociocultural) se representa:

Tabla 16: Indicadores y subindicadores de sostenibilidad dimensión sociocultural (ISC)

SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES BÁSICAS							
Tipología	Ac. Salud	Ac. Educ	Vivienda	Ser. Básic	Ac.Sis. Prd	Int. Soc	Con. Agre
1	2.3	1.9	2.5	2.0	2.0	1.6	2.2
2	2.6	2.0	3.0	2.2	2.4	2.4	2.0
3	2.3	2.1	2.8	1.6	2.4	2.5	2.6
<b>Convencional</b>	<b>2.3</b>	<b>2.7</b>	<b>2.3</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>2.7</b>	<b>0.7</b>

Fuente: (Vizueté M., 2022)

Dónde:

Ac. Salud = Acceso a la salud y cobertura sanitaria.

Ac. Educ = Acceso a la educación.

Vivienda = Vivienda.

Ser. Básic = Servicios básicos.

Ac.Sis.Prud = Aceptabilidad del sistema de producción.

Int. Soc = Integración social a sistemas organizativos.

Con. Agre= Conocimiento y conciencia ecológica.

Considerando la dimensión sociocultural en los SAF, según los resultados emitidos en la (Tabla 16), todos los productores consideran tener un acceso y cobertura de salud y sanitaria gracias a las políticas de gobierno de ésta última década. Las condiciones de vivienda también son consideradas de buenas a regulares. Sin embargo, el 80% de los productores no tienen agua potable y su principal fuente de abastecimiento es agua de pozo. Por otra parte, la debilidad del 45% de los productores es la de no pertenecer a ninguna asociación donde puedan acceder a beneficios que estas disponen. (Altieri & Nicholls, 2007) aseguran que una estabilidad cultural depende de la mantención del contexto y la organización sociocultural que ha nutrido el agroecosistema durante generaciones.

Sin embargo, desde la perspectiva de la agricultura convencional, la mano de obra y el conocimiento del productor se sustituyen por maquinaria, implicando una simplificación de la estructura ambiental reemplazada por el monocultivo (Primavesi, 2002).

En este estudio se hace una comparación entre los agricultores convencionales y los técnicos especialistas en computación. Ya que la computación trabaja con sistemas que, a pesar de ser artificiales, no pueden trabajar con factores. Con la utilización de paquetes tecnológicos, junto a una agricultura inteligente como hoy en día se le conoce, se estaría perdiendo la soberanía alimentaria, tal como lo sostiene (Pengue, 2005). El uso de tecnología desvaloriza la mano de obra de la región, fomentando el desempleo y la emigración de la población a las grandes ciudades, provocando una sobrepoblación en la zona urbana, como también se incrementa el desempleo, y en ciertos casos se genera una alteración social (delincuencia).

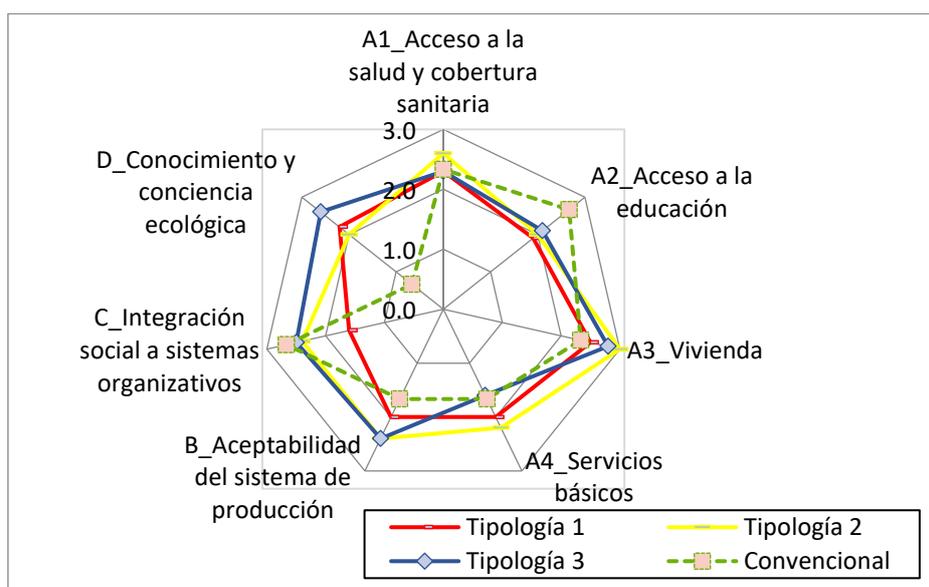


Figura 27: Dimensión sociocultural de los SAF de café, cacao y ganadería  
Fuente: (Vizúete M., 2022)

La representación gráfica de la (Figura 27) destaca la tenencia de vivienda propia del productor, construida con material propio. También el conocimiento ecológico de los productores convencionales que es preocupante ya que mantienen la ideología de la revolución verde (incremento de la productividad) a base de insumos químicos. No le importan las consecuencias dañinas al medio ambiente. Tampoco tienen en cuenta el daño que pueden causarse a ellos mismos y a sus familias.

No obstante, demuestran no estar del todo satisfechos con el sistema de producción, aducen que se mantienen en sus fincas porque es lo único que saben hacer y es su único medio de vida.

Tabla 17: Indicadores y subindicadores de sostenibilidad de la dimensión tecnológica (IT)

<b>DIMENSIÓN TECNOLÓGICA (IT)</b>						
<b>DESARROLLO TECNOLÓGICO</b>						
<b>Tipología</b>	<b>Trns. Tec</b>	<b>Eq. Herr</b>	<b>Cont. Arvs</b>	<b>C. Pgs. Enf</b>	<b>Cop. Anm</b>	<b>Valr. Agrg</b>
1	2.2	2.0	2.6	2.6	2.2	1.0
2	2.2	2.0	2.4	2.6	1.6	1.2
3	2.5	2.7	2.7	2.8	2.4	1.5
<b>Convencional</b>	<b>1.3</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.0</b>	<b>2.0</b>	<b>1.0</b>

Fuente: (Vizueté M., 2022)

Dónde:

Trns. Tec = Transferencia de tecnología.

Eq. Herr = Equipos y herramientas.

Mnj. Arvs = Control de arvenses.

C. Pgs. Enf = Control de plagas y enfermedades.

Cop. Anm = Componente animal en el sistema.

Valr. Agrg = Valor agregado al producto.

El uso de la tecnología en la agricultura ha significado el optimizar la calidad y la cantidad de un producto agrícola, minimizando el costo a través del uso de herramientas tecnológicas más eficientes, así lo sostiene (Best & Zamora, 2008). Sin embargo, los productores de café, cacao y ganadería de la Amazonía ecuatoriana son conscientes de que el ecosistema es extremadamente frágil, razón por la cual, el control de arvenses lo hacen por medio de la guadaña y el machete, herramientas consideradas de mediano y bajo impacto ambiental. Los

cursos y seminarios de capacitación sobre manejo de SAF y agroecológicos, combinados con sus experiencias agrícolas, controlan en gran medida sus problemas fitosanitarios, generando así un valor agregado a sus productos (libres de agroquímicos), beneficiando en gran medida al ecosistema.

HEIFER (2006) afirma que en Ecuador los pequeños y medianos productores usan tecnologías de bajo impacto ambiental y priorizan la utilización de insumos locales, articulando los conocimientos y prácticas de sistemas productivos tradicionales y modernos. Sustentando así la investigación participativa horizontal y dinamiza las relaciones sociales, económicas campesinas y urbanas.

Los productores convencionales, en los últimos años, han hecho uso de herramientas tecnológicas de alto impacto a los ecosistemas como el tractor, fumigadoras industriales, cosechadoras de arroz, etc., en cultivos introducidos (arroz, palma) en monocultivo (LA HORA, 2014). El suelo de la Amazonía no es apto para el monocultivo sino más bien para cultivos perennes, permitiendo conservar la biodiversidad, la seguridad alimentaria y a mitigar el cambio climático.

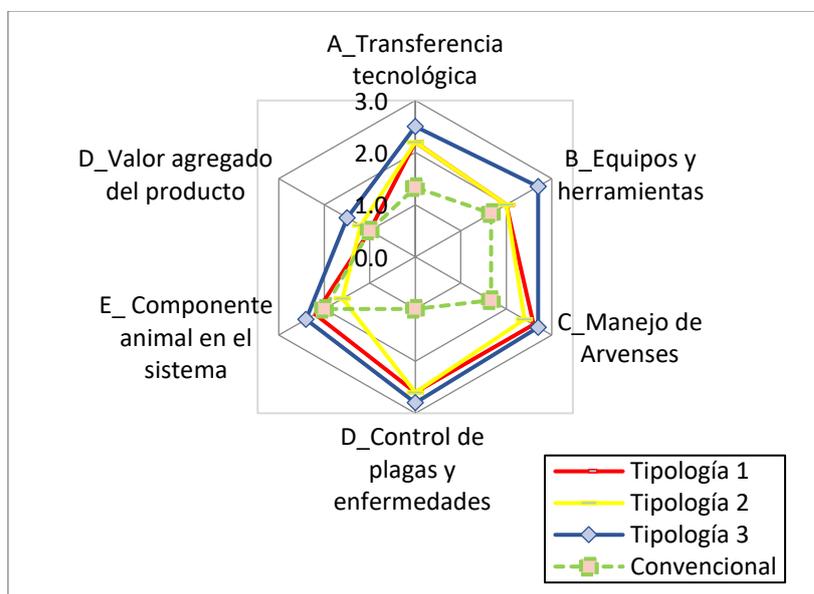


Figura 28: Dimensión tecnológica de los SAF de café, cacao y ganadería  
 Fuente: (Vizueté M., 2022)

La (Figura 28) muestra el comportamiento de los productores al utilizar tecnología para contrarrestar los principales problemas fitosanitarios que se presentan en el ciclo de producción del café, cacao, pasto y manejo de los animales. Las tipologías 1, 2 y 3 tienen comportamientos semejantes, con el uso moderado de herramientas tecnológicas de bajo

impacto. No así los productores convencionales que han decidido cultivar productos como el arroz, palma africana, palmito. Con la utilización de equipo pesado para sus labores agrícolas (remoción del suelo para la simbra, fumigadoras y cosechadoras), todas estas prácticas afectan a los frágiles ecosistemas de la toda la Región Amazónica. Entre los efectos que podemos mencionar está la compactación de suelos, deforestación y por efecto, se pierde la biodiversidad animal y vegetal, y se generan contaminaciones de cuerpos hídricos del sector.

Tabla 18: Índice General de sostenibilidad (IGS) - SAF

<b>CÓDIGO</b>	<b>IK</b>	<b>IE</b>	<b>ISC</b>	<b>IT</b>	<b>ISG</b>	<b>SUST</b>
Tipología 1	1.9	2.3	2.1	3.8	2.5	No
Tipología 2	2.0	2.4	2.2	3.8	2.6	Sí
Tipología 3	2.0	2.3	2.2	3.9	2.6	Si
<b>Promedio (T)</b>	<b>1.93</b>	<b>2.33</b>	<b>2.16</b>	<b>3.83</b>	<b>2.56</b>	<b>Si</b>

Fuente: (Vizueté M., 2022)

La sostenibilidad de un agroecosistema, según (Masera , Astier, & López, 2002) se evalúa a través de una serie de atributos (productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y auto dependencia). Esto debe ser evaluado por un equipo transdisciplinario conformado por productores, técnicos, representantes de la comunidad, entre otros. Esta evolución es válida para un lugar geográfico específico, a una sola escala (finca, parcela, unidad de producción). Mientras tanto (Sarandón, y otros, 2008) mencionan que la sostenibilidad abarca objetivos y dimensiones (productivas, ecológicas o ambientales, sociales, culturales, económicas y temporales), que para clasificarlos hay que estandarizar sus indicadores dándoles una valoración de 0 a 4, siendo 0 la finca menos sostenible y 4 la más sostenible.

Lo más importante que se pretende medir en los SAF de café, cacao y ganadería es el Índice de Sustentabilidad General (ISGen) que según (Sarandón, y otros, 2008) es el valor umbral o el mínimo que debería alcanzar una finca. Para considerar si una finca es sostenible éste debe alcanzar el valor promedio de la escala, es decir, (2).

De acuerdo con los requerimientos anteriores, el ISGen de los SAF de café, cacao y ganadería de las provincias de Sucumbíos y Orellana de la Amazonía ecuatoriana es de 2.56, promedio de las 31 fincas. El ISGen fue superior al valor umbral (Tabla 17), en cambio el Índice de Sustentabilidad General de tres fincas convencionales fue de 1.8. Este valor está por debajo del umbral. Es evidente que existen algunas diferencias marcadas entre dimensiones, en

promedio, el grado de importancia que da el productor al uso de la tecnología tiene un promedio de 3.83, el índice ecológico 2.33, índice sociocultural 2.16 y finalmente el ámbito económico con un promedio un promedio de 1.93. No todas las fincas que tiene un SAF cumplieron los mínimos requerimientos de sostenibilidad.

Las fincas con tipo 1 y 3 están por debajo del valor umbral de sostenibilidad (2), mientras tanto las fincas que conforman el grupo del tipo 2 están en el límite del umbral (2). Las fincas con tipo 1, a pesar de superar el umbral en el valor general (2.5), no alcanzaron el valor mínimo en el indicador económico (IK: 1.9), tampoco cumplió la condición requerida para ser considerada sostenible. El resto de las fincas estudiadas con tipos 2 y 3 cumplieron las condiciones de sostenibilidad, aunque con diferencias importantes en valores de sus diferentes indicadores. A diferencia a las fincas que cultivan sus productos bajo sistemas convencionales, solo el convencional 1 alcanzó el umbral de sostenibilidad (ISGen: 2.1), pero sin alcanzar el mínimo requerido en los indicadores (IK: 1.8), ni en el indicador ecológico (IE: 1.3). Por lo que no cumple con los requerimientos para ser considerada como una finca sostenible. El resto de las fincas convencionales tampoco cumplen los requerimientos del ISGen.

Los indicadores de la dimensión económica (IK) (Tabla 14) los productores (tipo 1, 2, 3) consideran una prioridad la autosuficiencia alimentaria en diversificación de la producción, alcanzan valores perfectos, para este indicador. Mientras tanto, el ingreso económico neto mensual por familia, y la superficie de cultivo para autoconsumo resulta en cierta manera muy variables. Mientras tanto, el riesgo económico lo manejan adecuadamente, debido a una excelente diversificación de productos para la venta.

En el área económica, solo las fincas con tipo 1, no alcanzaron el nivel umbral (1.9) por lo que se consideró económicamente no sostenible.

En el área ecológica (IE) representada en la (Tabla 15) se observa una marcada variabilidad de valores entre las fincas con tipos 1, 2, 3, como también las fincas con producción convencional. Las fincas con tipos 2 y 3 mostraron valores por encima del umbral, centrados y convencidos que, con la conservación del suelo, evitan la erosión el suelo y mantienen la escasa fertilidad que tienen los suelos de la RAE. Por otra parte, en las fincas convencionales no se considera importante conservar el suelo. Eso justifica valores inferiores a los umbrales de sostenibilidad, también se observa que estos productores cada vez requieren de mayores aplicaciones de insumos químicos para su producción agrícola y ganadera.

La dimensión sociocultural (ISC) desarrollado en la (Tabla 16) resultó ser la más dinámica. Dentro de la dimensión y percepción de los productores, el indicador acceso a la salud y cobertura sanitaria superó el umbral requerido. De igual manera muestran satisfacción al tener centros de educación primaria y secundaria. Todos los productores cuentan con viviendas en buenas condiciones, aunque tienen limitaciones al acceder a los servicios básicos y no disponen del servicio de agua potable ni de alcantarillado. Los indicadores que elevaron el grado de aceptabilidad en la integración social, a diferencia del subindicador grado de conocimiento ecológico que tienen los productores que, por su diversidad de conocimientos y métodos de manejo agrícola- ganadero, han ido adquiriendo a través de sus años de productores.

Finalmente, el indicador tecnológico (IT) representado por la (Tabla 17) corrobora que los productores tienen la intención de implementar tecnología limpia (agroecología, agroforestería, silvopastoril, entre otros) en sus fincas a través del asocio de cultivos. Desean utilizar equipos y herramientas de bajo impacto ambiental principalmente para el control de plagas, enfermedades arvenses. Su objetivo es disminuir la dependencia de insumos químicos y ofrecer productos (café, cacao, leche y sus derivados) con un valor agregado producidos orgánicamente.

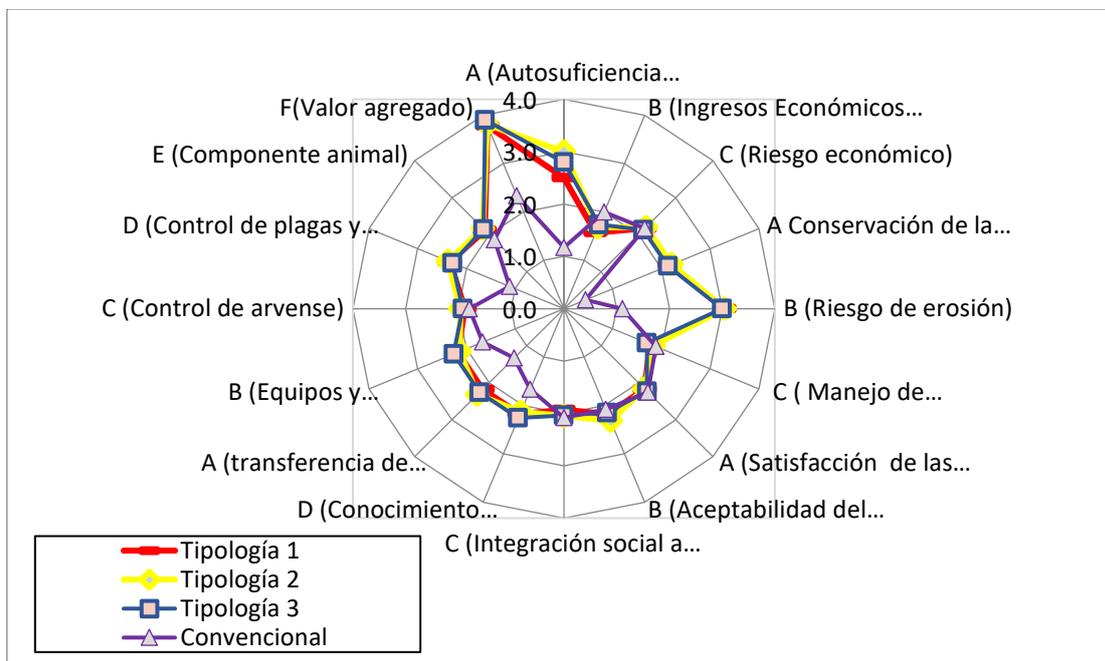


Figura 29: Índice de Sostenibilidad General de los SAF de café, cacao y ganadería  
Fuente: (Vizueté M., 2022)

El análisis de los indicadores a través de un diagrama tela de araña (Figura 29) permitió detectar grandes diferencias entre los componentes de sostenibilidad. En las fincas con tipos 1, 2,3 tienen un comportamiento similar, presentando algunos puntos críticos como los

ingresos económicos netos familiares. Éstos dependen de una serie de factores externos al productor como calidad de producto, costos de producción, canales de comercialización, oferta y demanda, entre otros. Como también varios de los aspectos analizados tienen valores cercanos a los ideales, como el valor agregado al producto, sobresaliendo el cacao fino de aroma. Todos los productores clasificados como tipos 1, 2, 3 satisfacen sus necesidades de seguridad alimentaria. Con los SAF minimizan, mitigan y compensan el deterioro ambiental, teniendo como valor agregado la obtención de buenos servicios ambientales y productos cultivados con mínimos insumos químicos.

## CAPÍTULO V. FACTORES FISICOEDAFOClimáticos MUESTRAN UNA IDONEIDAD ÓPTIMA DEL SUELO PARA TRES CULTIVOS TROPICALES EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA.

### 5.1. RESUMEN

Las condiciones del suelo son imprescindible para el crecimiento y producción adecuados de cualquier tipo de cultivo a nivel mundial. Las condiciones agroecológicas del suelo en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) hacen que solo el 9% de todo su territorio sea apto para la agricultura y/o ganadería, debido a las limitaciones ocasionadas por las condiciones edáficas, fisiográficas y climáticas. **Objetivo** Este estudio evaluó la aptitud agroecológica potencial de café, cacao y pastos tropicales para determinar las áreas más óptimas para el desarrollo de cultivos en tres provincias de la EA; Orellana, Sucumbíos y Pastaza. **Materiales y métodos** Se realizó trabajo de campo in situ analizando el perfil del suelo para determinar la presencia y contenido de minerales. A través de la modelación de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se determinó la aptitud agroecológica mediante el análisis de cinco variables físico-edafoclimáticas (tipo de suelo, precipitación, temperatura, pendiente, elevación). Los resultados mostraron que los suelos de las tres provincias tienen un alto contenido de materia orgánica así como N,P,K, Ca, Mg, Zn ( $>10\text{meq } 100\text{ml}^{-1}$ ), presentando aptitud agroecológica óptima y moderada para cacao y pastos tropicales. cultivos, y óptimo-moderado-marginal para el cultivo del café. La provincia de Pastaza tiene una mayor superficie de zonas agroecológicas óptimas y moderadas para todos los cultivos en comparación con las otras dos provincias. **Resultados:** Este estudio destaca que los tres tipos de cultivos muestran potencial de crecimiento bajo las condiciones agroecológicas analizadas para un adecuado desarrollo en las tres provincias, lo que contribuye a mejorar el estado de los ecosistemas forestales a través de la implementación de sistemas agroforestales que integren este tipo de cultivos.

**Palabras claves:** Condiciones agroecológicas, región amazónica, cultivos, aptitud del suelo, Ecuador.

## 5.2. INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales (SAF) se consideran sitios adecuados para la conservación de la biodiversidad e importantes reservorios de carbono ( Fogang et al., 2021). Asimismo, los SAF, se consideran alternativas sostenibles a los sistemas de producción intensiva (Daniel et al., 2001). Estudios recientes muestran que el manejo de SAF basado en cultivos perennes es un medio de forestación de ecosistemas en regiones tropicales, a través de la introducción y/o preservación de árboles para sombra y la provisión de servicios ecosistémicos ( Coelho, 2017, Barrios et al., 2018, Cardinael et al. al., 2018). Los SAF son alternativas bien conocidas y soluciones sostenibles en las regiones tropicales, donde la producción agrícola se está expandiendo rápidamente a expensas de los bosques naturales (Pavlidis y Tsihrintzis, 2018). Los SAF se entienden como sistemas en los que se combinan cultivos y/o actividad ganadera con plantas leñosas (Suárez et al., 2021) . Más específicamente, los SAF se han relacionado con los servicios ecosistémicos de regulación, conservación y desarrollo sostenible (Kuyah et al.,2017), retención de nutrientes (Isaac y Borden 2019), control de la erosión ( Pavlidis y Tsihrintzis, 2018), carbono secuestro (Shrestha et al., 2018) , polinización (Bentrup et al., 2019), y control de plagas y malezas (Staton et al., 2019).

En las regiones tropicales y amazónicas, existe evidencia de que la introducción de prácticas agroforestales en tierras de cultivo o pastizales puede proporcionar beneficios significativos en términos de servicios ecosistémicos (Elevitch et al . , 2018, Veldkamp et al., 2020, Razafindratsima et al., 2021) . En SAF tropicales y amazónicos, los cultivos comerciales económicamente importantes, incluidos el cacao, el café y los pastos tropicales, se asocian comúnmente con estos cultivos que, cuando se integran, contribuyen a aumentar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Garrett et al., 2021).

Ecuador es líder en la producción de cacao fino de aroma, con una participación del 62% del mercado mundial, sustentando alrededor de 100.000 familias que practican este cultivo pero mantienen niveles de productividad muy bajos (Díaz-Valderrama et al. 2020). En 2016, Ecuador produjo alrededor de 253.000 toneladas métricas de cacao, donde el 70% de la producción total, fue considerado como cacao fino y de aroma, con "sabor arriba" denominación (Villacis et al ., 2022). El principal problema de la cadena del cacao se debe a la baja productividad de las plantaciones del genotipo "Nacional" (Argüello et al., 2019). Sin embargo, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias ( INIAP) a través del Programa Nacional de Cacao y Café cuenta con uno de los bancos de germoplasma de cacao más importantes del mundo con más de 2.500 accesiones recolectadas en diferentes zonas, estas accesiones han sido evaluadas con el fin de identificar genotipos con características

como alta producción, resistencia a las principales enfermedades que afectan al cultivo, adaptación a diferentes zonas agroecológicas y excelentes atributos de calidad.

Por otro lado, Ecuador tiene una gran capacidad como productor de café, convirtiéndose en uno de los pocos países del mundo que exporta todo tipo de café: Arábica lavado, Arábica natural y Robusta (dos Santos y Boffo, 2021) . Por la ubicación geográfica del Ecuador, su café es uno de los mejores producidos en Sudamérica y uno de los más demandados en Europa y Estados Unidos (Mahlknecht et al . 2020).

El café robusta fue descubierto en África a finales del siglo XIX, creciendo de forma silvestre en las zonas tropicales del Congo y Guinea. Entre 1951 y 1986 se introdujo en el Ecuador germoplasma de café robusta procedente del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE-Costa Rica) ( Hindorf y Omondi, 2011). Posteriormente, se establecieron introducciones de café Robusta en bancos de germoplasma en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, ubicada en la Provincia de Los Ríos, Ecuador.

El café robusta se fue dispersando progresivamente desde la estación Pichilingue hacia otras zonas cercanas, especialmente en los cantones de Quevedo, Mocache, Ventanas y otros. En 1968, debido a la migración de agricultores a la Amazonía, se produce la difusión del café Robusta a estas localidades. Cabe mencionar que la propagación del café Robusta, hasta 1990, solo se realizaba por vía sexual; es decir, utilizando plantas a partir de semilla, que por su naturaleza alógama generaba una alta variabilidad fenotípica en los cafetales (Breitler et al., 2022).

La ganadería bovina en el Ecuador es considerada una de las actividades pecuarias de mayor importancia económica por su aporte a la economía nacional y su aporte a la generación de ingresos, empleo y producción de alimentos para las familias rurales y campesinas del país (Peralta y Aguilar, 2018). Sin embargo, no existe un buen manejo de los pastos locales, introducidos y mejorados por parte de los pequeños y medianos ganaderos. En la Amazonía ecuatoriana (AE), los pastos son la principal causa del cambio de uso de la tierra, de ecosistema de bosque natural a áreas con intervención para actividades productivas, de manera que el cultivo de pastos constituye del 73% al 84% del uso productivo de la tierra en la (RAE).

El aumento de la presión sobre los recursos naturales va de la mano con los límites a la capacidad de producción de los recursos de la tierra y, a su vez, está condicionada por el clima, las condiciones del suelo y la fisiografía, así como por el uso y manejo aplicado a la

tierra (Krupnik et al. ., 2021). Las condiciones del suelo en la RAE hacen que solo el 9% de todo su territorio sea apto para la agricultura y/o ganadería (Huera-Lucero et al., 2020). Por ello, es necesario conocer y evaluar la potencial aptitud agroecológica de los sistemas agroforestales de café, cacao y pastos tropicales para la ganadería en las RAE para mejorar la toma de decisiones en materia de ordenamiento territorial y ocupación racional de las tierras aptas para estos cultivos. Los estudios sugieren que la mayor parte de la población depende directamente de las actividades primarias (agricultura y/o ganadería), que a su vez dependen de la estacionalidad y estabilidad de las variables climáticas (precipitación y temperatura) (Arroyo-Rodríguez et al., 2017; Gillespie y van den Bold, 2017).

La Zonificación Agroecológica (ZAE) es una herramienta de gestión ampliamente utilizada a nivel mundial. Se define como la identificación de superficies territoriales con características homogéneas relacionadas con factores climáticos, biológicos, agronómicos y geográficos, que a su vez contribuyen al equilibrio y conservación de los ecosistemas agrícolas (Mkonda, 2021). Dentro de la (ZAE), se pueden distinguir tres tipos de potenciales de idoneidad agroecológica según Harrison et al. (2019) son: potencialidad óptima, moderada, marginal e inadecuada.

La potencialidad óptima se refiere a aquellos en los que las condiciones naturales corresponden a unidades agroecológicas de idoneidad óptima para el cultivo. Influencia agroeconómica para apoyar la producción de accesibilidad alta a media (Harrison et al., 2019). Potencial moderado, corresponde a zonas de influencia agroeconómica y apoyo a la producción con alta, media y baja accesibilidad. Incluye zonas agroecológicas óptimas, con accesibilidad baja a restringida a infraestructura de apoyo a la producción. Es característico de áreas agroecológicas con aptitud moderada y accesibilidad media a alta a servicios productivos e infraestructura. Representan unidades con limitaciones adecuadas y en su mayoría leves a moderadas para el cultivo ( Harrison et al . , 2019).

Potencial marginal, incluye zonas agroecológicas de idoneidad moderada, con baja o restringida accesibilidad a infraestructura de apoyo a la producción. Son comunes a áreas agroecológicas de aptitud marginal para el cultivo, con accesibilidad media a alta a servicios productivos e infraestructura. Comprenden unidades con limitaciones leves a moderadas y, en su mayoría, fuertes para el cultivo. No aptas, correspondientes a zonas agroecológicas con aptitud marginal, y zonas no aptas con acceso restringido o nulo a servicios e infraestructura de apoyo a la producción ( Harrison et al., 2019).

Con base en los antecedentes antes mencionados, este estudio, mediante trabajo de campo y modelado utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), realizó una zonificación

agroecológica identificando el potencial óptimo, moderado, marginal e inadecuado para tres cultivos económicamente importantes (café, cacao, y pastos tropicales) en tres provincias de la RAE (Sucumbíos, Orellana y Pastaza) para determinar las zonas óptimas y adecuadas para la siembra y desarrollo de estos cultivos. Se utilizó tecnología SIG para la modelación agroecológica y se compararon las diferentes zonas óptimas, moderadas y marginales para cada uno de los cultivos en las tres provincias.

### 5.3. MATERIALES Y MÉTODOS

Estos tres cultivos (cacao, café y pastos tropicales) fueron seleccionados por su importancia económica en el Ecuador continental. El cacao (*Theobroma cacao* L) ha sido un cultivo tradicional en el Ecuador desde la época colonial. Actualmente es el tercer mayor cultivo agrícola de exportación. Su producción anual representa el 7% del PIB y se estima que actualmente existen alrededor de 500.000 hectáreas sembradas en aproximadamente 100.000 fincas; la mayoría de estas fincas, con un promedio de cinco ha, pertenecen en su mayoría a pequeños productores (Nair, 2021). La mayor concentración de cultivo de cacao se encuentra en las provincias costeras (Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas y El Oro), en las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes y en las provincias nororientales del Ecuador (Sucumbíos, Orellana, Pastaza, Napo) (Saravia- Matus et al., 2020) . En las provincias de Orellana y Sucumbíos se estima que en los últimos años se ha incrementado el área sembrada en aproximadamente 20.000 ha de cacao Nacional, convirtiendo a esta zona, en el transcurso de dos a tres años, en una de las principales proveedoras de cacao para exportación. (Midendorp et al., 2020).

El café robusta (*Coffea canephora*) se cultiva en Ecuador principalmente en las regiones amazónicas y costeras. El café es uno de los principales cultivos del país, involucrando a unas 50 mil familias, la mayoría pequeños productores que utilizan sistemas de producción agroforestales (Viteri et al., 2018). En Ecuador este cultivo se caracteriza por su excelente potencial de calidad, con rendimientos reportados ( $10 \text{ qq ha}^{-1}$ ). Su importancia ecológica radica en la amplia diversidad de suelos en los que se cultiva, principalmente en ricos sistemas agroforestales que contribuyen significativamente a la conservación de recursos filogenéticos, secuestro de carbono y balance hídrico. Debido a las aptitudes agroecológicas privilegiadas del Ecuador, se ha facilitado su siembra y desarrollo en casi todo su territorio (Viteri et al., 2018).

Los pastos tropicales de la región amazónica del Ecuador son importantes para el desarrollo económico del país, debido a su potencial productivo. La posibilidad de integración de la

Amazonía ecuatoriana al sistema socioeconómico nacional, y sobre todo la posibilidad de mejoramiento agrícola que presenta, es fundamental para incrementar la producción forrajera de los pastos existentes, así como el incremento de nuevas áreas de pastos (Bedaso et al., 2022). Entre los pastos tropicales presentes en la Amazonía y específicamente en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza se encuentran diferentes especies de gramíneas del género (*Brachiaria*) y leguminosas de los géneros *Centrosema*, *Desmodium*, *Stylosanthes*, *Arachis* (Motta-Delgado et al., 2019).

### 5.3.1. SITIOS DE ESTUDIO

La provincia de Sucumbíos se encuentra en el noreste del Ecuador en las coordenadas (0° 5' S y 76° 53' W) con una superficie de 18.084 km<sup>2</sup> y una altitud entre 405 a 2.027 msnm. Limita al norte con los departamentos de Nariño y Putumayo (Colombia), al sur con las provincias de Napo y Orellana, al este con el departamento de Loreto (Perú), y al oeste con las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha. Su relieve es montañoso, con clima tropical húmedo y temperaturas de hasta 28°C. Tiene un alto nivel de biodiversidad de flora y fauna. Su principal actividad económica es la agricultura, la ganadería y la comercialización de petróleo (Viera, 2018).

La provincia de Orellana, ubicada al noreste del Ecuador en las coordenadas (0° 30' S y 76° 31' O), con una superficie de 20.733 km<sup>2</sup> y una altitud entre 255 a 3.732 msnm. Limita al norte con Sucumbíos, al sur con Pastaza, al este con Perú y al oeste con la Provincia de Napo. En esta provincia existen numerosos parques y áreas protegidas, entre ellos el Parque Nacional Yasuní, la Reserva Biológica Limoncocha, el Bosque Protector Napo, el Parque Nacional Sumaco Galera, cada uno con una riqueza y diversidad única de especies de flora y fauna.

Su temperatura varía entre 20 a 40°C, con un clima tropical húmedo. Entre sus actividades productivas más importantes se encuentran la agricultura, la ganadería, la explotación petrolera y la madera (Viera, 2018).

Pastaza es la provincia más grande del Ecuador y la más rica en biodiversidad, ubicada en las coordenadas (1° 29' S y 78° 00' W, con una superficie de 29.520 km<sup>2</sup> y una altitud de 930 msnm. El 95% de la flora provincial es selva tropical, debido a la precipitación anual que varía entre 2.000 y 4.000 mm<sup>3</sup>, lo que favorece la formación de extensos y excelentes pastos que favorecen el desarrollo de la ganadería. Limita al norte con las provincias de Napo y Orellana, al sur con Morona Santiago, al este con Perú (departamento de Loreto) y al oeste con la provincia de Tungurahua. El clima es muy húmedo y tropical, con una temperatura promedio

de 25°C y precipitaciones durante todo el año. Las actividades en esta provincia son el petróleo, la madera, los minerales, la ganadería y la agricultura (Paredes et al., 2020).

### **5.3.2. TRABAJO DE CAMPO**

A través del trabajo de campo se establecieron unidades de muestreo considerando el tipo de suelo, topografía, vegetación y categoría. Se obtuvieron diez submuestras de 0,05 kg para cada provincia zigzagueando por las parcelas, obteniendo una muestra compuesta de 0,5 kg. Toda la muestra se homogeneizó por el método de cuarteo y se extrajeron 0,05 kg de suelo. Posteriormente, se colocó en una bolsa plástica, se rotuló y se llevó a los laboratorios del INIAP para su análisis. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, donde se calculó el nivel de significancia. Finalmente, se interpretaron los elementos nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), así como los contenidos de Materia Orgánica (MO) y pH. Los primeros cuatro parámetros se determinaron en kg ha<sup>-1</sup>.

### **5.3.3. VARIABLES FÍSICO – GEOGRÁFICAS**

De acuerdo con los requerimientos agroecológicos de los cultivos de cacao, café y pastos tropicales, se seleccionaron cinco variables físico-geográficas: relieve (altitud sobre el nivel del mar y pendiente en %), variables climáticas (precipitación media anual (mm)), temperatura anual (°C), y una variable de suelo (tipos de suelo).

Los datos meteorológicos de temperatura y precipitación fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) del Ecuador, a partir de 13 estaciones meteorológicas, de las cuales se utilizaron tres estaciones meteorológicas con un radio de acción promedio de 150 km, que corresponde a los valores reportadas en la literatura para la recolección de datos meteorológicos sugiriendo de 100 a 150 km de separación entre estaciones (Jiménez 2014) . Estas estaciones tuvieron un impacto meteorológico directo en el área de estudio, con antecedentes del periodo 1990 – 2016.

Analizando los datos disponibles, se aplicó el método de las isoyetas, que proporcionó una distribución discontinua de las precipitaciones a lo largo de toda la EAR, específicamente para las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza. Los datos de temperatura media anual (°C) se procesaron a partir del promedio de las temperaturas medias registrada en cada mes del año (2021). Mientras que los datos de precipitación fueron procesados a partir del cálculo de precipitación según la ecuación.

Ecuación 7: Cálculo de precipitación

$$D = \frac{\sum_i^n a_i * D_i}{A}$$

Dónde

$a_i$  = Área entre cada dos isoyetas

$D_i$  = Precipitación media entre dos isoyetas.

Con base en la ecuación 7, se ponderó el valor de la precipitación en cada estación de acuerdo a cada zona de estudio. Todas las variables edáficas-físicas-climáticas (precipitación, temperatura, pendiente, altitud y tipo de suelo) fueron procesadas a escala 1:2'500.000 en el software ArcGIS, transformándolas de formato vectorial a raster para facilitar su procesamiento y análisis. Para la variable relieve se utilizó un modelo digital de elevación (DEM) con una equidistancia de 20 m.

### 5.3.4. CLASIFICACIÓN DEL POTENCIAL AGROECOLÓGICO.

Para determinar la zonificación agroecológica de los tres tipos de cultivos (cacao, café y pastos tropicales), se utilizó como punto de partida el concepto de potencial agroecológico, entendido como el conjunto de propiedades cuantitativas y cualitativas de la oferta natural de la región, favorable para el adecuado desarrollo de algún tipo de cultivo. Para este estudio se consideraron cuatro tipos de potencial agroecológico (óptimo, moderado, marginal e inadecuado).

En la (Tabla 19) se describen las condiciones agroecológicas óptimas desde el punto de vista geomorfológico, climático y edafológico para los tres cultivos, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAGAP) y el INIAP.

Tabla 19: Condiciones agroecológicas óptimas para cacao, café y pastos tropicales

Factor	Café	Cacao	pastos tropicales
Altitud (msnm)	400-1.800	0-500	0-1.200
Pendiente (%)	0-25	0-25	0-25
Temperatura (°C)	17-23a; - 20-26b - 800-2000 <sup>un</sup>	18-26	18-32
Precipitación (mm)	2.000-3.000b -	1.200-3.000	800-3.500
Suelo escribe	Marga. Franco arcilloso	Marga. Franco arcilloso, franco limoso	Suelos francos con alto contenido de materia orgánica

<sup>a</sup> Variedad de café arábica, <sup>b</sup> Variedad de café robusta

### 5.3.5. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el procesamiento de la información cartográfica de las diferentes variables suelo-físico-climáticas y la zonificación de los cultivos de cacao, café y pastos tropicales se utilizó el software ArcGIS versión 10.3, donde primero se importaron en formato vectorial y luego se transformaron a formato raster. de todas las variables para obtener un mejor análisis e interpretación. Los resultados de cada una de las variables en formato raster fueron clasificados intencionalmente en cuatro clases (óptima, moderada, marginal, inadecuada) de acuerdo con los requerimientos óptimos para cada cultivo (Tabla 19) utilizando la “herramienta de reclasificación” para reclasificar las variables por separado.

Una vez realizada la reclasificación, se aplicó una superposición de capas mediante la herramienta Superposición ponderada, para obtener un mapa final integrando todas las variables, considerando en la ponderación la importancia relativa de cada una de las variables, las cuales difieren según el cultivo. Por ejemplo, para un adecuado desarrollo del cultivo del café se le dio más importancia al tipo de suelo con un peso de (45%), con respecto a otras variables como la elevación (15%) o la precipitación (5%). Para el cultivo de cacao se le dio mayor importancia al tipo de suelo (40%) y pendiente (35%), en relación con la elevación (5%) o temperatura (10%).

### 5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el trabajo de campo, las zonas óptimas de potencial edáfico se encontraron en áreas con pendientes no mayores al 10%, principalmente al pie de los bosques primarios y secundarios de las tres provincias, donde los suelos dominantes son ricos en macronutrientes como N, P, K y Ca, con una concentración promedio de 10 meq 100ml<sup>-1</sup>. Por su parte, Mg, con (0,99 meq 100ml<sup>-1</sup>), K (0,24 meq 100ml<sup>-1</sup>) y finalmente Zn (3,48 ppm) y rico en materia orgánica con un 5%, el suelo es de color oscuro y su profundidad media es de 30 cm de tierra cultivable.

Los requerimientos agroecológicos óptimos para el cultivo del cacao y su identificación en la zona son altitudes entre 0 y 500 m sobre el nivel del mar, pendientes entre 0 a 25%, temperaturas entre 18-26°C, precipitaciones promedio entre 1.200 a 3.000 mm anuales, con suelo de textura franco-arcillosa-franca.

El procesamiento y representación espacial permitió evaluar las zonas óptimas para el cultivo del cacao en base a las variables altitud, precipitación y temperatura promedio anual,

pendiente y textura del suelo. La Zonificación Agroecológica (ZAE) para cacao mostró zonas de aptitud agroecológica óptima y moderada (Figura 30).

Se encontraron zonas óptimas en la mayor parte del territorio de las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza, con parches de aptitud agroecológica moderada en la parte occidental de las tres provincias.

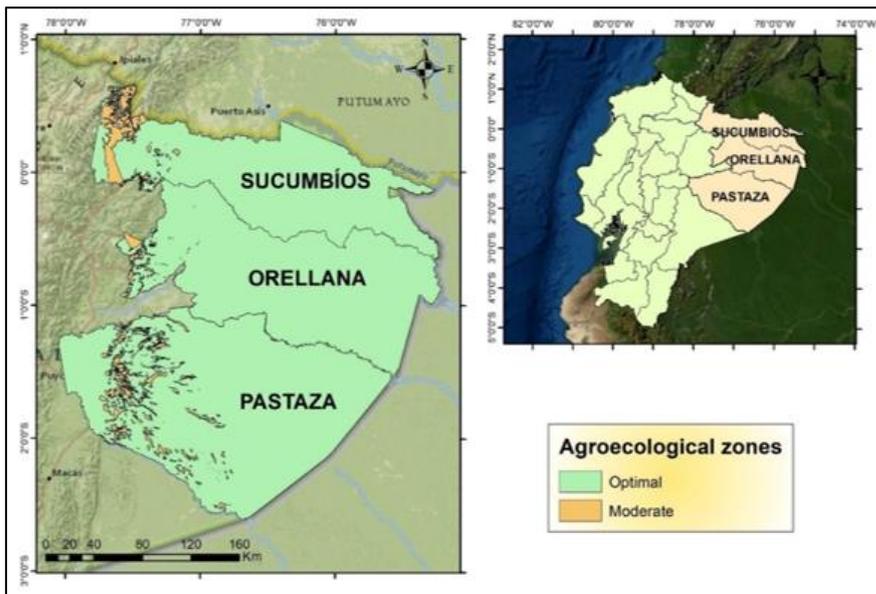


Figura 30: Zonificación agroecológica para el cultivo del cacao en las tres provincias de la Amazonía ecuatoriana.

Fuente: (Vizuet M., 2022)

Los potenciales físico-geográficos para la siembra y desarrollo del cacao mostraron potenciales óptimos de 1'601.907 ha, 2'133.315 ha y 2'924.274 ha, para Sucumbíos, Orellana y Pastaza, respectivamente, y moderados de 125.180 ha, 28.548 ha, para Sucumbíos y Orellana, respectivamente (Tabla 20). Los resultados no determinó áreas marginales o no aptas para el cultivo del cacao en ninguna de las provincias. Los potenciales físico-geográficos para la siembra y desarrollo de café mostraron potenciales óptimos de 726.571 ha, 1'269.090 ha y 1'471.313 ha, potenciales moderados de 889.075 ha, 878.419 ha y 2'437.201 ha, y potenciales marginales de 111.355 ha, 14.274 ha y 447.220 ha, para las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza, respectivamente.

Los resultados de la modelación no determinaron áreas no aptas para el desarrollo de la caficultura en ninguna provincia (Tabla 20). Los potenciales físico-geográficos para la siembra y desarrollo de pastos tropicales mostraron potenciales óptimos de 1'377.907 ha, 1'765.902 ha y 2'747.414 ha, y moderados de 349.116 ha, 143.159 ha y 176.835 ha, para las provincias

de Sucumbíos, Orellana y Pastaza, respectivamente. Los resultados de la modelación no determinaron zonas marginales, ni zonas que no fueran aptas para el desarrollo de pastos tropicales (Tabla 20).

Tabla 20: Número de hectáreas de aptitud óptima, moderada y marginal del suelo para cultivos de cacao, café y pastos en las tres provincias.

Idoneidad del suelo	Sucumbíos			Orellana			Pastaza		
	Café	Cacao	pastos tropicales	Café	Cacao	pastos tropicales	Café	Cacao	pastos tropicales
Óptimo	726.571	1'601.907	1'377.907	1'269.090	2'133.315	1'765.902	1'471.313	2'924.274	2'747.414
Moderado	889.075	125.180	349.116	878.419	28.548	143.159	2'437.201	-	176.835
Marginal	111.355	-	-	14.274	-	-	447.220	-	-

Los espacios en blanco representan la ausencia de áreas para los tres cultivos analizados en el área de estudio.

La Zonificación Agroecológica (ZAE) para café mostró zonas óptimas, moderadas y marginales de aptitud agroecológica. Las zonas óptimas (verde) se distribuyen en todo el territorio de cada una de las provincias, mientras que las zonas moderadas (naranja) se ubican principalmente en la parte occidental y central de las tres provincias, con remanentes de zonas marginales (rojo) ubicadas principalmente en el occidente y sur de las provincias de Sucumbíos y Pastaza (Figura 30).

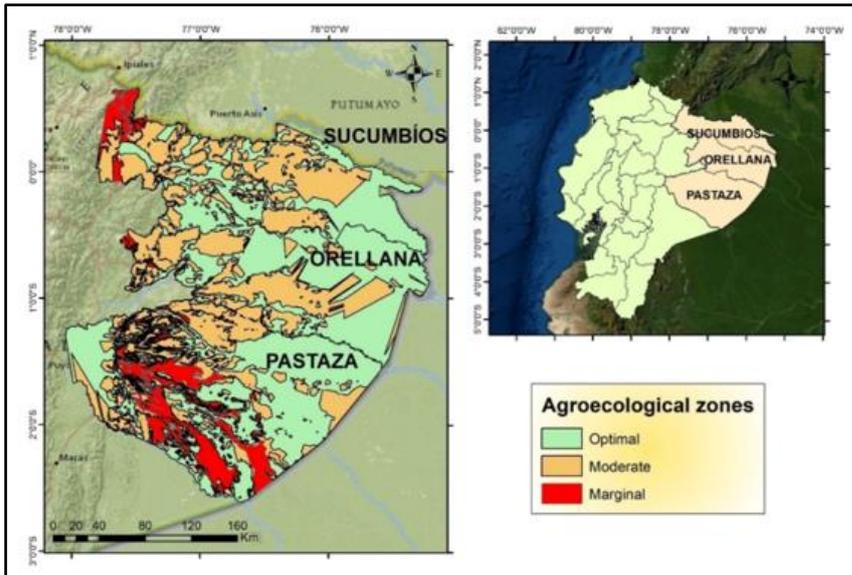


Figura 31: Zonificación agroecológica para el cultivo del café en las tres provincias de la Amazonía ecuatoriana.

Fuente: (Vizuite M., 2022)

La Zonificación Agroecológica (ZAE) para pastos tropicales mostró zonas de idoneidad agroecológica óptima y moderada. Las zonas óptimas (verde) se encuentran en todo el territorio de las tres provincias, mientras que las zonas moderadas (naranja) se distribuyen en parches de territorio en la parte occidental y sur de Pastaza, en la parte centro-oriental de Orellana y en todo el territorio de Sucumbíos (Figura 31).

Este estudio analizó el potencial agroecológico para el cultivo de café, cacao y pastos tropicales aptos para la ganadería en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza utilizando el software ArcGIS. Para el cultivo de café se encontraron potencialidades óptimas, moderadas y marginales para las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza, mientras que para el cultivo de cacao y pastos tropicales solo se encontraron zonas agroecológicas con potencial óptimo y moderado.

Este estudio encontró en áreas con pendientes no mayores al 10%, principalmente aquellas al pie de los bosques primarios y secundarios de las tres provincias, donde los suelos dominantes son ricos en macronutrientes como N, P, K y Ca. Estudios similares (Ovalles et al., 2008), han encontrado que en el caso de Venezuela la agricultura se desarrolla bajo la modalidad seca en aproximadamente un 94%. Por eso se vuelve más vulnerable al cambio climático. Sin embargo, estos efectos estarán diferenciados por la existencia de patrones espaciales en la distribución geográfica en cuanto a precipitaciones y temperaturas, deduciéndose además que los cultivos perennes como el café y el cacao sufrirán el mayor

grado de impacto por el cambio climático. Por otra parte, se espera que este fenómeno natural no afecte en gran medida al sector ganadero ni a los cultivos anuales. Con base en la zonificación agroecológica económica del Ecuador, reportada por el MAGAP, las provincias de Sucumbíos y Orellana tienen un potencial agroecológico alto (u óptimo). Este resultado se debe a que los suelos de la provincia de Sucumbíos son de textura franco-arenosa-franco, con pendientes entre 25 a 50%, medianamente profundos, con poca pedregosidad y moderado drenaje, ideales para el desarrollo de café y cacao.

Dentro de la provincia de Orellana, donde se presentaron potencialidades óptimas, moderadas y marginales para el café, esto puede deberse a las condiciones geográficas de la provincia dadas sus pendientes suaves y moderadas (1 - 18%), con precipitaciones entre 1.500 y 2.000 mm, en zonas semicálidas con un espectro térmico de 18°C a 22 °C (González y Hernández, 2016). Resultados de otros estudios mencionan que la aptitud natural óptima para el cultivo del café se encuentra en las zonas de montaña baja, entre 1.100 a 1.500 msnm. Estas condiciones son similares a las que se encuentran en las provincias de Orellana, dado que la temperatura ambiente es de 16 a 24°C, con una precipitación pluvial de 800 a 2.000 mm, y una altitud de 1800 a 2000 msnm. (López et al., 2017).

En Paraná, Brasil, una variedad de café como *Grevillea Robusta* se puede introducir en el (agro) sistema utilizando solo un área marginal (dos Santos et al., 2000). Esto se debe a que, las condiciones climáticas tienden a ser semicálido húmedo, y el suelo tiene una pendiente de moderada a pronunciada, lo que restringe la implantación del cultivo.

En relación con el cacao y los pastos tropicales, para la provincia de Pastaza y Sucumbíos, mostraron potencialidades óptimas en la mayoría, y potencialidades moderadas en áreas menores. Estos resultados concuerdan con los encontrados por el MAGAP, debido a que el suelo en ambas provincias es de textura franco-arenosa, con pendientes entre 25 a 50%, medianamente profundo, con poca pedregosidad y drenaje moderado, ideal para el cultivo de cacao y pastos tropicales. Ciertas áreas de aptitud marginal en la provincia de Orellana limitan el desarrollo del cultivo del café, especialmente porque presentan pendientes superiores al 70%, con poca profundidad y abundante pedregosidad. Además, tiene un nivel freático poco profundo con un pH muy ácido.

Las áreas actualmente aptas para el cultivo de cacao son 8.000 ha para la provincia de Orellana, 19.756 ha para Sucumbíos y 252,84 ha para Pastaza (Caicedo -Vargas et al., 2022); sin embargo, a través de la zonificación agroecológica de este estudio, estas áreas tendrían el potencial de crecer a 726.571 ha, 1'269.090 ha y 1'471.313 ha, respectivamente. En los

últimos años, debido al cambio de uso de suelo (pasto a cacao, rastrojo a cacao), se ha incrementado la superficie sembrada en aproximadamente 20.000 ha de cacao Nacional, convirtiéndose en uno de los principales proveedores de cacao para exportación. En cambio, las áreas cafetaleras actuales son de 14.249,24 ha para Orellana, 34.716,55 ha para Sucumbíos y 300 ha para Pastaza, las cuales tendrían un potencial de crecimiento de 1'377.907 ha, 1'765.902 ha y 2'747.414 ha, respectivamente.

Por otro lado, las condiciones óptimas para el cultivo del cacao son suelos con pendiente de 0-25%, y con una profundidad de 50 cm, principalmente sin pedregosidad (Singh et al., 2019). Otras características que debió haber sido buen drenaje con un pH ligeramente ácido-neutro, y abundante materia orgánica. Precipitación de 1.200 a 3.000 mm año<sup>-1</sup>, con temperaturas de 18 a 26°C y una altitud de 0 a 500 msnm. Los mapas de distribución por ArcGIS, fueron aplicados en otras regiones de América Latina como Río de Janeiro y Mata Atlántica en Brasil, en donde se especializan los atributos químicos, físicos (Silva et al., 2016) y materia orgánica (Silva et al., 2017). ) del suelo en un sistema agroforestal.

En el presente estudio se encontró que los suelos de las tres provincias tienen un alto contenido de materia orgánica, así como N, P, K, Ca, Mg, Zn (>10meq 100 ml<sup>-1</sup>), presentando aptitud agroecológica óptima y moderada para los cultivos de cacao y pastos tropicales, y óptimo-moderado-marginal para el cultivo de café en estos sistemas agroforestales.

De acuerdo con la aptitud agroecológica de los pastos tropicales en la RAE, según los resultados de la fase de campo *in situ* y *ex situ*, las parcelas tenían suelos con un pH promedio de 6,4, con varias lombrices de 8 a 12 por m<sup>2</sup>. Se observó muy poca incidencia de salivazo, principalmente en las áreas aptas para el cultivo de pastos. Estas parcelas contaban con cercas vivas, árboles maderables como palo cruz, chonta casti, limón, chontaduro, jacaranda, guabo y peine de mono, que son especies que mejoran las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo. Esta disposición vegetal equilibra y mejora el drenaje del suelo, contribuyendo a la formación de varios microclimas, elementos importantes para que el ganado no sufra estrés térmico. Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Yucailla et al. (2017) los cuales establecen que los mejores resultados productivos se lograron aplicando material vegetal forrajero como la flemingia, dentro del manejo y condiciones de la RAE.

La evaluación preliminar de los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción ganadera en las RAE realizada por Caicedo et al. (2014) , seleccionaron las mejores combinaciones de sistemas silvopastoriles para incrementar la producción de biomasa y carne

en la ganadería y reducir el impacto ambiental de la actividad ganadera, además de mejorar la aptitud del suelo agrícola utilizando combinación de pastos como Mulato II + *Gliricidia . sepium* + *Psidium guajava*; Mulato II + *Trichantera gigantea* + *P. guajava*; Mulato II + *Flemingia macrophylla* + *P. guajava* ; Mulato II + *Leucaena leucocephala* + *P. guajava* ; Mulato II + *Erythrina spp* + *P. guajava* .

Este estudio subraya la importancia de la zonificación agroecológica en el Ecuador, que debe ser parte de la legislación ecuatoriana para las políticas de restauración forestal y agrícola, especialmente para las plantaciones de café, cacao y pastos tropicales económicamente importantes, pero al mismo tiempo salvaguardar las áreas protegidas y de bosques naturales en áreas rurales de la Amazonía. Un estudio de Laudares et al. (2017) destaca los sistemas agroforestales como alternativa a ocupaciones consolidadas en zonas de protección ambiental en la Amazonía de Brasil.

Además, se enfatiza que la zonificación agroecológica es un trabajo especializado de gran importancia en el desarrollo agropecuario de un país, ya que puede definir las áreas más aptas para el establecimiento de cultivos en las áreas forestales circundantes, y al mismo tiempo permiten el diseño de estrategias para lograr un aprovechamiento racional, de acuerdo con la capacidad productiva de los cultivos en estudio.

Finalmente, se enfatiza la importancia actual del uso de los sistemas de información geográfica como actividad complementaria al estudio del uso del suelo, para identificar las potencialidades y limitaciones del suelo desde una perspectiva de aprovechamiento racional de los sistemas agroforestales para determinar la aptitud natural de la tierra y mantener o mejorar los rendimientos actuales sin alterar las condiciones naturales del medio ambiente.

## CAPÍTULO VI. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA APTITUD DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

### 6.1. RESUMEN

**Antecedentes:** Estudios recientes sobre el cambio climático en la producción de café no han considerado la influencia sobre la aptitud de la tierra para el café a nivel regional ni han integrado factores fisiografológicos con factores climáticos en escenarios futuros. **Objetivo:** En este estudio se investigó la influencia del cambio climático en la idoneidad de la tierra para el cultivo del café principalmente. **Materiales y métodos:** Se utilizó cinco modelos de circulación global (GCM) en dos caminos socioeconómicos diferentes (SSP126) y (SSP585). Se combinaron once factores fisiografológicos con 19 bioclimáticos. Variables para modelar áreas pasadas (1970-2000), presentes (2021) y futuras (2040) aptas para café en las provincias de la Amazonía ecuatoriana (AE). **Resultados:** Los resultados muestran que la media de la temperatura del trimestre más cálido y la temperatura media anual tiene la mayor influencia en la modelación de la idoneidad histórica de los cafetales. Seis fisiografológicos requisitos fueron limitantes en la representación de las actuales áreas de tierras altas de idoneidad y cinco de idoneidad moderada. El cambio proyectado en 2040 resultó en una disminución promedio del 63% en las áreas aptas para el cultivo de café en la EA bajo el mejor escenario (SSP126) y una disminución del 87% en el peor escenario (SSP585). Este estudio destaca la importancia de implementar estrategias de adaptación oportunas para mejorar resiliencia a los impactos del cambio climático en el sector cafetalero.

**Palabras clave:** Amazonía, estrategia de adaptación climática, café, aptitud de la tierra, Ecuador.

## 6.2. INTRODUCCIÓN

La dependencia de los productos agrícolas de las variables climáticas los expone a riesgos considerables por el cambio climático (Praveen y Sharma, 2019). Uno de estos productos es el café, un importante cultivo y bebida en el comercio internacional, entre los del mundo. Los 45 principales productores del café son países como Indonesia, Etiopía y Brasil, pero muchos otros países con menor producción también intentan influir en el mercado del café a través de calidad y orígenes únicos (Martauli, 2018) (Volsi et al., 2019) (Melese y Kolech, 2021). Ecuador tiene una larga tradición en la producción y exportación de café, convirtiéndose en uno de los principales exportadores del mundo en la década de 1990 (Lizuka y Gebreeyesus, 2020). Aunque en la actualidad los volúmenes de producción han disminuido drásticamente, el país tiene un gran potencial para producir café especial, en zonas donde influyen varios factores como el microclima, variedades y, más recientemente, el desarrollo e innovación de los caficultores (Sepúlveda et al., 2018).

Ecuador tiene una gran capacidad como productor de café, convirtiéndose en uno de los pocos países del mundo que exporta todo tipo de café: Arábica lavado, Arábica natural y Robusta (dos Santos y Boffo, 2021) . Por la ubicación geográfica del Ecuador, su café es uno de los mejores producidos en Sudamérica y uno de los más demandados en Europa y Estados Unidos (Mahlknecht et al., 2020) . Una de las variedades de café de mayor importancia económica en el Ecuador son el café Robusta (*Coffea canephora* Pierre) y el café Arábica (*Coffea arabica* Linnaeus). El café arábica tiene una demanda relativamente mayor que el café robusta porque es una bebida de mejor calidad (Zambrano-Flores et al., 2018).

En la Amazonía ecuatoriana (AE), los factores climáticos idóneos para cultivar y producir café son temperaturas entre 17-23°C y 20-26°C, y una precipitación entre 800-200 mm año<sup>-1</sup> y 2000-3000 mm año<sup>-1</sup> para café Arábica y Robusta, respectivamente (Vaca et al., 2018). El café Arábica es más sensible a los factores climáticos que el café Robusta y, por lo tanto, se espera que se vea afectado por la influencia del cambio climático (Pham et al., 2019). Esto se debe a que el café arábica se cultiva en climas específicos (17-23°C) y (800-2000 mm año<sup>-1</sup>) (Tavares et al., 2018). Los estudios tenían evidencia de que el cambio climático está reduciendo las áreas aptas para el cultivo de café en otras regiones (Fain et al., 2018; Gomes et al., 2020 ; Chavez et al., 2021 ; Chemura et al., 2021; Jawo et al., 2022). Además, los medios de vida de las comunidades amazónicas ecuatorianas se han visto afectados en sus producciones de café debido a los cambios de temperatura y precipitación en los últimos cinco años (Shinbrot et al., 2019; Gray y Bilsborrow, 2020). Además, existen 14 factores agroecológicos clave que influyen en el cultivo y producción de café como factores

fisiográficos (altitud, pendiente), y factores edafológicos (textura, fertilidad, salinidad, toxicidad, entre otros) (Hameed et al., 2020). La combinación de estos factores es única en cada tipo de suelo, a nivel local o regional. Así, aun cuando se cultive la misma variedad de café en las mismas áreas, las características de sus suelos serán diferentes ( Chemura et al., 2021)

A pesar de que la producción de café depende de factores climáticos y fisioedafológicos específicos, existen estudios limitados sobre la influencia del cambio climático en ambos tipos de café en la AE a escala de provincia. Teniendo en cuenta que el calentamiento debido al cambio climático reducirá las áreas de idoneidad del café para su producción, los estudios de influencia cuantitativa espacialmente explícitos integrados siguen sin estar disponibles en esta región específica. A pesar de que se han reportado estudios de cambio climático sobre la aptitud de la tierra en café en diferentes regiones del mundo, específicamente en Ecuador, aún faltan investigaciones en la región de la EA a escala provincial (Ochoa-Cueva et al. , 2017)

Este estudio presenta evidencia de la influencia del cambio climático en la idoneidad de la tierra para la producción y el cultivo de café para sus dos variedades utilizando cinco Modelos de Circulación Global (GCM) diferentes en sus escenarios mejor (SSP126) y peor (SSP585). En este estudio se combinan diez factores fisioedafológicos con las 19 variables bioclimáticas de WorldClim para modelar las superficies de suelo más aptas para el año 2040 para la producción de café en cinco provincias que conforman la Amazonía ecuatoriana. Adicionalmente, se modelaron las áreas de suelo más adecuadas para el presente año (2021), y como se encontraban en su registro histórico para el periodo 1970-2000.

### **6.3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Las cinco provincias (Figura 33) que componen la región amazónica están ubicadas en el suroeste de Ecuador y forman parte del bioma amazónico de América del Sur, que es un importante punto crítico de biodiversidad. Estas cinco provincias son Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe que representan el 43% del territorio ecuatoriano (Cabrera-Barona et al., 2020). La EA tiene una superficie aproximada de 120.000 km<sup>2</sup> con una altitud que varía de 100 a 800 msnm, y se caracteriza por su vegetación exuberante propia del bosque húmedo tropical (Espinoza et al., 2018). Aproximadamente 60.000 ha son cafetales, de las cuales el 34% se produce en la Amazonía ecuatoriana principalmente en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Zamora Chinchipe.

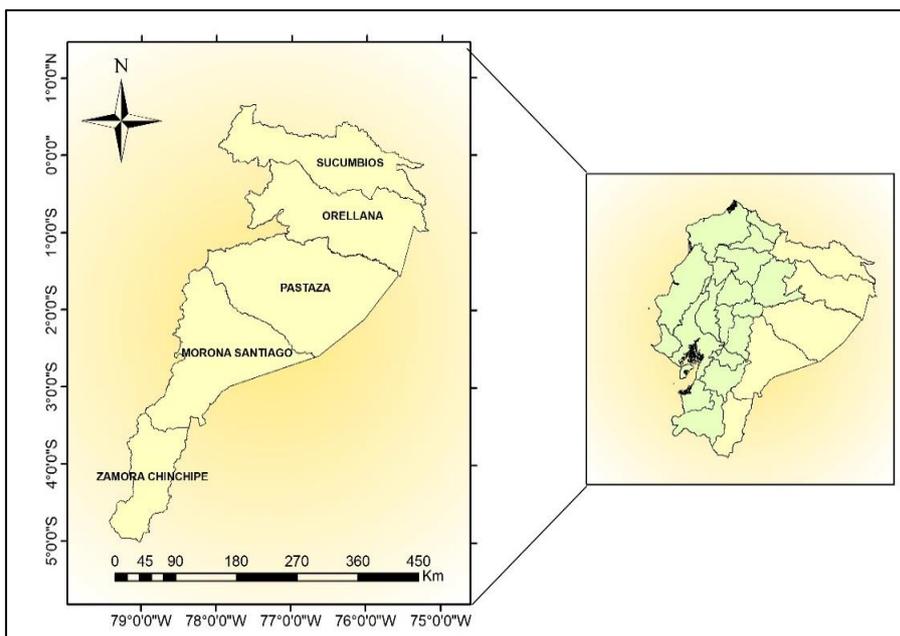


Figura 32: Provincias de la Amazonía Ecuatoriana (EA) como área de estudio  
Fuente: Vizuete M, 2022

### 6.3.1. DATOS CLIMÁTICOS HISTÓRICOS, PRESENTES Y FUTUROS.

Para la obtención de los datos climáticos históricos (1970-2000) para la región de estudio se utilizó la base de datos WorldClim versión 2.1, la cual contiene mapas de las 19 variables bioclimáticas a una resolución espacial de 30 segundos de resolución que incluye tendencias anuales de temperatura y precipitación, tales como como temperatura del trimestre más frío y cálido, precipitación del trimestre más húmedo y seco, temperatura máxima y mínima del período más frío y cálido, entre otros.

Para analizar los cambios actuales (2021) y futuros (2040) en la distribución espacial de las áreas de suelo aptas para café Arábica y Robusta en la AE, se utilizaron proyecciones de 19 variables bioclimáticas de cinco GCM diferentes de CMIP6 (CanESM5, CNRM-CM6 -1, HadGEM3-GC31-LL, IPSL-CM6A-LR, MIROC6) para el peor escenario de cambio climático (SSP585) y el mejor escenario (SSP126). Estos GMC son representativos de los cambios proyectados de temperatura media global y precipitación en las regiones tropical y Amazónica. (Wu et al ., 2021; Monteverde et al., 2022) . Se utilizó un método delta para reducir la escala de los resultados de las GMC y calcular las diferencias entre los resultados del modelo para las condiciones históricas (1970-2000), las proyecciones actuales (2021) y futuras (2040) de los cambios en la idoneidad de la tierra. Los resultados fueron una superficie de alta resolución corregida por el sesgo del clima actual y el intervalo de tiempo de 2060 para las 19 variables bioclimáticas.

### **6.3.2. BÚSQUEDA DOCUMENTAL**

Para evaluar la influencia de las variables climáticas históricas en la aptitud de la tierra cafetalera en la AE, se realizó una búsqueda documental sistemática de artículos científicos sobre la aptitud de la tierra cafetalera en un contexto de escenarios de cambio climático cubriendo una cobertura temporal de estudios publicados de los últimos cinco años. (2018-2022). La búsqueda documental se realizó siguiendo los métodos recomendados en la guía PRISMA 2021. Se realizó una búsqueda específica de estudios que en sus resultados hayan reportado valores de la contribución porcentual de las variables bioclimáticas modeladas en Maxent tanto para el aumento como para la disminución de la aptitud de la tierra para la producción de café. El modelo MaxEnt se ha utilizado para modelar la distribución de especies y las condiciones ambientales, así como el impacto del cambio climático en la idoneidad de los cultivos a escala regional y global ( (Moya et al., 2017; Akpoti et al., 2019 ; Khalil et al., 2021; Zhang et al., 2021; Sarvina et al., 2022 ).

Se utilizaron diferentes buscadores como Scopus, Web of Science y Science direct, utilizando palabras clave como (producción de café, aptitud de la tierra, modelado bioclimático, Maxent, contribución porcentual, agroforestería, cambio climático) tanto solas como combinadas. La búsqueda inicial partió registrando un total de 209 estudios a nivel mundial, para lo cual aplicamos criterios de selección que incluyeron:

- (a) valores porcentuales de contribución de variables bioclimáticas,
- (b) estudios realizados en ecosistemas neotropicales o amazónicos,
- (c) históricos y proyectados estudios de simulación bioclimática,
- (d) estudios en el contexto del cambio climático,
- (e) no se incluyeron revisiones sistemáticas ni metanálisis.

Aplicando estos criterios de selección, se compilaron un total de diez estudios para el análisis y elaboración de la aptitud territorial histórica, presente y futura de las cinco provincias amazónicas.

### **6.3.3. EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD HISTÓRICA DEL SUELO PARA EL CAFÉ BAJO EL CAMBIO CLIMÁTICO.**

Una vez seleccionados los diez artículos, se ordenaron de mayor a menor los porcentajes de contribución de cada variable climática reportada por cada artículo según la opinión de los expertos. Una vez clasificados, se calculó el porcentaje medio de cada variable climática de

todos los estudios para obtener una sola contribución relativa por variable climática. Finalmente, solo aquellas variables climáticas que en conjunto representaron al menos el 50% de la contribución total con base en la búsqueda documental fueron seleccionadas e integradas con la aptitud de la tierra cafetalera (sin influencia del cambio climático) utilizando la herramienta de superposición ArcGIS. El 50% se contabilizó de la contribución relativa de las variables climáticas, y el 50% restante de las diez variables edafo-fisiográficas para modelar los mapas históricos de aptitud del suelo.

#### **6.3.4. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LAS TIERRAS CAFETALERAS SIN INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO.**

Para evaluar la aptitud actual de la tierra para el cultivo del café en las cinco provincias, se seleccionaron diez variables fisioedafológicas en forma de capas vectoriales, entre ellas, pH, textura, salinidad, contenido de materia orgánica, fertilidad del suelo, toxicidad, drenaje, pedregosidad, profundidad del suelo, pendiente y altitud. Esta información fue extraída de la página web del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador <https://www.ambiente.gob.ec> Cada una de las variables fisioedafológicas fueron clasificadas en base al criterio de los requerimientos agroecológicos para café (Arábica y Robusta) propuesto por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) dentro del Ecuador continental. Estos criterios comprenden umbrales de idoneidad de la tierra desde óptimo, moderado, marginal hasta bajo/no adecuado.

Primero, cada capa fue descargada e importada en shp. formato en el software ArcGIS versión 10.3. Luego se extrajeron los factores fisioedafológicos según el límite geográfico del área de estudio y posteriormente se reclasificaron en los cuatro umbrales de idoneidad, utilizando la herramienta de reclasificación de valores ArcGIS, tomando valores del 1 al 4; siendo “1” una aptitud óptima de la tierra, y “4” una aptitud no apta para el cultivo de café, dependiendo de las características propias del suelo. Posteriormente, se reescalaron a 30 m píxeles, para homogeneizar los datos geoespaciales, utilizando la herramienta de remuestreo. Finalmente, se obtuvo la opinión de expertos sobre la importancia relativa de cada uno de los factores fisioedafológicos que determinan en mayor o menor grado la aptitud del suelo en café, para finalmente asignar un peso relativo a cada variable utilizando la herramienta de superposición de peso en ArcGIS, para modelar la aptitud actual de la tierra para el café.

### **6.3.5. EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD FUTURA DEL SUELO CAFETALERO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

El Cuarto Informe de Evaluación (AR4) del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) se basa en datos de 19 modelos climáticos globales (GCM). La resolución espacial de los resultados de GCM (1 grado, unos 110 km en el Ecuador) suele ser demasiado baja para analizar los impactos del cambio climático en la agricultura. Este es un problema particular en paisajes heterogéneos como la Amazonía, donde una sola celda puede cubrir todo el ancho de una cadena montañosa (Shugart et al., 2018).

Para predecir los impactos probables del cambio climático en la idoneidad de las tierras cafetaleras, fue necesario reducir los resultados de los GCM. Al reducir estadísticamente los resultados de GCM, se construyeron superficies con una resolución de 1 km para las 19 variables bioclimáticas. El método delta corrige el sesgo promedio en las proyecciones GCM mensuales calculando primero el cambio (o la diferencia delta entre el clima histórico y futuro transitorio en la simulación GCM), luego interpolando este cambio y finalmente añadiéndolo a las observaciones históricas (p. ej., WorldClim).

Para evaluar la influencia del cambio climático en la aptitud de la tierra en el período futuro (2021-2040), se consideraron las 19 variables bioclimáticas dentro de un escenario menos favorable (SSP585) y el escenario más favorable (SSP126) de la CMIP6 utilizando los cinco GCM diferentes. Cada uno de los GCM se importó al software ArcGIS y se integró en el mapa de idoneidad de la tierra donde, utilizando la herramienta de superposición de pesos, todas las variables se ponderaron con un peso de contribución parcial del 50 %. El 50% restante de contribución se asignó a las diez variables fisioedafológicas. Una vez aplicada la herramienta, se compararon las zonas más adecuadas entre la actual sin influencia del cambio climático y el mapa histórico bajo la influencia del cambio climático

### **6.4. RESULTADOS DE DISCUSIÓN**

En la ( Figura 34), se muestra todo el proceso descrito en un diagrama de flujo de la metodología de investigación, mientras que en la (Figura 35 A), se muestra el mapa histórico reclasificado integrando los diez factores fisioedafológicos con influencia del cambio climático, con base en los umbrales de idoneidad del MAGAP e INIAP. pautas. Los resultados demuestran que, en total, se han cubierto 56.103 km<sup>2</sup> de las áreas con tierras de alta aptitud para la producción de café que representan el 54% del territorio de la Amazonía ecuatoriana

(AE), mientras que los 47.736 km<sup>2</sup> restantes cubren el 46% que áreas representadas de idoneidad moderada.

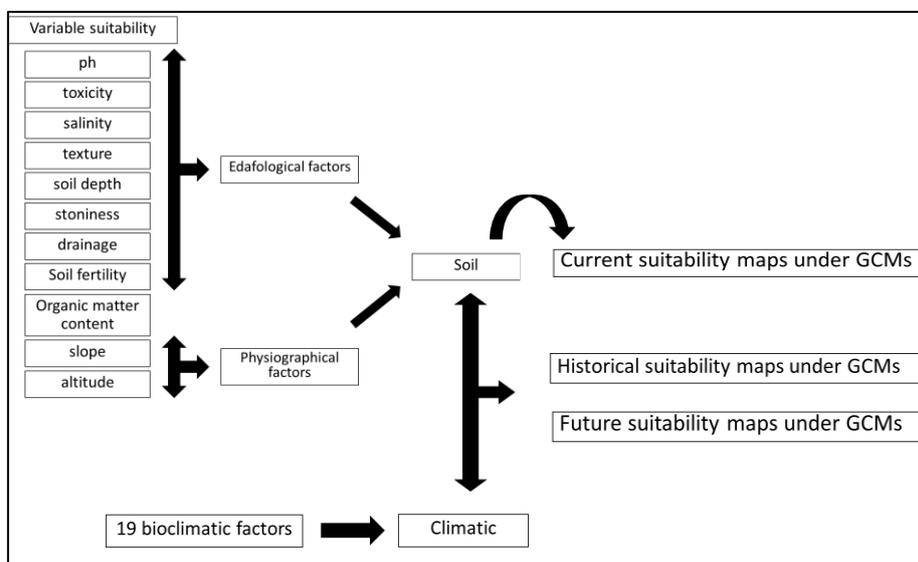


Figura 33: Diagrama de flujo de la metodología de investigación  
Fuente: Vizuete M, 2022

Las provincias con mayor idoneidad alta fueron las provincias de Morona Santiago y Orellana con 27.347 km<sup>2</sup> (26%) y 26.350 km<sup>2</sup> (25%), respectivamente, mientras que las provincias con mayor idoneidad moderada fueron el sureste de Pastaza y el suroeste de Morona Santiago con 29.231 km<sup>2</sup> (34%) y 23.930 km<sup>2</sup> (28%), respectivamente.

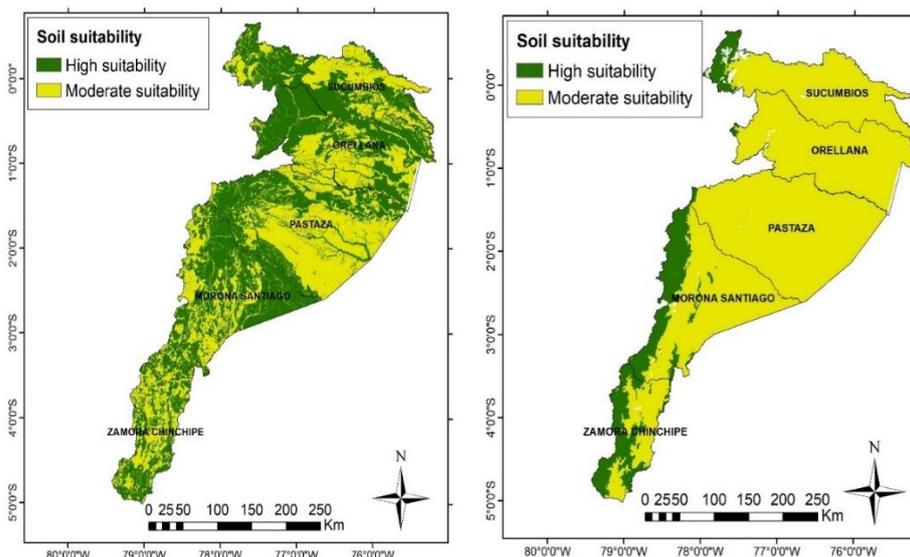


Figura 34: Mapas de los factores fisio-edafológicos (A), Aptitud histórica del suelo con influencia de factores climáticos y (B). Aptitud actual de la tierra sin influencia de factores climáticos para el cultivo de café en el área de estudio  
Fuente: Vizuete M, 2022

La (Figura 35 B) exhibe los mismos 10 factores fisio-edafológicos sin la influencia de las variables bioclimáticas para ver cómo estas áreas han ido cambiando desde los registros históricos hasta el año en curso. Actualmente, un total de 86.290 km<sup>2</sup> cubre áreas de alta aptitud para el cultivo del café especialmente en los límites con la región de los Altos del Ecuador a lo largo de la AE. Los 358151,65km<sup>2</sup> restantes representan áreas con aptitud moderada para ambas variedades de café. No hubo predicciones de zonas medias y bajas ni áreas no aptas para el año en curso.

Las áreas con alta aptitud de la tierra se encuentran entre 5.701 km<sup>2</sup> y 12.047 km<sup>2</sup> entre todas las provincias, siendo la provincia de Pastaza la que presenta las mayores áreas aptas para el cultivo de ambas variedades con 29.231 km<sup>2</sup>, seguida de la provincia de Morona Santiago con 23.930 km<sup>2</sup>. Las áreas templadas para el cultivo de café sin influencia de variables climáticas fueron similares para todas las provincias, aproximadamente 88.000 km<sup>2</sup> excepto Zamora Chinchipe que presentó 5.437 km<sup>2</sup> (Tabla 21)

Tabla 21: Cambios históricos y actuales en las áreas de aptitudes del suelo para el cultivo de café

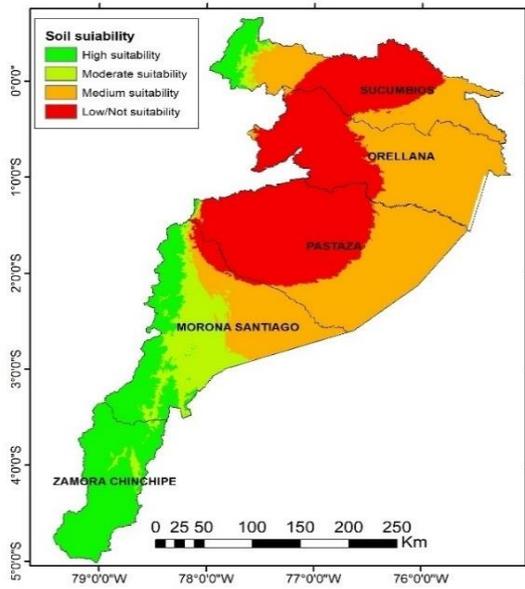
Provincias	Áreas históricas de aptitud del suelo bajo la influencia del cambio climático (1970-2000) (km <sup>2</sup> )		Áreas de aptitud del suelo sin influencia del cambio climático (km <sup>2</sup> )	
	Alto	Moderado	Alto	Moderado
ZC	5.018	7.931	5.701	5.437
EM	11.087	27.347	23.930	88.182
PZ	142.19	21.854	29.231	88.164
O	111.82	26.350	15.380	88.166
CAROLINA DEL SUR	1.843	20.501	12.047	88.201
EE. UU.	18.203	103.986	86.290	358.151

ZC: Zamora Chinchipe; EM: Morona Santiago; PZ: Pastaza; O: Orellana; SC: Sucumbíos; EA: Amazonía ecuatoriana

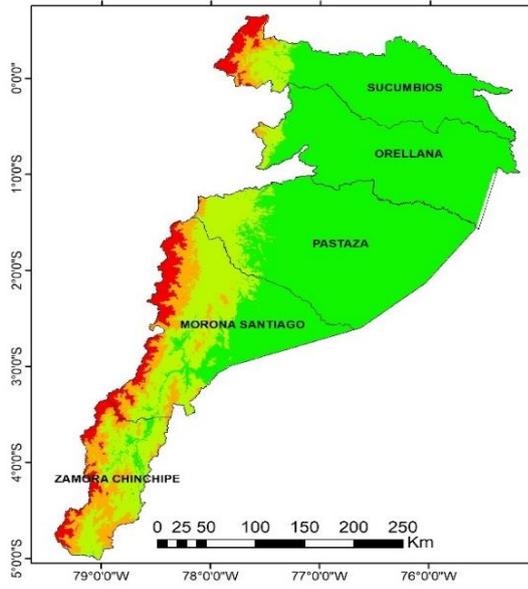
En la (Figura 36), se muestra el mapa reclasificado que integra los diez fisioedafológicos bajo la influencia de los 19 factores bioclimáticos sobre la aptitud de la tierra para el cultivo del café utilizando los cinco GCM para el período 2021-2040 en el peor escenario (SSP585) y el mejor-escenario del caso (SSP126).

CanESM5 modelo

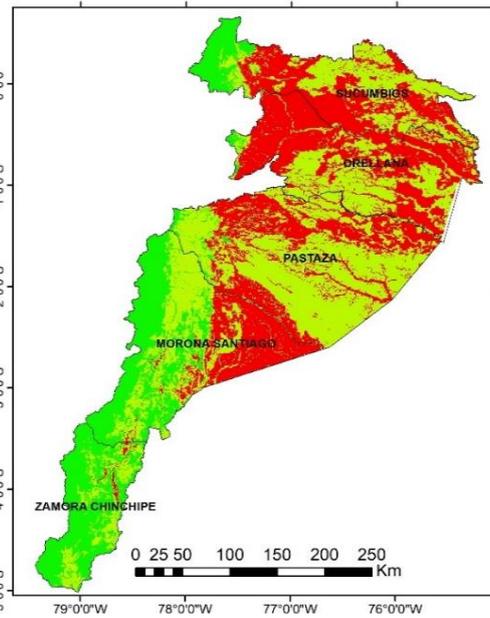
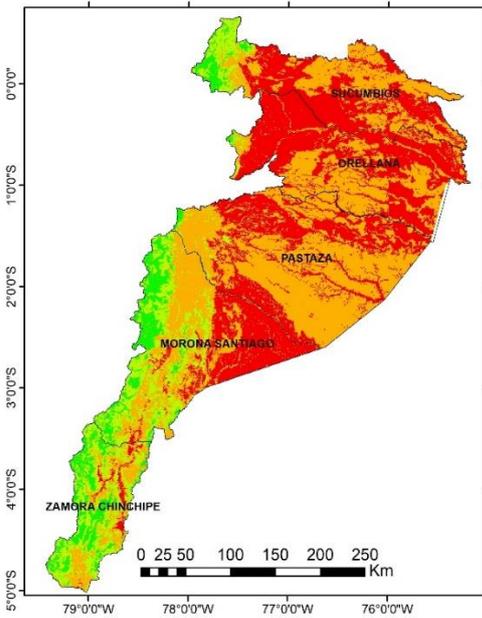
Escenario SSP585



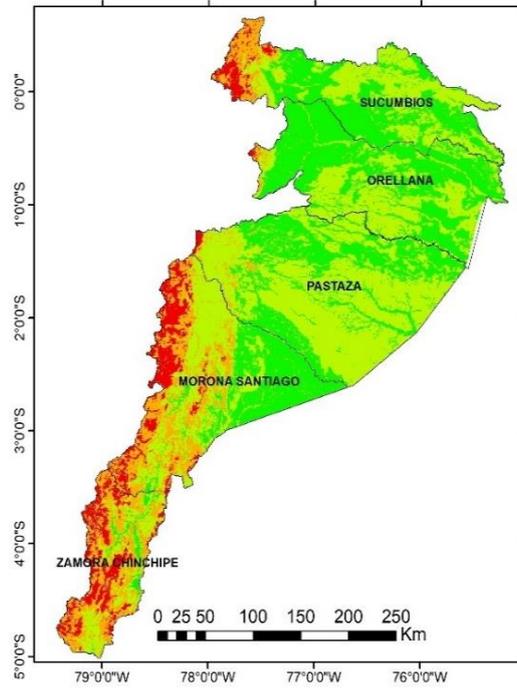
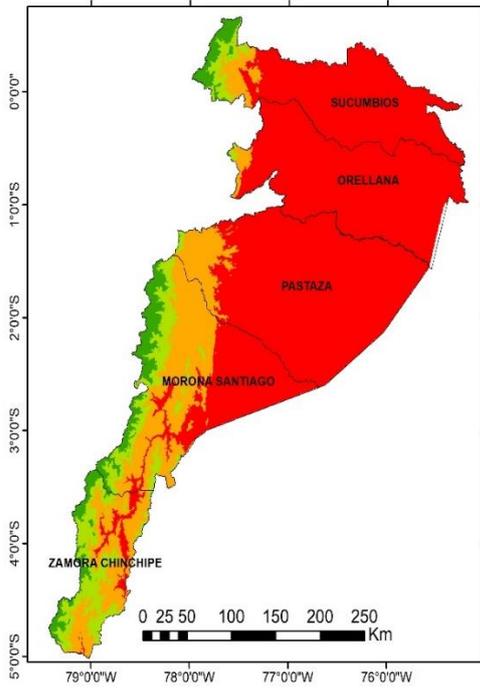
Escenario SSP126



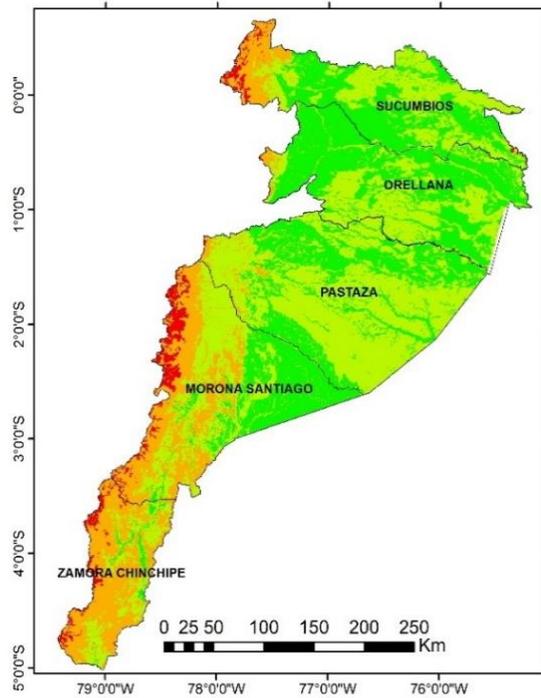
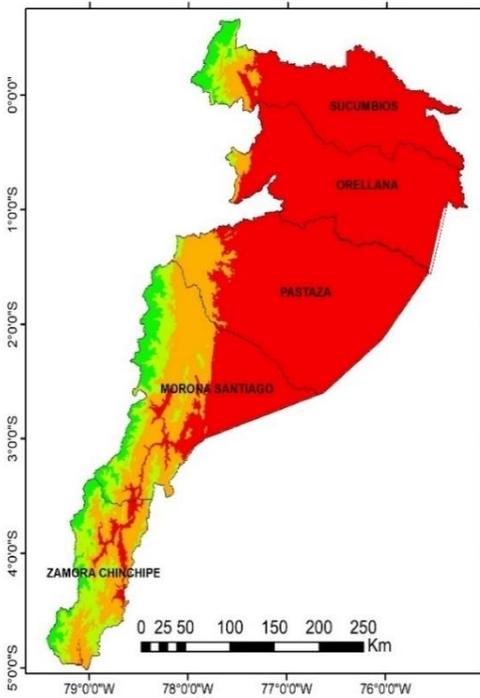
Modelo CNRM-CM6-1



Modelo HadGEM3-GC31-LL



Modelo IPSL-CM6A-LR



## Modelo MIROC6

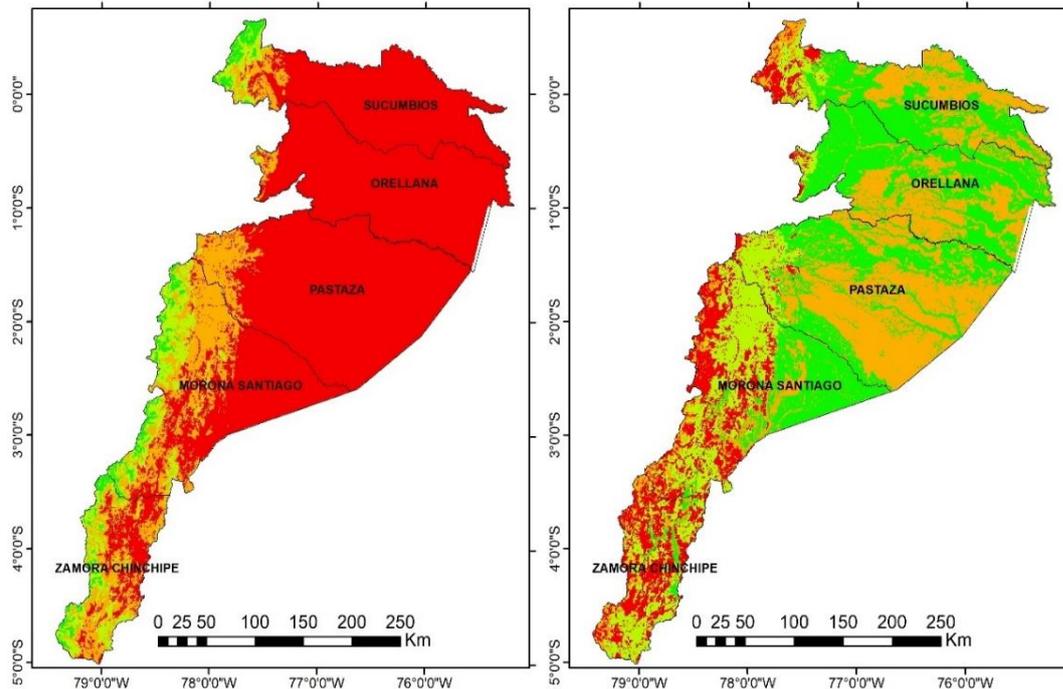


Figura 35: Mapas de aptitud de la tierra para cada GCM para el cultivo de café en el área de estudio.

Fuente: Vizuete M, (2022)

Para el modelo CanESM5, en su peor escenario, los resultados mostraron que las provincias con mayor superficie de suelo no apto para el cultivo de café por la influencia del cambio climático fueron Pastaza, Orellana, especialmente en la parte oriental, y Sucumbíos en la parte central. Mientras que para el mejor escenario se evidenció una alta idoneidad de la tierra especialmente para las provincias de Pastaza, Orellana y Sucumbíos en el caso de todo su territorio. Solo la frontera con la región Sierra de Ecuador presentó áreas moderadas a inadecuadas a lo largo de las cinco provincias.

Para el modelo CNRM-CM6-1, en su peor escenario, los resultados mostraron que las provincias de Pastaza, Orellana y Sucumbíos exhibieron entre media y baja/no aptitud para la producción de café en casi todo su territorio, mientras que Zamora Chinchipe y Morona Santiago mostró áreas entre aptitud de suelo alta y moderada. Para el mejor escenario, las provincias de Sucumbíos y Morona Santiago evidencian mejores áreas de aptitud de suelo alta a moderada, mientras que el resto de provincias mostró aptitud de suelo media a baja/no apto para el cultivo de café. En contraste con la predicción con el modelo HadGEM3-GC31-LL, cuatro provincias excepto Zamora Chinchipe que exhibieron los cuatro umbrales de idoneidad, en su mayoría zonas de baja/no idoneidad. En las demás provincias se espera una

zona de baja/no aptitud para el cultivo de café en casi todo el territorio debido a la influencia de factores del cambio climático

Resultados similares se evidenció para la predicción del modelo IPSL-CM6A-LR en el que provincias como Sucumbíos, Orellana, Pastaza y parte de Morona Santiago pierden sus áreas aptas para la producción de café en la mayor parte de su extensión, mientras que Sucumbíos, presenta áreas entre altas a moderar. En su mejor escenario, se puede notar área de alta a moderada para todas las provincias, excepto Sucumbíos que presenta mayores áreas medias en comparación con los demás territorios.

Con base en el modelo MIROC6, el peor escenario demuestra mayores zonas de baja no aptitud para el cultivo de café en toda la provincia, especialmente en Pastaza y Orellana, mientras que su mejor escenario evidencia mayores zonas de alta aptitud para el cultivo de café en todas las provincias especialmente en Orellana y Pastaza.

En la (Tabla 22) se muestra el porcentaje de cambio en áreas de alta idoneidad de ambas producciones de café (robusta y arábica) en el área de estudio. Estos resultados comparan las áreas de alta idoneidad actuales con cada una de las áreas de alta idoneidad de cada GCM para el mejor y el peor escenario. En general, en comparación con las áreas aptas para el café actuales, hay cambios negativos relativamente y altos en la aptitud de la tierra para ambos escenarios para el período 2021-2040, alrededor del 80% de reducción de las áreas aptas, que pueden llegar incluso a la pérdida total de áreas. para el cultivo del café, especialmente en provincias como Pastaza y Orellana. En otros casos, las pérdidas de áreas aptas son relativamente menores, como en el mejor escenario de 11% para las provincias de Zamora Chinchipe usando el modelo CNRM-CM6-1, y 30% para Sucumbíos con la predicción del modelo CanESM5.

Las provincias con mayor potencial de reducción de áreas aptas para el cultivo de café fueron Zamora Chinchipe y Morona Santiago con 77% y 74%, respectivamente, en el mejor escenario, mientras que todas las provincias excepto Zamora Chinchipe muestran una reducción de 85%, 99% y 93 %, respectivamente, en el peor escenario de cambio climático. A escala de la Amazonía ecuatoriana, esto pronostica una mayor reducción de áreas aptas para el cultivo de café con el modelo CNRM-CM6-1 para el mejor escenario (83%), y con el modelo MIROC6 para el peor escenario (98%).

Tabla 22: Porcentaje de cambios en las áreas de alta aptitud de la tierra para el cultivo.

Provincias	Presente año	CanESM5				CNRM-CM6-1				HadGEM3-GC31-LL				
		SSP126			SSP585		SSP126		SSP585		SSP126		SSP585	
		Área kilómetro <sup>2</sup>	Área kilómetro <sup>2</sup>	%	Área kilómetro <sup>2</sup>	%	Área kilómetro <sup>2</sup>	%	Área kilómetro <sup>2</sup>	%	Área kilómetro <sup>2</sup>	%	Área kilómetro <sup>2</sup>	%
ZC	7.931	455	94	10.047	<b>27</b>	7.029	11	4.990	37	538	93	1.225	85	
EM	27.347	8.159	70	6.896	75	7.852	71	6.161	78	6.304	77	2.547	91	
PZ	21.854	25.698	<b>18</b>	52	100	421	98	134	99	9.482	57	7	100	
O	26.350	20.632	22		100	198	99	99	100	12.664	52	5.7	100	
CAROLINA DEL SUR	20.501	13.992	32	1.870	91	2.120	90	2.225	89	7.833	62	1.127	95	
EE. UU.	103.986	68.938	34	18.867	82	17.621	83	13.611	87	36.823	64	4.913	95	
Provincias	Presente año	IPSL-CM6A-LR				MIROC6								
		SSP126			SSP585		SSP126		SSP585					
		Área kilómetro <sup>2</sup>	Área kilómetro <sup>2</sup>	%	Área kilómetro <sup>2</sup>	%	Área kilómetro <sup>2</sup>	%	Área kilómetro <sup>2</sup>	%				
ZC	7.931	447	94	1.214	85	490	94	656.5	92					
EM	27.347	6.352	77	2.549	91	6.317	77	1.019	96					
PZ	21.854	9.407	57	7.4	100	9.488	57		100					
O	26.350	12.645	52	5.7	100	12.662	52		100					
CAROLINA DEL SUR	20.501	7.770	62	1.134	94	7.837	62	710.2	97					
EE. UU.	103.986	36.621	sesenta y cinco	4.911	95	36.796	sesenta y cinco	2.386	98					

ZC: Zamora Chinchipe, EM: Morona Santiago; PZ: Pastaza; Carolina del Sur, Sucumbíos; AE Amazonía Ecuatoriana. Los valores en negrita representan aumento en el área de cultivo de café. Los espacios en blanco representan la ausencia de áreas para el cultivo de café.

Además, en las provincias de Zamora Chinchipe y Pastaza se observa un aumento de las áreas aptas para el cultivo de café del 27% en el peor escenario y del 18% en el mejor escenario, respectivamente. Cabe señalar que el cambio de áreas aptas para el cultivo de café es mayor en el peor escenario con una reducción promedio de 87% de superficie entre todos los GCM, siendo mayor con la predicción de MIROC6, mientras que para el mejor escenario esta reducción en áreas adecuadas es del orden del 64% en promedio entre todos los GCMs, siendo mayor con la predicción del modelo CNRM-CM6-1

En la (Tabla 22) , el porcentaje de cambios en las áreas de alta aptitud de la tierra para el cultivo de café para los cinco GCM en el mejor y peor escenario en comparación con las áreas actuales. Describe las cinco provincias con su respectivo modelo y escenario utilizado.

En este estudio se estudiaron las áreas de aptitud de la tierra para el cultivo del café considerando ambas variedades; Arábica y Robusta que combinan factores fisio-edafológicos del clima y del suelo se evaluaron utilizando cinco GCM para el mejor y el peor escenario.

Factores como la textura, el contenido de materia orgánica, la fertilidad del suelo, la profundidad del suelo, la pendiente y la altitud fueron factores limitantes para representar áreas de alta aptitud del suelo, mientras que los factores de pH, salinidad, toxicidad, drenaje y pedregosidad fueron más importantes para representar áreas moderadas. Estos resultados son contrarios a otros estudios en los que el principal factor limitante es la baja capacidad de retención de nutrientes y agua, por lo que no se considera adecuado para el cultivo del café (Aini et al., 2022) . Sin embargo, en el área de estudio del estudio de Aini (Java Central, Indonesia) todavía se puede desarrollar, ya que es rico en "minerales resistentes a la intemperie" que pueden proporcionar una fuente de nutrientes para las plantas.

En el presente estudio existen zonas con aptitud alta y moderada para la producción de café sin que influyan factores climáticos siendo los limitantes la fertilidad del suelo, pH, textura entre otros. Estos resultados son consistentes con otros estudios que han demostrado que las unidades de área pequeña en la producción de café pertenecen a áreas marginalmente aptas siendo el factor limitante la fertilidad del suelo ( Marbun et al., 2019). Este es el caso del distrito de Lintongnihuta (Sumatra) que también potencialmente el suelo puede presentar áreas moderadamente adecuadas con factor limitante el clima y factores naturales del suelo (ph, textura). En otros estudios, la temperatura promedio más baja del mes más frío y la altitud tuvieron el mayor efecto sobre la adaptabilidad del café ( Zhang et al., 2021).

La idoneidad del cultivo del café varió de moderadamente adecuada a medianamente adecuada en el estudio de Sandabunga et al. (2019). Los factores limitantes que restringen el crecimiento de las plantas son principalmente la lluvia y la temperatura, pero ambos son difíciles de superar y no se pueden mejorar. Los rendimientos en un estudio realizado por Nzeyimana et al. (2014) en las áreas de Central Plateau y Granite Ridge estaban limitados por la acidez del suelo y los suelos de grava, ya que estos suelos se formaron sobre materiales graníticos y rocosos. En estos suelos, la erosión en pendientes superiores al 25% afecta la productividad. Observaciones similares han sido hechas por Maskell et al. (2021), quienes señalaron que la topografía puede influir en la fertilidad en combinación con varios factores ambientales en el cultivo del café. La topografía influye en el clima (cambios de temperatura y humedad), la distribución de la humedad del suelo, el contenido de materia orgánica del suelo, el contenido de nutrientes del suelo, la composición de la textura del suelo y las propiedades físicas del suelo que afectan el crecimiento y el rendimiento de los cultivos de campo. La variabilidad espacial en los factores ambientales puede contribuir a la variabilidad del rendimiento de los cultivos, y la topografía es una variable vital para predecir la variabilidad espacial en el rendimiento de los cultivos.

En el presente estudio, la temperatura media del trimestre más cálido (Bio10) y la temperatura media anual (Bio 1) fueron los factores climáticos más relevantes e influyentes para modelar los mapas históricos de aptitud del suelo. La temperatura del mes más frío y cálido, y la precipitación del mes más húmedo y seco fueron factores limitantes en las proyecciones históricas de las variables bioclimáticas que ha demostrado Hijmans et al. (2005). Estos factores de cambios de temperatura proyectados pueden estar asociados con la disminución en las áreas de alta idoneidad en el peor escenario al final del año periodo 2040. Esto también fue encontrado en Gomes et al. (2020) en el que el cambio proyectado en la temperatura y también en la precipitación puede conducir a una fuerte disminución en la idoneidad para la producción de café. Estas variables (Bio 10 y Bio 1) se deben a un aumento de la temperatura, así como a una disminución de la precipitación, lo que conduce a un aumento potencial de la evapotranspiración con una disminución asociada en la disponibilidad de agua, lo que resulta en estaciones secas más prolongadas.

El cambio proyectado en la aptitud de la tierra en 2040 puede llevar a una disminución del 63% en promedio en el mejor escenario y del 87% en el peor escenario para la EA en las áreas aptas para el cultivo de café. Esta disminución está potencialmente muy influenciada por la extensión de cada provincia, y también de los GMC utilizados. Estos cambios también se han informado en estudios globales y regionales en los que se espera que el área apta para la producción de café disminuya en un 90 % en 2050 (Bunn et al., 2015; Läderach et al.,

2017). En el presente estudio se presenta potencialmente la reducción del 87% en el área apta para el cultivo de café en el peor de los escenarios en la selva amazónica de las cinco provincias, lo que podría afectar los medios de vida de las comunidades amazónicas cuya principal actividad es el cultivo del café. Sin embargo, estudios recientes sugieren que los efectos negativos esperados del aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de lluvia en la producción de café podrían compensarse hasta en un 13-21 % por el efecto fertilizante del CO<sub>2</sub> asociado con las emisiones de gases de efecto invernadero ( Rahn et al., 2018). ; DaMatta et al., 2019).

Los cambios en las áreas de aptitud para el café dependen del escenario y el modelo GCM utilizado, con el peor escenario esperado bajo el modelo MIROC6 y el mejor escenario bajo el modelo CanESM5 al final del período analizado (2040). Al igual que en otros estudios, HadCM3 como modelo climático muestra un impacto profundamente negativo, particularmente en el café Arábica nativo. El resultado más favorable fue la evidencia de una reducción en el número de sitios bioclimáticamente adecuados existentes en aproximadamente un 65 % en el mejor de los casos, y casi un 100 % en el peor, para 2080, en Etiopía ( Davis et al., 2012) . Las áreas con suelos bajos o inadecuados a lo largo de las cinco provincias pondrían en peligro a los productores de café, lo que generaría un estrés severo y un alto riesgo de extinción local de los sitios apropiados para el cultivo de café, tanto Arábica como Robusta. Además, a nivel de provincia, el área real de los cambios de suelo en la aptitud de la tierra no es completamente interpretable ni significativa, ni entre provincias, debido al cambio relativo a lo largo del tiempo y entre escenarios y modelos.

La adecuación de la tierra a los factores bioclimáticos no está simplemente relacionada con una variación lineal de temperatura para una variedad de café determinada, sino que también puede verse afectada por la estacionalidad. Este problema se complica aún más por dos factores. Primero, la proyección de hoy (2022) es una acumulación de datos de encuestas de 1970 a 2000, y segundo, los datos climáticos utilizados para el modelo de 2022 son una acumulación de datos de estaciones meteorológicas de la década de 1970 a 2000. La consecuencia de estas consideraciones es que hoy la proyección (2022) puede ser demasiado grande, es decir, el área pronosticada puede ser más grande de lo que realmente es. Cabe señalar que las proyecciones del modelo no incluyen variables como caminos, infraestructura, factores socioeconómicos o vegetación, ya que no existe un atlas adecuado de la vegetación remanente en el área de estudio. Las suposiciones posteriores al modelado se basaron en la vegetación intacta y en la suposición muy poco realista de que solo se producirán pequeños cambios antropogénicos en el uso de la tierra en 2040. Por lo tanto, todas las proyecciones de GCM deben interpretarse con cautela.

Como estrategia de adaptación para mitigar la influencia del cambio climático en términos de aumento de temperatura y ausencia de precipitaciones, se planteó la adopción de sistemas agroforestales cafetaleros con otros cultivos como cacao o banano para mantener la actual superficie de tierra de alta aptitud para la producción de café (de Sousa et al., 2019; Sebatta et al., 2019). Los sistemas agroforestales con 50% de cobertura de sombra de café pueden mitigar especialmente el impacto del cambio climático en altitudes entre 600 y 800 m. Considerando que la altitud óptima para el cultivo del café en el Ecuador es de 400 a 1800 msnm para café Arábica y de 0 a 600 msnm para café Robusta; este rango puede potencialmente aumentar las áreas de aptitud de la tierra bajo el escenario de cambio climático proyectado para 2040. Esto ha sido demostrado por Gomes et al. (2020) en la Amazonía brasileña. Por lo tanto, los agricultores pueden mitigar aún más los factores del cambio climático en la producción de café aumentando la cobertura de sombra de los sistemas agroforestales a más del 50 %. Esto requerirá un manejo de la sombra adaptado durante todo el año, con una cobertura de sombra reducida después de la cosecha, cuando las plantas de café necesitan más energía solar para desarrollar los nudos. (Gomes et al., 2020).

Por el contrario, las plantas de café ubicadas en altitudes superiores a los 1000 m pueden beneficiarse de temperaturas más altas en el futuro, y los sistemas agroforestales de café en esta altitud deberían tener niveles de sombra por debajo del 50%. La incorporación de árboles de sombra en los sistemas de café puede influir en la productividad de las plantas de café de diferentes maneras. Los efectos positivos incluyen temperaturas reducidas bajo sombra, lo que retrasa la maduración de la fruta, lo que da como resultado granos de café más grandes y de mejor calidad (Rigal et al., 2020) . Además, la presencia de árboles en los sistemas cafetaleros puede propiciar más aves y abejas, que contribuyen a la polinización y al control de plagas (Cadena-Guadarrama et al., 2019). Por otro lado, una mayor cobertura de sombra en los sistemas de café puede favorecer enfermedades, como la roya del café, y aumentar la competencia por agua y nutrientes, lo que reduce los rendimientos de café (Smith et al., 2019; Libert et al., 2020).

Se ha enfatizado la importancia de la implementación y aplicación de sistemas agroforestales y se han aplicado otros, la mayoría en la región Costa del Ecuador (Jarrett et al., 2017; Vaca et al., 2018) . Esta estrategia puede ser una opción viable para mitigar la influencia del cambio climático. Es imperativo que los caficultores locales en la región AE comprendan el efecto del cambio climático y esto se puede lograr mediante la capacitación continua con especialistas en el sector del café. Este trabajo recomienda más estudios para combinar factores climáticos con factores fisio-edafológicos y factores socioeconómicos en futuros modelos de predicción para aumentar su valor informativo, especialmente a nivel regional o escala nacional.

## CAPÍTULO VII. ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS RESILIENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO, ACORDE CON LAS ESTRATEGIAS Y MEDIO DE VIDA DE LOS PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES

### 7.1. RESUMEN

**Antecedentes:** En la actualidad los SAF de café, cacao y ganadería en la RAE (provincias de Sucumbíos y Orellana) se encuentran en modelos de producción agroforestal empíricos. Es decir, los árboles que están dentro de las parcelas están ahí porque intuitivamente conocen de su valor comercial, robustez del árbol y servicios de sombra que presta a sus cultivos.

**Objetivos:** generar un diseño agroecológico forestal integral para los sistemas de producción de café (*coffea arabica L.*), cacao (*Theobroma cacao*) y pasto, para la Región Amazónica Ecuatoriana, en las provincias de Sucumbíos y Orellana. **Materiales y métodos:** se inició recopilando información (primaria y secundaria) de diversas experiencias agrícolas con un

grupo de 31 productores de café, cacao y ganadería. Se establecieron cinco etapas comprendidas para la conformación de grupos de trabajo, talleres y capacitaciones. Evaluación y participación del manejo del SAF, elaboración de propuestas de diseños agroecológicos – agroforestales integrales para mejorar la calidad de vida y, finalmente, la validación y socialización de la propuesta. **Resultados:** Los grupos de trabajo fueron conformados de acuerdo con su ubicación (por provincias) y bajo las tres tipologías de manejo representada por el 45.16% los menos sostenibles, el 19.35% medianamente sostenibles y con el 35.48%, los más sostenibles (según la clasificación del capítulo III). En lo referente al ciclo de capacitaciones y evaluaciones participativas del manejo agroforestal, aportaron con sus experiencias traídas de otras partes del país y adaptadas a las condiciones agroclimáticas de la RAE. Producto de ello se diseñó una propuesta integral agroecológico – agroforestal para los sistemas agroforestales menos a más resilientes. La validación de la propuesta mostró el interés y la aprobación por parte de todos los productores de la zona.

**PALABRAS CLAVE:** Diseño, sostenible, tipología, medios de vida, parcela.

## 7.2. INTRODUCCIÓN

El cambio climático se ha intensificado en los últimos años a escala mundial y es considerado una amenaza, no solo desde el punto ambiental sino también en lo económico y social. (GRAIN, 2009) menciona en su estudio que, según los criterios científicos sobre el clima, éstos predicen que los efectos recaerán en las personas más pobres en el Sur Global, a aquellos que han aportado muy poco en las emisiones de gases de efecto invernadero, sufrirán los impactos más perjudiciales. Estas afirmaciones son reafirmadas por el Informe (PNUD, 2008), el mismo que menciona que las consecuencias del cambio climático podrían ser “apocalípticas”. Las estadísticas oficiales predicen que, los productores más pobres de los países en vías de desarrollo son los más vulnerables a este fenómeno, debido a su exposición geográfica, bajos recursos y mayor dependencia de los productos agrícolas para su sustento alimenticio y económico. Es importante considerar al cambio climático como una externalidad negativa porque los costos de producción versus el consumo de un bien o servicio, no se ven reflejados en los precios del mercado (FAO - GIZ, 2012). Dentro de estas consideraciones, los pequeños y medianos productores presentan una limitada capacidad para buscar otras alternativas de vida (Nicholls C., 2013). Debido a ello, es importante comprender la vulnerabilidad de los medios de vida y su relación con el cambio.

Para América Latina y el Caribe su desafío es mitigar los efectos del cambio climático, especialmente en los países que forman parte de la Región Amazónica, zona sensible a cambios antropogénicos. La reducción efectiva de la vulnerabilidad debe basarse a la combinación de acciones, individuales, colectivas e institucionales, a fin que los productores y habitantes mejoren su capacidad de respuesta frente a los efectos del cambio climático y lideren la toma de decisiones sobre el empleo de recursos (LIDEMA, 2011).

Para lograr que esta zona sea resiliente a los efectos negativos, se deben rescatar las prácticas indígenas tradicionales y adaptarlas con alternativas tecnológicas actuales (FAO - GIZ, 2012), tomando en cuenta el enfoque de los medios de vida sostenibles y dotándoles de herramientas para afrontar los desastres naturales, cambios climáticos y económicos. Con la finalidad de que se recuperen de sus efectos y continuar mejorando sus condiciones de vida sin debilitar la base de los recursos naturales (Gottret, 2011).

Estudios de modelación, simulación usando software realizados por (Álvarez, Rojas, & Suarez, 2012) con arreglos agroforestales de cacao concluyen que la simulación sirve para implementar planes de manejo dentro de una plantación, como el mejoramiento del nivel de sombra, el manejo de podas y el tipo de especie forestal a utilizar, igualmente, busca la

optimización y nos da la pauta para mejorar los macro y micronutrientes existentes en el predio. De manera análoga (Salinas, 2009) menciona que en un modelo de sistema de producción agroecológica se deben tomar en cuenta los medios de vida del productor, como el capital humano, social, financiero, físico y natural, a través de la medición de los recursos del predio y de los productores. Según (Altieri M, 1994) este diseño agroecológico debe estar basado en los siguientes principios ecológicos: aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad, el flujo balanceado de nutrientes, asegurar que las condiciones de suelo sean favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo. Además, de minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y el manejo del suelo a través del aumento de la cobertura. Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y en el espacio, y aumentar la interacción biológica y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

Con el propósito de dar cumplimiento a lo anteriormente mencionado, se planteó la siguiente hipótesis: “El objetivo principal de este modelo de simulación es conseguir una representación dinámica coherente de un sistema agroecológico complejo, donde la complejidad se refiere a la interacción con individuos con distintas propiedades”.

### **7.3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación está alineada a la captación de la toma de decisiones que tienen los productores de la RAE en los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería frente al cambio climático bajo su perspectiva. Para triangular la información, se recurrió a varios métodos de colecta de información (encuestas con preguntas semiestructuradas y grupos de trabajo). El proceso consideró dos métodos lógicos. Se estructuró las preguntas alrededor de los activos o capitales de la familia (descubrimiento, visión y el diseño agroecológico). Para dar mayor dinámica en esta fase de la investigación, se realizó la técnica participativa. De esta manera se preparó el camino para un proceso de aprendizaje social, donde los mismos productores como actores principales contribuyeron y aportaron conocimientos y experiencias a los medios de vida sostenibles, que nos permiten hacer frente a la crisis y a su recuperación.

Considerando que el cambio climático generará una vulnerabilidad en los medios de vida de los productores pequeños y medianos de la región, se seguirán los siguientes enfoques en el proceso de planificación e implementación participativa e inclusión de todos los productores locales en los siguientes aspectos:

- Aportar al desarrollo sostenible.
- Incluir consideraciones de equidad.
- Enfoque intercultural.
- Medios de vida, como unidad de análisis y proyección.
- Modelos integrales e intervención, como instrumento de planificación.

#### 7.4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

El método de investigación que se utilizó corresponde a la adaptación de (Geilfus, 2009). El estudio se inició con la conformación de seis grupos, con cinco productores de café, cacao y ganadería de las diferentes parroquias de las provincias de Sucumbíos y Orellana. Se realizaron visitas periódicas bimensuales a las fincas, ligadas de diferentes técnicas, para la recolección de la información mediante encuestas, entrevistas y talleres. El desarrollo de las cinco etapas metodológicas se sustentaron en las experiencias de los talleres de (Geilfus, 2009) y en el enfoque sistemático propuesto por (Hart, 1985). Las estrategias metodológicas empleadas partieron de diferentes métodos didácticos y ejercicios de campo participativos que incrementaron las capacidades de comunicación, reflexión e interacción entre los grupos de actores de los sistemas agroforestales (SAF).

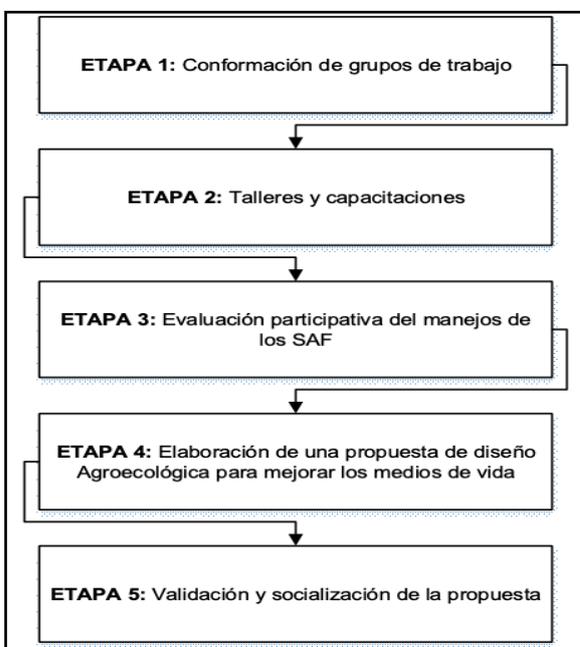


Figura 36: Diagrama de grupo metodológico  
Fuente: (Vizuet M., 2022)

De acuerdo con los requerimientos de las etapas del proceso de conversión de los sistemas agroecológicos de café, cacao y/o ganadería, se obtuvo una recopilación importante de

estudios y metodologías que ayudaron a estructurar de mejor manera el desarrollo de esta investigación. Se detalla a continuación:

Tabla 23: Marco metodológico y etapas del proceso de conversión.

<b>ETAPAS METODOLÓGICAS</b>	<b>METODOLOGÍAS ESPECÍFICAS</b>
<b>Conformación del grupo de trabajo</b>	(Geilfus, 2009), (Sarandón, y otros, 2008), (Palma & Cruz, 2010)
<b>Ciclo de capacitaciones</b>	(Hart, 1985)
<b>Evaluación participativa</b>	(Altieri & Nicholls, 2007)
<b>Elaboración de la propuesta de diseño agroforestal - agroecológico</b>	(Hart, 1985) (Márquez S. , 2013)
<b>Validación y socialización de la propuesta</b>	(Márquez S., 2013)
<b>Evaluación de sostenibilidad</b>	(Masera, Astier, & López, 2002)

Fuente: (Vizúete M., 2022)

## **7.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En esta etapa de la investigación se conformaron grupos de trabajo conformados por los productores e integrantes familiares y técnicos del INIAP, con la finalidad de buscar alternativas resilientes agroecológicas acordes a las características socioeconómicas, ecológicas, ambientales de la región, para el cultivo de café, cacao y pastos, principalmente.

### **7.5.1. ETAPA 1: CONFORMACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO**

Se conformaron dos grupos de trabajo con 16 productores de la provincia de Sucumbíos y 15 productores de la provincia de Orellana. De estos, el 23.03% tienen los tres rubros (café, cacao y ganadería), el 41.03% tienen dos rubros (café, cacao) y el 35.95% de los productores tienen un solo rubro, como ingreso económico neto para la familia. Es importante mencionar que el 92% de los productores son colonos provenientes de diferentes rincones del país, como también extranjeros del país colombiano.

### **7.5.2. ETAPA 2: TALLERES Y CAPACITACIONES**

En esta fase de la investigación se llevaron a cabo, después de haber analizado y socializado los resultados de vulnerabilidad climática a los SAF, la zonificación agroecológica de aptitud para el cultivo de café, cacao y pasto a todos los participantes.

Con los lineamientos metodológicos del desarrollo participativo, se receptaron ideas, experiencias y puntos de vista empírico y técnico de los resultados encontrados, en la (Tabla 24).

Se especifica los temarios de talleres con sus respectivos participantes. Se realizaron 6 talleres sobre temas distintos, sacando las mejores temáticas, prácticas, de manejo de cultivos, que han dado resultados resilientes a los efectos del cambio climático. También ha aportado a la seguridad y soberanía alimentaria, que en los últimos años el gobierno ecuatoriano toma en cuenta en la matriz productiva, como política de estado a la agricultura agroecológica.

Tabla 24: Participación de los productores de bajo la metodología SAF en el ciclo de capacitaciones

<b>TEMARIO DEL TALLER</b>	<b>PARTICIPANTES</b>
Caracterización y tipificación de los SAF	31
Aporte al desarrollo sostenible (cuidado de los recursos naturales)	29
Consideraciones de equidad (impactos del cambio climático que afecta al agroecosistema)	31
Enfoque intercultural (diálogo de saberes)	31
Medios de vida (recursos naturales y actividades) y el acceso a ambos	31
Modelos integrales de intervención (conjunto de acciones y estrategias) destinadas a reducir la vulnerabilidad de los medios de vida, y su aportación a los procesos de gestión del desarrollo sostenible.	30

Fuente: (Vizuet M., 2022)

En esta fase (primer taller) se trataron temas sobre los tipos de sistemas que hay en el entorno, partiendo de la agrupación según los rubros que conforman sus fincas, teniendo en cuenta el arreglo vegetal, funcionamiento y la dinámica de las unidades de producción.

Cada productor interpretaba a través de gráficos toda la información de la finca, la visión que tiene su familia, situación actual. Entre ellos se mencionaban los problemas más frecuentes que tienen, como también las oportunidades de desarrollo tomando en cuenta la calidad de vida familiar. Cada gráfica constaba de entradas, procesos, interrelaciones que tiene el sistema agroforestal. Dentro del interés que ponían los productores, se establecieron medidas resilientes al cambio climático, como medidas mitigadoras y compensadoras para enfrentar este reto mundial.

El segundo taller trató sobre la vulnerabilidad de los medios de vida por provincia y pisos climáticos. Considerando la reducción de ingresos económicos, como el principal motivo de emigración de los jóvenes, provocando una desmembración familiar, comprometiendo en cierta medida la seguridad y soberanía alimentaria. Todos estos elementos consideran como una vulnerabilidad alta tanto al medio socioeconómico como ambiental (Aguirre, Ojeda, & Eguiguren, 2010), (LIDEMA, 2011).

En el tercer taller se detallaron posibles acciones agroecológicas que se deben seguir para alcanzar una finca sostenible, que genera medios de vida importantes referentes al cambio climático.

En el cuarto taller, los productores de café, cacao y ganadería bajo sistemas agroforestales tuvieron los conocimientos adecuados para realizar una evaluación rápida con indicadores de vulnerabilidad de los medios de vida por regiones:

Tabla 25: Vulnerabilidad de los medios de vida por provincia

<b>PROVINCIA</b>	<b>SOCIOECONÓMICA</b>	<b>VULNERABILIDAD</b>	<b>RECURSOS NATURALES</b>
<b>Sucumbíos</b>	Reducción de ingresos Tendencia a la migración Destrucción familiar Tendencia al monocultivo Generación de conflictos Seguridad alimentaria Pérdida de cultivos Propagación de plagas y enfermedades	Alta	Aumento de la erosión Ampliación de la frontera agrícola. Impacto sobre la agrobiodiversidad, Reducción de la disponibilidad de agua
<b>Orellana</b>	Reducción de ingresos Tendencia a la migración Destrucción familiar Tendencia al monocultivo Generación de conflictos Seguridad alimentaria Pérdida de cultivos Propagación de plagas y enfermedades	Alta	Pérdida de tierras agrícolas, Pasivos ambientales, Inseguridad alimentaria Impactos sobre la agrodiversidad,

Fuente: (Vizuite M., 2022)

De acuerdo con los resultados identificados en el taller anterior, los grupos participantes se enfocaron a evaluar la sostenibilidad de sus cultivos bajo SAF. Todos los participantes realizaron una selección de dimensiones (ambiental, sociocultural, socioeconómica y tecnológica).

Finalmente se desarrolló el quinto taller que consistió en realizar una capacitación de componentes de los sistemas agroforestales, con la finalidad de conocer el estado actual e iniciar con la búsqueda de estrategias de modelos integrales de intervención en cada provincia, para mitigar y minimizar la incidencia del cambio climático.

Con los resultados de estos talleres, se comenzó con la propuesta de diseño participativo de fortalecer a los SAF, la cual permitirá prevalecer ante el modelo de agricultura inteligente (revolución verde), y convertir estos sistemas más sostenibles y resilientes, basados en las propuestas de (Altieri & Nicholls, 2007), (Gliessman, 2002) y (LIDEMA, 2011).

### **7.5.3. ETAPA 3: EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DEL MANEJO DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES**

Previo, durante y después de este estudio, se recorrieron todos estos sistemas agroforestales, llegando a conocer a detalle el funcionamiento de cada agroecosistema, que los productores acordes a su conocimiento y adaptación lo han desarrollado a lo largo de su formación como agricultor. En cada finca se evaluaron las dimensiones económicas, ecológicas, socioculturales y tecnológicas. Así como sus interacciones generales que se dan en todo el proceso productivo de café, cacao y ganadería. Estos resultados concuerdan, reflejan y avalaron científicamente en los capítulos III, IV y V de este trabajo investigativo.

### **7.5.4. ETAPA 4: ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DEL DISEÑO AGROECOLÓGICO PARA MEJORAR LOS MEDIOS DE VIDA**

Como resultado de recorridos, entrevistas, encuestas, conversatorios formales e informales, obtuvimos un diagnóstico integral de las distintas dimensiones (ecológico, ambiental, productiva, económica y social), logrando tener una visión de los distintos manejos de los SAF, donde todos los autores intervinieron aportando sus conocimientos.

La estrategia que se utilizó fue a través de la recopilación de información primaria, durante las visitas de campo, conversas con los productores sobre estrategias de mitigación a las adversidades climatológicas que han venido soportando sus predios, especialmente las parcelas de cultivo de café, cacao y pastos. Con toda esta experiencia en el manejo agroecológico se participó en ferias agroecológicas desarrolladas en distintas ciudades del país, fue provechoso ya que, se tomó como ejemplo las prácticas resilientes novedosas y efectivas que tienen los productores agrícolas y ganaderos de las regiones del país.

La propuesta agroecológica que proponemos está conformada por:

- Resumen del estado actual de los SAF por tipologías de manejo.
- Elaboración participativa de la propuesta de diseño agroecológico resiliente, tomando en cuenta el establecimiento de una reestructuración en el arreglo vegetal de los sistemas.
- Calidad de vida acorde a la realidad socioeconómica de la Región Amazónica Ecuatoriana.

### 7.5.5. ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

El manejo de los sistemas agroforestales, como de sus interrelaciones entre componentes, se evaluaron y se clasificaron por tipologías aplicando la metodología análisis multivariado (Clúster), el cual nos permitió clasificar por tipologías en el capítulo III de esta investigación, la cual se representó en las (Figuras 21, 22 y 23). La evaluación actual de los subsistemas café, cacao y ganadería a través de los pastos se los da mediante el siguiente mecanismo:

Tabla 26: Evolución del manejo actual de los SAF

COMPONENTE	PRÁCTICAS DE MANEJO	SÍ REALIZA (%)	NO REALIZA (%)	ESTÁ DE ACUERDO (%)	EN DESACUERDO (%)
SUELO	Fertilización	100	0	0	0
	Encalado	75	25	0	0
	Abonos orgánicos	75	25	100	0
	Abonos verdes	50	0	50	0
CULTIVO DE CAFÉ	Café + dos especies	90	10	100	0
	Café + cítricos + frutales	45	65	100	0
	Café + cítricos + frutales +maderables	30	70	100	0
	Poseen cercas vivas	60	40	100	0
CAULTIVO DE CACAO	Cacao + dos especies	40	60	100	0
	Cacao + cítricos + frutales	50	50	100	0

	Cacao + cítricos + frutales +maderables	60	40	100	0
	Poseen cercas vivas	50	50	85	0
MANEJO DE PASTOS	Pasto + cítricos + maderables	80	20	90	0
PLAGA (CAFÉ) Broca, escoba de bruja	Aplicación insecticida químico	80	20	90	0
	Control biológico	20	80	100	0
PLAGA (CAFÉ) Broca, escoba de bruja	Aplicación insecticida químico	80	20	100	0
	Control biológico	20	80	90	0
PLAGA (PASTO) Salivazo	Aplicación insecticida químico	80	20	90	0
	Control biológico	20	80	90	0

Fuente: (Vizuite M., 2022)

Las prácticas de manejo de suelos según resultados emitidos en la (Tabla 26), el 100% fertiliza, el 75% lo hace a base de abonos orgánico (bocachi, humus) y en los últimos cinco años lo hacen a través de abonos verdes (leguminosas). Obteniendo resultados favorables en producción, calidad del producto y resiliente a las adversidades climáticas que se manifiesta a través de plagas y enfermedades. La combinación de árboles maderables, frutales, medicinales en las parcelas de café, cacao y pastos, han ocasionado que se fortalezca la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de la producción. Haciendo uso del programa de simulación SExI- FS que sirvieron para representar un agroecosistema SAF que se identifica a la mayor parte de productores (Figura 27). Donde (A) representa la distribución espacial de árboles de (flemingia, leucaena), y algunos árboles maderables y frutales que están dentro de las parcelas de cacao, con una densidad de siembra de 4 por 4.5 metros. Mientras tanto, la representación de la letra (B) muestra el porcentaje de sombra que proyecta las plantas y árboles, donde periódicamente son podados, logrando que haya el porcentaje necesario y adecuado que exige cada cultivo.

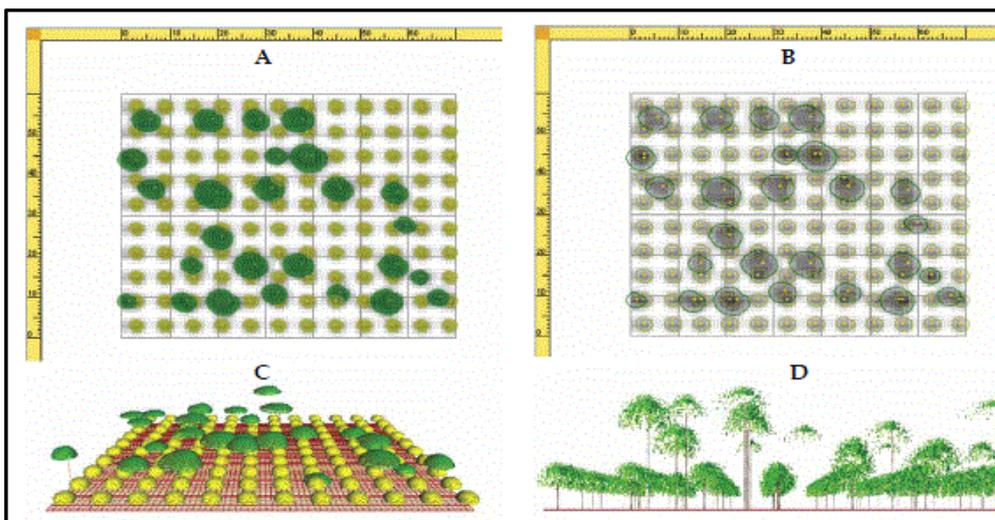


Tabla 27: SAF actual de cultivo (café y cacao) asociado con otros cultivos maderables  
Fuente: (Vizúete M., 2022)

Al mismo tiempo las representaciones (C) y (D) representan las plantas de cacao y café en asocio con las leguminosas en la fase de producción.

#### 7.5.6. ELABORACIÓN PARTICIPATIVA DE LA PROPUESTA DE DISEÑO AGROECOLÓGICO PARA MEJORAR LOS MEDIOS DE VIDA

Tomando como referencia la metodología propuesta por (Geilfus, 2009) diagnóstico participativo en la propuesta, el grupo transdisciplinario conformado por (productores, técnicos, extensionistas, e investigador), se confeccionaron diferentes propuestas de diseños agroecológicos (arreglo vegetal) de estratos (altos, medio, bajos).

Analizándose también los servicios ambientales como principales elementos para mitigar el cambio climático y de mejoramiento de medios de vida.

Para todas estas propuestas, se enfocaron en experiencias compartidas durante toda la investigación (fase de campo). El principal componente (agrícola), estará conformado por un arreglo adaptado multifuncional, armonizado y sincronizado con el entorno ecosistémico. Compuesto por varios estratos que garanticen mejorar los SAF actuales (en diferentes estados de transición), los estratos que acompañarán a los cultivos perennes café (*Coffea arabica L*), cacao (*Theobroma cacao*) y pasto (*Cynodon dactylon*). Estará conformados por los siguientes estratos:

#### **7.5.6.1. ESTRATOS BAJOS**

Estará compuesta por una cubierta vegetal de arvenses, repelentes de plagas, plantas medicinales y leguminosas:

- Bejuco (*Cissus sicyoides* L.).
- Sábila (*Aloe vera* L. Burm).
- Limoncillo (*Cymbopogon citratus* Stapf).
- Apio (*Apium graveolens* L.).
- Ruda (*Ruta graveolens* L.).

#### **7.5.6.2. ESTRATOS MEDIOS**

Esta estructura estará compuesta por: (cultivos pancoger, especies alelopáticas, arbustos para sombra temporal).

- Plátano (*Musa sp.* L.).
- Maíz (*Zea mays* L.).
- Yuca (*Manihot esculenta* Crantz).
- Botón de oro (*Tithonia diversifolia* Mill).
- Leucahena (*Leucahena Leucocephala* Lam).

#### **7.5.6.3. ESTRATOS ALTOS**

En este arreglo vegetal estarán árboles de sombra para los cultivos perennes como el café, cacao y/o pasto. La combinación de café y cacao constituirán una base para estos arreglos, entre las especies maderables se encuentran:

- Caoba (*Swietenia macrophylla*).
- Cedro (*Cedrela spp*).
- Guayacán (*Tabebuia guajava*).
- Melina (*Gmelina arborea*).
- Laurel (*Cordia alliodora*).
- Teca (*Tectona grandis*).

También estará dentro del diseño árboles de uso múltiple y maderable en cultivos perennes (café y cacao):

- Poró (*Erythrina spp*).
- Guaba (*Inga spp*).
- Leucaena (*Leucaena leucocaphala*).
- Madero negro (*Gliricidia sepium*).

#### **7.5.7. TÉCNICAS AGROFORESTALES PARA EL ASOCIO**

Los arreglos para cultivos perennes como es el caso del café y cacao se toman en cuenta las condiciones de sombra permanente:

Este modelo combinado el cultivo de café, cacao se asociará con árboles de uso múltiple y maderables en forma ordenada. Se toma en cuenta el porcentaje de sombra que debe aportar el componente forestal dentro de este sistema que será desde un 20 a un 40% en sombra. En los asocios tanto en café como cacao tradicionalmente se recomienda el asocio entre leguminosas de uso múltiple como:

- Guaba (*Inga spp*).
- Madero negro (*Glericidia sepiun*).
- Poró (*Erythrina spp*).

Se realiza este asocio con la finalidad de que este aporta materia orgánica que generan y por el aporte de nitrógeno al suelo.

Entre los árboles maderables más utilizados están:

- Caoba (*Swietenia macrophylla*).
- Cedro (*Cedrela spp*).
- Guayacán (*Tabebuia guajava*).
- Melina (*Gmelina arbórea*).
- Laurel (*Cordia alliodora*).
- Teca (*Tectona grandis*).

La distancia entre árboles se estima que estará entre 2 a 12 metros para los árboles de sombra para cultivos perennes como el café.

Tabla 28: Especies de árboles de uso múltiple para SAF de café

ÁRBOLES DE USO MÚLTIPLE	ESPACIAMIENTO INICIAL	
	EN LIBRE CRECIMIENTO	EN SOMBRA REGULADA
Madero negro ( <i>Glericidia sepiun</i> )	6 x 12 metros 10 x 10 metros	6 x 6 metros 6 x 8 metros
Poró ( <i>Erythrina spp</i> )	12 x 12 metros 10 x 25 metros	6 x 6 metros

Fuente: (Vizquete M., 2022)

Mientras tanto, la distancia de siembra entre los árboles maderables está dadas por:

Tabla 29: Espaciamiento inicial con y sin raleo para establecimiento de s SAF café

ÁRBOLES MADERABLES	ESPACIAMIENTO INICIAL	
	CON RALEO FUTURO	SIN RALEO
Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )	6. X 6 metros	8 X 8 metros 8 x 12 metros 10 x 10 metros
Cedro ( <i>Cedrela spp</i> )	6 X 6 metros	10 x 10 metros 12 x 12 metros 12 x 25 metros
Melina ( <i>Gmelina arbórea</i> )	6 X 6 metros	8 x 8 metros
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	6 X 6 metros	10 x 10 metros 12 x 12 metros 12 x 25 metros
Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	6 X 6 metros	8 X 8 metros 8 x 12 metros 10 x 10 metros

Fuente: (Vizquete M., 2022)

Para el cultivo de cacao en arboleda bajo condiciones de sombra permanente está dado por:

Para el establecimiento de la planta de cacao es adecuado y un requisito fundamental que exista sombra que regule la luminosidad, las condiciones de temperatura que rodea a la planta, del viento excesivo y evite deficiencias extremas de humedad en épocas de sequía. Debido a ello, se recomienda realizar los siguientes socios especialmente leguminosas como:

- Guaba (*Inga spp*).
- Madero negro (*Glericidia sepiun*).
- Poró (*Erythrina spp*).

Debido al gran aporte de materia orgánica y por la contribución de nitrógeno al suelo y con el asocio con maderables y frutales que, a mediano y largo plazo, produzcan ingresos significativos al productor. Los maderables más utilizados son:

- Caoba (*Swietenia macrophylla*).
- Cedro (*Cedrela spp*).
- Guayacán (*Tabebuia guajava*).
- Melina (*Gmelina arbórea*).
- Laurel (*Cordia alliodora*).
- Teca (*Tectona grandis*).

La distancia de siembra entre árboles se recomienda que sea de:

Tabla 30: Espaciamiento inicial y porcentaje sombra SAF cacao

<b>ESPACIAMIENTO INICIAL (Sombra permanente)</b>	<b>ÁRBOLES / ha</b>	<b>% SOMBRA</b>
6 x 6 metros	278	> 90
9 x 9 metros	123	50 – 55
12 x 15 metros	56	25 – 30
15 x 15 metros	44	< 25

Fuente: (Vizuite M., 2022)

La siembra de las especies para sombra permanente se puede hacer por franjas o en hileras dentro del cacao, se recomienda que se dé manteniendo podas desde pequeños. También se debe proporcionar sombra alrededor de la plantación del cacao alrededor de cuatro meses antes del trasplante del cacao. Esta propuesta de tres estratos, con diseños agroforestales, se caracteriza por tener tres tipos funcionales de la biodiversidad que se mencionan a continuación:

Tabla 31: Función agroecológica de los arreglos vegetales y de SAF

ESTRATO	ESPECIE	FUNCIÓN AGROECOLÓGICA
<p><b>BAJO</b></p>	<p>Dentro de las especies esta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bejuco (<i>Cissus sicyoides L.</i>)</li> <li>• Ajenjo (<i>Artimisa absinthium L.</i>)</li> <li>• Sábila (<i>Aloe vera L. Burm</i>)</li> <li>• Limoncillo (<i>Cymbopogon citratus Stapf</i>)</li> <li>• Apio (<i>Apium graveolens L</i>)</li> <li>• Ruda (<i>Ruta graveolensL.</i>)</li> </ul>	<p>Dentro de estas especies están las medicinales, que se utilizan para calmar dolencias y enfermedades.</p> <p>Para el manejo agroecológico para controlar plagas y enfermedades, como son los bio preparados botánicos, usados principalmente como repelente.</p> <p>Además, éstos generan microclimas, previenen la erosión, reducen al máximo la competencia entre cultivos, principalmente contra arvenses agresivos por sustancias alelopáticas que poseen.</p>
	<p><b>MEDIO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plátano (<i>Musa sp. L</i>)</li> <li>• Maíz (<i>Zea mays L.</i>)</li> <li>• Yuca (<i>Manihot esculenta Crantz</i>)</li> <li>• Botón de oro (<i>Tithonia diversifolia Mill</i>)</li> <li>• Leucahena (<i>Leucahena Leucocephala Lam</i>)</li> <li>• Frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>)</li> </ul>

<b>ALTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)</li> <li>• Cedro (<i>Cedrela spp</i>)</li> <li>• Guayacán (<i>Tabebuia guajava</i>)</li> <li>• Melina (<i>Gmelina arbórea</i>)</li> <li>• Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)</li> <li>• Teca (<i>Tectona grandis</i>)</li> </ul>	<p>Todas estas especies son destinadas a producir madera (dura y semidura) de lento y rápido crecimiento (ONF, 2013).</p> <p>También asegura (Altieri &amp; Nicholls, 2007) que : Mejora la calidad del suelo, que con establecimientos de barbechos (descansos del suelo) se restituye la fertilidad del suelo, a través de la acumulación de biomasa y la activación biológica. Mejora la diversidad y paisajismo estético. Mientras tanto la (ONF, 2013) considera que en los SAF con un manejo adecuado de estas especies contribuyen a dar un porcentaje de sombra, tanto para SAF de café y cacao (20 a 40%) lo recomendado.</p>
-------------	--	--

Fuente: (Vizuite M., 2022)

En vista de esta propuesta se estaría contribuyendo a mejorar la calidad de vida en los siguientes aspectos:

Tabla 32: Modelos integrales de intervención para la adaptación del cambio climático

<b>APORTE A LA SOSTENIBILIDAD</b>	<b>CONTRIBUCIÓN Y APOORTE</b>
Aportar al desarrollo sostenible	Cuidando que el uso de los recursos renovables, de acuerdo con su capacidad de regeneración, y a los no renovables se minimiza el impacto de su utilización
Consideraciones de equidad	Como reconocimiento, si bien el impacto del cambio climático afecta a todas las personas, existen grupos más vulnerables dentro de ellos se encuentran las mujeres, niños y las personas de la tercera edad.
Enfoque intercultural	Entendiéndose como diálogo de saberes (respeto a las diferencias y a la diversidad cultural), pero también es importante ya que aporta enormemente al conocimiento.
Medios de vida	Se llevará una relación armónica de las personas con la naturaleza, esto implica un ambiente sano, recursos y espacios territoriales donde se exprese la identidad.

Modelos integrales de intervención  
(instrumento de planificación)

Esto incluye tener un enfoque holístico e integral, con acciones estratégicas y participativas entre los actores locales (productores), con la finalidad de reducir la vulnerabilidad de los medios de vida y aportar a los procesos de gestión del desarrollo sostenible.

Fuente: (Vizuite M., 2022)

### 7.5.8. ETAPA 5: VALIDACIÓN Y SOCIALIZACIÓN DE LA PROPUESTA

Esta etapa de la investigación, validación y socialización del diseño agroecológico asociado con un sistema agroforestal (SAF).

Tabla 33: Validación de la propuesta (arreglo vegetal) Agroecológica - agroforestal

TIPOLOGÍA	ESTRATO	ESPECIE	PRESENCIA EN EL SISTEMA	CONSIDERACIÓN E IMPLANTACIÓN
I	BAJO	Bejuco ( <i>Cissus sicyoides L.</i> )	75	100
		Ajenjo ( <i>Artimisa absinthium L.</i> )	20	70
		Sábila ( <i>Aloe vera L. Burm</i> )	75	90
		Limoncillo ( <i>Cymbopogon citratus Stapf</i> )	100	100
		Apio ( <i>Apium graveolens L</i> )	80	100
		Ruda ( <i>Ruta graveolensL.</i> )	45	90
I	MEDIO	Plátano ( <i>Musa sp. L</i> )	90	100
		Maíz ( <i>Zea mays L.</i> )	45	90
		Yuca ( <i>Manihot esculenta Crantz</i> )	100	100
		Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia Mill</i> )	45	80
		Leucahena ( <i>Leucahena Leucocephala Lam</i> )	50	90
		Frijol ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )	80	100
I	ALTO	Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	25	60
		Cedro ( <i>Cedrela spp</i> )	45	90
		Guayacán ( <i>Tabebuia guajava</i> )	50	80
		Melina ( <i>Gmelina arbórea</i> )	80	100
		Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )	90	100

		Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	10	90
		Bejuco ( <i>Cissus sicyoides L.</i> )	90	95
		Ajenjo ( <i>Artimisa absinthium L.</i> )	65	90
		Sábila ( <i>Aloe vera L. Burm</i> )	80	90
II	BAJO	Limoncillo ( <i>Cymbopogon citratus Stapf</i> )	100	100
		Apio ( <i>Apium graveolens L</i> )	45	80
		Ruda ( <i>Ruta graveolensL.</i> )	90	100
		Plátano ( <i>Musa sp. L</i> )	100	100
		Maíz ( <i>Zea mays L.</i> )	90	100
		Yuca ( <i>Manihot esculenta Crantz</i> )	100	100
II	MEDIO	Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia Mill</i> )	80	100
		Leucahena ( <i>Leucahena Leucocephala Lam</i> )	60	80
		Frijol ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )	90	100
		Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	45	90
		Cedro ( <i>Cedrela spp</i> )	60	90
		Guayacán ( <i>Tabebuia guajava</i> )	70	85
II	ALTO	Melina ( <i>Gmelina arborea</i> )	80	100
		Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )	35	90
		Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	30	90
		Bejuco ( <i>Cissus sicyoides L.</i> )	80	95
		Ajenjo ( <i>Artimisa absinthium L.</i> )	75	90
		Sábila ( <i>Aloe vera L. Burm</i> )	80	95
III	BAJO	Limoncillo ( <i>Cymbopogon citratus Stapf</i> )	100	100
		Apio ( <i>Apium graveolens L</i> )	45	100
		Ruda ( <i>Ruta graveolensL.</i> )	90	95
		Plátano ( <i>Musa sp. L</i> )	100	100
		Maíz ( <i>Zea mays L.</i> )	90	100
III	MEDIO	Yuca ( <i>Manihot esculenta Crantz</i> )	100	100
		Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia Mill</i> )	70	90

		Leucahena ( <i>Leucahena Leucocephala Lam</i> )	80	95
		Frijol ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )	80	90
		Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	75	90
		Cedro ( <i>Cedrela spp</i> )	90	100
III	ALTO	Guayacán ( <i>Tabebuia guajava</i> )	70	90
		Melina ( <i>Gmelina arbórea</i> )	45	100
		Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )	40	100
		Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	20	100

Fuente: (Vizuite M., 2022)

En los sistemas SAF de tipología I, presentan un interés grande a la propuesta en los estratos bajo y alto, presentaron la mayoría una aceptación del 91,6% de aprobación, mientras que en el estrato medio los productores de café y cacao mostraron entre el 92% de aceptación, por otro lado, los sistemas SAF de tipología II y III presentan un convencimiento del 98 % de aprobación de todas las plantas propuestas en todos los estratos, principalmente en los árboles de uso múltiple, y árboles maderables.

Del mismo modo, la validación del arreglo vegetal agroecológico SAF, las tres tipologías de manejo aprobaron el 100% de todas las labores de campo recomendadas. Para mejorar la fertilidad y calidad del suelo, como también para mejorar la calidad de vida de los productores, frente al cambio climático.

Tabla 34: Espaciamiento inicial en un Sistema Agroforestal (árboles de uso múltiple)

ÁRBOLES DE USO MÚLTIPLE	ESPACIAMIENTO INICIAL		PRESENCIA EN EL SISTEMA	CONSIDERACIÓN E IMPLANTACIÓN
	EN LIBRE CRECIMIENTO	EN SOMBRA REGULADA		
Guaba ( <i>Inga spp</i> )	10 x 10 metros 10 x 12 metros 12 x 12 metros		10	90
Madero negro ( <i>Glericidia sepiun</i> )	6 x 12 metros 10 x 10 metros	6 x 6 metros 6 x 8 metros	25	100
Poró ( <i>Erythrina spp</i> )	12 x 12 metros 10 x 25 metros	6 x 6 metros	40	100

Fuente: (ONF, 2013)

Tabla 35: Espaciamiento inicial en un Sistema Agroforestal (árboles maderables)

ÁRBOLES MADERABLES	ESPACIAMIENTO INICIAL		PRESENCIA EN EL SISTEMA	CONSIDERACIÓN E IMPLANTACIÓN
	CON RALEO FUTURO	SIN RALEO		
Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )	8. X 6 metros	8 X 8 metros 8 x 12 metros 10 x 10 metros	25	100
Cedro ( <i>Cedrela spp</i> )	6 X 6 metros	10 x 10 metros 12 x 12 metros 12 x 25 metros	30	90
Melina ( <i>Gmelina arbórea</i> )	6 X 6 metros	8 x 8 metros	30	100
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	6 X 6 metros	10 x 10 metros 12 x 12 metros 12 x 25 metros	45	90
Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	6 X 6 metros	8 X 8 metros 8 x 12 metros 10 x 10 metros	40	100

Fuente: (ONF, 2013)

El modelo integral agroecológico agroforestal, con el uso de árboles de usos múltiples y maderables dentro de parcelas de café, cacao, serán en función de las necesidades y objetivos del productor. Una de éstas es aprovechar los programas estatales como es “Socio bosque” en pago de servicios ambientales, si es con este fin, la cantidad de árboles para uso múltiple no puede superar el 50% del total de árboles plantados.

## 7.6. PROPUESTA FINAL DEL DISEÑO AGROECOLÓGICO EN SISTEMAS AGROFORESTALES

Ante el detrimento de los recursos naturales de la RAE, en especial los de las provincias de Sucumbíos y Orellana, los productores, técnicos del área agrícola ganadera, consideran que las prácticas de sistemas agroforestales, con principios agroecológicos son los más adecuados en el manejo de la tierra. Éste a su vez permite que haya una producción más sostenible. Haciendo uso de los mapas de zonificación agroecológica (Figuras 30, 31 y 35B) y aptitudes del suelo, planteamos el siguiente diseño integral agroecológico agroforestal.

Para ello utilizamos el software SExI-FS versión 2.1.0. El uso de este simulador tiene como objetivo conseguir una representación dinámica de un agroecosistema complejo, permitiendo

explorar escenarios de gestión posibles, evaluando periódicamente dinámicas de crecimiento de los árboles.

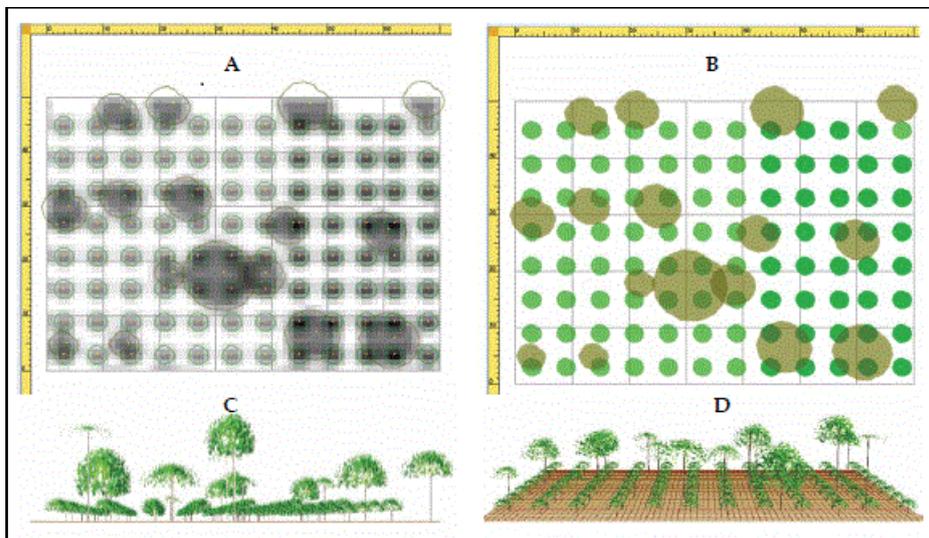


Figura 37: Propuesta de diseño integral Agroecológico de SAF café  
Fuente: (Vizueté M., 2022)

Tomando en cuenta las condiciones agroclimáticas de la RAE y requerimientos ambientales para la producción de café, éste requiere de un intervalo térmico corto, para que se desarrolle su ciclo fenológico adecuadamente. Tomando en cuenta la aptitud agroecológica, la potencialidad media que cuenta las provincias de Sucumbíos y Orellana (Figura 35B), se establece un arreglo con estratos bajos con la siembra de bejucos, ajenojo, sábila y más plantas medicinales. Éstos ayudarán a repeler ataques de plagas. Seguido del arreglo de plantas que conforman estratos medios como es la siembra de plátano, yuca, maíz. Elementos que servirán como productos pancoger, más la combinación intermedia de entre plantas de café de y flemingia, esto servirá como aporte a la materia orgánica al suelo (abono verde), ayudando a mejorar la macrofauna del suelo (lombrices).

Esto es debido a la generación de microclimas (Figura 38 A, B). Simultáneamente, el arreglo de los estratos altos se realizará con especies maderables muy cotizadas comercialmente, que estos últimos años el Ministerio del Ambiente lo declaró especies en veda. Especies como el laurel, guayacán, cedro, melina, teca con densidades de siembra de 6 x 8 metros en sombra regulada. De acuerdo con la simulación (Figura 38 C y D), se muestra el crecimiento, sombra que generan estas especies, siendo lo más importante su copa, este debe ser controlado por el productor, tomando en cuenta el porcentaje de sombra que se genera en las plantas de café, estudios realizados por (Álvarez, Rojas, & Suarez, 2012) resaltan la generación de modelos lineales cuyos efectos ambientales son beneficiosas para el cultivo de café.

Con estas modelaciones rectas, se elaboran mapas de probabilidad en presencia de sistemas agroforestales (SAF), demostrando un coeficiente de determinación de 0.70 y el cambio edafológico de 0.45, respecto al cambio climático un ( $r = -0.88$ ). Algo semejante deduce (Virginio, Villanueva, Astorga, Caicedo, & Paredes, 2014) que afirman que los arreglos forestales en parcelas de café con maderables, frutales y otros cultivos tienen un mayor índice ecológico por uso de tierra, en relación a un bosque primario.

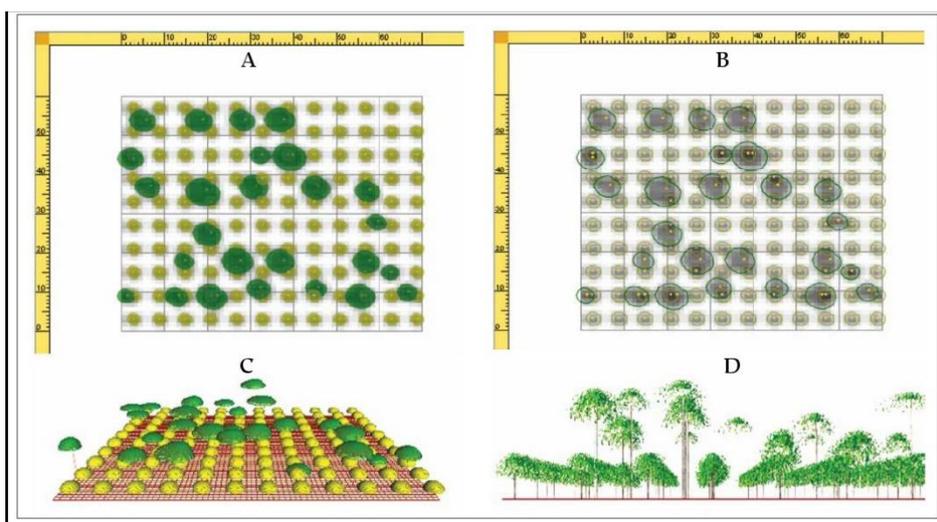


Figura 38: Propuesta de diseño integral Agroecológico de SAF cacao  
Fuente: (Vizuet M., 2016)

Tomando en cuenta los requerimientos agroclimáticos para producir cacao de calidad, con la utilización de un mínimo de insumos externos a la finca, se realizaron simulaciones con el software Sex-FS versión 2.1.0 para identificar las interacciones, y proponer arreglos agroforestales con principios agroecológicos. Éste consta de tres estratos. El bajo estará compuesto por arvenses propios del sector, plantas medicinales nativas de la región como es el bejuco, ajo de monte y sacha inchi, a una distancia aproximada de 45 centímetros.

El estrato medio estará conformado por la siembra del cacao con una densidad de 4.5 por 4 metros de distancia entre planta y planta, entre los espacios que tiene las plantas se sembrará flemingia, leucaena, plátano, yuca, malanga, maíz. Todos estos servirán como elementos de seguridad alimentaria familiar para, finalmente, tener un arreglo de estrato alto, con combinaciones de maderables como el laurel, chuncho, peine de nomo, guayacán cedro, guaba y poró con densidades de siembra de 10 x 10 metros, en sombra regulada.

De acuerdo con la simulación que realizamos, representado en el (Figura 39), la zona (A) representa la distribución espacial de los estratos altos y medio, en contraste con la imagen

(B) donde se proyecta la sombra que genera estos dos estratos. Teniendo que realizar un cronograma de podas trimestrales y así obtener el porcentaje de sombra idóneo para el ciclo fenológico del cacao. Finalmente, la representación de (C y D) muestra la fase de producción e interrelación entre estratos principalmente.

Arreglos de agroecosistemas similares mencionados por (Álvarez, Rojas, & Suarez, 2012; Pérez & Geissert, 2006; Soto, Tejada, & Hernández, 2001), donde afirman que lo más importante es definir e identificar requerimientos ecológicos del cacao, y diseñar estrategias de diseño agroecológico con suelos que tengan niveles de aptitud alta. De ahí se optimizará todo tipo de recursos, la disponibilidad de nutrientes es un factor limitante, para lo cual es necesario aumentar el nivel de sombra, debido a que existe una correlación positiva entre la producción de cacao y luz. Por lo que se establece adecuado mantener en un 30% de sombra.

El uso de este programa nos ayuda a tener un programa de podas durante todo el año, manteniendo un manejo adecuado de este parámetro dosométrico.

#### **7.6.1. CONTRIBUCIÓN AMBIENTAL**

Los arreglos agroforestales propuestos con principios agroecológicos contribuirán ambientalmente porque disminuirá considerablemente la erosión producida por el exceso de lluvias y vientos. Contribuirá a regular el porcentaje de sombra del 20 al 40% y, por ende, al microclima que beneficia la producción de café, cacao y pastos. También disminuirá la evapotranspiración y degradará la materia orgánica que cae de los árboles e incorporación de abonos verdes.

Estudios realizados por (Paredes & Subía, 2014) afirman que los SAF ayudan a mantener una agua de calidad de los ríos, vertientes, debido a la reutilización de desechos orgánicos por medio de compostaje. También conserva la biodiversidad, sobresaliendo las parcelas de cacao debido a que dentro de sus arreglos cuentan con plantas maderables, frutales y medicinales. Además, está la presencia de especies nativas y epífitas. Mientras tanto, las parcelas de café cuentan con menos diversidad forestal. (Grijalva , 2014) afirma que en toda la Amazonía ecuatoriana es posible liberar al menos el 25% de la área actual utilizada en pasturas para dedicar a la potencialidad que brinda los SAF (árboles cultivos, árboles pasturas). Esta práctica reduciría significativamente las emisiones del metano CH<sub>4</sub>. (Repidel, y otros, 2015) mencionan que dentro de los beneficios ambientales que tiene los SAF está el balance hídrico de las plantaciones de café y la transpiración de la planta es mayor en presencia de árboles de sombra. Los árboles transpiran más agua de lo que la sombra le

permite ahorrar a los cafetos. Bajo todas estas evidencias se puede concluir que los diseños propuestos tendrán efectos positivos a las condiciones agroclimáticas y tipo de suelo que tiene las provincias de Sucumbíos y Orellana, bajo las características agroecológicas y aptitudes de los suelos.

### **7.6.2. CONTRIBUCIÓN SOCIOCULTURAL**

A partir del conocimiento, experiencia de los productores, sobre especies nativas e introducidas, y estas en asocio a cultivos de café, cacao, forman modelos agroecológicos integrales, generan beneficios no materiales precisamente, pero de alguna manera mejora la calidad de vida, mejora la belleza escénica del lugar, elementos indispensables para practicar el agroturismo, una de las alternativas que pueden generar fuentes empleo, e ingresos económicos a los pueblos.

Estudios realizados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 2001) indican que las familias manejan los recursos naturales en forma sostenible, que muchas de las veces sacrifican intereses personales para lograr objetivos generales a mediano y largo plazo.

Como son los proyectos agroforestales con principios agroecológicos que, de alguna manera, logra obtener una estabilidad y bienestar familiar. Así lo manifiesta (Céspedes, 2016) donde indica que todos los integrantes de la familia participan en labores culturales de los SAF, logrando el relevo generacional en conocimientos de cultivos dentro de la finca. Estas actividades generan un incremento y estabilidad económica dentro de la familia.

También ha generado que se formen organizaciones de acopio y apoyo a los productores al momento de vender sus productos, mejorando así el sistema productivo, con reuniones en la comunidad, selección de líderes comunitarios, por medio de ellos la implementación y mejoramiento de los SAF.

### **7.6.3. CONTRIBUCIÓN SOCIOECONÓMICA**

Con el propósito de determinar la contribución económica que genera un sistema agroforestal, con principios agroecológicos, se da por una producción diversificada, contribuyendo positivamente a la economía de los productores y por ende a la seguridad y soberanía alimentaria. Con mayor producción por unidad de área, poca dependencia de insumos externos a la finca, esto hace embellecer el paisaje, fomentando de esta manera la agroecología como estrategia de agroturismo.

De esta manera, se está dejando de lado la dependencia del pago de servicios ambientales que muchos productores mantienen con el gobierno central con el plan socio bosque, mediante el desembolso monetario anual según el número de hectáreas.

Algunos estudios que ha realizado publicados por (CIAT, 2013), los SAF son considerados como una agricultura competitiva mejorando los medios de vida en zonas rurales principalmente, debido a la venta de su producción café, cacao y/o producción de leche. Con sus remanentes económicos adquieren productos de primera necesidad como sal, azúcar, aceites, fideos entre otros. Igual criterio tiene (Ureña, 2017) donde afirma que los productores con sistemas SAF adquieren una autosuficiencia en satisfacer sus necesidades primordiales y gozar los derechos sociales y económicos de una manera sostenible y digna.

## CONCLUSIONES GENERALES

1. En la Región Amazónica Ecuatoriana, las provincias de Sucumbíos y Orellana, el 74.2% son colonos que llegaron en los años de 1970. La gran mayoría poseen legalizadas sus fincas, con extensiones de 20 a 50 hectáreas, todas ellas con pendientes moderadas a planas y están dentro del rango altitudinal de 100 a 400 msnm. Dentro de sus actividades agrícolas está el cultivo de café, cacao, productos pancoger también se aprecia que el 54,9% de las parcelas de pastos disponen de abundante número de árboles entre los que se destaca frutales (naranja, limón, guayaba) y los maderables (chuncho, laurel, cedro). Se clasificó sus SAF en tres tipos sostenibles con al menos tres rubros principales al menos sostenible con un rubro de producción. Su nivel de escolaridad primario y dentro de los servicios básicos que cuentan es la energía eléctrica y recolección de basura; el nivel de escolaridad que tiene las familias el 65% tienen una formación educativa de secundaria, la atención médica el 70,9% la consideran bueno, el agua que consumen las familias es de pozo así lo ratifica el 54,8%, tanto niños como las mujeres si sufren maltrato familiar con el 35,5% lo menciona, dentro del manejo tecnológico los productores si disponen de asistencia técnica para mejorar los conocimientos en sus predios.
2. El índice general de sostenibilidad (ISG) de los sistemas agroforestales (SAF) está en función a los tipos (I, II, III) de acuerdo con los resultados alcanzados de sostenibilidad en los indicadores: económicos, ecológicos, socioculturales y tecnológicos, alcanzando sostenibilidad los tipos II y III, quedando fuera de este grupo las fincas con tipo I que únicamente disponen de un solo rubro de producción. Dentro de la dimensión económica. Mismos que se evaluaron en función de la productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, equidad y su autodependencia dentro del sistema de producción del café, cacao y ganadería. En lo referente al indicador de la dimensión económica (IK) su principal prioridad es la autosuficiencia alimentaria, dado que el ingreso económico neto mensual que tiene el productor es variable, muchas de las veces son inferior al salario mínimo vital, finalmente se puede mencionar que las tipologías clasificadas en 3 y dos alcanzan una sostenibilidad en la minimización de la erosión valor agregado que tiene mantener una adecuada cobertura vegetal, más aún cuando han implementado la flemingia como abono verde a los sistemas de cultivo.
3. Dentro de los factores fisicoedafoquimáticos que muestran idoneidad para los sistemas de cultivos de café, cacao y ganadería (pastos), resulta que dentro de un SAF tienen un potencial crecimiento con prácticas agroecológicas en las provincias de Sucumbíos y Orellana, además permite mejorar el estado del agroecosistema, es

importante destacar que el cultivo de café robusta, el cacao nacional (fino de aroma), mientras tanto en el rubro ganadería a través del manejo de pastos y forrajes los productores no le dan un manejo adecuado principalmente por el pequeño productor, esto hace que se presente cambios uso del suelo principalmente de bosques primarios. Las variables físico-geográficas se destaca la precipitación anual, temperatura anual y el tipo de suelo, dando como resultados relevantes a las zonas de potencial edáfico aquellas que tienen pendientes menores al 10% principalmente aquellos que están al pie de bosques primarios y/o secundarios ya que presenta mayores concentraciones de nutrientes (N, P, K y Ca).

4. Dentro del impacto del cambio climático sobre la aptitud del SAF en el cultivo de café en la región Amazónica, gracias a su ubicación geográfica este producto (café) es uno de los mejores de Sudamérica y uno de los más demandados en países europeos, una de las variedades de café que es más propenso a plagas y enfermedades es el café Robusta, debido al efecto que tiene el calentamiento global al cultivo de café, se determinó que se reducen espacios geográficos para el cultivo de café, tomando en cuenta que aún son limitados los estudios que se han desarrollado en la Región Amazónica. Dentro de los efectos que tendría el cambio climático a los sistemas agroforestales de café se tomó en cuenta el periodo de (2021 al 2040), con 19 variables bioclimáticas, del cual se midieron escenarios siendo el escenario más favorable el (SSP126) y el menos favorable el (SSP585), dónde el 54% del territorio de la Amazonía ecuatoriana tiene una alta aptitud para la producción de café, mientras tanto el 46% tiene una idoneidad moderada.
5. Dentro de las alternativas agroecológicas resilientes al cambio climático acorde a las estrategias de medios de vida de medianos y pequeños productores de la región Amazónica en las provincias de Sucumbíos y Orellana está el diseño de acuerdo con los estratos de la cobertura vegetal, mismos que deben ser con especies autóctonas de cada región. Dentro del estrato I está el bejuco, sábila y el limoncillo, el estrato II el plátano, yuca, verde, botón de oro y leucahena, finalmente en el estrato III está especies forestales como la Teca, laurel, melina, caoba, cedro, es decir especies de madera dura, semidura y suave y de rápido crecimiento, también hay que destacar algunas leguminosas de uso múltiple como la guaba, uva de monte y el poró.

## RECOMENDACIONES

1. Tomando en cuenta las características naturales que tiene el suelo tropical, (toda la región amazónica) que son pobres en nutrientes además son ácidos, se recomienda crear, aplicar y replicar sistemas de agroecológicos integrales a corto, mediano y largo plazo todo basado en su aptitud agrícola, esto permitirá mejorar las características físico, químicas, biológicas y microbiológicas del suelo tropical, permitiendo así mejorar la productividad y resiliencia a efectos del cambio climático que azota cada vez más fuerte en toda la región, y por ende se fortalecerá la seguridad y soberanía alimentaria, ya que se tendrán mayores ingresos económicos, mejorando la calidad de vida de todos los productores agrícolas y ganaderos.
2. Con la intención de mejorar de forma integral los sistemas de cultivo en los predios de la Región Amazónica Ecuatoriano y por consiguiente el Índice General de Sostenibilidad (IGS), se debe plantear asociados de cultivos esto permitirá optimizar y captar nutrientes, se podrá controlar la proliferación de plagas y enfermedades y como resultado final mejorar la productividad agrícola y ganadero, sabiendo que una diversidad de cultivos genera y/o produce plantas saludables principalmente las de tipo perennes como el café, cacao y pastos, tres rubros que prevalecen en la agricultura de las provincias de Sucumbíos y Orellana principalmente.
3. Se recomienda a líderes comunitarios motivar a sus integrantes a replicar las prácticas agroecológicas que viene desarrollando la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) en convenio con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en toda la región amazónica, con la finalidad aumentar la resiliencia en los predios agrícolas y ganaderos, tomando en cuenta que hay parcelas demostrativas del manejo de sistemas de café, cacao y ganadería (pastos), esto permitirá mejorar el aporte de nutrientes (N, P, K y Ca) como principales elementos de minimizar los efectos que ocasiona el cambio climático.
4. Tomando en cuenta las predicciones que se determinó en el periodo de (2021 al 2040) apenas se tiene el 54% del territorio de la Región Amazónica con alta aptitud de producción de café y el 46% con aptitud media, se recomienda mantener este porcentaje de aptitud, para ello se debe implementar y/o mantener los sistemas agroforestales que a lo largo de 10 años puesta en práctica se ve resultados alentadores, además permitirá disponer de parcelas de producción de café orgánico

que cumpla las exigencias de clientes europeos principalmente a quien son los principales consumidores, mejorando la calidad de vida de los productores.

5. Se recomienda dar continuidad a la asesoría del personal técnico de instituciones públicas como el INIAP, MAGAP a los productores de toda la Región Amazónica, en la producción de café, cacao y ganadería, ya que estos cultivos requieren de técnicas agroecológicas para mejorar su manejo y por ende su producción, aportando para el buen vivir de los productores y consumidores de los diferentes productos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, L., Alturria, L., Fonzar, A., Ceresa, A., & Arnés, E. (2014). Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. *Revista de la facultad de Ciencias Agrarias*, 161- 180.
- Aini, LN; Isnawan, BH; Hanudin, E. 2022. Reevaluación de la idoneidad de la tierra para cultivos frutales en el Merapi posterior a la erupción 2010. Serie de conferencias IOP: Earth and Environmental Science 985(1): 012034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/985/1/012034>
- AEACSV. (2016). *Beneficios de la agricultura de conservación en un entorno de cambio climático*. Córdoba - España.
- Agencia EFE. (21 de Julio de 2016). ¿Puede ser 2016 el año más caliente de la historia? *El Libertador*, pág. 7.
- Aguirre, N., Ojeda, T., & Eguiguren, P. (2010). El cambio climático y la conservación de la biodiversidad en el Ecuador. *Servicios ecosistémicos*.
- Akpoti, K.; Kabobah, AT; Zwart, SJ 2019. Revisión - Análisis de idoneidad de tierras agrícolas: estado del arte y perspectivas para la integración del análisis del cambio climático. *Sistemas Agrícolas* 173: 172-208. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.02.013>
- Alemán, R. (2014). *Estrategia de diversificación de la producción agrícola en la Amazonía Ecuatoriana con la inclusión de hortalizas en sistemas agroecológicos*. Puyo Ecuador.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA*, 5 - 8.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *ecosistemas.*, 3 - 7.
- Altieri, Miguel. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Boulder.
- Altieri; Nicholls. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológica. *Agroecología*, 7 - 21.
- Álvarez, F., Rojas, J., & Suarez, J. C. (2012). Simulación de arreglos agroforestales de cacao como una estrategia de diagnóstico y planificación para productores. *Corpoica. Ciencia y tecnología agropecuaria*, 145 - 150.
- Álvarez, O. (2016). La agricultura en España: El impacto ambiental de la sobreexplotación y nuevas alternativas para la obtención de recursos alimentarios. *Publicaciones didácticas*, 4 - 7.
- Arguello, D.; Chávez, E.; Lauryssen , F.; Vanderschueren , R.; Smolders, E.; Montalvo, D. 2019. Propiedades del suelo y factores agronómicos que afectan las concentraciones

- de cadmio en granos de cacao: una encuesta nacional en Ecuador. *Ciencia del Medio Ambiente Total* 649:120-127. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.292>
- Arias, R., Carpio, T., Herrera, A., & González, R. (2016). Sistema indígena diversificado de cultivos y desarrollo local en la Amazonía Ecuatoriana. *Inca*, 7 - 14.
- Arriaza, M. (2006). *Guía práctica de análisis de datos*. España - Sevilla.
- Arroyo-Rodríguez, V.; Melo, FPL; Martínez-Ramos, M.; Bongers, F.; Chazdon, RL; Meave, JA; Norde, N.; Santos, BA; Leal, IR; Tabarelli, M. 2017. Múltiples vías de sucesión en paisajes tropicales modificados por humanos: nuevos conocimientos de la sucesión forestal, la fragmentación forestal y la investigación en ecología del paisaje. *Revisión biológicas* 92 (1): 326-340. <https://doi.org/10.1111/brv.12231>
- Balzarini, M., Bruno, C., Córdova, M., & Teich, I. (2015). *Herramientas en el análisis estadístico multivariado*. Córdoba - Argentina.
- Banco Mundial. (10 de octubre de 2009b). *Desarrollo y cambio climático*. Obtenido de [www.bancomundial.org](http://www.bancomundial.org)
- Barrios, E.; Valencia, V.; Jonson, M.; Brauman, A.; Hairiah, K; Mortimer, PE Okubo, S. 2018. Contribución de los árboles a la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en paisajes agrícolas. *Revista Internacional de Ciencias de la Biodiversidad Servicios y Gestión de Ecosistemas* 14(1): 1-16 . <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1399167>
- BCE. (2016). Reporte de coyuntura sector agropecuario. Quito.
- Bedaso, NH; Bezabih, M.; Zewdu, T.; Adié, A.; Khan, NA; Jones, CS; Mekonnen, K., Wolde-meskel, E. 2022. Efecto de los aportes de fertilizantes sobre la productividad y la calidad del forraje de pastos nativos en pastizales tropicales degradados. *Revista de Agronomía*, 114(1): 216-227. <https://doi.org/10.1002/agj2.20862>
- Bentrup, G.; Hopwood, J.; Adamson, NL; Vaughan, M. 2019. Sistemas agroforestales templados e insectos polinizadores: una revisión. *Bosques* 10(11): 981. <https://doi.org/10.3390/f10110981>
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J., Somarriba, E., & Jiménez, F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, 80 - 87.
- Best, S., & Zamora, I. (2008). *Tecnologías aplicables en Agricultura de Precisión*. Chile.
- Bravo, C., Haideé, M., Marrero, P., Ruiz, M., Torres, B., Durazno, G., & Changoluisa, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonía Ecuatoriana. *Biagro*, 23- 36.
- Bravo, E. (2007). *Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad*. Ecuador - Quito.

- Breitler , JC; Étienne, H.; Léran , S.; María, L.; Bertrand, B. 2022. Descripción de un ideotipo de café arábica para sistemas de cultivo agroforestal: una guía para mejorar nuevas variedades más resilientes. *Plantas* 11(16): 2133.  
<https://doi.org/10.3390/plants11162133>
- BUEN VIVIR: PLAN NACIONAL. (2013). Buen Vivir Plan Nacional 2013- 2017. Ecuador.
- Bunn, C.; Laderach, P.; Rivera, OO; Kirschke, D. 2015. Una copa amarga: Perfil de cambio climático de la producción mundial de café Arábica y Robusta. *Cambio Climático* 129(1): 89-101. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x>
- Bustamante, T., Espinoza, M., Ruiz, L., Trujillo, J., & Uquillas, J. (1993). *Retas de la Amazonía*. Quito - Ecuador.
- Cabrera-Barona, PF ; Bayón, M.; Durán, G.; Bonilla, A.; Mejía, V. 2020. Generación y mapeo de regiones urbanas amazónicas con enfoque geoespacial. *ISPRS Revista internacional de información geográfica* 9 (7): 453. <https://doi.org/10.3390/ijgi9070453>
- Cadena-Guadarrama, A.; Martínez-Salinas, A.; Aristizabal, N.; Ricketts, TH 2019. Los servicios ecosistémicos de las aves y las abejas para el café en un clima cambiante: una revisión del control y la polinización de la broca del café. *Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente* 280: 53-67. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.011>
- Caicedo, W., Criollo, N., Riera, L., Vera, A., Grijalva, J., Ramos, R., & Congo, C. (2014). Evaluación preliminar de sistemas silvopastoriles como alternativa de la producción ganadera en la Amazonía Ecuatoriana. *Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*, 91 - 97.
- Caicedo-Vargas, C.; Pérez-Neira, D.; Abad-González, J.; Gallar, D. 2022. Evaluación del impacto ambiental y desempeño económico de los sistemas agroforestales de cacao en la región amazónica ecuatoriana: un enfoque de ACV. *Ciencia del Medio Ambiente Total* 849: 157795. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157795>
- Canziani, O., Díaz, S., Campos, M., Carcavallo, R., Cerri,, C., Gay, C., . . . Saizar, a. (2000 ). *Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la*. México.
- Canal , D., & Andrade, H. (2019). Sinergias mitigación - adaptación al cambio climático en sistemas de producción de café (*Coffea arabica*), de Tolima, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 36-46. <https://doi.org/DOI: 10.15517/RBT.V67I1.32537>
- Cardona, V., Sánchez, M., Estrella, N., Macías, A., Sandoval, E., Martínez, T., & Ortiz, C. (2001). Factores que afectan a la producción de cacao (*Theobroma cacao* L) en El Ejido Francisco I Madero del plan Chontalpa Tabasco, México. *Universidad y ciencia*, 93- 99.
- Carrillo, R., Jiménez, J., Ponce, J., Moreira , P., & Merchán, M. (2014). *Guía práctica para calcular costos de producción agrícola para pequeños y medianos productores*. Portoviejo- Ecuador.

- Cañar, M., Andrade, J., & Castillo, D. (2022). Evaluación de captura de carbono en sistemas productivos de café en el departamento de Nariño. *Ciencia y Agricultura*, 19(1), 28 - 44. <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n1.2022.13358>
- Cortés, J., Cortes, A., & Cortés, J. (2019). Características estructurales del sistema de producción con bovinos doble propósito en el trópico húmedo colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 229-239. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023555008.pdf>
- CATIE. (2009). *¿Como podemos mejorar la finca cafetalera en la cuenca?* Managua - Nicaragua.
- CEPAL. (2012). *La economía del cambio climático en el Ecuador*. Chile - Santiago.
- Cerfontaine, B., Panhuysen, S., & Wunderlich, C. (2014). *Sostenibilidad agrícola, kit de herramientas de planificación*. Estados Unidos.
- Céspedes, L. (2016). *Aporte económico, social y ambiental de los sistemas agroforestales (SAF) como parte de la propuesta económica productiva de base agroecológica en el municipio Gonzalo Moreno*. Gonzalo Moreno - Bolivia.
- Chaparro, A. (2014). *Sostenibilidad de la economía campesina en el proceso mercados campesinos*. España.
- Charvet, E. B. (2012). *Análisis comparativo de agricultura orgánica con agricultura convencional*. Ecuador.
- Daniel, O.; Couto, L.; Silva, E.; Pasos, CAM; García, R.; Jucksch, I. 2001. Propuesta de un conjunto mínimo de indicadores biofísicos para monitorear la sustentabilidad en sistemas agroforestales. *CERNE* 7(1): 041-053.
- Díaz-Valderrama, JR; Leiva-Espinoza, ST; Aime, M. 2020. La Historia del Cacao y sus Enfermedades en las Américas. *Fitopatología* 10(10):1604-1619. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-20-0178-RVW>
- dos Santos, HD; Boffo, EF 2021. Café más allá de la taza: Revisión de las técnicas analíticas utilizadas en la investigación de la composición química. *Investigación y tecnología alimentaria europea* 247(4): 749-775. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03679-6>
- Chávez, E.; Wade, J.; Miernicki, EA; Torres, M.; Stanek, EC; Subía, C.; Caicedo, C.; Tinoco, L.; Margenot, AJ 2021. Limitación aparente de nitrógeno en los rendimientos de café Robusta en sistemas agroforestales jóvenes. *Diario de Agronomía* 113(6): 5398-5411. <https://doi.org/10.1002/agj2.20725>
- Chemura, A.; Mudereri, BT; Yalew, AW; Gornott, C. 2021. Cambio climático y potencial de cafés especiales en Etiopía. *Informes científicos* 11(1): 8097. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87647-4>

- 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*. Costa Rica.
- Chuncho, C. (2011). *Análisis de la percepción y medidas de adaptación al cambio climático que implementan en la época seca los productores de leche en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua*. Costa Rica - Turrialba.
- CIAT. (2001). *Medios de vida sostenibles en zonas rurales: plan estratégico del CIAT para el 2001 al 2010*. Cali - Colombia.
- CIAT. (2013). *Estrategia de acción: Región amazónica*.
- Colque, M. T., & Sánchez, V. (2007). *Los gases de efecto invernadero: ¿Porque se produce el calentamiento global?* Lima - Perú.
- CONSTITUCIÓN DEL LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2008). *Constitución Política de la República del Ecuador: Asamblea Constituyente*. Ecuador.
- DANE. (2016). *Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*. Colombia.
- Da Matta, FM; Rahn, E.; Laderach, P.; Ghini, R.; Ramalho, JC 2019. ¿Por qué el cultivo de café podría soportar el cambio climático y el calentamiento global en mayor medida de lo estimado anteriormente? *Cambio Climático* 152(1): 167-178. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2346-4>
- Davis, AP; Gole, TW; Baena, S.; Moat, J. 2012. El impacto del cambio climático en el café arábica indígena (*Coffea arabica*): predicción de tendencias futuras e identificación de prioridades. *PLoS One* 7(11): e47981. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047981>
- De Felipe, J. (09 de noviembre de 2003). Emisiones de gases de efecto invernadero y cambio climático. Obtenido de [www.tdx.cat/bitstream/10803/6734/4/03Jjfb03de13.pdf](http://www.tdx.cat/bitstream/10803/6734/4/03Jjfb03de13.pdf)
- De Melo, E., Villa, C., Astorga, C., Caicedo, C., & Paredes, N. (2014). La agroforestería como pilar sostenible en la RAE - Región Amazónica Ecuatoriana. *Forestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*, 35 - 43.
- Díaz, G. (2001). *Estudio de las Potencialidades Productivas para el Uso del Suelo del Estado de Veracruz*. México.
- Donato, A. (2014). El futuro climático de la Amazonía. Brasil - José dos Campos.
- de Sousa, K .; van Zonneveld, M.; Holmgren, M.; Kindt, R.; Ordoñez, JC 2019. El futuro de la agrosilvicultura de café y cacao en una Mesoamérica más cálida. *Informes científicos* 9(1): 8828. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45491-7>
- dos Santos, HD; Boffo, EF 2021. Café más allá de la taza: técnicas analíticas utilizadas en la investigación de la composición química: una revisión. *Investigación y tecnología alimentaria europea* 247(4): 749-775. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03679-6>

- Duarte, N. (2005). *Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (Coffea arabica) en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras*. Costa Rica - Turrialba.
- Duarte, O. (1990). Tipificación de fincas en la comarca de San Gil, Colombia, con base a una encuesta dinámica. En G. Escobar, & J. Berdagué, *Tipificación de sistemas de producción agrícola* (págs. 181 - 200). Chile.
- EADS. (2018). *Estrategia Andaluza de desarrollo sostenible 2030*. Andalucía.
- ECOPLAN - MAE. (2007). *Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador*. Quito - Ecuador.
- ECPA. (2012). *Sistemas silvopastoriles, una alternativa a la ganadería convencional contribuyendo a la mitigación y adaptación al cambio climático en América Latina*.
- El Universo. (21 de diciembre de 2015). Economía. *Salario básico unificado será de 366 dólares en el año 2016*, pág. 15.
- Elías de Melo, V., Caicedo, C., & Astorga, C. (2014). *Agroforestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*. Joya de los Sachas - Ecuador.
- ESPAC. (2015). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. Quito - Ecuador.
- Espinosa, J., & Ríos, L. (2016). Caracterización de sistemas agroecológicos para el establecimiento de cacao (*Theobroma cacao* L.), en comunidades afrodescendientes del Pacífico Colombiano. *Acta agronómica*, 65(3), 211-217. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15446/acag.v65n3.50714>
- Espejel, A., & Romero, J. (2015). Determinación del uso potencial agrícola mediante modelación geoespacial y análisis multicriterio para la cuenca Mezcala. *Ra Ximhai*, 77 - 95.
- Espinoza, P., Játiva, P., & Suárez, G. (1990). Caracterización de los sistemas de producción agrícola de productores de maíz de la provincia de Bolívar en Ecuador. En G. Escobar, & J. Berdegúe, *Tipificación de sistemas de producción agrícola* (págs. 157 - 166). Santiago de Chile.
- Espinoza, JL; Jara-Alvear, J.; Urdiales, L. 2018. Sostenibilidad de Proyectos de Energías Renovables en la Región Amazónica. En mi. Tyler (Ed.), *Mezcla energética sostenible en entornos frágiles: marcos y perspectivas*, Springer International Publishing, págs. 107-139. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-69399-6\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-69399-6_7)
- Faín, SJ; Quiñones, M.; Álvarez-Berrios, NL; Parés-Ramos, IK; Gould, WA 2018. Cambio climático y café: evaluación de la vulnerabilidad mediante el modelado de la idoneidad climática futura en la isla caribeña de Puerto Rico. *Cambio Climático* 146(1): 175-186. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1949-5>
- FAO - GIZ. (2012). *Herramientas para la adaptación y mitigación del cambio climático en el sector agropecuario*. Italia.

- FAO. (1997). *Zonificación agroecológica*. Italia - Roma.
- FAO. (2001). *Sistemas de producción agropecuaria y pobreza*. Roma.
- FAO. (2002). *Agricultura de conservación: Estudios de casos en América Latina*. Roma.
- FAO. (2009). *Análisis de los sistemas de producción agropecuaria en Manizales*. Colombia.
- FAO. (2010). *El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas*.
- FAO. (2011). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura*. Roma.
- FAO. (2014). *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones y política*. Santiago de Chile.
- FAO. (2014). *La situación demográfica en el mundo, 2014*. Nueva York.
- FAO. (2016). *La alimentación y la agricultura: claves para la ejecución de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Italia.
- FAO. (13 de junio de 2018). *La ganadería y el medio ambiente*. Obtenido de [www.fao.org/livestock-environment/es/](http://www.fao.org/livestock-environment/es/)
- FAO-GIZ. (2012). *Herramientas para la adaptación y mitigación del cambio climático en el sector agropecuario*. Perú - Lima.
- Farfán, F. (2015). *Instrumentos para estimar el porcentaje de sombra en el cafetal*. Manizales - Colombia.
- Fogang , MK; Tientcheu , MLA; Tankou , C.; Ndo , E. 2021. Dinámica espacio -temporal del uso de la tierra en la expansión de los sistemas agroforestales de café en las cuencas de producción de Camerún. *Revista africana de ciencia y tecnología ambiental* 15 (11): 505-518. <https://doi.org/10.5897/AJEST2021.3073>
- Philo, V., Villanueva, C., Astorga, C., Caicedo, C., & Paredes, N. (2014). a agroforestería como pilar de la producción sostenible en la RAE- Región Amazónica. *Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*, 35 - 43.
- FUNDACIÓN NATURA. (1991). *Desarrollo y conservación en la Amazonía ecuatoriana. Perspectivas y propuestas para el año 2000*. Quito.
- FUNDACIÓN NATURA. (1991). *Desarrollo y conservación de la Amazonía Ecuatoriana. Perspectivas y propuestas para el año 2000*. Quito - Ecuador.
- Galindo, L., Alatorre, J., & Reyes , O. (2015). Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú. *El trimestre económico*, 489 - 519.
- Galmés, M. (2011). *Método de muestreo para las encuestas agrícolas*. Montevideo - Uruguay.
- García, A., Romero, J., Barrera, A., Torres, B., & Crescencio, J. (2015). Determinación del uso potencial agrícola mediante modelación geoespacial y análisis multicriterio para la cuenca Balzas Mezcala. *REDIB*, 77 - 95.

- García, A., Romero, J., Barrera, A., Torres, B., & Crescencio, J. (2015). Determinación del uso potencial agrícola mediante modelación geoespacial y análisis multicriterio para la cuenca Balsas Mezcala. *Ra Ximbai*, 77 - 95.
- Garzón, A. (2011). Cambio climático: ¿cómo afecta a la producción ganadera? *Redvet*, 1-8.
- Garret, RD; Camelli, F.; Ferreira, J.; Levy, SA; Valentín, J.; Vieira, I. 2021. Bosques y Desarrollo Sostenible en la Amazonía Brasileña: Historia, Tendencias y Perspectivas Futuras. *Revisión anual de medio ambiente y recursos* 46 (1): 625-652. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-010228>
- Geilfus, F. (2009). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. Costa Rica- San José.
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba - Costa Rica.
- Gómez, C. (2002). Crecimiento económico y desarrollo sostenible. *Universidad de Alcalá*.
- Gomez, D., Rouspard, O., & G. Le Maire. (2015). Modelling the hydrological behaviour of a coffee agroforestry basin in Costa Rica. 350 - 392.
- Gómez, J., & Reig, E. (2013). La sostenibilidad de la agricultura española. España.
- Gómez, LC; Bianchi, F.; Cardoso, IM; Fernández, RB; Filho, EI; Schulte, RP 2020. Los sistemas agroforestales pueden mitigar los impactos del cambio climático en la producción de café: una evaluación espacialmente explícita en Brasil. *Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente* 294: 106858. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106858>
- González, R., Anzúlez, Á., Vera, A., & Riera, L. (2005). *Manual de pastos tropicales para la Amazonía Ecuatoriana*. Ecuador - Joya de los Sachas.
- González, R., Juárez, J., Aceves, L., & Guerrero, A. (2015). Zonificación edafoclimática para el cultivo de *Jatropha curcas* L., en Tabasco, México. *Investigaciones geográficas*, 25 - 37.
- González, H.; Hernández, JR 2016. Zonificación agroecológica del *Coffea arábica* en el municipio Atoyac de Álvarez, Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía* 90: 105-118. <https://doi.org/10.14350/ig.49329>
- Gottret, M. V. (2011). *El enfoque de medio de vida sostenibles: Una estrategia para el diseño e implementación de iniciativas para la reducción de la pobreza*. Costa Rica - Turrialba.
- Goyoso, J., & Iroumé, A. (1991). *Metodología para estimar la fragilidad de terrenos forestales*. Chile - Valdivia.
- GRAIN. (2009). *Cocinando el planeta: Hechos, cifras y propuestas sobre cambio climático y sistema alimentario global*. Barcelona - España.
- Grijalva, J. (2014). *Sistemas silvopastoriles en Amazonía: bases teóricas, barreras y desafíos de la intensificación para contribuir a la reconversión ganadera y la adaptación al cambio climático*. Joya de los Sachas - Ecuador.

- Gris, C.; Bilsborrow, R. 2020. Estabilidad y cambio en el uso de la tierra indígena en la Amazonía ecuatoriana. *Cambio Ambiental Global* 63: 102116. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102116>
- Hameed, A.; Hussain, SA; Suleria, HA 2020. Factores agroecológicos “relacionados con el grano de café” que afectan al café. En J.-M. Mérillon y KG Ramawat (Eds.), *Co-evolución de los metabolitos secundarios*, Springer International Publishing. págs. 641-705). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6_21)
- Hart, R. (1985). *Agroecosistemas: conceptos básicos*. Costa Rica - Turrialba.
- Harrison, DR; Thierfelder , C.; Baudron , F.; Chinwada , P.; Midega , C.; Schaffner , U.; van den Berg , J. 2019. Opciones agroecológicas para el manejo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* JE Smith): Proporcionar soluciones de bajo costo y amigables para los pequeños agricultores para una plaga invasora. *Revista de Gestión Ambiental* 243: 318-330. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011>
- HEIFER. (2006). *Construyendo agroecología en Ecuador*. Ecuador.
- HEIFER. (2014). *La agroecología está presente: mapeo de productores agroecológicos y del estado de la agroecología en la sierra y costa ecuatoriana*. Ecuador - Quito.
- Hernández, A., Borges, Y., Morales, M., & Funes, F. (2011). Reservas de carbono orgánico en suelos ferralíticos rojos. En H. Ríos, D. Vargas, & F. Funes, *Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático* (págs. 45 - 54).
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México.
- HIVOS. (2015). *Café en sistemas agroforestales: doble dividendo para la biodiversidad y los pequeños agricultores en el Perú*. Perú.
- Hijmans, RJ; Cameron, SE; Parra, JL; Jones, PG; Jarvis, A. 2005. Superficies climáticas interpoladas de muy alta resolución para áreas terrestres globales. *Revista Internacional de Climatología* 25 (15): 1965-1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>
- Hindorf , H.; Omondi, CO 2011. Una revisión de las tres principales enfermedades fúngicas de *Coffea arabica* L. en las selvas tropicales de Etiopía y el progreso en el mejoramiento de la resistencia en Kenia. *Diario de Ventaja Investigación* 2(2): 109-120. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2010.08.006>
- Holling, C. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1 24.
- Huera-Lucero, T.; Labrador-Moreno, J.; Blanco-Salas, J.; Ruiz-Téllez, T. 2020. Un Marco para Incorporar Indicadores Biológicos de la Calidad del Suelo en la Evaluación de la Sostenibilidad de los Territorios de la Amazonía Ecuatoriana. *Sostenibilidad* 12(7): 3007 . <https://doi.org/10.3390/su12073007>
- lizuka, M.; Gebreeyesus, M. 2020. 'Descubrimiento' de las exportaciones agrícolas no tradicionales en América Latina: caminos divergentes a través del aprendizaje y la

- innovación. En *Aprendizaje e Innovación en Industrias Basadas en Recursos Naturales*. Routledge.
- Isaac, YO; Borden, KA 2019. Estrategias de adquisición de nutrientes en sistemas agroforestales. *Planta Suelo* 444(1): 1-19. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04232-5>
- ICRAF. (2010). *Sistemas agroforestales*. Perú.
- ILEIA. (2001). *Hacia la sostenibilidad de los monocultivos*.
- INAMHI. (2016). *Análisis climatológico decadal*. Ecuador - Quito.
- INAMHI. (2006). *Climas del Ecuador*. Ecuador - Quito.
- INAMHI. (2016). *Análisis climatológico decadal*. Quito - Ecuador.
- INAMHI. (2018). *Boletín agroclimático decadal*. Quito - Ecuador.
- INEC. (2010). *Resultados del censo de población y vivienda en el Ecuador*. Quito - Ecuador.
- INEC. (2011). *Datos estadísticos agropecuarios*. Quito - Ecuador.
- INEC. (2013). *Módulo ambiental uso de plaguicidas en la agricultura*. Quito - Ecuador.
- INEC. (2014). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC*. Quito - Ecuador.
- INIAP - MAGAP. (2010). *Mejoramiento de la productividad de los sistemas de producción de leche y carne bovina en áreas críticas de la Costa, Sierra y Amazonía Ecuatoriana*. Quito - Ecuador.
- INIAP - PROGRAMA NACIONAL DE FORESTERÍA. (2014). *Pasturas para sistemas silvopastoriles: Alternativas para el desarrollo sostenible de la ganadería en la Amazonía baja del Ecuador*. Quito - Ecuador.
- INIAP. (1981). *INIAP - NAPO 701 Bracharia humidicola: Un nuevo pasto para la región Amazónica Ecuatoriana*. Quito - Ecuador.
- INIAP. (1995). *Control integrado de las principales enfermedades foliares del café en el Ecuador*. Quevedo - Ecuador.
- INIAP. (2012). *Análisis de la cadena de cacao y perspectivas de los mercados para la Amazonía Norte*. Joya de los Sachas - Ecuador.
- INIAP. (2016). *Agroforestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*. Joya de los Sachas - Ecuador.
- INOCAR. (2012). *Información general de la República del Ecuador*. Ecuador - Guayaquil.
- IPCC. (1988). *Intergovernmental panel on climate change*.
- IPCC. (2001). *Cambio climático 2001: impactos, adaptación y vulnerabilidad*.
- IPCC. (2008). *Panel Intergubernamental del Cambio Climático*.
- IPCC. (2014). Anexo II: Glosario. Suiza.
- IPCC. (2014). El quinto reporte de evaluación del IPCC: ¿Que implica para Latinoamérica?

- Jarret, C.; Cummins, I.; Logan-Hines, E. 2017. Adaptación de los sistemas agroforestales indígenas para la gestión integral del paisaje y el desarrollo sostenible de la cadena de suministro en Napo, Ecuador. En F. Montagnini (Ed.), *Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty* Springer International Publishing. págs. 283-309. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-69371-2\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-69371-2_12)
- Jawo, TO; Kyereh, D.; Lojka, B. 2022. El impacto del cambio climático en la producción de café de los pequeños agricultores y sus estrategias de adaptación: una revisión. *Clima y Desarrollo* 0(0): 1-17. <https://doi.org/10.1080/17565529.2022.2057906>
- Jalil, T.; Asad, SA; Jubaib, N.; Baig, A.; Atif, S.; Omar, M.; et al. (2021). Cambio climático y distribución potencial del cultivo de papa ( *Solanum tuberosum* ) en Pakistán usando Maxent. *AIMS Agricultura y Alimentos* 6(2): 663-676. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021039>
- Jimenez, F., Muschler, R., & Kopsell, E. (2001). *Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*. Turrialba - Costa Rica.
- Jiménez, VL 2014. Propuesta Metodológica para el Rediseño de una Red Meteorológica en un Sector de la Región Andina Colombiana. *Publicaciones e Investigación* 8:55-76. <https://doi.org/10.22490/25394088.1281>
- Jiménez, A., & Massa, P. (2015). Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador. *Economía*, XL(40), 117-137. <https://www.redalyc.org/pdf/1956/195648804006.pdf>
- Krupnik , TJ; Timsina , J.; Devkota , KP; Tripathi , BP; Karki , tuberculosis; Urfels , A.; Gaihre , YK; Choudhary , D.; Beshir , AR; Pandey, vicepresidente; Marrón, B.; Gartaula , H.; Shahrin , S., Ghimire , YN 2021- Agronómico , socioeconómico y ambiental Desafíos y oportunidades en la agricultura basada en cereales de Nepal. *agricultura sistemas* \_ En DL Sparks (Ed.), *Avances en Agronomía*, Academic Press. págs. 155-287. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2021.06.004>
- Kuyah , S.; Öborn , I.; Jonsson, M. 2017. Regulación de los servicios ecosistémicos prestados en sistemas agroforestales. En JC Dagar y VP Tewari (Eds.), *Agroforestry: Anecdotal to Modern Science*, Springer. págs. 797-815. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-7650-3\\_33](https://doi.org/10.1007/978-981-10-7650-3_33)
- LA HORA. (14 de febrero de 2014). La productividad de la Amazonía y su aporte al mundo. *El productor*, pág. 8.
- Labrador, J., & Altieri, M. (1994). *Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables*. California.
- Laderach, P.; Ramírez-Villegas, J.; Navarro-Racines, C.; Zelaya, C.; Martínez-Valle, A.; Jarvis, A. 2017. Adaptación al cambio climático de la producción de café en el espacio

- y el tiempo. *Cambio Climático* 141(1): 47-62. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1788-9>
- Lagares, P., & Puerto, J. (2001). Población y muestra. Técnicas de muestreo. España - Sevilla.
- Landero, B., Obando, S., López, N., Vivas, E., Valverde Luis, & Obando, S. (2016). Agricultura sostenible para enfrentar los efectos del cambio climático en Nicaragua. Managua - Nicaragua.
- Landín, R. (1990). Tipificación de cuencas lecheras en Ecuador. En G. Escobar, & J. Berdegué, Tipificación de sistema de producción agrícola (págs. 165 - 179). Santiago de Chile.
- Laudares, SS; Borges, ALC; Ávila, PA; De Oliveira, AL; De Silva, KG; Laudares, DC De A. 2017. La agroforestería como alternativa sostenible para la regularización ambiental de las ocupaciones rurales consolidadas. *CERNE* 23(2): 161-174.
- Lennox, J., Bárcena, A., Prado, A., Beteta, H., & Samaniego, J. (2010). *La economía del cambio climático en Centroamérica síntesis 2010*. México.
- León, T. (2012). *Agroecología: la ciencia de os agroecosistemas - la perspectiva ambiental*. Bogotá - Colombia.
- LIDEMA. (2011). *Medios de vida y cambio climático*. Bolivia - L a Paz.
- Liberto, A.; Ituarte-Lima, C.; Elmqvist, T. 2020. Aprendiendo de la crisis socioecológica para la construcción de resiliencia legal: Dinámicas de múltiples escalas en la epidemia de la roya del café. *Ciencia de la sostenibilidad* 15(2): 485-501. <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00703-x>
- Lozada, T.; de Koning, GH; Marche, R.; Klein, AM; Tschardtke, T. 2007. Recuperación de árboles y dispersión de semillas por aves: comparación de bosques, agroforestería y agroforestería abandonada en la costa de Ecuador. *Perspectivas en ecología vegetal, evolución y sistemática* 8 (3): 131-140. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2006.10.001>
- López, M., Villanueva, C., Hansel, G., & Chi, H. (2011). Evaluación económica y ambiental de fincas diversificadas de café y ganadería en la zona sur de Costa Rica. En C. Villanueva, C. Sepúlveda, & M. Ibrahim, *Manejo agroecológico como ruta para lograr la sostenibilidad de fincas con café y ganadería* (págs. 186 - 199). Costa Rica.
- López, F. (2000). Impactos regionales del cambio climático valoración de la vulnerabilidad. *Papeles de geografía*, 77 - 95.
- López, J. (2010). Manual de sistemas agroforestales para el desarrollo rural sostenible. San Lorenzo - Paraguay.
- López, RS; Calampa, Nueva Jersey; Castillo, EB; Chichiple, YO; Oliva, M. 2017. Microzonificación agroecológica de sistemas agrosilvopastoriles utilizando un modelo de procesamiento basado en SIG en parcelas en la provincia de Bongará,

- Amazonas (Perú). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable* 1(2): 40-50. <https://doi.org/10.25127/aps.20172.361>
- López, S., Maserá, O., & Astier, M. (2001). *Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados*. México.
- Ludeña, C., & Wilk, D. (2013). *Ecuador: mitigación y adaptación al cambio climático*. Ecuador - Quito.
- Mahlknecht, J.; González-Bravo, R.; Loge, FJ 2020. Agua-energía-seguridad alimentaria: Una perspectiva Nexus de la situación actual de América Latina y el Caribe. *Energía* 194: 116824. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116824>
- Marbún, P.; Nasution, Z.; Hanum, H.; Karim, A. 2019. Evaluación de la aptitud de la tierra en plantaciones de café arábica por método paramétrico en el distrito de Lintongnihuta. *Serie de conferencias IOP: Ciencias ambientales y de la tierra* 260(1): 012155. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/260/1/012155>
- Martauli, ED 2018. Análisis de la producción de café en Indonesia. *JASc (Revista de Ciencias de Agronegocios)* 1(2): 112-120. <https://doi.org/10.30596/jasc.v1i2.1962>
- Maskel, G.; Chemura, A.; Nguyen, H.; Gornott, C., Mondal, P. 2021. Integración de datos ópticos y de radar Sentinel para mapear sistemas de producción de café de pequeños propietarios en Vietnam. *Teledetección de Medio Ambiente* 266: 112709. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112709>
- Melese, Y. Y .; Kolech, SA 2021. Café (*Coffea arabica* L.): métodos, objetivos y estrategias futuras de mejoramiento en Etiopía—Revisión. *Sostenibilidad* 13(19): 10814. <https://doi.org/10.3390/su131910814>
- Middendorp , RS; Boever , O.; Rueda, X.; Lambin , EF 2020. Mejorando los medios de vida y los ecosistemas de los pequeños agricultores a través de relaciones comerciales directas: Productores de cacao de alta calidad en Ecuador. *Estrategia y desarrollo empresarial* 3(2): 165-184. <https://doi.org/10.1002/bsd2.86>
- Mkonda , MY 2021. Sostenibilidad agrícola y seguridad alimentaria en zonas agroecológicas de Tanzania. *Springer* pág. 309-334. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-73245-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-73245-5_9)
- Motta-Delgado, PA; Ocaña, HE; Rojas-Vargas, EP; 2019. Indicadores asociados a la sostenibilidad de pastos: Una revisión. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 20(2): 387-430. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num2\\_art:1464](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1464) \_
- MAE. (2011). *Segunda comunicación nacional sobre el cambio climático: Convención marco de la Naciones Unidas sobre el cambio climático*. Ecuador - Quito.
- MAE. (2012). *Línea base de deforestación del ecuador continental*. Quito - Ecuador.
- MAE. (2013). *Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador continental*. Quito - Ecuador.
- MAE. (2013). *Gestión del cambio climático en el Ecuador* . Ecuador - Quuito .

- MAG. (2014). *La agroecología está presente: Mapeo de agricultores agroecológicos y del estado de la agroecología en la sierra y costa ecuatoriana*. Ecuador - Quito.
- MAGAP. (2013). *Estrategia integral de reconversión ganadera en la Amazonía*. Ecuador - Quito.
- MAGAP. (2014). *Zonificación agroecológica económica del cultivo de cacao (Theobroma cacao) en el Ecuador a escala 1:250.000*. Ecuador - Quito.
- MAGAP. (2014). *Zonificación agroecológica económica del cultivo de café (Coffea spp.) en el Ecuador a escala 1:250.000*. Ecuador - Quito.
- Malagón, R., & Prager, M. (2001). *El enfoque de sistemas: una opción para el análisis de las unidades de producción*. Colombia.
- Márquez, M., Valdés, N., Pérez, D., Ferro, E., & Rodríguez, Y. (2009). Consideraciones sobre el papel de los ecosistemas agrícolas en la mitigación del cambio climático. *LEISA*, 14 - 19.
- Márquez, S. (2013). *Riesgo ambiental por uso del clorpirifos en zonas de ganadería de leche y propuesta de conversión agroecológica, en San Pedro de los Milagros, Colombia*. Medellín -Colombia.
- Masera, O., Astier, M., & López, S. (2002). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales*. México.
- Mera, R., Pineda, N., Pomboza, P., Bejarano, C., López, I., Ortiz, P., . . . Carrasco, A. (2018). Prácticas ancestrales en el cultivo de Manihot esculenta en las comunidades indígenas de la Amazonía Ecuatoriana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 124 - 130.
- Messerschmidt, D. (2008). *Evaluating appreciative inquiry as an organizational transformation tool: An assessment from Nepal*. Nepal.
- Ministerio Coordinador de Patrimonio. (2004). *Nacionalidades y pueblos indígenas, y políticas interculturales en Ecuador*. Quito - Ecuador.
- Montagnini, F. (1992). *Sistemas agroforestales*. San José - Costa Rica.
- Montagnini, F. (1992). *Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos*. San José.
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., & Eibl, B. (2015). *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Colombia / Costa Rica.
- Monteverde, C.; De Sales, F.; Jones, C. 2022. Evaluación del desempeño de la CMIP6 en la simulación de precipitaciones en la cuenca del río Amazonas. *Clima* 10(8): 122. <https://doi.org/10.3390/cli10080122>
- Moya, W.; Jácome, G.; Yoo, C. 2017. Tendencias pasadas, actuales y futuras de la langosta roja basada en PCA con el modelo MaxEnt en las Islas Galápagos, Ecuador. *Ecología y Evolución* 7(13): 4881-4890. <https://doi.org/10.1002/ece3.3054>

- Mora, J., Ibrahim, M., & Bianney, M. (2011). *Tipificación de hogares campesinos, con base en indicadores de medios de vida en la zona cafetalera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua*. Costa Rica - Turrialba.
- Morantes, M. (2017). Sistemas de producción ganaderos: Gestión-Tecnología-Eficiencia. *RCFCV, XXVII(5)*, 263-264. <https://www.redalyc.org/journal/959/95953315001/html/>
- Muñoz, A. (2012). *Prácticas agroecológicas para la mitigación del cambio climático*. Municipio. Alberto Arvelo Torrealba - Venezuete.
- Murgueitio, E., Cuartas, C., & Naranjo, J. (2008). *Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo*. Colombia - Cali.
- Murgueitio, E., Ibrahim, M., Molina, C., Molina, C. H., Molina, E., & Molina, J. (2008). *Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo*. Colombia - Cali.
- Murgueitio, E., Xóchitl, M., Calle, Z., Chará, J., & Barahona, R. (2015). Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. En F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola, & B. Eibl, *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* (pág. 59). Cali - Colombia.
- Nair, P. (1984). Soil productivity aspcts of agroforestry. Kenya.
- Nair, KP 2021. Cacao ( *Theobroma cacao* L.). En: KP Nair (Ed.), *Tree Crops: Harvesting Cash from the World's Important Cash Crops*. págs. 153-213. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-62140-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-62140-7_5)
- Navia, J., Restrepo, J., Villada, D., & Ojeda, D. (2003). *Agroforestería: opción tecnológica para el manejo de suelos en zonas de laderas*. Santiago de Cali.
- Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 9- 16.
- Nicholls, C., Henao, A., Altie, & Altieri, M. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 7 - 20.
- Nicholls, C., Ríos, L., & Altieri, M. (2013). *Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático*. Medellín - Colombia.
- Nieto, C., & Caicedo, C. (2012). *Análisis reflexivo sobre el desarrollo agropecuario en la Amazonía Ecuatoriana*. Sacha.
- Nieto, Carlos; Caicedo, Carlos. (2014). Sistemas de producción agropecuarios de la Región Amazónica RAE: análisis reflexivo y propositivo sobre las potencialidades. 25 - 33.
- Nzeyimana, I.; Hartemink, AE; Geissen, V. 2014. Análisis multicriterio basado en SIG para la expansión del café arábica en Ruanda. *PLoS One* 9(10): e107449. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107449>
- NTE INEN 1 898:1996. (1996). Plaguicidas: clasificación toxicológica. Quito - Ecuador.
- Obando, F., Tobasura, I., & Miranda, J. (2011). Evaluación de la calidad del suelo por medio de indicadores locales en sistemas con predominio de café y ganadería en zonas de

- ladera en Colombia. En C. Villanueva, C. Sepúlveda, & M. Ibrahim, *Manejo agroecológico como ruta para lograr la sostenibilidad de fincas con café y ganadería* (págs. 72 - 91). Costa Rica.
- Ochoa-Cueva, P.; Chamba, Y.; Arteaga, J.; Capa, ED 2017. Estimación de Áreas Aptas para el Cultivo de Café Utilizando un Enfoque SIG y Evaluación Multicriterio en Regiones con Escasos Datos. *Ingeniería Aplicada en Agricultura* 33: 841-848. <https://doi.org/10.13031/aea.12354>
- ONF. (2013). *Guía técnica SAF: para la implementación de sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales y maderables*. Costa Rica.
- Ortega, G. (2009). *Agroecología vs. Agricultura Convencional*. Asunción - Paraguay: Base.
- OTCA. (2014). *El cambio climático en la Región Amazónica*. Brasilia - Brasil.
- OTS. (1987). *Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos*. San José de Costa Rica.
- Ovalles, F., Cortés, A., Rodríguez, M., Rey, J., & Cabrera, E. (2008). Variación geográfica en el impacto del cambio climático en el sector agrícola en Venezuela. *Agronomía Tropical*, 37 - 40.
- Pabón, M., Herrera, L., & Sepúlveda, W. (2016). Caracterización socioeconómica y productiva de cultivos de cacao en el departamento de Santander (Colombia). *Revista Mexicana de agronegocios*, 283 - 294.
- Paredes, CO; Ferro, J.; Lozano, P. 2020. Estructura arbórea en el bosque secundario de la Estación Biológica Pindo Mirador, Pastaza, Ecuador. *Arnaldoa* 27(2): 535-552. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.272.27206> .
- Pavlidis , G.; Tsihrintzis , VA 2018. Beneficios ambientales y control de la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por sistemas agroforestales: una revisión. *Agua Recursos y Gestión* 32(1): 1-29. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1805-4>
- Pham, Y.; Reardon-Smith, K.; Mushtaq, S.; Cockfield, G. 2019. El impacto del cambio climático y la variabilidad en la producción de café: una revisión sistemática. *Cambio Climático* 156(4): 609-630. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02538-y>
- Praveen, B.; Sharma, P. 2019. Una revisión de la literatura sobre el cambio climático y sus impactos en la productividad agrícola. *Revista de Asuntos Públicos* 19(4): e1960. <https://doi.org/10.1002/pa.1960>
- Palma, E., & Cruz, J. (2010). *¿Cómo elaborar un plan de finca de manera sencilla?* Turrialba - Costa Rica.
- Palomeque, E. (2009). *Sistemas agroforestales*. Chiapas - México.
- Parada, S., Rodríguez, K., & Namdar, M. (2016). Las mujeres en la agricultura familiar. En FAO.

- Paredes, N., & Subía, C. (2014). Valoración de los servicios ambientales en fincas diversificadas con sistemas agroforestales de alto impacto. *Agroforestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*, 75 - 87.
- Pazniño, E. (2013). *Cuaderno para la interculturalidad*. Quito.
- PDOTMFO. (2018). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial municipal de Francisco de Orellana 2014- 2019*. Francisco de Orellana - Orellana.
- Pengue, W. (2005). *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina ¿La transgénesis de un continente?* México.
- Peralta, SLP; Aguilar, HR 2018 Aporte del sector agropecuario a la economía del Ecuador. Análisis crítico de su evolución en el período de dolarización. Años 2000 – 2016. *Revista Espacios* 39(32): 11.
- Pereira, C., Maycotte, C., Restrepo, B., Francesco, M., Calle, A., & Esther, M. J. (2011). *Sistemas agroforestales*. Colombia.
- Pérez, E., & Geissert, D. (2006). Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: caso café (*Coffea arabica* L.) - palma comedor (*chamaedorea elegans* Mart). *Interciencia*, 556 - 562.
- Petit, J., & Uribe, G. (2006). Unidad modelo de enseñanza y transferencia de tecnología en conuco (agricultura migratoria): una propuesta. *Revista forestal venezolana*, 85 -91.
- PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR. (2013 - 2017). *Buen vivir plan nacional 2013 - 2017 todo el mundo mejor*. Ecuador.
- PNDU. (2015). *Panorama general: informe sobre Desarrollo Humano 2015*. York, NY - Estados Unidos.
- PNUD. (2006). *Pobreza y cambio climático: reduciendo la vulnerabilidad de los pobres a través de la adaptación*. EE-UU - Washintong: Banco Mundial.
- PNUD. (2008). *Informe sobre desarrollo humano 2007 - 2008. La lucha sobre el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido*.
- PNUD. (2015). *Panorama general: Informe sobre desarrollo humano 2015*. Nueva York, NY - EE.UU.
- PNUMA. (2008). *La biodiversidad y la agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. Canadá.
- PODOTS. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Sucumbíos*. Lago Agrio - Ecuador.
- Primavesi, A. (2002). *Manejo ecológico del suelo tropical*. Santa Fé de Bogota.
- PRO ECUADOR. (2013). *Análisis del sector cacao y elaborados*. Quito - Ecuador.
- PRO ECUADOR. (2013). *Análisis sectorial de café*. Quito - Ecuador.
- Quesada, C., Lloyd, J., Anderson, L., & Fyllas, N. (2011). Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR. *Biogeosciences*, 1415- 1440.

- Quiroz, U. (2012). *Impactos del cambio climático sobre la aptitud para el café (Coffea arabica) y el cacao (Theobroma cacao) en el soconusco, chiapas*. Mexico.
- Ramírez, Á., Seré, C., & Uquillas, J. (1993). *Impacto socioeconómico de sistemas agroforestales en la región amazónica del Ecuador*. Quito- Ecuador.
- Rahn, E.; Vaast, P.; Laderach, P.; van Asten, P.; Jassogne, L.; Ghazoul, J. 2018. Explorando las estrategias de adaptación de la producción de café al cambio climático usando un modelo basado en procesos. *Modelado Ecológico* 371: 76-89. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.01.009>
- RED AGRARIA. (2010). *Ley orgánica de tierras y territorios: Ruta por la tierra y la soberanía por un Ecuador sin hambre*. Quito - Ecuador.
- Redclift, M., & Woodgate, G. (2002). *Sociología del medio ambiente: Una perspectiva internacional*. Madrid - España.
- Reijntjes, C., & Haverkort, B. (1992). *Farming for the future*. London: MacMillan Press. London.
- Repidel, B., Alline, C., Cerdán, C., Meylan, L., Virginio, E., & Avelino, J. (2015). Efectos ecológicos y productivos del asocio de árboles de sombra con café en sistemas agroforestales. En F. Montagnini, E. Somarriba, H. Fassola, E. Murgueitio, & B. Eibl, *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* (págs. 5 - 20). Cali - Colombia.
- Restrepo, J., Angel, D., & Prager, M. (2000). *Agroecología*. República Dominicana.
- Rigal, C.; Xu, J.; Abrazo.; Qiu, M.; Vaast, P. 2020. Producción de café durante el período de transición del monocultivo a los sistemas agroforestales en condiciones de crecimiento casi óptimas, en la provincia de Yunnan. *Sistemas Agrícolas* 177: 102696. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102696>
- Ríos, H., Vargas, D., & Funes, F. (2011). *Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático*. Cuba.
- Rivas, D. (2005). *Sistemas agroforestales 1*. Chile.
- Robaina, N. (2017). *Estudio de la biota edáfica en el cultivo de café (Coffea arabica L.) bajo sistemas convencionales y en transición, para un diseño de producción agroecológica en el municipio de Andes, Colombia*. Colombia.
- Rodríguez, F., Acosta, B., Rojas, C., & Calle, C. (1991). Los suelos de la región amazónica según unidades fisiográficas. *Folia Amazónica IAPP*, 7 - 20.
- Sachs, W. (2002). Desarrollo sostenible. En M. Redclift, & G. Woodgate, *Sociología del medio ambiente: una perspectiva internacional* (pág. 6374). Madrid- España: Mc Graw Hill.
- SAGARPA. (2012). *Sistemas agroforestales*. México.
- Santos, AJ; Graça, LR, Carmo, APC 2000. Viabilidad económica del sistema agroforestal café – grevillea en el norte del estado de Paraná. *CERNE* 6(1): 089-100.

- Sandabunga, RM; Omar, A.; Millang, S.; Bachtiar, B.; Paembonan, S.; Restu, M.; Larekeng, SH 2019. Cumplimiento de la tierra de la evaluación de los componentes del compilador agroforestal en el subdistrito de Pangli, distrito de Desean, regencia de North Toraja. Serie de conferencias IOP: Ciencias ambientales y de la tierra 343(1); 012053. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/343/1/012053>
- Salinas, J. A. (2009). Aplicación del modelo de sistemas de producción y medios de vida a un caso rural del departamento de Risaralda. *Luna Azul*, 68-85.
- Sarandón, S., Flores, C., Gargoloff, A., & Blandi, M. L. (2014). Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En S. Sarandón, & C. Flores, *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (págs. 374 - 410). La Plata - Argentina.
- Sarandón, S., Zuluaga, S. M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L., & Negrete, E. (2008). Evolución en la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 20 - 28.
- Sarvina, Y.; Junio, T.; Sutjahjo, SH; Nurmalina, R.; Surmaini, E. 2022. Idoneidad climática para el café Robusta en West Lampung bajo el cambio climático. Serie de conferencias IOP: Ciencias ambientales y de la tierra 950(1): 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/950/1/012019>
- Saravia-Matus, SL; Rodríguez, AG; Saravia, JA 2020. Determinantes de la producción de cacao orgánico certificado: Evidencias de la provincia del Guayas, Ecuador. *Agricultura Orgánica* 10(1):23-34. <https://doi.org/10.1007/s13165-019-00248-4>
- Saynes , V., Etchevers, J., Paz, F., & Alvarado, L. (2015). Emisiones de gas de efecto invernadero en sistemas agrícolas en México. *Terra Latinoamericana*, 83 .96.
- Shrestha, BM; Chang, SX; Bork, EW; Carlyle, CN 2018. La plantación de enriquecimiento y las modificaciones del suelo mejoran la captura de carbono y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero en los sistemas agroforestales: una revisión. *Bosques* 9(6): 369. <https://doi.org/10.3390/f9060369>
- Sebatta, C.; Mugisha, J.; Bagamba, F.; Nuppenau, EA; Domptail, SE; Kowalski, B y col. 2019. Caminos hacia la intensificación sostenible de los agroecosistemas de café y banano en la región del Monte Elgon. *Cogent Food and Agriculture* 5(1): 1611051. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1611051>
- SENPLADES. (2012). *Procedimiento metodológico para la caracterización de los sistemas de producción del agro*. Quito - Ecuador.
- SENPLADES. (2014). Ficha de cifras generales: Indicadores económicos. Quito - Ecuador.
- Sepúlveda, WS; Ureta, I.; Mendoza, C.; Chekmam, L. 2018. Agricultores ecuatorianos frente a etiquetas de calidad en la producción de café y cacao. *Revista de marketing*

- internacional de alimentos y agronegocios 30 (3): 276-290.  
<https://doi.org/10.1080/08974438.2017.1413612>
- Shinbrot, XA ; Jones, KW, Rivera-Castañeda, A.; López-Báez, W.; Ojima, DS 2019. Adopción de estrategias de adaptación relacionadas con el clima por parte de pequeños agricultores: la importancia del contexto de vulnerabilidad, los activos de los medios de subsistencia y las percepciones climáticas. *Gestión Ambiental* 63(5): 583-595.  
<https://doi.org/10.1007/s00267-019-01152-z>
- Sevilla, E., & Woodgate, G. (2002). Desarrollo rural sostenible: la agricultura industrial a la agroecología. En R. Michael, *Sociología del medio ambiente una perspectiva internacional* (págs. 77 - 96). España.
- Silva, CS Da, Pereira, MG; Delgado, RC; Silva, EV Da. 2016. Espacialización de los atributos químicos y físicos del suelo en un sistema agroforestal, Seropédica , Brasil. *CERNE* 22(4): 407-414.
- Silva, CS Da, Pereira, MG; Delgado, RC; Assunção , SA 2017. Espacialización de fracciones de materia orgánica en suelo en un sistema agroforestal en la Mata Atlántica, Brasil. *CERNE* 23(2): 249-256.
- Singh, K.; Sanderson, T.; Campo, D.; Fidelis, C.; Yinil , D. 2019. Seguridad del suelo para desarrollar y sostener la producción de cacao en Papúa Nueva Guinea. *Geoderma Regional* 17: e00212. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2019.e00212>
- SGR. (2015). Probabilidad de inundación por lluvias extremas. Quito - Ecuador.
- Shugart, HH; Wang, B.; Fisher, R.; Ma, J.; Colmillio, J.; Yan, X. et al. 2018. Modelos de brechas y sus parientes basados en individuos en la evaluación de las consecuencias del cambio global. *Cartas de investigación ambiental* 13(3): 033001.  
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaaacc>
- Smith, E.; Gassner, A.; Agaba, G.; Nansamba, R.; Sinclair, F. 2019. La utilidad de la clasificación de los atributos de los árboles por parte de los agricultores para seleccionar árboles acompañantes en los sistemas de producción de café. *Sistemas Agroforestales* 93(4): 1469-1483. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0257-z>
- Staton , T.; Walters, RJ; Smith, J.; Girling, RD 2019. Evaluación de los efectos de la integración de árboles en sistemas cultivables templados sobre el control de plagas y la polinización. *Agrícola Sistemas* 176: e.102676.  
<https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102676>
- SOCLA. (2014). *Diseños agroecológicos: para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas*. Medellín.
- Soto, F., Tejada, T., & Hernández, A. (2001). Metodología para zonificación agroecológica de *caffea arabica* L en Cuba. *Cultivos tropicales*, 51 - 53.
- Sotomayor, I. (1993). *Enfermedades del cafeto*. In *Sotomayor*. Quevedo - Ecuador.

- Suárez, G., Bacallao, R., Soto, F., & Caballero, A. (2013). Bases para la zonificación agroecológica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*, Lin) por medio del criterio de expertos. *Cultivos tropicales*, 30 -37.
- Suárez, LR; Suárez, JC; Casanovés , F.; Ngo , MA 2021. Los sistemas agroforestales de cacao mejoran la fertilidad del suelo: Comparación de las propiedades del suelo entre bosques, sistemas agroforestales de cacao y pastos en la Amazonía colombiana. *Agricultura, Ecosistema y Medio Ambiente* 314: e. 107349. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107349>
- Suquilanda, M. (2008). *El deterioro de los suelos en el Ecuador y la producción agrícola*. Ecuador - Quito.
- Tavares, P. de S.; Giarolla, A.; Chou, Carolina del Sur; Silva, AJ de P.; Lyra, A. de A. 2018. Impacto del cambio climático en el rendimiento potencial del café Arábica en el sureste de Brasil. *Cambio Ambiental Regional* 18(3): 873-883. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1236-z>
- Toledo, V. (2010). La agroecología en Latinoamérica: tres revoluciones, una misma transformación. *Agricultura sostenible*, 22- 40.
- Torres, J., & Gómez, A. (2008). *Adaptación al cambio climático: de los fríos y los calores en los Andes*.
- TULAS. (2003). *Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental*. Quito Ecuador.
- Ureña, M. (2017). *Manual de medios de vida*. Bogotá - Colombia.
- Uribe, F., Zuluaga, A., Valencia, L., Murgueitio, E., & Ochoa, L. (2011). *Buenas prácticas ganaderas*. Bogotá.
- Vaca, LA; Velázquez, IR; Ponce, W. 2018. El sistema agroforestal cafetalero. Su importancia para la seguridad agroalimentaria y nutricional en el Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* 6(1): 116-129.
- Vargas, Y., Jaramillo, P., Sánchez, M., & Sotomayor, D. (2014). Valoración socio productiva de fincas diversificadas con sistemas agroforestales de alto impacto. *Agroforestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*, 59 - 70.
- Vargas , A., López , J., & Alvarado , Á. (2021). Sostenibilidad Ambiental y manejo de residuos en sistemas de producción de cacao en el suroriente de Boyacá-Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 8(3), 47-61. <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/01228420.v18.n3.2021.12896>
- Vázquez, L., & Martínez, H. (2015). Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. *Agroecología*, 33 -47.
- Vázquez, L. (2013). *Manual agroecológico de plagas*. Cuba.

- Vázquez, L. L. (2011). Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. En H. Ríos, D. Vargas, & F. Funes, *Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático* (págs. 75 - 101). Cuba.
- Vera, M. (2015). Datos de estaciones de medición de superficie. España.
- Vera, j., Álvarez, M., & Ibàñez, A. (2021). Sistema de producción de la almendra y del cacao: Una caracterización necesaria. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(3), 371 - 387. <https://www.redalyc.org/journal/280/28068276029/28068276029.pdf>
- Veldkamp, E.; Schmidt, M.; Poderes, JS; Corre, MD 2020. Impactos de la deforestación y la reforestación en los suelos del trópico. *Naturaleza Revisa Earth & Environment* 1(11): 590-605. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0091-5>
- Viera, W. 2018. Caracterización y rol de los frutales amazónicos en fincas familiares en las provincias de Sucumbíos y Orellana (Ecuador). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 19(3): 485-499.
- Villacís, A.; Alwang, J.; Barrera, V. 2022. Cadenas de valor del cacao y atributos de credibilidad: Lecciones de Ecuador. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies* 12(4): 549-566. <https://doi.org/10.1108/JADEE-10-2021-0267>
- Virginio, E., & Caicedo, C. (2014). Aporte de la construcción del desarrollo agroforestal sostenible en la Amazonía Ecuatoriana: Proyecto AFAM-CATIE-INIAP. *Agroforestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*, 9 - 23.
- Virginio, E., & Barrios, M. (2015). *Ensayos de sistemas agroforestales con café: eficiencias ecológicas para producción sostenible del café en Centroamérica*. Turrialba - Costa Rica.
- Virginio, E., & Caicedo, C. (2014). Agroforestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. En *Aporte a la construcción del desarrollo agroforestal sostenible de la Amazonía Ecuatoriana* (págs. 9 - 23). Joya de los Sachas- Ecuador.
- Virginio, E., Villanueva, C., Astorga, C., Caicedo, C., & Paredes, N. (2014). La agroforestería como pilar de la producción sostenible en la RAE. En E. Virginio, C. Caicedo, & C. Astorga.
- Virginio, F. (2011). Principios generales y modelo valorativo de vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático en fincas cafetaleras. *Ambientico*, 2 - 11.
- Viteri, O. (2013). Evaluación de la sostenibilidad de los cultivos de café y cacao en las provincias de Orellana y Sucumbíos – Ecuador. España - Barcelona.
- Viteri, O.; Ramos-Martín, J.; Lomas, PL 2018. Evaluación de la sostenibilidad de los medios de vida de los productores de café y cacao en la región amazónica de Ecuador utilizando tipos de hogar. *Diario de Estudios Rurales* 62:1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.06.004>

- Vizuete, M. (2016). Talleres, visitas de campo a productores de las provincias de Sucumbíos y Orellana. Ecuador.
- Volsi, B.; Telles, TS; Caldarelli, CE; Camara, M. 2019. La dinámica de la producción de café en Brasil. PLoS One 14(7): e0219742. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219742>
- Wu, Y .; Miao, C.; Sol, Y.; Agha Kouchak, A.; Shen, C.; Fan, X. 2021. Observaciones globales y simulaciones CMIP6 de extremos compuestos de temperatura y precipitación mensuales. GeoSalud 5(5): e2021GH000390. <https://doi.org/10.1029/2021GH000390>
- Yucailla, A., Rosero, P. A., & Nacaza, O. P. (2017). Comportamiento productivo de vacas Brown meztizas con alimentación de Sachapalmiste en la Amazonía Ecuatoriana. Redvet, 1 - 8.
- Zambrano-Flores, FG, Loor-Solorzano, RG, Plaza-Avellán, LF, Jaimez-Arellano, RE, Guerrero-Castillo, HE, Casanova-Mendoza, TD et al. 2018. Relación entre productividad y calidad integral del grano en selecciones avanzadas de café Robusta (*Coffea canephora*) en Ecuador. Agrocienca 52(4): 593-607.
- Zhang, S.; Liu, X.; Wang, X.; Gao, Y.; Yang, Q. 2021. Evaluación de la adaptabilidad ecológica del café utilizando Fuzzy, AHP y GIS en la provincia de Yunnan, China. Revista árabe de geociencias 14(14): 1366. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07795-9>
- Zuluaga, A. F., Giraldo, C., & Chará, J. D. (2011). *Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad*. Colombia - Bogotá.

## ANEXOS

### Anexo 1: Levantamiento de información (primaria)



#### ENCUESTAS PARA DETERMINAR:

**“EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ, CACAO Y GANADERÍA EN LAS PROVINCIAS DE SUCUMBÍOS Y ORELLANA DEL ECUADOR EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO”**

**Nombre del productor:**

**Fecha:**

**IDENTIFICACIÓN.**

**LOCALIZACIÓN:**

**Provincia: Cantón:**

**Parroquia:**

Tipo de informante (señale una X)

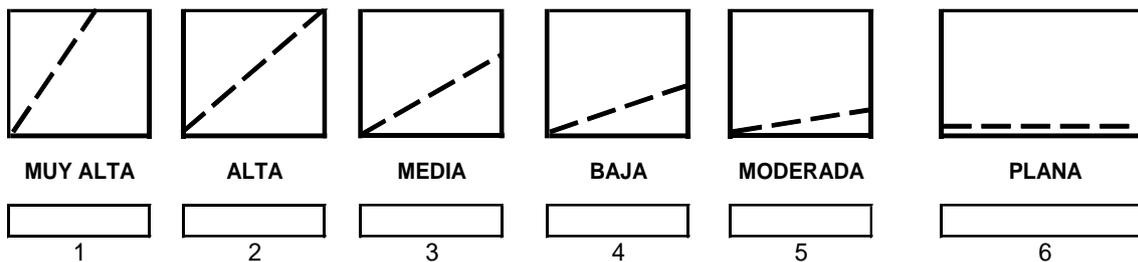
Propietario	
Gerente	
Administrador	
Asistente Técnico	
Otro. ¿Cuál?	

#### GENERALIDADES.

Área total de la finca	
Área de producción de cacao	
Área de producción de café	
Área de producción ganadera	
Año de inicio de labores en la finca	
Año de inicio de cultivo de cacao	
Año de inicio de cultivo de café	
Año de inicio en la actividad ganadera	

#### Topografía de la Finca:

1. El porcentaje promedio de pendiente que tiene su finca es: (Marque una X)
--



2. Las vías de acceso para llegar a su finca son: (marque una X).

Primer orden (asfaltado – pavimentado)	
Segundo orden (lastrado)	
Tercer orden (camino de herradura)	

3. Cuenta con los servicios básicos necesarios: Si o No (Marque una X):

SERVICIO BÁSICO	Si	No
Agua de consumo humano es de:		
Río		
Pozo		
Agua de lluvia		
Agua entubada (potable)		
Acueducto		
Energía eléctrica		
Alcantarillado		
Pozo séptico		
Laguna de oxidación		
Disposición final de basuras se les da:	<b>Sí</b>	<b>No</b>
Manejo		

Vivienda	Buena	Regular	Mala

Preparación de alimentos

Gas		Leña		Electricidad		Biogás		Carbón	
-----	--	------	--	--------------	--	--------	--	--------	--

**ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.**

4. Producción quintales / año – promedio

Año	Producción de café	Año	Producción de cacao

--	--	--	--

5. Costo beneficio

**CULTIVO DE CAFÉ**

Tipo de Insumo	Nombre del producto	Cantidad año	Precio Unidad	Veces por año
Abono químico				
Abono orgánico				
Insecticida químico				
Herbicida				
Nematicida				
Abono foliare químico				
Abonos foliares orgánico				
Producto botánico				
Encalado				
Gasolina para guadaña				

**CULTIVO DE CACAO**

Tipo de Insumo	Producto	Cantidad año	Precio Unidad	Veces por año
Abono químico				
Abono orgánico				
Insecticida químico				
Herbicida				
Nematicida				
Abono foliar químico				
Abono foliar orgánico				
Producto botánico				
Encalado				
Gasolina para guadaña				

**CULTIVO DE GANADERÍA**

Tipo de Insumo	Producto	Cantidad año	Precio Unidad	Veces por año
Abono químico				
Abono orgánico				
Insecticida químico				
Herbicida				
Nematicida				
Abono foliar químico				
Abonos foliares orgánico				
Producto botánico				
Encalado				
Gasolina para guadaña				

**MANO DE OBRA.**

6. Mano de obra familiar – mano de obra contratada (Sistema agroforestal de café)				
Actividad	Tipo de mano de Obra		Nº Jornales	Costo Total
	Familiar	Contratada		
Chapias y limpiezas				
Aplicación de herbicidas				
Aplicación de pesticidas				
Prepra. de aboneras orgánicas				
Aplicación de abono o fertilizante				
Siembra de café				
Siembra de árboles				
Siembra de cultivos asociados				
Regulación de sombra				
Poda total				
Poda sanitaria/selectiva				
Deshija				
Colecta de frutos				
Producción de viveros				
<b>COSTO TOTAL</b>				

7. Mano de obra para el sistema agroforestal de cacao				
Actividad	Tipo de mano de Obra		Nº Jornales	Costo Total
	Familiar	Contratada		
Chapias y limpiezas				
Aplicación de herbicidas				
Aplicación de pesticidas				
Prepa. de aboneras orgánicas				
Aplicación (abono o fertilizante)				
Siembra de cacao				
Siembra de árboles				
Siembra de cultivos asociados				
Regulación de sombra				
Poda total				
Poda sanitaria/selectiva				
Deshija				
Colecta de frutos				
Producción de viveros				
<b>COSTO TOTAL</b>				

8. Mano de obra para el sistema agroforestal de ganadería				
Actividad	Tipo de mano de Obra		Nº Jornales	Costo Total
	Familiar	Contratada		
Chapias y limpieza (potreros)				
Manejo de árboles (potreros)				

Aplicación de herbicidas				
Aplicación de pesticidas				
Prep. de abono orgánico				
Aplicación (abono- fertilizante)				
Establecimiento de pastos				
Establecimiento de cercas				
Manejo de cercas (reparación)				
Podas de cercas vivas				
Ordeño de ganado				
Alimentación del ganado				
Alimentación de animales menores (pollos, cerdos, etc.)				
Manejo de ganado				
Persona fija hace las labores				
<b>COSTO TOTAL</b>				

9. Evaluación al acceso al mercado de la producción de café - cacao

Atributo	Calificación	Marque	índices	índices
1.- Precio muy poco satisfactorio. 2.- Poca disponibilidad de mercado, venta en la fina de café mojado	Muy malo			2 - 1
1.- Precio poco satisfactorio. 2.- Venta en la finca de café pergamino seco	Malo			4 - 3
1.- Precio satisfactorio. 2.- Venta en la finca y en el mercado local, café pergamino seco	Regular			6 - 4
1.- Precio más que satisfactorio. 2.- Venta en la finca, mercado local, regional y exportación	Bueno			8 - 7
1.- Precio más que satisfactorio. 2.- Mercado de exportación	Muy bueno			10 - 9

10. ¿Cuántas veces / año tiene contacto con agentes de asistencia técnica	
11. ¿A cuántas organizaciones pertenece usted?	

**ASPECTOS SOCIALES.**

ASPECTO SOCIAL		Si	No
12. ¿Existe división del trabajo por cultivos?			
¿Quién se ocupa en cada caso de las actividades en la finca			
Padre			
Madre			
Hijo (a)			
Otro integrante			

<b>ASPECTO SOCIAL.</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
13. ¿Pertenece a alguna asociación?		
A qué asociación pertenece		
Qué tiempo lleva de vinculación (años)		
Qué actividades ha desarrollado con la asociación		
Compras de insumos		
Venta de productos		
Transformación de productos		
Capacitación		
Créditos		
14. ¿Participación con la colectividad?	<b>Sí</b>	<b>No</b>
¿Participa en actividades para beneficio de la comunidad?		
¿Participa en mingas?		
¿De las siguientes organizaciones cuál considera que es la más importante de su comunidad?		
¿Junta Parroquial?		
¿Asociación de productores?		
¿Asociación de padres de familia?		
¿Cooperativa a la que pertenece?		
¿Grupo de oración?		
	<b>Sí</b>	<b>No</b>
15. ¿Dentro de sus hijos cuenta con niños?		
¿Quién se ocupa con el cuidado de los niños?		
Padres		
Hermanos		
Abuelos		
Otro familiar		
Vecino		
16. ¿Los niños asisten a la escuela o colegio?	<b>Sí</b>	<b>No</b>
Urbana		
Rural		
17. ¿En cuáles de las siguientes actividades participa los adolescentes?		
Actividades domésticas de casa		
Siembra		
Riego		
Cosecha		
Alimentación de los animales		
Cuidado de los animales		
Transformación de alimentos		
Ventas		
18. ¿En qué actividades participa mujeres en la finca?		
Actividades domésticas de casa		
Siembra		
Riego		
Cosecha		
Alimentación de animales		
Cuidado de animales		
Transformación de alimentos		
Elaboración de artesanías		
19. ¿Quién administra el dinero en la finca?		
Padre		
Madre		
Abuelo		
Abuela		
Hijo		

20. ¿Qué persona, grupo o entidad ha influido en la aplicación de prácticas o implementación de herramientas, infraestructura o equipos en su finca?	
Padres	
Vecinos	
MAGAP	
INIAP	
Universidades	
Asociación de productores	
21. ¿Con que servicio de salud cuenta?	
IESS	
Seguro Campesino	
Hospital público	
Hospital o clínica privada	
22. ¿Usted y su familia son oriundos de la región?	
¿De qué región provienen?	
Abuelos	
Padre	
Madre	
Hijos	
Otros miembros de la familia que viven con usted	
23. ¿Cuáles de las siguientes formas de violencia considera que se presentan en su comunidad?	
Maltrato de la mujer	
Maltrato de los niños	
Maltrato de los animales	
Asesinatos	
Robos	
Tala de bosques y contaminación de fuentes de agua	
24. ¿Qué momento considera que es importante para compartir experiencias y otros asuntos con sus vecinos y amigos?	
Día de mercado	
Reunión de padres de familia	
Reunión de junta parroquial	
Reunión de productores	
En la tienda	
En la iglesia (antes o después de las celebraciones)	
25. ¿Qué actividades de esparcimiento?	

26. Potencial de consenso social, el nivel de relación entre productores (escala percepción)

Características	Índice	Marque	Calificación
Hay intercambio de información suficiente	3		<b>BUENA</b> Puntos 9 - 7
La organización de productores es muy buena	3		
No hay conflicto de interés entre los productores de café	3		
Hay intercambio de información pero puede mejorar	2		<b>REGULAR</b> Puntos 6 - 3
La organización de productores es buena, pero debe mejorar	2		
Hay poco conflicto de interés entre los productores de café/cacao	2		
Hay muy poco intercambio de información	1		<b>MALA</b> Puntos 2-1
La organización de productores es insuficiente	1		
No hay intercambio de información	0		<b>NO HAY</b> Puntos 0
No hay organización de productores	0		

Hay muchos conflictos de interés entre los productores de café / cacao	0		
--	---	--	--

27. Indicador institucional: Cómo ve el apoyo de los GAD municipales, parroquiales, agencias de extensión para la producción y comercialización de café- cacao (escala percepción )			
Características	Índice	Marque (X)	Calificación
El apoyo de los Gobiernos municipales y/o parroquiales es suficiente	3		<b>BUENA</b> Puntos 12 - 9
EL apoyo de las agencias de extensión es suficiente	3		
La opinión de los productores es tomada en cuenta en las deliberaciones de la municipalidad o parroquiales	3		
No hay conflictos de interés entre las organizaciones de café, cacao y ganadería	3		
El apoyo de los gobiernos municipales y/o parroquiales es insuficiente	2		<b>REGULAR</b> Puntos 8 - 5
El apoyo de las agencias de extensión es insuficiente	2		
La opinión de los productores es poco tomada en cuenta en las deliberaciones de la municipalidad	2		
Hay conflictos de interés entre las organizaciones de café, cacao y ganadería.	2		
No hay apoyo de los Gobiernos municipales y/o parroquiales	1		<b>MALA</b> Puntos 4 - 1
No hay apoyo de las agencias de extensión	1		
La opinión de los productores NO es tomada en cuenta en la deliberación de la municipalidad	1		
Hay muchos conflictos de interés entre las organizaciones de café, cacao y ganadería.	1		

28. Grado de satisfacción (escala percepción)				
Características	Grado de satisfacción	Índice	Marque	Calificación
Tiene necesidades de alimentación	Satisfactoria	3		<b>BUENA</b> Puntos 12 - 9
	Regularmente satisfactoria	2		
	Insatisfactoria	1		
Tiene acceso a salud	Satisfactoria	3		<b>REGULAR</b> Puntos 8 - 5
	Regularmente satisfactoria	2		
	Insatisfactoria	1		
Tiene acceso de educación para los niños	Satisfactoria	3		<b>MALA</b> Puntos 4 - 1
	Regularmente satisfactoria	2		
	Insatisfactoria	1		
La infraestructura (carretera, luz, agua)	Satisfactoria	3		<b>MALA</b> Puntos 4 - 1
	Regularmente satisfactoria	2		
	Insatisfactoria	1		

### PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO DE CRÉDITO.

Durante el último año.	Sí	No
------------------------	----	----

29. Usted u otro miembro de su hogar recibió un crédito para: actividades agropecuarias, negocios gastos del hogar (consumo) o gastos imprevistos			
Código	Nombre de la institución	Si / No	Monto
1	Formal regulada (banco estatal, banco privado, cooperativa u otra institución)		
2	Formales no reguladas (cooperativa de productores, banco comunal, caja rural, grupo solidario, ONG o proyecto)		
3	Crédito de fuentes informales (tienda de insumos agrícolas, otra tienda, chulco)		
4	Familiar o amigo		
5	Otra institución formal regulada		

### FUENTES DE CRÉDITO EN EL ÚLTIMO AÑO.

30. ¿Qué tipo de institución que le brindó el préstamo?	Sí	No
Si usted recibe crédito de la cooperativa ¿considera que el monto fue suficiente?		
A su criterio ¿el trámite para solicitar el préstamo fue ágil?		
	Alto	Normal
		Bajo
31. ¿La tasa de interés a la que recibió el préstamo fue?		

32. ¿El plazo al que recibió el préstamo se ajusta a sus necesidades?	Sí	No
33. ¿Considera que el crédito que ofrece la cooperativa tiene más ventajas que otras instituciones de préstamos?		
34. ¿Para qué actividad principal usó el crédito (de cualquier fuente)?		
Comprar insumos		
Comprar ganado		
Siembra		
Pagar mano de obra		
Comprar equipo		
Consumo del hogar		
35. ¿Si ya termino el plazo del crédito ¿usted lo canceló totalmente?	Sí	No
36. Para conseguir este crédito ¿Qué tipo (s) de garantía (s) dio?		
Vivienda		
Ganado		
Cosecha		
Tierra		

## COSTOS DE PRODUCCIÓN EN EL SISTEMA AGROFORESTAL

37. ¿Cuál es el costo de producción del sistema agroforestal del café?					
Producto	Producto	Cantidad	Precio	Valor / Ha	Valor Total
Abono químico					
Abono orgánico					
Insecticida químico					
Herbicida					
Nematicida					
Abonos foliares químicos					
Abonos foliares orgánicos					
Productos botánicos					
Encalado					
Gasolina para guadaña					

38. ¿Cuál es el costo de producción del sistema agroforestal de cacao?					
Producto	Producto	Cantidad	Precio	Valor / Ha	Valor Total
Abono químico					
Abono orgánico					
Insecticida químico					
Herbicida					
Nematicida					
Abonos foliares químicos					
Abonos foliares orgánicos					
Productos botánicos					
Encalado					
Gasolina para guadaña					
<b>VALOR TOTAL</b>					

39. ¿Cuál es el costo de producción del sistema agroforestal de ganadería (silvopastoril)					
Producto	Producto	Cantidad	Precio	Valor / Ha	Valor Total
Abono químico					
Abono orgánico					
Abono foliar en pasto					
Fungicida químico					
Insecticida químico					
Herbicida (establecimiento)					
Herbicida (mantenimiento)					
Semilla de pasto					
Encalado de potreros					
Postes					
Alambres					
<b>VALOR TOTAL</b>					

40. ¿Cuál es su inventario en su finca ganadera?			
Categoría	Cantidad	Compras	Costo Total (\$)
Vacas en ordeño/producción			
Vacas secas			
Novillas > 2 años			
Novillos > 2 años			
Terneros			
Ternereras			
Toros			
Caballos			
Cerdos			
Aves de corral			
<b>TOTAL</b>			

41. ¿Indique usted que alimento proporciona al ganado?			
Insumo	Producto	Cantidad	Costo del Producto
Concentrado			
Harina de soya			
Gallinaza			
Melaza			
Sal mineral			
Sal común			
Vitaminas			
Vacunas			
Desparasitantes internos			
Desparasitantes externos			
Antibióticos			
<b>TOTAL</b>			

## PRODUCCIÓN EN EL SISTEMA AGROFORESTAL

42. ¿Qué producción obtuvo su finca agroforestal de café en el último año?

Producto	Cantidad (kg)	Consumo Familiar
Producción de café		
Producción de plátano		
Producción de naranjas		
Producción de limón		
Producción de naranjilla		
Producción de palmito		
Producción de hortalizas		
Producción de madera		
Producción de leña		
Producción de maíz		

Producción de yuca		
Producción de otros		
<b>Total de Producción</b>		

43. ¿Qué producción obtuvo en su finca agroforestal de cacao en el último año?

Producto	Cantidad (kg)	Consumo Familiar
Producción de café		
Producción de plátano		
Producción de naranjas		
Producción de limón		
Producción de naranjilla		
Producción de palmito		
Producción de hortalizas		
Producción de madera		
Producción de leña		
Producción de maíz		
Producción de yuca		
Producción de otros		
<b>Total de Producción</b>		

44. ¿Qué producción obtuvo en su finca agroforestal de ganadería en el último año?

Producto	Cantidad	Consumo Familiar
Leche (lts)		
Queso (kg)		
Natilla (lts)		
Terneros (número)		
Terneras (número)		
Vacas secas		
Vacas paridas		
Aves de corral		
Cerdos		
Madera en pastos		
Frutales en pastos		
<b>Total De Producción</b>		

## VENTA DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL

45. ¿En qué sitio entrega (vende) su producción de café?		
En su finca		
En otra finca		
En la plaza del mercado local		
En la plaza mercado de otra provincia		
En la tienda de barrio de su cantón /parroquia		
En la casa del consumidor		
En alguna asociación		
46. ¿En qué sitio entrega (vende) su producción de cacao?		
En su finca		
En otra finca		
En la plaza del mercado local		
En la plaza mercado de otra provincia		
En la tienda de barrio de su cantón /parroquia		
En la casa del consumidor		
En alguna asociación		
47. ¿En qué sitio entrega (vende) su producción de leche, queso y otros elementos ganaderos?		
En su finca		
En otra finca		
En la plaza del mercado local		
En la plaza mercado de otra provincia		
En la tienda de barrio de su cantón /parroquia		
En la casa del consumidor		
En alguna asociación		
Consumo familiar		
48. ¿Cuenta con movilización propia?	Si	No
Automóvil		
Camión		
Camioneta		
Moto		
49. ¿Cómo hizo para la adquisición del vehículo?		
Préstamo bancario		
Préstamo particular		
Ahorros		
Sobre venta		
50. ¿Lleva registros contables en su finca?		
Balance general		
Estado de pérdidas y ganancias		
Presupuesto		
Flujo de caja		
Ninguno		

## INGRESOS DEL SISTEMA AGROFORESTAL.

51. ¿Cuál fue su ingreso económico de su finca agroforestal de café?

Producto	Cantidad	Precio	Valor	Valor Total
Ingreso por la venta del café				
Ingreso por la venta de plátano				
Ingreso por la venta de naranjas				
Ingreso por la venta de limón				
Ingreso por la venta de naranjilla				
Ingreso por la venta de palmito				
Ingreso por la venta de hortalizas				
Ingreso por la venta de árboles				
Ingreso por la venta de leña				
Ingreso por la venta de maíz				
Ingreso por la venta de yuca				
Ingreso venta (otros productos)				
<b>Total de ingresos</b>				

52. ¿Cuál fue su ingreso económico de su finca agroforestal de cacao?

Producto	Cantidad	Precio	Valor	Valor Total
Ingreso por la venta del cacao				
-Ingreso por la venta de plátano				
Ingreso por la venta de naranjas				
Ingreso por la venta de limón				
Ingreso por la venta de naranjilla				
Ingreso por la venta de palmito				
Ingreso por la venta de hortalizas				
Ingreso por la venta de árboles				
Ingreso por la venta de leña				
Ingreso por la venta de maíz				
Ingreso por la venta de yuca				
<b>Total de ingresos</b>				

53. ¿Cuál es el ingreso económico de su finca (silvopastoril)?

Producto	Cantidad	Precio	Ingresos
Leche (lts)			
Queso (kg)			
Natilla (lts)			

Terberos			
Terberas			
Vacas secas			
Vacas paridas			
Novillos			
Novillas			
Toros			
Aves de corral			
Cerdos			
Rumiantes menores			
Madera en pastos			
Frutales en pastos			
<b>Total de ingresos</b>			

### INDICADORES ECOLÓGICOS.

¿Indique usted que datos ambientales ecológicos existen en su finca-predio?			
AMBIENTES ECOLÓGICOS	# de parcelas		
	café	cacao	Pasto
Practica la agroforestería Si (1), No (0)			
Cantidad de árboles por hectárea			
Realización de prácticas extractivas de fauna: Si (1), No (0)			
Diversidad de fauna: Inapreciable ( 0), Escaso (1 ), Abundante (2), Muy abundante (3)			
Grado de erosión: Sin erosión ( 0), Leve (1), Moderado (2), Severa (3)			

¿Indique usted que dato ambiental ecológico existe en su finca – predio de café?

La pendiente del cafetal más representativo (promedio)	Moderado
Edad del cafetal	
Variedades de café	
Distancia de siembra del café	

¿Indique usted que dato ambiental ecológico existe en su finca predio – de cacao?

La pendiente del cafetal más representativo (promedio)	Moderado
--	----------

Edad del cacaotal	20 años
Variedades del cacao	Nacional
Distancia de siembra del cacao	4 x 4

## PRÁCTICAS DE MANEJO REALIZADAS EN LA FINCA.

54. ¿Señale usted que práctica de manejo realiza en su finca – predio agroforestal de café?

Prácticas de manejo del café en la finca.	
Poda del café	
Poda de siembra	
Deshija	
Fertilización	
Control de malezas	
Control de enfermedades	
Control de plagas	

55. ¿Señale usted que práctica de manejo realiza en su finca – predio agroforestal de cacao?

Prácticas de manejo del cacao en la finca	
Poda del cacao	
Poda de siembra	
Deshija	
Fertilización	
Control de malezas	
Control de enfermedades	

## USO DE PRÁCTICAS CONSERVACIONISTAS.

56. ¿Señale usted que práctica de manejo realiza en su finca – predio agroforestal de café?

Plantío en el nivel	
Abono verde	
Terrazas	
Cobertura viva del suelo	
Cobertura muerta del suelo	
Número de estratos	
Sombra	

Erosión	
Beneficio	
Tratamiento de aguas residuales	
Diversificación florística, riqueza abundancia tamaño de la parcela	

57. ¿ Señale usted que práctica de manejo realiza en su finca–predio agroforestal de cacao?

Plantío en el nivel	
Abono verde	
Terrazas	
Cobertura viva del suelo	
Cobertura muerta del suelo	
Número de estratos	
Sombra	
Erosión	
Beneficio	
Tratamiento de aguas residuales	
Diversificación florística, riqueza abundancia tamaño de la parcela	

**INDICADORES TECNOLÓGICOS:** Adopción de prácticas agroecológicas.

58. ¿Cuál de las siguientes prácticas e implementaciones agroecológicas tiene su finca – predio actualmente (marque una X)?

<b>PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
Rotación de cultivos		
Barreras vivas		
Cultivos asociados		
Sembrío temporal		
Sembrío permanente		
Cultivos con plantas repelentes		
Presencia de arboleadas		
Uso de animales en las labores de campo		
Uso de cultivos que albergan controladores biológicos		
Uso de especies entomófagas		
Uso de abonos orgánicos		
Uso de especies entomopatógenas		
Uso de biofertilizantes		
Uso de micorrizas		

Sistemas silvopastoriles		
Sistemas agrosilvopastoriles		
Uso de controladores biológicos para plagas		
Biodigestor		
Energía solar (paneles solares)		

### TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA.

59. ¿En qué actividad de capacitación usted ha participado?				
Actividad	Participación			Entidad
	Hombres	Mujeres	Ambos	
Cursos largos (mayor a 3 días)				
Cursos cortos (menor a 3 días)				
Giras técnicas				
Seminarios				
Talleres				
Días de campo (demostración de método)				
Granjas demostrativas				
Brigadas sanitarias				

60. ¿Se interesa, observa o escucha programas o temas sobre producción agropecuaria, forestal, agroecológica a través de?:

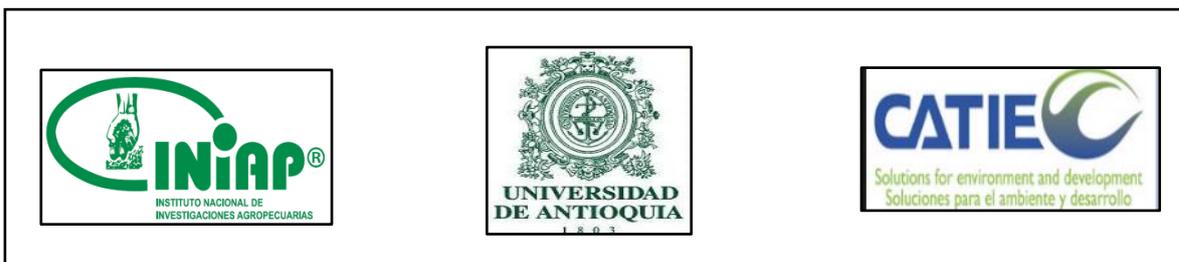
Actividad	Participación			Entidad
	Hombres	Mujeres	Ambos sexos	
Programas radiales				
Programas televisivos				
comunicación entre productores				
Revistas				
Manuales				
Volantes				

61. ¿Con respecto a asistencia técnica (marque una X)?

Tiene asistencia técnica	Si		No	
Tiene asistencia técnica permanente	Si		No	
Quién la provee	Estado	Particular	El gremio	Compra- insumos
Frecuencias de visitas	diaria	Semanal	Quincenal	Mensual
Lleva registros de producción	Si	No		
Formato de registro de producción.	cuaderno	Tarjetas	Computador	Cuál ¿otro?

Gracias por su colaboración.

Anexo 2: Encuesta de Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería



**ENCUESTAS PARA DETERMINAR:**

**“EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CAFÉ, CACAO Y GANADERÍA EN LAS PROVINCIAS DE SUCUMBÍOS Y ORELLANA DEL ECUADOR EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO”**

Nombre del productor:

Fecha:

Provincia: Cantón:

Parroquia:

<b>AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA</b>			
<b>Diversificación de la producción</b>		> 7 productos	4
		5 a 7 productos	3
		5 a 3 productos	2
		3 a 2 productos	1
		< 2 productos	0
<b>Superficie de producción para el autoconsumo</b>		> 1 ha	4
		1 a 0,5 ha	3
		0,5 a 0,3	2
		0,3 a 0,1	1
		< 0,1 ha	0
<b>Ingresos económico neto mensual por familia</b>		> 366	4
		366 a 300	3
		300 a 250	2
		250 a 200	1
		< 200	0
<b>RIESGO ECONÓMICO</b>			
<b>Diversificación para la venta</b>		> a 6 productos	4
		5 a 4 productos	3
		3 productos	2
		2 productos	1
		1 producto	0
<b>Números de vías</b>		5 o más canales	4
		4 canales	3
		3 canales	2
		2 canales	1
		1 canal	0
<b>Dependencia de insumos externos</b>		0 a un 20 %	4
		20 a 40 %	3

		40 a 60 %	2
		60 a 80 %	1
		80 a 100 %	0
<b>Accesos a créditos</b>		Autofinanciamiento	4
		Tiene financiamiento sin dificultad en instituciones públicas y privadas, y como garantía deja (tierras, cosecha, vivienda), y no tiene dificultad de pago, y uso el 100 % para la producción agrícola	3
		Tiene financiamiento con dificultad en instituciones públicas y privadas, y como garantía deja (tierras, cosecha, vivienda), y hace uso del 50% y no tiene dificultad de pago	2
		Tiene financiamiento con dificultad en instituciones públicas y privadas, y como garantía deja (tierras, cosecha, vivienda), y no lo invierte en la producción de la finca y no tiene dificultad de pago	1
		Tiene impedimentos para realizar créditos en instituciones financieras	0
<b>DIMENSIÓN ECOLÓGICA (IE)</b>			
<b>CONSERVACIÓN DEL SUELO</b>			
<b>Restos orgánicos en el suelo</b> (manejo de cobertura vegetal)		100% cobertura	4
		99 a 75% cobertura	3
		75 a 50% cobertura	2
		50 a 25% cobertura	1
		< 25% cobertura	0
<b>Tiempo de cobertura del suelo con vegetación</b> (rotación de cultivos)		Rota los cultivos todos los años (deja descansar un año el lote, incorpora leguminosas o abonos verdes)	4
		Rota todos los años (no deja descansar al suelo)	3
		Rota cada 2 o 3 años	2
		Realiza rotaciones eventualmente	1
		No realiza rotaciones	0
<b>Diversificación de cultivos</b>		Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones de cultivo y con vegetación natural	4
		Alta diversificación de cultivos, con asociación media entre ellos	3
		Diversidad media, con muy bajo nivel de asociaciones entre ellos	2
		Poca diversidad de cultivos, sin asociaciones	1
		Monocultivo	0
<b>RIESGO DE EROSIÓN</b>			
<b>Pendiente predominante</b>		0 a 5 % de pendiente	4
		5 al 15% pendiente	3
		15 al 30 % pendiente	2

		30 al 45 % pendiente	1
		> 45% pendiente	0
<b>Cobertura vegetal</b>		100 % cobertura	4
		99 a 75 % cobertura	3
		74 a 50% cobertura	2
		49 a 25 % cobertura	1
		24 a 0% cobertura	0
<b>Orientación de siembra</b>		Labranza cero	4
		Surco perpendicular a la pendiente	3
		Surco orientado 60 grados con respecto a la pendiente	2
		Surco orientación 30 grados con respecto a la pendiente	1
		Surco paralelo a la pendiente	0
<b>MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD</b>			
<b>Biodiversidad espacial</b>		Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones entre ellos y con vegetación natural	4
		Alta diversificación de cultivos, con media asociación entre ellos	3
		Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación	2
		Poca diversificación de cultivos, sin asociaciones	1
		Monocultivo	0
<b>Biodiversidad temporal</b>		Rota todos los años (deja descansar un año la parcela o incorpora leguminosas o abonos verdes)	4
		Rota todos los años (no deja descansar el suelo)	3
		Rota cada 2 o 3 años	2
		Realiza rotaciones eventualmente	1
		No realiza rotaciones	0
<b>DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL (ISC)</b>			
<b>SATISFACCIÓN DELAS NECESIDADES BÁSICAS</b>			
<b>Acceso a la salud y cobertura sanitaria</b>		Centro de salud con médicos permanentes e infraestructura adecuada	4
		Centro de salud con personal temporario medianamente equipado	3
		Centro de salud mal equipado y personal temporario	2
		Centro de salud mal equipado y sin personal idóneo	1
		Sin centro de salud (sanitario)	0
<b>Acceso a la educación</b>		Acceso a la educación superior y/o cursos de capacitación	4
		Acceso a la escuela secundaria	3
		Acceso a la escuela primaria y secundaria con restricciones	2

		Acceso a la escuela primaria	1
		Sin acceso a la educación	0
<b>Vivienda</b>		De material terminada. Muy buena	4
		De material terminada. Buena	3
		Regular, sin terminar o deteriorada	2
		Mala. Sin terminar, deteriorada, piso de tierra	1
		Muy mala	0
<b>Servicios básicos</b>		Instalación completa de agua, luz, teléfono cercano	4
		Instalación de agua y luz	3
		Instalación de luz y agua de pozo	2
		Sin instalación de luz y agua de pozo cercano	1
		Sin luz y sin fuente de agua cercana	0
<b>Aceptabilidad del sistema de producción</b>		Está muy contento con lo que hace (no haría otra actividad aun que ésta reporte más ingresos)	4
		Está contento pero ahora le va mucho mejor	3
		No está del todo satisfecho (se quedó por qué es lo único que sabe hacer)	2
		Poco satisfecho con esta forma de vida. Anhela vivir en la ciudad y ocuparse de otra actividad	1
		Está desilusionado con la vida que lleva, no lo haría más	0
<b>Integración social a sistemas organizativos</b>		Muy alta	4
		Alta	3
		Media	2
		Baja	1
		Nula	0
<b>Conocimiento y conciencia ecológica</b>		Concibe la ecología desde una visión amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos	4
		Tiene un conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana. sus conocimientos se reducen a la finca con el no uso de agroquímicos más prácticas conservacionistas	3
		Tiene solo una visión parcializada por la ecología. Tiene la sensación que alguna práctica puede estar perjudicando al medio ambiente	2
		No presenta ningún conocimiento ecológico ni percibe las consecuencias que puedan ocasionar algunas prácticas	1
		Sin ningún tipo de conciencia ecológica	0
<b>DIMENSIÓN TECNOLÓGICA (IT)</b>			
<b>Transferencia tecnológica</b>		Recibe periódicamente cursos de capacitación en instituciones de investigaciones agropecuarias y universidades agrarias (nacionales e internacionales)	4

		Tiene cursos de capacitación de larga duración mayores a tres días de por parte de institutos de investigación agropecuaria	3
		Tiene cursos de capacitación de corta duración < a 3 días por parte de técnicos y extensionistas	2
		Ha recibido cursos cortos de capacitación a nivel de fincas de los técnicos	1
		No ha recibido cursos de capacitación y visitas técnicas permanentes.	0
<b>Equipos y herramientas</b>		No utiliza equipo tecnificado (pesado) para sus actividades agrícolas y ganaderas	4
		Utiliza herramientas manuales para actividades agrícolas - ganaderas)	3
		Utiliza equipos y herramientas de mediano impacto ambiental	2
		Utiliza equipos y herramientas de alto impacto ambiental	1
		Utiliza tecnología (equipo pesado), de muy alto impacto ambiental (tala de árboles, compactación de suelos)	0
<b>Control de arvenses</b>		Control con mache	4
		Control con guadaña	3
		Herbicidas orgánicos	2
		Herbicidas químicos	1
<b>Control de plagas y enfermedades</b>		Manejo agroecológico de plagas	4
		Manejo integrado de plagas	3
		Insecticidas y/o herbicidas orgánicos	2
		Insecticidas y/o herbicidas químicos	1
<b>Componente animal en el sistema</b>		Si	2
		No	1
<b>Valor agregado en el producto</b>		Si	2
		No	1

**Gracias por su colaboración.**

Anexo 3: Resultados de la caracterización de los sistemas agroforestales de café, cacao y ganadería: Dimensión Económica



DIMENSIÓN ECONÓMICA	
DE_A	Dimensión económica: Rubro café
DE_B	Dimensión económica: Rubro cacao
DE_C	Dimensión económica: Rubro ganadería
DE_D	Dimensión económica: Cultivo de cítricos
DE_E	Dimensión económica: Cultivo de yuca
DE_F	Dimensión económica: Cultivo ciclo corto
DE_G	Dimensión económica: Ingresos netos (SMV)
DE_H	Dimensión económica: Vías de acceso
DE_I	Dimensión económica: Mercado de venta de producción
DE_J	Dimensión económica: # de aplicación de abono químico al café
DE_K	Dimensión económica: # de aplicaciones de insecticida químico al café
DE_L	Dimensión económica: # de aplicaciones herbicida químico al café
DE_M	Dimensión económica: # de aplicaciones de cal agrícola al café
DE_Ñ	Dimensión económica: # de aplicación de abono químico al cacao
DE_O	Dimensión económica: # de aplicaciones de insecticida químico al cacao
DE_P	Dimensión económica: # de aplicaciones herbicida químico al cacao
DE_Q	Dimensión económica: # de aplicaciones de cal agrícola al cacao
DE_R	Dimensión económica: # de aplicación de abono químico al pasto
DE_S	Dimensión económica: # de aplicaciones de insecticida químico al pasto
DE_T	Dimensión económica: # de aplicaciones herbicida químico al pasto
DE_U	Dimensión económica: # de aplicaciones de cal agrícola al pasto

CODIGO	DE_A	DE_B	DE_C	DE_D	DE_E	DE_F	DE_G	DE_H	DE_I	DE_J	DE_K	DE_L	DE_M	DE_Ñ	DE_O	DE_P	DE_Q	DE_R	DE_S	DE_T	DE_U	DE_V
SGP1-TA	2	2	2	2	2	2	1	2	3	2	4	4	3	2	2	4	3	4	4	4	4	2
SP2-EP	2	1	2	1	1	2	1	3	1	4	4	4	4	1	3	3	2	4	4	3	2	1
SD2-SE	2	1	2	2	2	1	1	2	1	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	1
OLH1-LM	2	2	1	2	2	1	1	2	1	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	2
OLF1-SJ	2	1	1	2	2	1	1	3	1	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	2
SGP3-MD	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	4	4	3	2	4	2	3	4	4	4	4	1
SGP2-VD	2	2	2	1	2	1	1	2	1	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	1
SSL2-GA	2	2	1	2	2	2	1	2	1	4	4	1	3	4	4	2	1	4	4	4	4	1
SSRJ1-GR	2	2	1	1	2	2	1	2	1	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	1	1
SI1-CH	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	1	2
SP1-QD	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	3	3	1	3	2	4	2	4	4	4	4	2
OIA1-ZA	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	3	3	3	2	3	3	4	4	4	4	2
OG3-VO	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	2
OE4-HR	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	4	1	4	1	4	1	4	4	4	4	4	2
SP5-MJ	2	2	2	2	2	2	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	1	3	4	3	3	2
SY1-GM	2	2	1	2	2	1	1	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	1	2
SS1-RF	2	2	1	2	2	2	2	3	1	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	1	2
OE5-AR	1	2	2	2	2	1	2	3	1	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	2
SP3-SN	2	2	2	2	1	2	1	2	1	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	2
SD1-AR	2	2	2	2	2	2	1	2	1	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	1
SGF-AV	2	2	2	2	2	1	2	3	1	4	3	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	1
OG2-ML	2	2	2	2	2	1	1	3	1	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	1
OPM1-GC	2	2	2	2	2	2	1	3	1	3	3	2	3	3	4	2	3	4	4	3	4	1
OE1-AG	2	1	2	1	2	1	1	2	1	4	4	4	4	3	2	4	3	4	4	3	4	1
OP1-CL	1	2	4	2	2	1	1	2	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	1
SP4-TG	1	2	2	2	2	2	1	2	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1
OE3-MV	1	2	2	2	2	2	1	2	1	3	3	4	3	2	2	4	3	4	4	4	4	2

SD3-HM	1	1	2	2	1	1	2	3	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2
OG1-ZM	1	1	2	2	2	1	2	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2
OE2-LV	1	1	2	2	1	2	2	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	2
O3N1-PJ	2	1	2	2	1	1	1	3	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1

<b>DIMENSIÓN ECOLÓGICA</b>	
DEc_A	Dimensión ecológica: Cobertura viva del café
DEc_B	Dimensión ecológica: Cobertura muerta del café
DEc_C	Dimensión ecológica: Cobertura viva del cacao
DEc_D	Dimensión ecológica: Cobertura muerta del cacao
DEc_E	Dimensión ecológica: Topografía de la finca
DEc_F	Dimensión ecológica: SAF (café - cacao) cercas vivas
DEc_G	Dimensión ecológica: SAF (café - cacao) cultivos asociados
DEc_H	Dimensión ecológica: SAF (café - cacao) sembrío temporal
DEc_I	Dimensión ecológica: SAF (café - cacao) sembrío permanente
DEc_J	Dimensión ecológica: Densidad de fauna (parcelas de café)
DEc_K	Dimensión ecológica: Densidad de fauna (parcelas de cacao)
DEc_L	Dimensión ecológica: Densidad de fauna (parcelas de pasto)
DEc_M	Dimensión ecológica: Prácticas extractivas de fauna (parcela de cacao)
DEc_N	Dimensión ecológica: Prácticas extractivas de fauna (parcela de pasto)
DEc_Ñ	Dimensión ecológica: Cuantos árboles por (ha) hay en parcelas de café
DEc_O	Dimensión ecológica: Cuantos árboles por (ha) hay en parcelas de cacao
DEc_P	Dimensión ecológica: Cuantos árboles por (ha) hay en parcelas de pasto

CODIGO	DEc_A	DEc_B	DEc_C	DEc_D	DEc_E	DEc_F	DEc_G	DEc_H	DEc_I	DEc_J	DEc_K	DEc_L	DEc_M	DEc_N	DEc_Ñ	DEc_O	DEc_P
SGP1-TA	2	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	3	1
SP2-EP	1	1	2	2	5	2	2	2	2	1	4	4	1	1	1	3	3
SD2-SE	1	1	2	2	5	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1
OLH1-LM	1	1	2	2	5	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	3	1
OLF1-SJ	1	1	2	2	5	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	3	1
SGP3-MD	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
SGP2-VD	2	2	2	2	5	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
SSL2-GA	2	2	2	2	6	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1
SSRJ1-GR	2	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1
SI1-CH	2	2	1	1	5	2	2	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1
SP1-QD	2	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	3	2
OIA1-ZA	2	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1
OG3-VO	2	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	3	3
OE4-HR	2	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
SP5-MJ	2	2	2	2	5	2	2	1	1	4	4	4	1	1	3	3	3
SY1-GM	2	2	2	2	6	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
SS1-RF	2	2	2	2	5	2	2	1	2	4	4	1	1	1	2	2	1
OE5-AR	2	2	2	2	5	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2	2	3
SP3-SN	2	2	2	2	6	2	2	2	2	2	2	4	1	1	1	1	1
SD1-AR	2	2	2	2	5	2	2	2	2	3	3	3	1	1	3	1	1
SGF-AV	2	2	2	2	6	2	2	1	2	4	4	4	1	1	1	2	3
OG2-ML	2	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	1	1	3	1	1
OPM1-GC	2	2	2	2	5	2	2	1	2	4	4	4	1	1	3	1	3
OE1-AG	2	2	2	2	4	2	2	1	2	4	4	4	1	1	3	1	3
OP1-CL	1	2	2	2	5	1	1	1	2	1	4	1	1	1	1	3	1
SP4-TG	2	2	1	1	3	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2
OE3-MV	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	3

SD3-HM	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
OG1-ZM	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	3
OE2-LV	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	3
O3N1-PJ	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	3	4	1	1	1	1	3

<b>DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL</b>	
DSc _A	Dimensión Sociocultural: Productor lugar de origen
DSc _B	Dimensión Sociocultural: Estado de la vivienda
DSc _C	Dimensión Sociocultural: Preparación de alimentos: gas
DSc _D	Dimensión Sociocultural: Preparación de alimentos: leña
DSc _E	Dimensión Sociocultural: Preparación de alimentos: electricidad
DSc _F	Dimensión Sociocultural: Acceso y servicio a la salud
DSc _G	Dimensión Sociocultural: Vías de acceso a la finca
DSc _H	Dimensión Sociocultural: Servicios básicos: consumo de agua (río)
DSc _I	Dimensión Sociocultural: Servicios básicos: consumo de agua (pozo)
DSc _J	Dimensión Sociocultural: Servicios básicos: consumo de agua (manantial)
DSc _K	Dimensión Sociocultural: Servicios básicos: consumo de agua (potable)
DSc _L	Dimensión Sociocultural: Servicios básicos: energía eléctrica
DSc _M	Dimensión Sociocultural: Servicios básicos: Alcantarillado
DSc _N	Dimensión Sociocultural: Servicios básicos: pozo séptico
DSc _Ñ	Dimensión Sociocultural: Servicios básicos: Recolección de basura
DSc _O	Dimensión Sociocultural: Dentro de sus hijos cuenta con niños
DSc _P	Dimensión Sociocultural: Acceso a la educación
DSc _Q	Dimensión Sociocultural: Tipo de violencia (maltrato a la mujer)
DSc _R	Dimensión Sociocultural: Tipo de violencia (maltrato a niños)
DSc _S	Dimensión Sociocultural: Tipo de violencia (maltrato a animales)
DSc _T	Dimensión Sociocultural: Tipo de violencia (asesinatos)
DSc _U	Dimensión Sociocultural: Pertenece a una asociación
DSc _V	Dimensión Sociocultural: Tiempo que pertenece a una asociación
DSc _X	Dimensión Sociocultural: Precio de venta y acceso al mercado

CODIGO	DSc_A	DSc_B	DSc_C	DSc_D	DSc_E	DSc_F	DSc_G	DSc_H	DSc_I	DSc_J	DSc_K	DSc_L	DSc_M	DSc_N	DSc_Ñ	DSc_O	DSc_P	DSc_Q	DSc_R	DSc_S	DSc_T	DSc_U	DSc_V	DSc_X
SGP1-TA	4	2	1	2	1	3	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1
SP2-EP	2	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	3	1	1	1	2	1	1	2
SD2-SE	3	2	2	2	1	3	3	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2
OLH1-LM	3	2	2	1	1	3	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	2
OLF1-SJ	3	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	3
SGP3-MD	4	2	2	1	1	3	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
SGP2-VD	4	2	2	1	1	3	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	4
SSL2-GA	4	2	2	2	1	3	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2
SSR1-GR	4	1	2	2	1	3	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
S11-CH	4	1	2	2	1	3	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
SP1-QD	3	1	1	2	1	3	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	4	2
OIA1-ZA	3	2	2	1	1	3	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	3
OG3-VO	3	2	2	2	1	3	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2
OE4-HR	4	1	2	2	1	3	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2
SP5-MJ	2	1	2	1	2	3	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2
SY1-GM	3	2	2	2	1	3	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	3	1
SS1-RF	3	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1
OE5-AR	3	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	4	1
SP3-SN	3	1	2	1	1	3	3	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
SD1-AR	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2
SGF-AV	3	2	2	1	1	3	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2
OG2-ML	3	2	2	1	1	3	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	4	2
OPM1-GC	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	2
OE1-AG	4	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2
OP1-CL	3	2	2	1	1	3	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	4	1
SP4-TG	3	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	4	2

OE3-MV	3	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	4	1
SD3-HM	1	1	2	1	1	3	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	4	3
OG1-ZM	3	1	2	2	1	2	3	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2
OE2-LV	3	2	2	1	1	3	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	3	3
O3N1-PJ	2	1	2	1	1	3	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	3	2

DT_A	Dimensión Tecnológica: Participo en cursos de capacitación
DT_B	Dimensión Tecnológica: Participo en seminarios taller
DT_C	Dimensión Tecnológica: Escucha y observa programas de agroecología
DT_D	Dimensión Tecnológica: Recibe asistencia técnica
DT_E	Dimensión Tecnológica: Lleva registros de producción
DT_F	Dimensión Tecnológica: Cuenta con movilización propia
DT_G	Dimensión Tecnológica: El uso de herramientas modernas fue influenciado por:

DIMENSIÓN TECNOLÓGICA							
CODIGO	DT_A	DT_B	DT_C	DT_D	DT_E	DT_F	DT_G
SGP1-TA	1	2	1	2	2	2	1
SP2-EP	1	2	1	2	1	1	1
SD2-SE	1	1	1	2	1	1	3
OLH1-LM	1	2	1	2	1	2	1
OLF1-SJ	1	1	1	2	2	2	3
SGP3-MD	1	2	1	2	2	2	1
SGP2-VD	1	2	1	2	1	2	1
SSL2-GA	1	1	1	2	1	1	3
SSRJ1-GR	2	1	1	2	2	1	1
SI1-CH	1	1	1	2	1	2	1
SP1-QD	1	1	1	1	2	1	3
OIA1-ZA	1	1	1	2	2	1	1
OG3-VO	2	1	1	2	2	2	1
OE4-HR	1	2	1	2	1	1	3
SP5-MJ	2	2	1	2	2	2	1
SY1-GM	1	2	2	1	1	2	3
SS1-RF	2	2	1	1	1	1	1
OE5-AR	1	2	1	2	1	1	1
SP3-SN	1	2	1	2	2	1	2
SD1-AR	1	2	1	2	2	1	1
SGF-AV	2	2	1	2	2	1	3
OG2-ML	1	2	1	2	1	1	3
OPM1-GC	2	2	1	2	1	1	3
OE1-AG	2	2	2	2	1	1	3
OP1-CL	1	2	1	2	2	2	1

SP4-TG	2	2	1	2	1	2	3
OE3-MV	1	2	1	2	1	2	1
SD3-HM	1	1	1	2	1	2	1
OG1-ZM	1	2	1	2	1	2	3
OE2-LV	1	2	1	2	1	2	1
O3N1-PJ	1	2	1	2	1	2	1

Anexo 4: Índice de Sustentabilidad General (ISG)



A	Autosuficiencia Alimentaria
B	Ingresos Económicos netos
C	Riesgo económico
A	Conservación de la vida del suelo
B	Riesgo de erosión
C	Manejo de biodiversidad
A	Satisfacción de las necesidades básicas
B	Aceptabilidad del sistema de producción
C	Integración social a sistemas organizativos
D	Conocimiento ecológico
A	Transferencia de tecnología
B	Equipos y herramientas

CÓDIGO	RUBRO	D. ECONÓMICA (IK)			D. ECOLÓGICA (IE)			D. SOCIOCULTURAL (ISC)				D. TECNOLÓGICA (IT)	
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	D	A	B
SS1-RF	café - cacao	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3
SY1 - GM	café - cacao	2	3	2	1	3	2	2	2	2	3	1	2
SI1 - CH	café - cacao	3	1	2	2	3	2	3	2	0	2	1	1
SSRJ1 - GR	café - cacao	2	1	1	1	3	1	2	1	0	2	1	2
SSL2 -GA	café - cacao	3	2	2	2	3	2	2	1	1	2	0	2
SD1- AR	café-cacao - ganadería	2	1	2	2	3	2	3	1	2	2	2	2
SD2-SE	cacao - ganadería	3	1	2	2	3	2	2	2	0	2	1	2
SD3 - HM	ganadería	3	0	2	2	4	1	3	2	3	2	3	2
SP1 - QD	café-cacao - ganadería	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2	1	2
SP2 - EP	cacao - ganadería	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2
SP3 - SN	ganadería	3	1	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2
SP4 -TG	café - ganadería	3	1	2	2	3	1	3	2	2	2	2	2
SP5 - MJ	café-cacao - ganadería	3	1	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2
SGP1 - TA	café - cacao	4	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2
SGP2 - VD	café - cacao	3	1	2	2	3	2	2	2	1	2	3	2
SGP3 - MD	café-cacao - ganadería	4	2	3	3	3	3	2	3	1	2	3	2
SGF1- AV	cacao	4	0	2	1	3	1	2	1	1	1	1	2
OE1 - AG	café-cacao - ganadería	3	2	3	2	3	3	2	3	1	3	3	2
OE2 - LV	cacao - ganadería	3	1	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2
OE3-MV	ganadería	3	1	2	2	3	1	2	3	3	2	3	2
OE4 -HR	café-cacao - ganadería	3	1	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2
OPM1 - GC	café - cacao	3	2	2	2	3	2	2	2	1	2	3	2
OLH1 - LM	café-cacao - ganadería	3	1	2	2	3	2	2	1	1	2	2	2
O3N1 - PJ	cacao	3	1	2	2	3	2	2	2	1	2	3	2
OG1 -ZM	ganadería	3	1	2	2	3	1	2	2	3	2	3	2
OE5 - AR	ganadería	3	1	2	2	3	1	2	2	3	2	3	2

OG2 - ML	café-cacao - ganadería	3	1	2	1	3	2	2	2	3	2	2	2
OG3 -V-O	café-cacao - ganadería	3	1	2	2	3	2	2	1	3	2	1	2
OLF1 - SJ	café - cacao	3	2	2	2	3	3	2	3	1	2	1	2
OIA1 -ZA	café - cacao	1	2	2	1	3	2	2	2	1	2	1	2
OP1 - CL	cacao	2	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2

Anexo 5: valoración de la vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático en fincas cafetalera y cacaoteras



**“VULNERABILIDAD Y ADAPTABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN FINCAS CAFETALERAS Y/O CACAOTERAS”**

**Nombre del productor:**

**Fecha:**

**Provincia:**

**Cantón:**

**Parroquia:**

#	PREGUNTAS	MARQUE LA ALTERNATIVA (respuesta)		
		SI	(+/-)	NO
1	¿Hubo cambios en la temperatura durante los 10 últimos años?			
2	¿En los últimos años las lluvias han sido irregulares?			
3	¿Hay un aumento de lluvias con inundaciones y derrumbes?			
4	¿Hay riesgos de huracanes y tormentas tropicales?			
5	¿Hubo sequías en los últimos años?			
6	¿Disminuyó la cantidad de agua disponible para la finca?			
7	¿Hay vientos fuertes y/o incremento de éstos en los últimos años?			
8	¿La mayoría de los suelos en los cafetales y/o cacaoales y otros usos de la tierra en las fincas presenta señales de erosión?			
9	¿Disminuyó la fertilidad de los suelos?			
10	¿Faltan prácticas de conservación de suelo en la mayoría del área?			
11	¿En los suelos de los cafetales y/o cacaoales (entre filas de plantas) está ausente la cobertura de hierbas y hojarasca?			
12	¿Hay floración irregular en el café y/o cacao?			
13	¿Incrementó la caída de las flores y frutos del café y/o cacao?			
14	¿Aumento la defoliación de las plantas de café y/o cacao?			

15	¿Incrementó el daño de plagas y enfermedades del café y/o cacao?			
16	¿Hay áreas de cafetales y/o cacaotales a pleno sol con menos del 20% de cobertura de sombra y con exceso mayor al 70%?			
17	¿Los cafetales y/o cacaotales son viejos (con más de 15 años)?			
18	¿Está ausente la práctica anual de poda y deshijas de cafetos y cacao?			
19	¿Está ausente, cada año la resiembra de cafetos y cacao?			
20	¿Ha disminuido la producción en los últimos años?			
21	¿Se aplica más de 200 Kg de N/ha/año de origen sintético (químico)?			
22	¿Está ausente la aplicación de abono orgánico?			
23	¿La mayoría de las quebradas y fuentes de agua están sin cobertura forestal?			
24	¿La mayoría de las áreas de otros usos de la finca están sin asocio con árboles?			
25	¿Están ausentes los procesos organizativos sobre mitigación y adaptación al cambio climático?			

**Gracias por su colaboración.**

# Pregunta	PRODUCTORES CAFÉ																	Promedio													
	SS1-RF			SY1-GM			SI1-CH			SSR1-J-GR			SSL2-GA			SD1-AR			SP1-QD			SP4-TG			SP5-MJ			SGP1-TA			
1	-1			-1			-1			-1			-1			-1			0.5			-1			-1			-1			-0.9
2	-1			-1			0.5			-1			-1			-1			0.5			-1			-1			-1			-0.7
3			1			1	-1			-1			-1					1	-1					0.5	-1			-1			-0.3
4		0.5		-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1					1	-0.7
5		0.5			0.5		-1				0.5			0.5		-1			0.5				0.5			0.5				1	0.3
6		0.5		-1			-1			-1			-1			-1			0.5			-1					1	-1			-0.5
7		0.5			0.5				1	0.5			-1			-1			-1					1	-1			-1			-0.2
# Pregunta	PRODUCTORES CAFÉ																	Promedio													
	SGP2-VD			SGP3-MD			OE1-AG			OE4-HR			OPM1-GC			OLH1-LM			OG2-ML			OG3-VO			OLF1-SJ			OIA1-ZA			
1	-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1.0
2	-1				0.5		-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1			-0.9
3	-1			-1					1	0.5					1			1			1	-1					1	-1			0.2
4	-1			-1					1	0.5			-1			-1					1			1			1			1	0.2
5	-1				0.5			0.5		0.5					1			1			1			1	-1				0.5		0.4
6	-1			-1			-1			0.5				0.5				1	-1					0.5		0.5	-1				-0.2
7	-1				-																										
			1						1	1					1	1								1			1			1	0.2
# Pregunta	PRODUCTORES CACAO																	Promedio													
	SS1-RF			SY1-GM			OP1-CL			SSR1-J-GR			SSL2-GA			SD1-AR			SP1-QD			SP4-TG			SP5-MJ			SGP1-TA			
1	-1			-1			-1			-1			-1			-1					0.5				-1			-1			-0.8
2	-1			-1			-1			-1			-1			-1					0.5				-1			-1			-0.8
3			1			1	0.5			-1			-1					1	-1						-1			-1			-0.2
4		0.5		-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1			-1					1	-0.6
5		0.5			0.5				1	0.5				0.5		-1			0.5							0.5				1	0.4
6		0.5		-1			0.5			-1			-1			-1			0.5						-1			-1			-0.5









Anexo 6: Valoración de la vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático en fincas ganaderas



**“VULNERABILIDAD Y ADAPTABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN FINCAS GANADERAS”**

**Nombre del productor:**

**Fecha:**

**Provincia:**

**Cantón:**

**Parroquia:**

Propietario	
Gerente	
Administrador	
Asistente Técnico	

**PERCEPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.**

1. ¿Ha recibido charlas sobre el cambio climático, y sus efectos sobre la producción ganadera o agrícola?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. ¿cree usted que el clima ha cambiado en los últimos 10 o 15 años?

Sí \_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_. No sabe \_\_\_\_\_

3. ¿Hace 10 o 15 años, cuantos meses duraba normalmente el verano (sequia) y el invierno (lluvias) en la zona?

a. Verano sequías \_\_\_\_\_ meses.

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	

b. Invierno lluvias \_\_\_\_\_ meses

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Julio	
Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	

4. ¿En los últimos 5 años o actualmente, cuantos meses dura el verano (sequía) y el invierno (lluvias) en la zona?

a. Verano sequías \_\_\_\_\_ meses

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Julio
Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre

b. Invierno lluvias \_\_\_\_\_ meses

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Julio
Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre

5. ¿En los últimos 10 años o actualmente como es el comportamiento del verano (seco) y el invierno (lluvias) en la zona (marque con una X)?

<b>Verano (sequía)</b>	Alargado( )	Adelantado( )	Acortado( )	Atrasado( )	Intensificado( )
<b>Invierno (lluvias)</b>	Alargado( )	Adelantado( )	Acortado( )	Atrasado( )	Intensificado( )

6. ¿Hace 10 o 15 años las lluvias eran? Marque con una X.

Más ( )	Menos ( )	Igual ( )	No sabe ( )
---------	-----------	-----------	-------------

7. ¿Hace 10 o 15 años los días lluviosos /nublados duraban? Marque con una X

Más ( )	Menos ( )	Igual ( )	No sabe ( )
---------	-----------	-----------	-------------

8. ¿Cómo es la temperatura (calor) en época seca o verano, en estos 10 últimos años? Marque con una X.

Se incrementó ( )	Disminuyó ( )	Está igual ( )
-------------------	---------------	----------------

9. ¿Cómo es la temperatura (calor) en época de lluvias, en estos últimos 10 años? Marque con una X

Se incrementó ( )	Disminuyó ( )	Está igual ( )
-------------------	---------------	----------------

10. ¿Cómo se han comportado los vientos en la zona durante los últimos 10 años? Marque con una X.

Son más fuertes ( )	Son menos fuertes ( )	Sigue igual ( )	No sabe ( )
---------------------	-----------------------	-----------------	-------------

11. ¿Cuál es la disponibilidad de agua en las fuentes naturales actualmente o en los últimos 10 años en la zona? Marque con una X.

Mayor ( )	Menor ( )	Igual ( )	No sabe ( )
-----------	-----------	-----------	-------------

12. ¿Sabe cuántas fuentes de agua (ríos, quebradas, esteros, manantiales, pozos naturales) se sequen en verano (sequía)? Marque con una X

Cuantos en # ( )	Ninguno ( )	No sabe ( )
------------------	-------------	-------------

13. ¿En los últimos 10 años, en las quebradas, ojos de agua u otra fuente, ha notado que el nivel de agua ha cambiado? Marque con una X

Disminuido ( )	Aumentado ( )	Está igual que los años anteriores ( )	Se ha secado ( )
----------------	---------------	--	------------------

14. ¿Cuáles son los grandes problemas que le genera el verano (sequías) prolongado, sobre un hato ganadero? Marcar con una X las más importantes.

Pérdida de peso en animales	Muerte de animales, estrés calórico-deficiencia nutricional	
Disminución de la producción de leche	Ventas anormales (obligado a vender por falta de alimento y a precios bajos) el ganado	
Baja eficiencia productiva	Ataque por enfermedades a los animales	
Sube el precio de la leche	Ataque por parásitos	

15. ¿Cuáles son los problemas más importantes que le genera el verano alargado (sequías) sobre la finca? Marque con una X las más importantes.

Marque	PROBLEMAS IMPORTANTES		Marque
	Pérdida de cultivos	Reducción de áreas de pasturas	
	Siembra tardía	Desadaptación de especies de forraje	
	Pérdida de cosechas	Potreros erosionados	
	Retraso en el crecimiento de pastos	Muerte de árboles	
	Baja producción de pastos	Presencia de plagas	
	Desaparición de fuentes de agua	Otros	

16. ¿Cuáles son los dos problemas urgentes por exceso de lluvias sobre la finca? Marque con una X.

Marque	PROBLEMAS IMPORTANTES		Marque
	Arrastre de sedimentos en grandes volúmenes	Suelos erosionados	

	Enfermedades respiratorias	Enfermedades en pezuñas	
	Inundaciones en potreros y otras áreas	otros	

17. ¿Qué medidas de adaptación tiene usted para minimizar los efectos del cambio climático para su hato ganadero)? Marque con una X.

<b>MEDIDA DE MITIGACIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>No</b>
¿Busca capacitación de técnicas y estrategias resilientes para contrarrestar los efectos del cambio climático?		
¿Implementa bancos forrajeros?		
¿Protege ríos y quebradas aledañas a su finca?		
¿Hace establecimientos de árboles y potreros en su finca?		
¿Cuenta con un programa de protección del bosque?		
¿Tiene usted la intención de ampliar sus bancos forrajeros?		
¿Tiene usted un programa de protección del bosque ribereño?		
¿Tiene usted la intención de cambiar de pasturas de naturales a pasturas mejoradas?		
¿Siembra usted pastos mejorados en sus parcelas?		
¿Cuenta usted con animales resistentes a las sequías?		
¿Cuenta usted con suplementación con bancos forrajeros?		

**Gracias por su colaboración.**

Anexo 7: Niveles de aptitud para el cultivo de café y cacao



FACTOR	VARIABLE	CLASES DE APTITUD AGROECOLÓGICA_CAFÉ			
		ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA
SUELO	<b>Pendiente</b>	0 a 5% - 5 a 12% - 12 a 25%	25 a 50%	50 a 70 %	> 70 %
	<b>Textura</b>	Franco, limoso, franco arcilloso, franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso, arcilloso, arcillo arenoso, arcillo limos.	Franco arenoso franco limoso, arenosa, arenoso franco.	Arenoso (fina media, gruesa)	Arcilloso (> 60%)
	<b>Profundidad</b>	Profundo	moderadamente profundo	poco profundo	Superficial
	<b>Pedregosidad</b>	Sin	Poca	frecuentes	Abundantes/ Pedregoso a rocoso
	<b>Drenaje</b>	Bueno	Moderado	Mal drenado	Excesivo
	<b>Nivel freático</b>	Profundo	Medianamente profundo	poco profundo	Superficial
	<b>pH</b>	Ligeramente ácido - Neutro	Ácido	Modernamente alcalino	Muy ácido /alcalino
	<b>Toxicidad</b>	Sin o nula	Ligera	Media	Alta
	<b>Materia orgánica</b>	Muy alto / alto	Media	Baja	Muy bajo
	<b>Salinidad</b>	Sin / ligera	Media	Alta	Muy alta
	<b>Fertilidad</b>	Alta	Media	Baja	Muy baja
CLIMA	<b>Precipitación (mm)</b>	800 - 2000a 2000 - 3000r	500 - 800 y 2000- 2500 a 3000 - 3500r	(-)	>500 >3000a >4000r
	<b>Temperatura (°C)</b>	17 a 23a 20 - 26 r	16-17 y 23-24a 18 20r	(-) 17 -18	<16 >24a <17r
	<b>Altitud (msnm)</b>	400-1800a 0 -600r	0 -400 y 1800- 2000a (-)	(-)	> 2000a >600r

Fuente: (MAGAP, 2014) Adaptado de: Guía técnica de cultivos, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones, INIAP, Quito, 2000

FACTOR	VARIABLE	CLASES DE APTITUD AGROECOLÓGICA_CACAO			
		ÓPTIMA	MODERADA	MARGINAL	NO APTA
SUELO	<b>Pendiente</b>	0 -25 %	25 - 50%	50 -70%	>70%
	<b>Textura</b>	Franco, franco arcilloso (>a 35%), franco limoso.	Limoso, franco arcilloso (<35% arcilla), franco arcillo arenoso, franco arcilloso limoso, franco arenoso (fino a grueso) arcillo arenoso, arcillo limoso.	Arcilloso, arcilloso (> 60%)	Arenosa (fina, media, gruesa), arenoso francoso
	<b>Profundidad</b>	Profundo	Moderadamente profundo	Poco profundo	Superficial
	<b>Pedregosidad</b>	Sin	Pocas	Frecuentes	Abundantes, pedregoso a rocoso
	<b>Drenaje</b>	Bueno	Moderado	(-)	Mal drenado, excesivo
	<b>Nivel freático</b>	Profundo	Medianamente profundo	Poco profundo	Superficial
	<b>pH</b>	Ligeramente ácido, neutro	Ácido, moderadamente alcalino	(-)	Muy ácido, alcalino
	<b>Toxicidad</b>	Sin o nula	Ligera	Media	Alta
	<b>Materia orgánica</b>	Muy alta, alta	Media	Baja	Muy baja
	<b>Salinidad</b>	Sin, ligera	Media	Alta	Muy alta
	<b>Fertilidad</b>	Alta	Media	Baja	Muy baja
CLIMA	<b>Precipitación (mm)</b>	1200 - 3000	1000 - 1200	800 - 1200	< 800>4000
	<b>Temperatura (°C)</b>	18 - 26	16 - 18	15 -16	< 15
	<b>Altitud (msnm)</b>	0 a 500	(-)	(-)	>500

**Fuente:** (MAGAP, 2014) Adaptado de: Guía técnica de cultivos, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones, INIAP, Quito, 2000

Anexo 8: Análisis estadístico (Análisis Factorial) de sostenibilidad de fincas de la Amazonía ecuatoriana

ANÁLISIS DE DATOS DIMENSIÓN ECOLÓGICA

**Comunalidades**

	Inicial	Extracción
DEc_A	1,000	,881
DEc_B	1,000	,764
DEc_C	1,000	,907
DEc_D	1,000	,907
DEc_E	1,000	,214
DEc_F	1,000	,850
DEc_G	1,000	,850
DEc_H	1,000	,680
DEc_I	1,000	,813
DEc_J	1,000	,822
DEc_K	1,000	,837
DEc_L	1,000	,656
DEc_M	1,000	,973
DEc_N	1,000	,973
DEc_Ñ	1,000	,639
DEc_O	1,000	,603
DEc_P	1,000	,768

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

<b>Varianza total explicada</b>									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
	1	6,480	38,118	38,118	6,480	38,118	38,118	4,411	25,950
2	3,060	18,002	56,120	3,060	18,002	56,120	3,821	22,478	48,428
3	1,894	11,139	67,260	1,894	11,139	67,260	2,696	15,857	64,284
4	1,704	10,025	77,284	1,704	10,025	77,284	2,210	13,000	77,284
5	,946	5,567	82,852						
6	,740	4,351	87,203						
7	,612	3,602	90,805						
8	,475	2,795	93,600						
9	,399	2,345	95,945						
10	,309	1,820	97,765						
11	,175	1,029	98,794						
12	,137	,804	99,598						

13	,056	,330	99,928					
14	,012	,072	100,000					
15	2,598E-16	1,528E-15	100,000					
16	1,783E-16	1,049E-15	100,000					
17	3,053E-17	1,796E-16	100,000					

**Matriz de componentes<sup>a</sup>**

	Componente			
	1	2	3	4
DEc_F	,914			
DEc_G	,914			
DEc_I	,848	-,268		,125
DEc_D	,841		,407	-,179
DEc_C	,841		,407	-,179
DEc_A	,788	,125	-,495	
DEc_B	,779	,103	-,376	
DEc_H	,539	-,358		,505
DEc_L	-,279	,744		-,158
DEc_P	-,480	,721		-,127
DEc_K	,411	,626	,375	-,368
DEc_J	,565	,604	-,334	-,165
DEc_Ñ	,192	,621	,189	,717
DEc_O	,253		,721	-,138
DEc_E	,150		,419	-,122

Método de extracción: Análisis de componentes principales.  
a. 4 componentes extraídos

**Matriz de componentes rotados<sup>a</sup>**

	Componente			
	1	2	3	4
DEc_J	,862	-,178		,213
DEc_A	,860	,363		
DEc_B	,801	,345		
DEc_Ñ				,979
DEc_F	,642	,580	,312	
DEc_G	,642	,580	,312	
DEc_P		-,837		,242
DEc_H	,132	,771		,261
DEc_I	,422	,703	,366	
DEc_O	-,130		,762	
DEc_D	,435	,386	,754	
DEc_C	,435	,386	,754	
DEc_E			,455	

Método de extracción: Análisis de componentes principales.  
Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.  
a. La rotación ha convergido en 7 iteraciones.

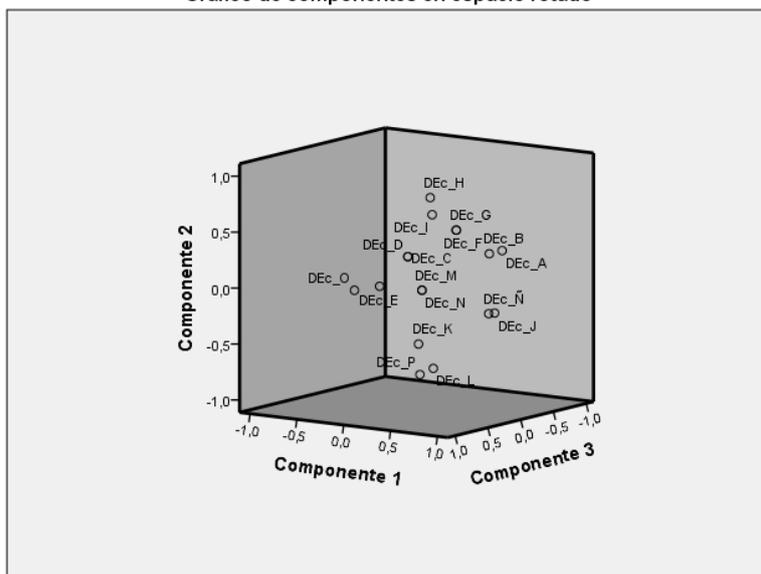
**Matriz de transformación de las componentes**

Componente	1	2	3	4
1	,714	,544	,422	,131
2	,412	-,721	,060	,554
3	-,490	-,062	,849	,191
4	-,286	,426	-,314	,799

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

**Gráfico de componentes en espacio rotado**



### ANÁLISIS DE DATOS DIMENSIÓN TECNOLÓGICA

**Comunalidades**

	Inicial	Extracción
DT1	1,000	,787
DT2	1,000	,647
DT3	1,000	,635
DT4	1,000	,339
DT5	1,000	,645
DT6	1,000	,522
DT7	1,000	,630

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

**Varianza total explicada**

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	1,804	25,771	25,771	1,804	25,771	25,771	1,777	25,388	25,388
2	1,360	19,425	45,197	1,360	19,425	45,197	1,283	18,334	43,722
3	1,042	14,891	60,088	1,042	14,891	60,088	1,146	16,365	60,088
4	,991	14,160	74,247						
5	,727	10,387	84,635						
6	,605	8,638	93,273						
7	,471	6,727	100,000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

**Matriz de componentes<sup>a</sup>**

	Componente		
	1	2	3
DT3	,731	,274	,160
DT7	,713	-,188	-,292
DT4	-,579		
DT2	,152	,637	,468
DT5	-,354	-,627	,356
DT6	-,422	,560	,173
DT1	,315	-,365	,745

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 3 componentes extraídos

**Matriz de componentes rotados<sup>a</sup>**

	Componente		
	1	2	3
DT7	,769	-,180	
DT3	,659	,447	
DT4	-,578		
DT6	-,505	,476	-,202
DT2		,803	
DT1	,224	,158	,844
DT5	-,336	-,390	,616

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

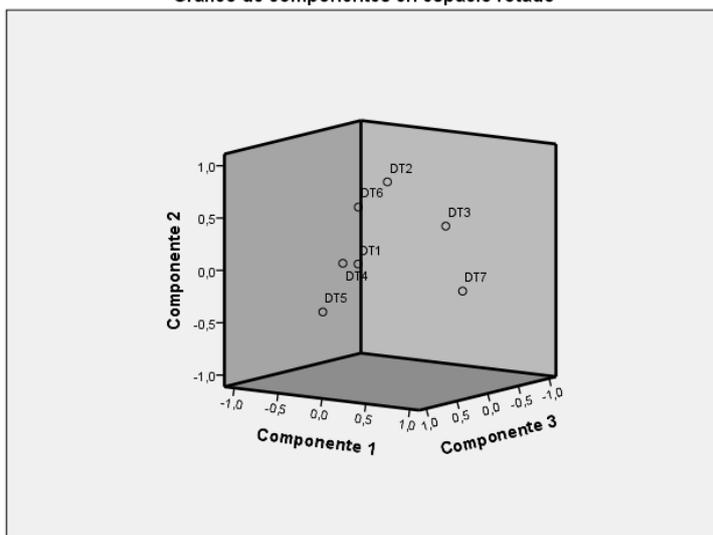
**Matriz de transformación de las componentes**

Componente	1	2	3
1	,980	,185	,078
2	-,111	,823	-,557
3	-,167	,537	,827

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

**Gráfico de componentes en espacio rotado**



**DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL**

<b>Comunalidades</b>		
	Inicial	Extracción
DSc_A	1,000	,818
DSc_B	1,000	,819
DSc_C	1,000	,788
DSc_D	1,000	,826
DSc_E	1,000	,610
DSc_F	1,000	,727
DSc_G	1,000	,818
DSc_H	1,000	,905
DSc_I	1,000	,815
DSc_J	1,000	,900
DSc_K	1,000	,875
DSc_L	1,000	,905
DSc_M	1,000	,882
DSc_N	1,000	,821
DSc_Ñ	1,000	,661

DSc_O	1,000	,900
DSc_P	1,000	,785
DSc_Q	1,000	,712
DSc_R	1,000	,843
DSc_S	1,000	,733
DSc_T	1,000	,749
DSc_U	1,000	,953
DSc_V	1,000	,791
DSc_X	1,000	,722
Método de extracción: Análisis de Componentes principales.		

Varianza total explicada									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,951	16,463	16,463	3,951	16,463	16,463	3,440	14,332	14,332
2	3,109	12,953	29,417	3,109	12,953	29,417	2,573	10,720	25,052
3	2,485	10,356	39,772	2,485	10,356	39,772	2,413	10,053	35,105
4	2,401	10,003	49,775	2,401	10,003	49,775	2,181	9,086	44,191
5	1,954	8,142	57,917	1,954	8,142	57,917	1,861	7,756	51,947
6	1,682	7,009	64,926	1,682	7,009	64,926	1,829	7,621	59,568
7	1,547	6,446	71,372	1,547	6,446	71,372	1,713	7,137	66,705
8	1,162	4,844	76,216	1,162	4,844	76,216	1,697	7,072	73,777
9	1,066	4,443	80,658	1,066	4,443	80,658	1,652	6,882	80,658
10	,915	3,812	84,471						
11	,815	3,394	87,865						
12	,702	2,924	90,789						
13	,445	1,854	92,643						
14	,412	1,715	94,358						
15	,367	1,528	95,885						
16	,329	1,373	97,258						
17	,214	,890	98,148						
18	,167	,696	98,844						
19	,102	,424	99,268						
20	,083	,344	99,612						
21	,049	,203	99,815						
22	,033	,139	99,954						
23	,011	,046	100,000						

24	6,392E-17	2,663E-16	100,000						
Método de extracción: Análisis de Componentes principales.									

**Matriz de componentes<sup>a</sup>**

	Componente								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DSc_H	-,855	,227	-,121		-,257				-,136
DSc_L	,855	-,227	,121		,257				,136
DSc_M	-,682	,191	,354	-,382	,176	-,107	,233	-,112	
DSc_C	,665	-,192	,225	-,288	,293	,237			,165
DSc_N	,604	-,325	-,232	,338	-,266		-,328		
DSc_A	-,472	-,270	-,430		,378	,328	-,189	,168	,123
DSc_U		,695	,117	,600	-,232	,164			
DSc_V		,648	,176	,508		,124		,175	-,124
DSc_O	-,430	-,536	,182	,392	,183	-,143		,400	,155
DSc_J		-,527	,411		-,109	,516	,161	,252	-,282
DSc_Ñ	,112	,453				-,416	,295	,357	,218
DSc_D	-,215	-,279	-,691	-,129	-,298	,263	,122	,176	
DSc_I	,371	,240	-,597	,265		-,163	,140		,375
DSc_E		-,127	,474	,338	-,142	,192	,366		,239
DSc_T	,247	,269		-,639	-,395	,158	,124		
DSc_F	-,286	-,386	,158	,398	,354	-,372		,138	,141
DSc_G	-,171	-,232	-,542		,549		,109	-,274	-,209
DSc_R	,123	,308	,101	,194	,525	,437	,444		,135
DSc_S	,197	,400	-,280	,101	,488	,189	,264		-,319
DSc_P	,258	-,227		-,233		-,468	,598	,185	
DSc_K		,309	,429	-,365	,310	-,249	-,533	-,137	
DSc_B	-,191	,266		-,485		,243	-,125	,626	
DSc_X	,361	-,352	,230	,104	-,182	-,217	,236		-,518
DSc_Q	-,376	-,239	,280		-,196	,277	,116	-,376	,401

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 9 componentes extraídos

**Matriz de componentes rotados<sup>a</sup>**

	Componente								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DSc_H	-,931						,108		
DSc_L	,931						-,108		
DSc_C	,792	-,200	-,176	-,210	,137	,122			,102
DSc_M	-,637	-,280		-,476	,148	,231	,117	,133	,254
DSc_N	,597	,189		,380	-,349	-,175	-,160	-,179	-,263

DSc_U	-,158	,947							
DSc_V		,840		-,131	,240				
DSc_O	-,108		,868	,129	-,172	,171			,224
DSc_F			,827	-,114					
DSc_T		-,140	-,794		-,146			,183	,191
DSc_K				-,866	-,138	-,216	,204		
DSc_D	-,184	-,297	-,133	,767		-,132	,223	-,114	
DSc_R	,156	,199			,799	,327	,151		
DSc_S		,193	-,124		,760	-,304			
DSc_G	-,121	-,421	,264	,150	,507	-,368		-,192	-,312
DSc_E		,173	,132			,713	-,195		
DSc_Q	-,217	-,168			-,127	,711	,197	-,256	
DSc_X	,179						-,819		
DSc_A	-,147	-,319	,312	,269	,193	-,186	,522	-,329	,267
DSc_Ñ		,180						,772	
DSc_P	,117	-,416					-,392	,656	
DSc_B			-,168			-,205	,278	,152	,798
DSc_J	,103	-,105	,159	,190		,405	-,426	-,388	,566
DSc_I	,215	,197	-,115	,456		-,163	,293	,393	-,487

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 16 iteraciones.

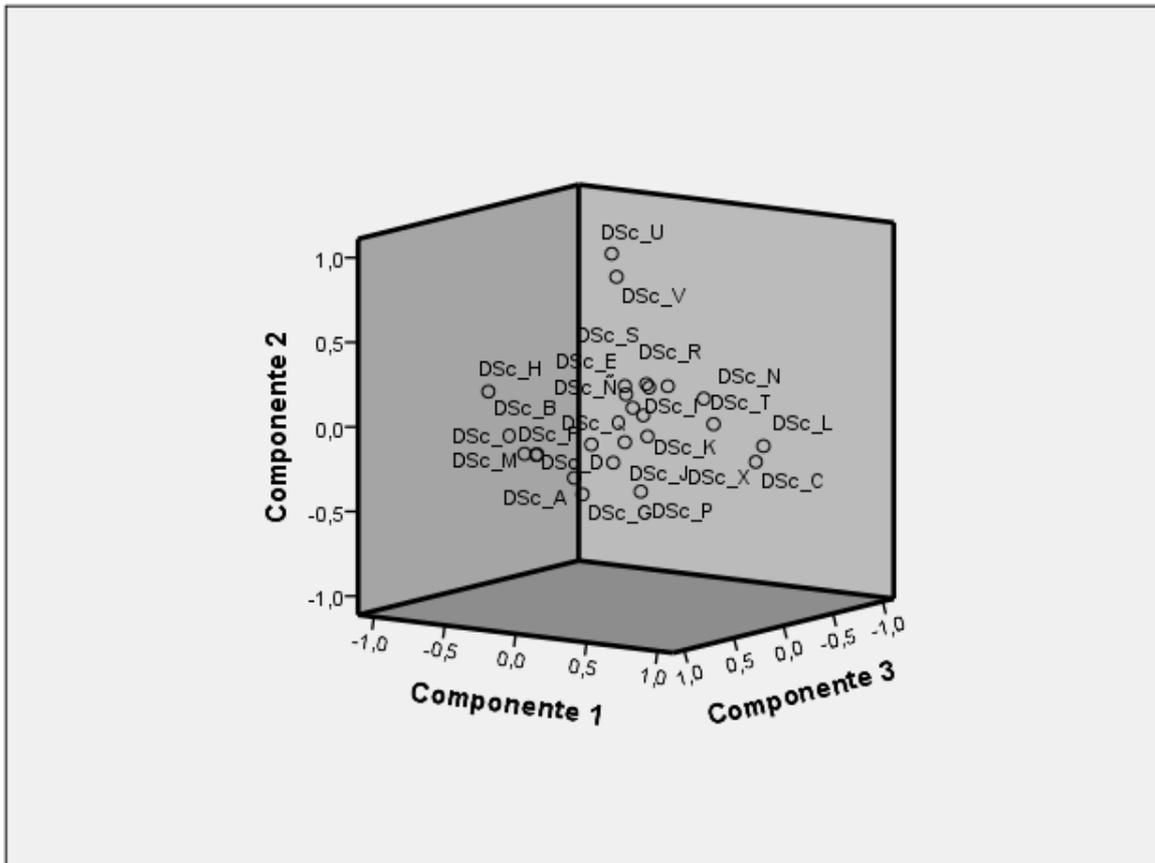
#### Matriz de transformación de las componentes

Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	,862	,138	-,298	,042	,037	-,102	-,262	,172	-,196
2	-,260	,629	-,450	-,287	,255	-,171	,259	,301	-,025
3	,084	,172	,126	-,655	-,140	,549	-,329	,012	,297
4	-,006	,627	,562	,281	,101	,167	-,129	-,119	-,379
5	,227	-,198	,436	-,363	,694	-,217	,235	,006	,054
6	,164	,161	-,285	,292	,331	,345	,219	-,582	,407
7	-,205	-,213	-,127	,316	,500	,426	-,346	,495	-,021
8	,117	,216	,286	,297	-,137	-,233	,008	,400	,733
9	,221	-,075	,092	,049	-,210	,479	,719	,348	-,154

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

Gráfico de componentes en espacio rotado



Anexo 9: Resultado de análisis de suelo de las fincas en estudio



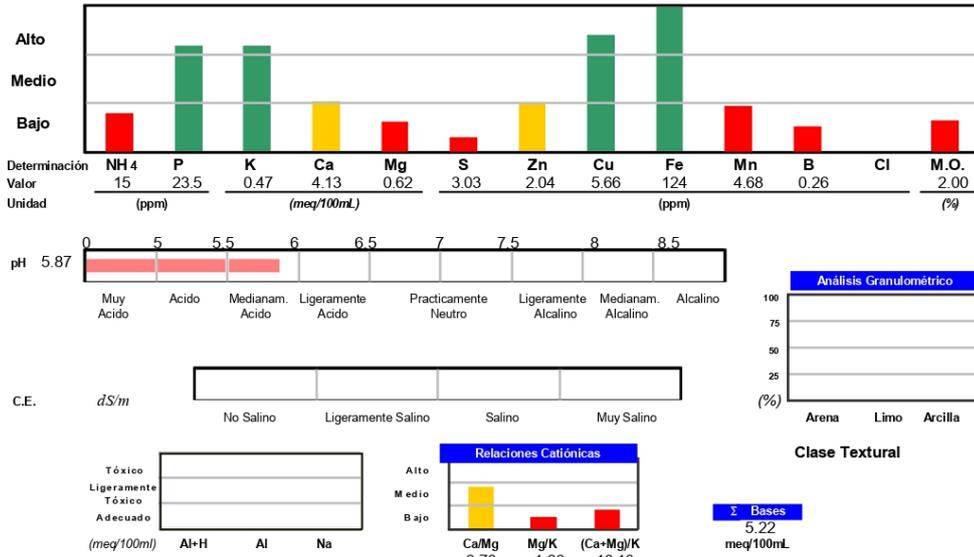
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	ARIOLFO GARCIA	Teléfono :	N/E
Dirección :		Fax :	N/E
Ciudad :	LA JOYA DE LOS SACHAS	e-mail :	N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :	S/N	Parroquia :	ENOKANQUI
Provincia :	ORELLANA	Ubicación :	N/E
Cantón :	LA JOYA DE LOS SACHAS		

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	648	Informe No. :	
Identificación :	1313 M1 = FL1	Responsable Muestreo :	Cliente
Cultivo Actual :	CACAO	Fecha Muestreo :	30/05/2013
Coordenadas :	Latitud: Longitud:	Fecha Ingreso :	30/06/2013
		Factura No. :	0
		Fecha Análisis :	14/06/2013
		Fecha Emisión :	24/06/2013
		Fecha Impresión :	24/06/2013

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH4, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1: 2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Boyucous	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1 N
Al + H		
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optimos					
NH4	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	AH+H	0.50 - 1.50
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00
				(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0

*[Signature]*  
Responsable laboratorio

*[Signature]*  
Laboratorista

N/E: NO ENTREGA  
Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

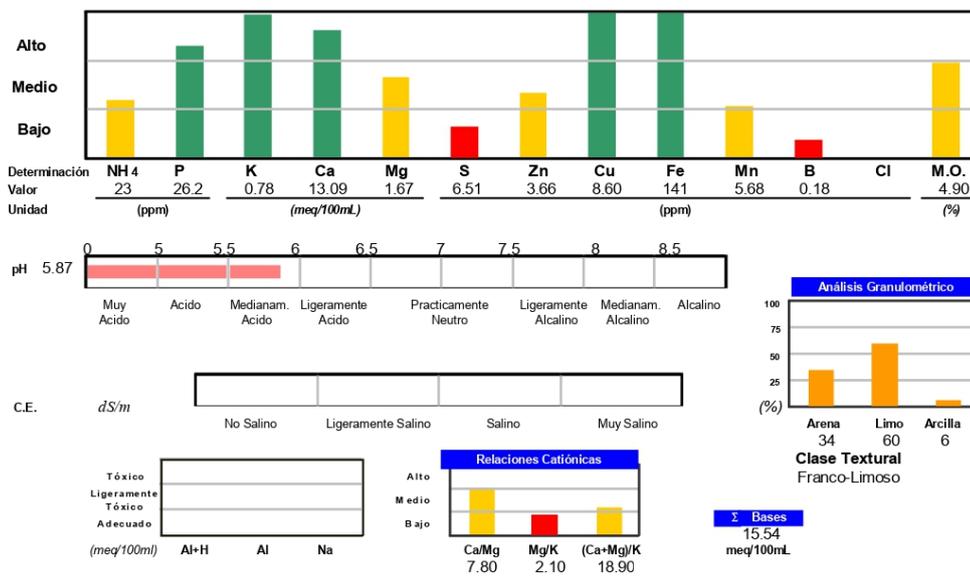
### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : MARTHA GREFA	Teléfono : N/E		
Dirección : LIMONCOCHA	Fax : N/E		
Ciudad : SHUSHUFINDI	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : LIMONCOCHA
Provincia : SUCUMBOS	Ubicación : N/E
Cantón : SHUSHUFINDI	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 426	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1322 - CACAO. PROY. CATIE	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 14/06/2013	
Cultivo Actual : CACAO	Fecha Muestreo : 30/05/2013	Fecha Emisión : 13/11/2013	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 03/06/2013	Fecha Impresión : 13/11/2013	

### INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos							
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00		

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

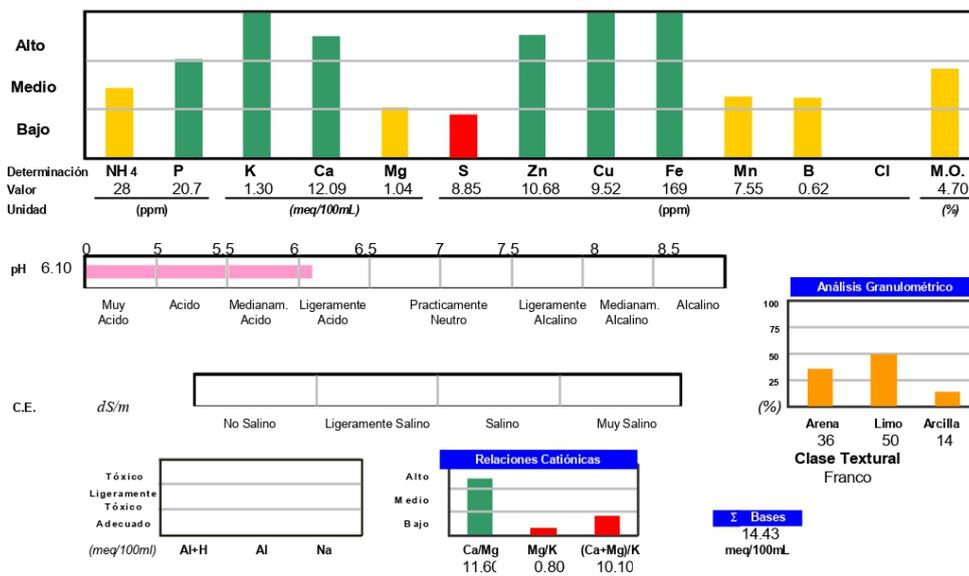
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : RICARDO GREFA	Teléfono : N/E		
Dirección : SAN JACINTO	Fax : N/E		
Ciudad : SHUSHUFINDI	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : LIMONCOHA
Provincia : SUCUMBOS	Ubicación : N/E
Cantón : SHUSHUFINDI	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 435	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1438 - CAFE / PROY. CATIE	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 23/08/2013	
Cultivo Actual : CAFE	Fecha Muestreo : 13/08/2013	Fecha Emisión : 13/11/2013	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 14/08/2013	Fecha Impresión : 13/11/2013	

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos					
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

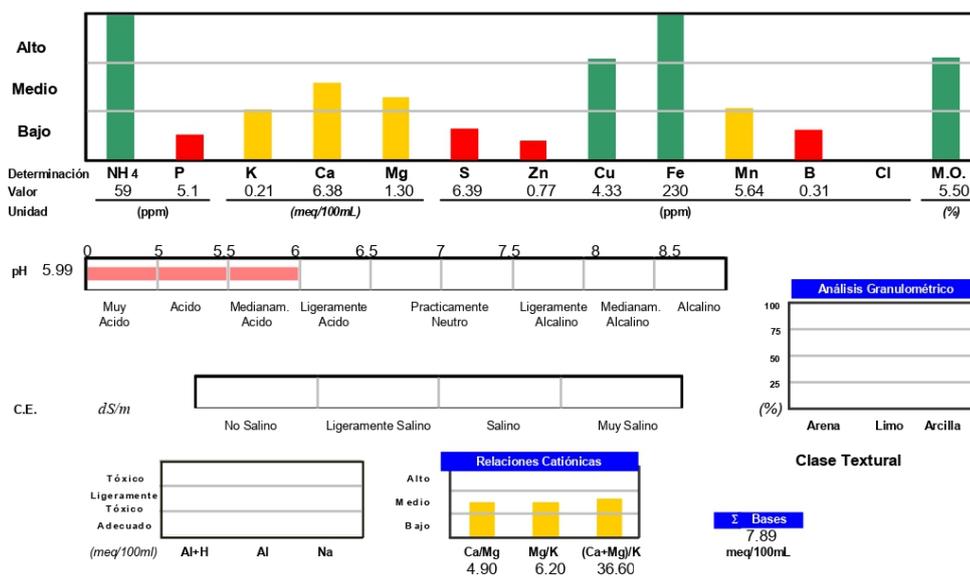
### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : NANCY SORNOZA VELASCO	Teléfono : N/E		
Dirección :	Fax : N/E		
Ciudad : NUEVA LOJA	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : PACAYACU
Provincia : SUCUMBIOS	Ubicación : 6 DE ENERO
Cantón : LAGO AGRIO	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 768	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1464 NANCY SORNOZA	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 30/08/2013	
Cultivo Actual : PASTO	Fecha Muestreo : 22/08/2013	Fecha Emisión : 14/09/2013	
Coordenadas : Latitud: Longitud:	Fecha Ingreso : 23/08/2013	Fecha Impresión : 14/09/2013	

### INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos					
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00
				Ca/Mg	2 - 8
				Mg/K	2.5 - 10.0
				(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0

Responsible laboratorio

Laboratorista

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

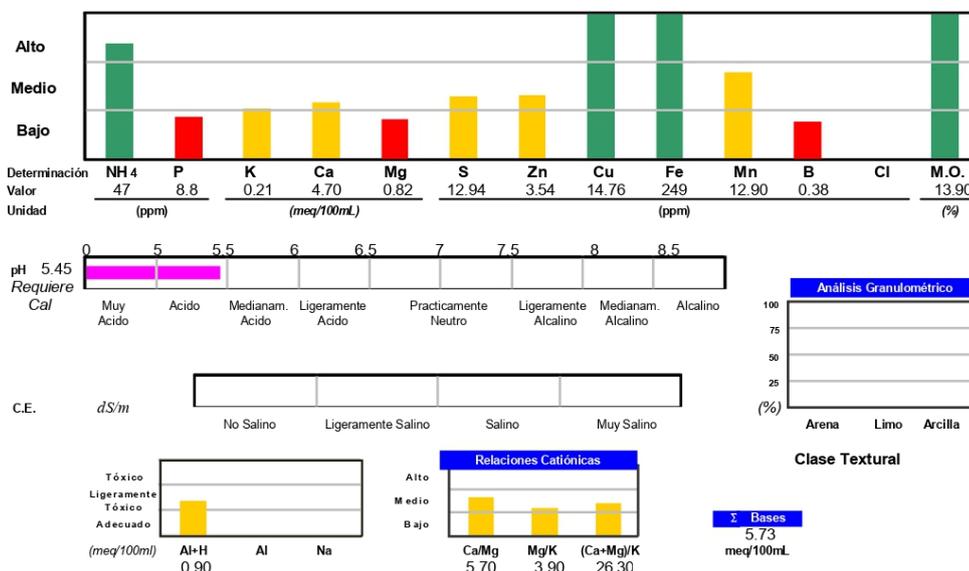
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : FELIX ROMO	Teléfono : N/E		
Dirección :	Fax : N/E		
Ciudad : EL DORADO DE CASCALES	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : SEVILLA
Provincia : SUCUMBIOS	Ubicación : SEVILLA
Cantón : CASCALES	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 804	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1500 M1	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 06/09/2013	
Cultivo Actual : CACAO	Fecha Muestreo : 29/08/2013	Fecha Emisión : 18/09/2013	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 30/08/2013	Fecha Impresión : 18/09/2013	

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1: 2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, H
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optimos							
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00		

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

N/E: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

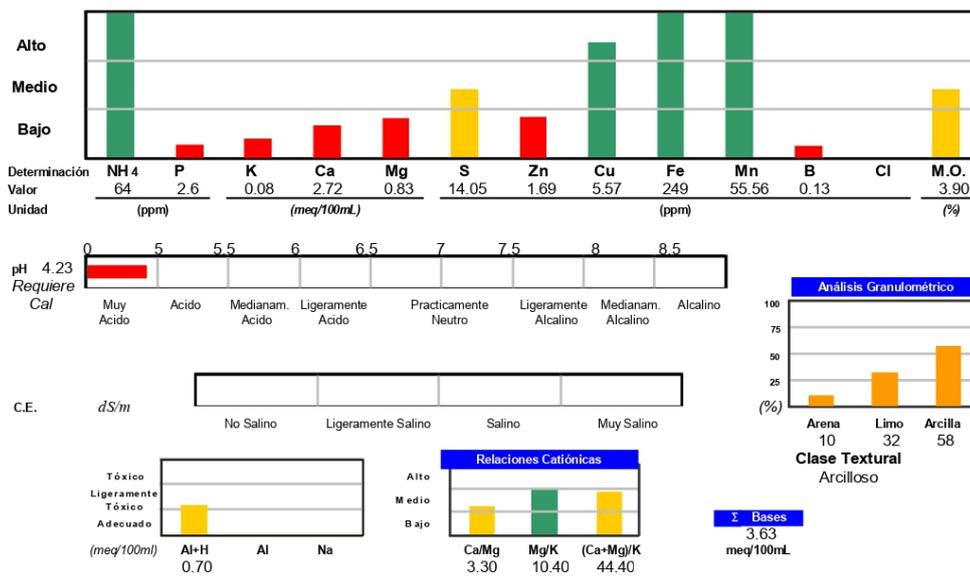
### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : MENDOZA LEONARDO	Teléfono : N/E		
Dirección : GUAYACANES	Fax : N/E		
Ciudad : PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : INES ARANGO
Provincia : ORELLANA	Ubicación : N/E
Cantón : FCO. DE ORELLANA	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 448	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1554 - 9 - IA/PROY. CATIE	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 07/10/2013	
Cultivo Actual : CACAO	Fecha Muestreo : 28/06/2013	Fecha Emisión : 15/11/2013	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 01/07/2013	Fecha Impresión : 15/11/2013	

### INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductométrica	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos					
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00
				Ca/Mg	2.5 - 10.0
				(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

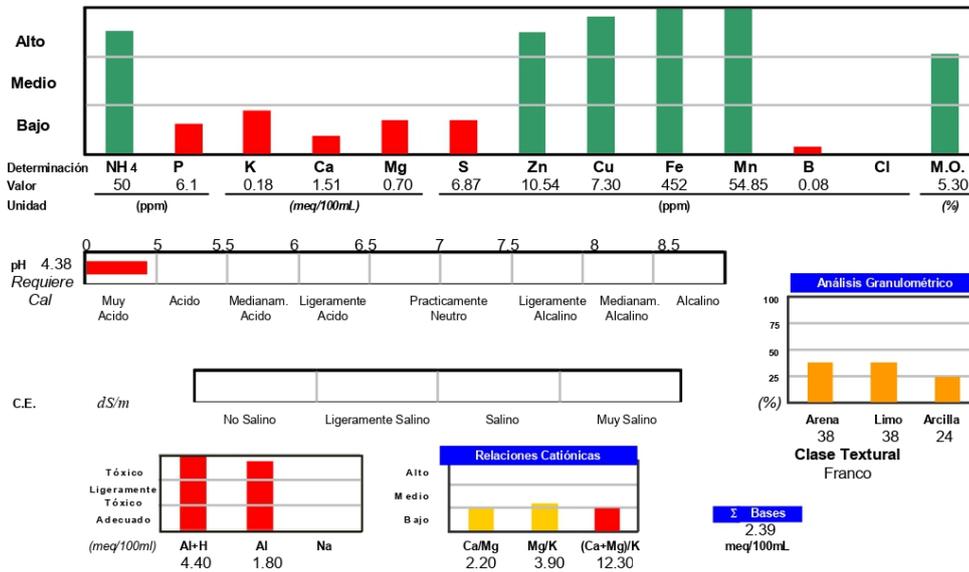
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : MACARIO LEGARDA	Teléfono : N/E		
Dirección : SAN VICENTE DE HUATICOCHA	Fax : N/E		
Ciudad : LORETO	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : MIRAFLORES	Parroquia : SAN VICENTE DE HUATICOCHA
Provincia : ORELLANA	Ubicación : N/E
Cantón : LORETO	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 561	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1251 - PROY. CATIE	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis :	19/12/2013
Cultivo Actual : N/E	Fecha Muestreo : 25/04/2013	Fecha Emisión :	19/12/2013
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 14/05/2013	Fecha Impresión :	19/12/2013

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H		
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos							
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00		

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

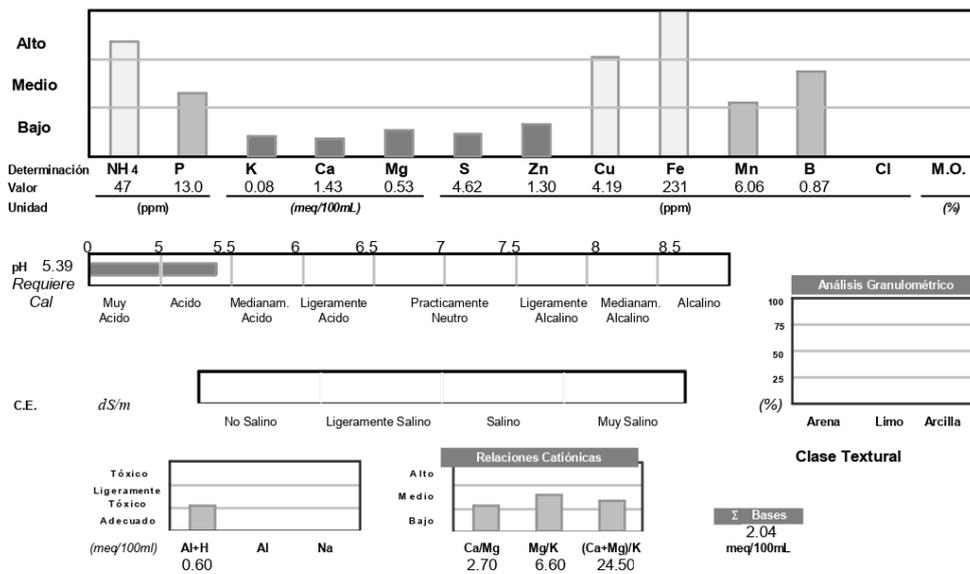
### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : PROGRAMA DE GANADERIA	Teléfono : N/E		
Dirección : SAN VICENTE	Fax : N/E		
Ciudad : NUEVA LOJA	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : PACAYACU
Provincia : SUCUMBIOS	Ubicación : N/E
Cantón : LAGO AGRIO	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 631	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1285 - PASTO	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 03/06/2013	
Cultivo Actual : N/E	Fecha Muestreo : 23/05/2013	Fecha Emisión : 07/06/2013	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 23/05/2013	Fecha Impresión : 18/06/2013	

### INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductométrica	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos							
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00		

Responsible laboratorio

Laboratorista

N/E: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.



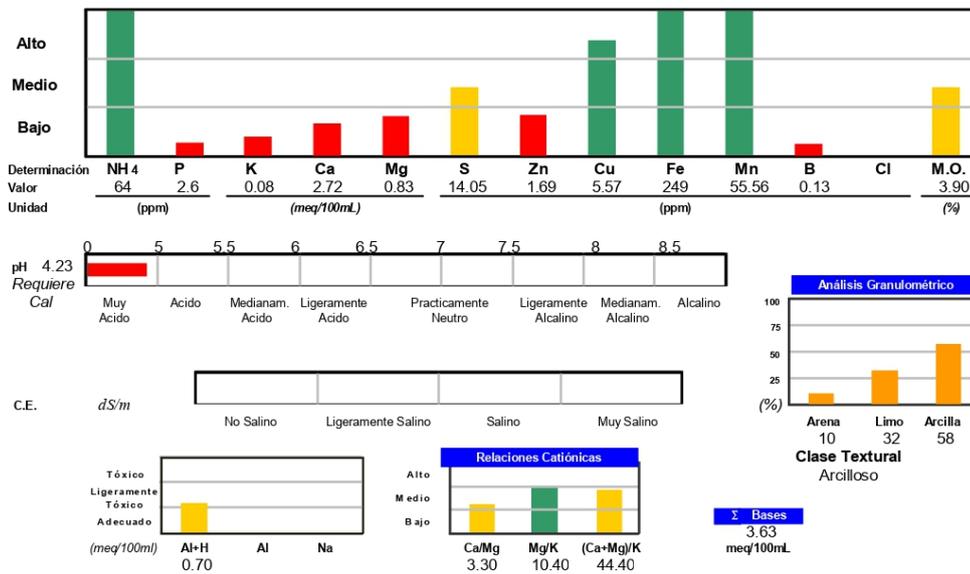
### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : MENDOZA LEONARDO	Teléfono : N/E		
Dirección : GUAYACANES	Fax : N/E		
Ciudad : PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : INES ARANGO
Provincia : ORELLANA	Ubicación : N/E
Cantón : FCO. DE ORELLANA	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 448	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1554 - 9 - IA/PROY. CATIE	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 07/10/2013	
Cultivo Actual : CACAO	Fecha Muestreo : 28/06/2013	Fecha Emisión : 15/11/2013	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 01/07/2013	Fecha Impresión : 15/11/2013	

### INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos							
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00		

*[Firma]*  
**Responsable laboratorio**

*[Firma]*  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

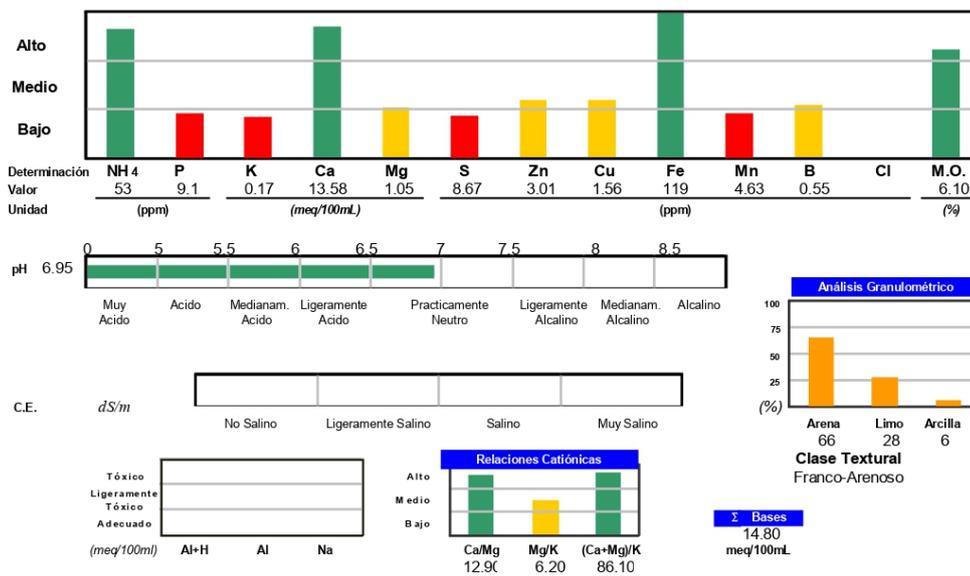
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : ADELA GREFA	Teléfono : N/E		
Dirección : LIMONCOCHA	Fax : N/E		
Ciudad : SHUSHUFINDI	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : LIMONCOCHA
Provincia : SUCUMBOS	Ubicación :
Cantón : SHUSHUFINDI	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 451	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1575 - GIZ GRUPO 5 PROY.	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 15/10/2013	
Cultivo Actual : CAFE	Fecha Muestreo : 20/09/2013	Fecha Emisión : 16/11/2013	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 27/09/2013	Fecha Impresión : 16/11/2013	

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos					
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50 (Ca+Mg)/K
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

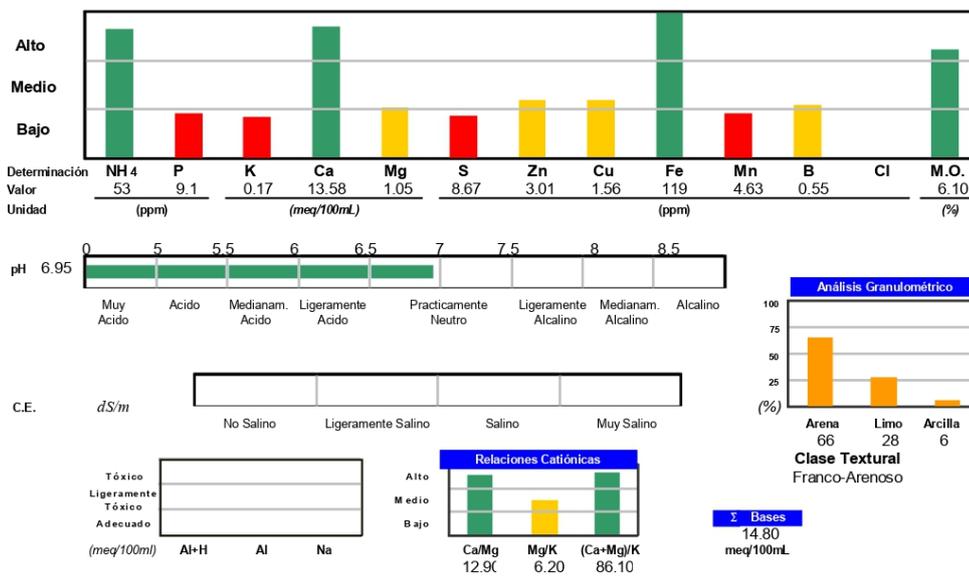
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : ADELA GREFA	Teléfono : N/E		
Dirección : LIMONCOCHA	Fax : N/E		
Ciudad : SHUSHUFINDI	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : LIMONCOCHA
Provincia : SUCUMBOS	Ubicación :
Cantón : SHUSHUFINDI	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 451	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1575 - GIZ GRUPO 5 PROY.	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 15/10/2013	
Cultivo Actual : CAFE	Fecha Muestreo : 20/09/2013	Fecha Emisión : 16/11/2013	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 27/09/2013	Fecha Impresión : 16/11/2013	

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos					
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00
				(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

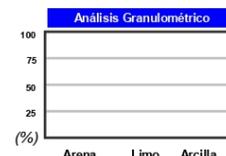
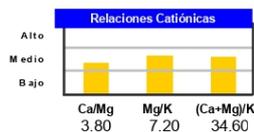
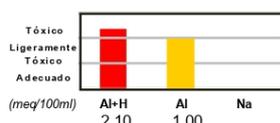
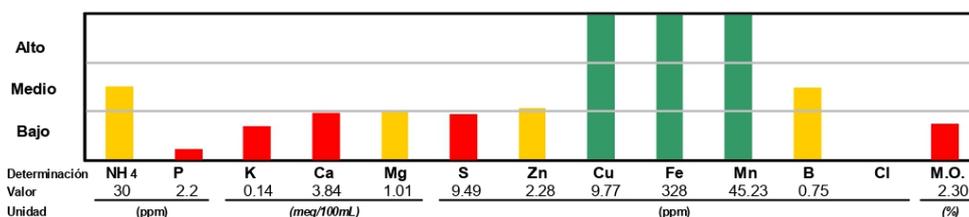
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : OLGER VEGA	Teléfono : N/E		
Dirección : INES ARANGO	Fax : N/E		
Ciudad : PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : INES ARANGO
Provincia : ORELLANA	Ubicación : N/E
Cantón : FCO. DE ORELLANA	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 899	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1996 / 002-1A2014	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 11/04/2014	
Cultivo Actual : CAFE	Fecha Muestreo : 11/03/2014	Fecha Emisión : 21/04/2014	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 12/03/2014	Fecha Impresión : 21/04/2014	

**INTERPRETACION**



Σ Bases  
4.99  
meq/100mL

Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos					
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00

Responsible laboratorio

Laboratorista

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

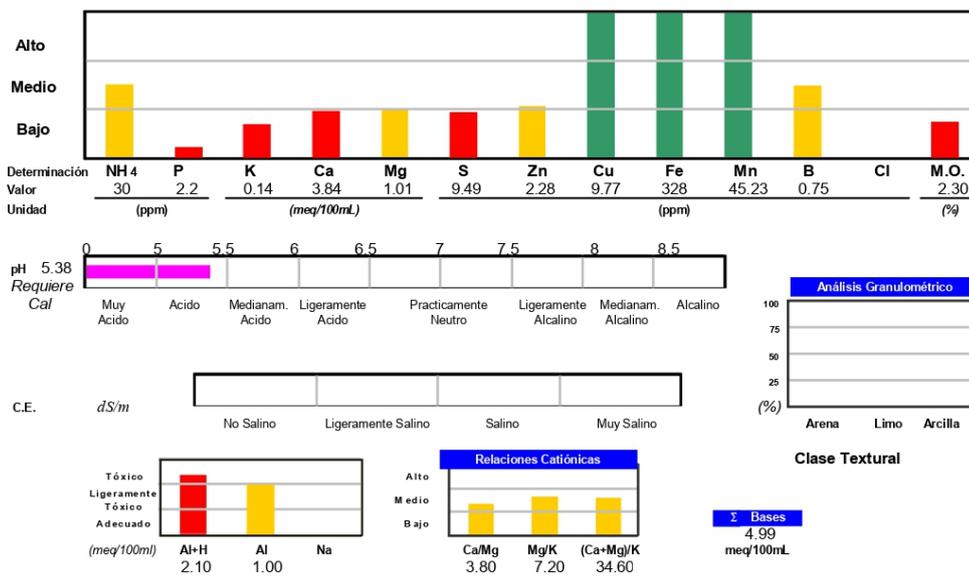
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : OLGER VEGA	Teléfono : N/E		
Dirección : INES ARANGO	Fax : N/E		
Ciudad : PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : INES ARANGO
Provincia : ORELLANA	Ubicación : N/E
Cantón : FCO. DE ORELLANA	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 899	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 1996 / 002-1A2014	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 11/04/2014	
Cultivo Actual : CAFE	Fecha Muestreo : 11/03/2014	Fecha Emisión : 21/04/2014	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 12/03/2014	Fecha Impresión : 21/04/2014	

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos					
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50 (Ca+Mg)/K
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00

Responsible laboratorio

Laboratorista

N/E: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

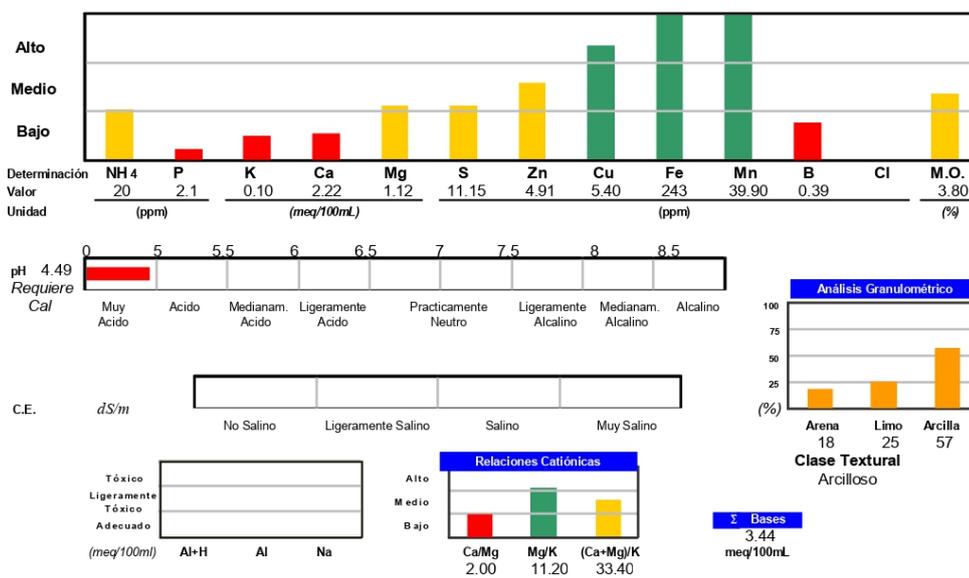
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : VICENTE ALBAN	Teléfono : N/E		
Dirección : GENERAL FARFAN	Fax : N/E		
Ciudad : NUEVA LOJA	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : NUEVA LOJA
Provincia : SUCUMBIOS	Ubicación : N/E
Cantón : LAGO AGRIO	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 11213	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 11125 / 003-GF-14	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 04/07/2014	
Cultivo Actual : CACAO	Fecha Muestreo : 20/06/2014	Fecha Emisión : 04/07/2014	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 24/06/2014	Fecha Impresión : 03/09/2014	

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos					
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

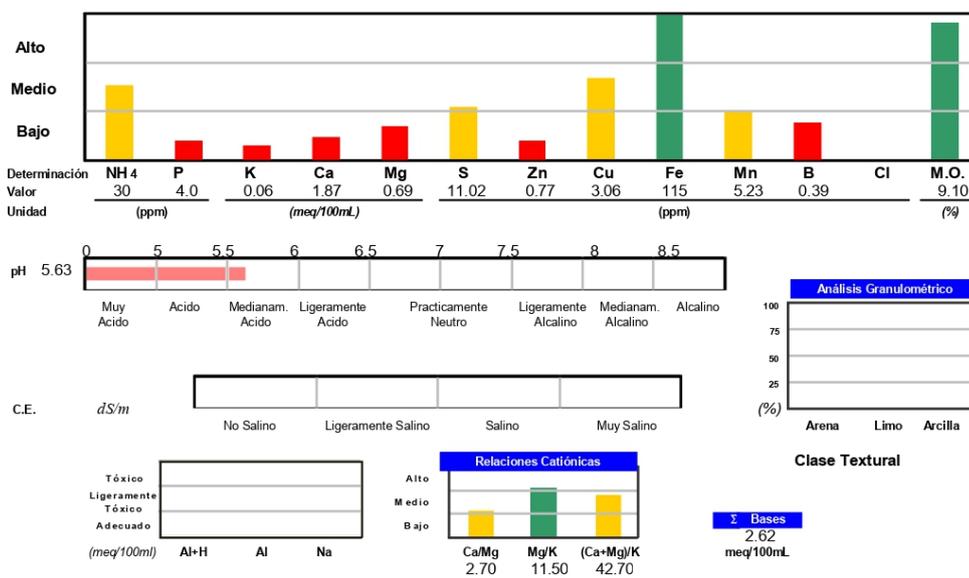
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	DAVID MONTA	Teléfono :	N/E
Dirección :	LA UNION	Fax :	N/E
Ciudad :	LUMBAQUI	e-mail :	N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :	S/N	Parroquia :	GONZALO PIZARRO
Provincia :	SUCUMBIOS	Ubicación :	N/E
Cantón :	GONZALO PIRZARRO		

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	11214	Informe No. :	0
Identificación :	11193 / CACAO 5 AÑOS	Responsable Muestreo :	Cliente
Cultivo Actual :	CACAO	Fecha Muestreo :	21/08/2014
Coordenadas :	Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso :	21/08/2014
		Fecha Impresión :	04/09/2014

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos									
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0		
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8		
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00	Mg/K	2.5 - 10.0		
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0		
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00				

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

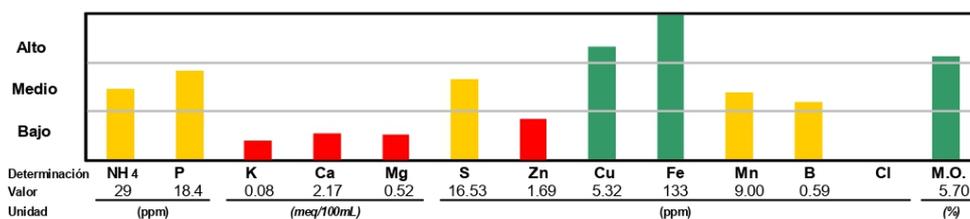
### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : DELIA VARGAS	Teléfono : N/E		
Dirección : LA UNION	Fax : N/E		
Ciudad : EL DORADO DE CASCALES	e-mail : N/E		

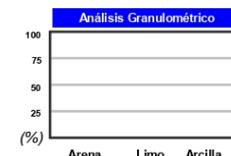
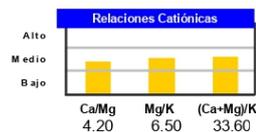
DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : EL DORADO DE CASCALES
Provincia : SUCUMBIOS	Ubicación :
Cantón : CASCALES	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 11286	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 11377 / TESTIGO CACAO	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 23/09/2014	
Cultivo Actual : CACAO	Fecha Muestreo : 28/08/2014	Fecha Emisión : 23/09/2014	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 29/08/2014	Fecha Impresión : 30/09/2014	

### INTERPRETACION



Muy Acido    Acido    Medianam. Acido    Ligeramente Acido    Practicamente Neutro    Ligeramente Alcalino    Medianam. Alcalino    Alcalino



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos							
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00		

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

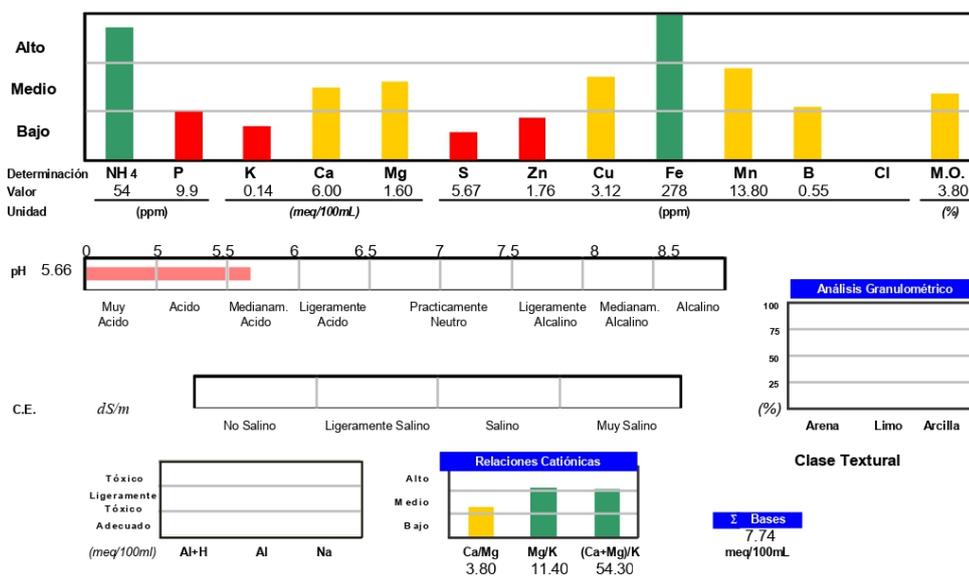
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	MILLER HERNANDEZ	Teléfono :	N/E
Dirección :	PUERTO LIBRE	Fax :	N/E
Ciudad :	NUEVA LOJA	e-mail :	N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :	SAN ELIAS	Parroquia :	DURENO
Provincia :	SUCUMBIOS	Ubicación :	N/E
Cantón :	LAGO AGRIO		

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	11250	Informe No. :	
Identificación :	11488/MILLER HERNANDEZ	Responsable Muestreo :	Cliente
Cultivo Actual :	N/E	Fecha Muestreo :	03/09/2014
Coordenadas :	Latitud: Longitud:	Fecha Ingreso :	04/09/2014
		Factura No. :	0
		Fecha Análisis :	24/09/2014
		Fecha Emisión :	24/09/2014
		Fecha Impresión :	06/10/2014

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos							
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00		

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

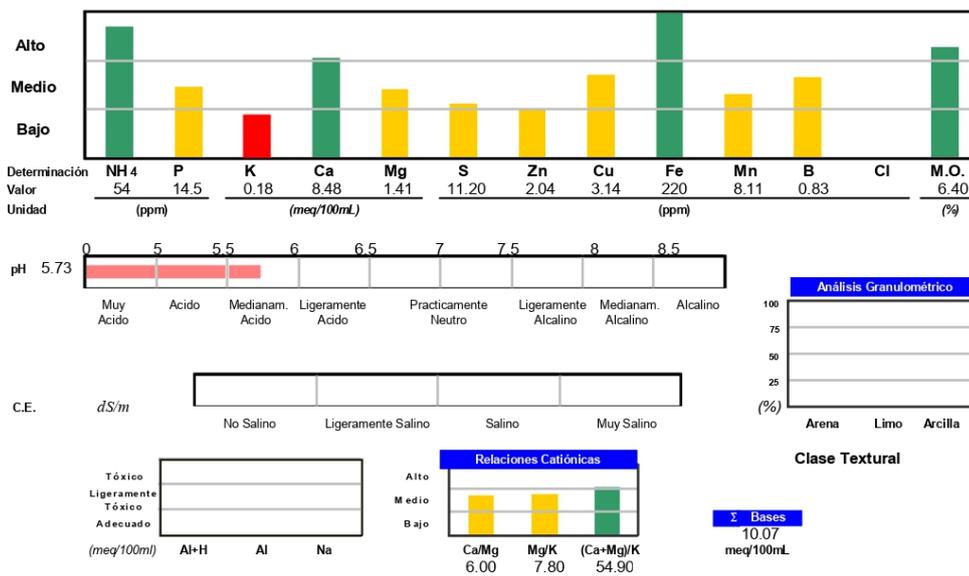
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : PASTORA ESPINOZA	Teléfono : N/E		
Dirección : BELLA VISTA	Fax : N/E		
Ciudad : NUEVA LOJA	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : PACAYACU
Provincia : SUCUMBIOS	Ubicación : N/E
Cantón : LAGO AGRIO	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 11443	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 11714 LOTE A1	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 11/11/2014	
Cultivo Actual : CACAO	Fecha Muestreo : 22/10/2014	Fecha Emisión : 11/11/2014	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 23/10/2014	Fecha Impresión : 09/12/2014	

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos					
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00
				(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

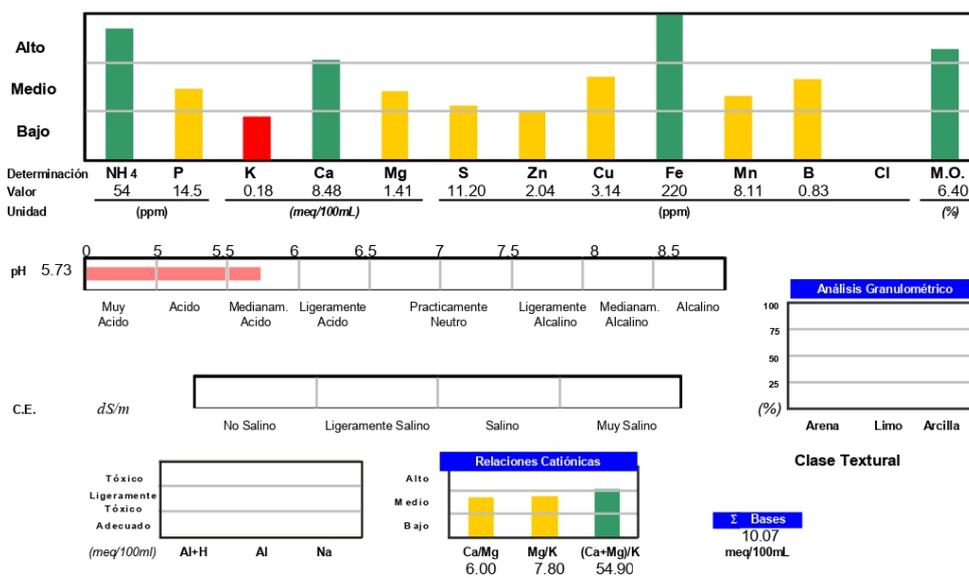
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre : PASTORA ESPINOZA	Teléfono : N/E		
Dirección : BELLA VISTA	Fax : N/E		
Ciudad : NUEVA LOJA	e-mail : N/E		

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre : S/N	Parroquia : PACAYACU
Provincia : SUCUMBIOS	Ubicación : N/E
Cantón : LAGO AGRIO	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio : 11443	Informe No. :	Factura No. :	0
Identificación : 11714 LOTE A1	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 11/11/2014	
Cultivo Actual : CACAO	Fecha Muestreo : 22/10/2014	Fecha Emisión : 11/11/2014	
Coordenadas : Latitud:      Longitud:	Fecha Ingreso : 23/10/2014	Fecha Impresión : 09/12/2014	

**INTERPRETACION**



Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkey Black	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
C.E.	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1N
Al + H	Absorción	Pasta Saturada
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos							
NH <sub>4</sub>	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.10 - 5.00	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.50 - 1.50	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	Al	0.30 - 1.00		

  
**Responsable laboratorio**

  
**Laboratorista**

NE: NO ENTREGA  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.



**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS**



Vía Sacha - San Carlos, Km 3 de la Pariser  
 www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063700000

**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	: ANTONIA TAPUY	Nombre	: S/N	Responsable Muestreo	: Cliente	Factura No.	: 0				
Dirección	: PANDUYACU	Provincia	: SUCUMBIOS	Fecha Muestreo	: 07/05/2015	Fecha Análisis	: 23/09/2015				
Ciudad	: LUMBAQUI	Cantón	: GONZALO PIZARRRO	Fecha Ingreso	: 08/05/2015	Fecha Emisión	: 23/09/2015				
Teléfono	: N/E	Parroquia	: GONZALO PIZARRRO	Cultivo Actual	: CAFE	Fecha Impresión	: 29/09/2015				
Fax	: N/E	Ubicación	: PANDUYACU								

Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm										%	g/cm3	
			NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn			B
12609	12740 / PARCELA CAFE TEST	5.32 Ac RC	47.43 A	43.55 A	0.13 B	5.14 M	1.24 M	4.47 B	2.82 M	2.56 M	179.0 A	20.34 A	0.20 B		
12610	12741 / PARCELA CAFE INVE	5.38 Ac RC	49.78 A	44.42 A	0.16 B	6.29 M	1.49 M	6.49 B	4.48 M	2.69 M	204.0 A	21.38 A	0.22 B		

Interpretación	
NH <sub>4</sub> , P, K, Ca, Mg, S	pH
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	
B = Bajo	MAC = Muy Acido
M = Medio	AC = Acido
A = Alto	MA = Med. Acido
	LAC = Lig. Acido
	PN = Ptas. Neutro
	N = Neutro
	LI = Lig. Alcalino
	MAA = Med. Alcalino
	AA = Alcalino
	RC = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractores
NH <sub>4</sub> , P	Colorimétrica	Oslen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Abrómica	pH 6.5
S	Turbidimétrica	Fórmula de Ca
B	Colorimétrica	Monobásico
Cl	Volumétrica	Pasta Salmuera
pH	Potenciométrica	Suelto agua (1:2.5)

Niveles de Referencia	
NH <sub>4</sub>	20 - 40
P	10 - 20
K	0.2 - 0.4
Ca	4 - 6
Mg	1.0 - 2
S	10 - 20
Zn	2.0 - 7.0
Cu	1.0 - 4.0
Mn	5 - 15
B	0.5 - 1.0
Cl	17 - 34

Responsable Laboratorio

Analista

NE = No entregado  
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Formato1 Página1



**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS**



Via Sacha - San Carlos, Km 3 de la Parker  
 www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063700000

**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	ANTONIA TAPUY	Nombre :	S/N	Informe No. :		Factura No. :	0
Dirección :	PANDUYACU	Provincia :	SUCUMBOS	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	23/09/2015
Ciudad :	LUMBAQUI	Cantón :	GONZALO PIZARRO	Fecha Muestreo :	07/05/2015	Fecha Emisión :	23/09/2015
Teléfono :	N/E	Parroquia :	GONZALO PIZARRO	Fecha Ingreso :	08/05/2015	Fecha Impresión :	29/09/2015
Fax :	N/E	Ubicación :	PANDUYACU	Cultivo Actual :	CAFE		

Nº Laborat.	Identificación	Textura (%)			Clase Textural	meq/100mL			dSm	C.E.	Σ Bases	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100g		
		Arena	Limo	Arcilla		Al+H	Al	Na								Mg	K
12609	12740 / PARCELA CAFE TEST.								3.00	B	6.51	4.15	M	9.54	M	49.06	M
12610	12741 / PARCELA CAFE INVEST.								2.30	B	7.94	4.22	M	9.31	M	48.63	M

Interpretación	
W/H/A/L/Na	C.E.
A0 = Aterrido	H0 = No Salino
LT = Ugelem. Tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviatura	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Walkley Black	Dióxido de Selenio
CIC	Na	Acetato de Amonio
		Cloruro de Bario
C.E.	Estado de pasta saturada	Agua

Lig. Toxicos meq/100mL	Niveles de Referencia	
	Lig. Salino (dSm)	Medio
A+H	0.91 - 1.50	C.E. 2.0 - 40
Al	0.31 - 1.00	Medio (Na)
Na	0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0
		(Ca+Mg)K 12.5 - 20.0

Responsable Laboratorio

Laboratorio

NE = No entregado  
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad



**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN**  
**LABORATORIO DE SUELOS**



Vía Sacha - San Carlos, Km 3 de la Parker  
 www.iniap.gob.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec - Teléfono: 063700000

**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	: LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS	Nombre	: VILMA MEZA	Responsable Muestreo	: Cliente	Factura No.	: 0
Dirección	: ENOKANQUI	Provincia	: ORELLANA	Fecha Muestreo	: 13/04/2016	Fecha Análisis	: 13/05/2016
Ciudad	: LA JOYA DE LOS SACHAS	Cantón	: LA JOYA DE LOS SACHAS	Fecha Ingreso	: 15/04/2016	Fecha Emisión	: 13/05/2016
Teléfono	: N/E	Parroquia	: ENOKANQUI	Cultivo Actual	: N/E	Fecha Impresión	: 19/05/2016
Fax	: N/E	Ubicación	: VILMA MEZA				

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm											%	g/cm3
			NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B		
14070	13707 / CALICATA H A	5.58 <b>MeAc</b>	66.04 <b>A</b>	7.14 <b>B</b>	0.12 <b>B</b>	7.37 <b>M</b>	0.56 <b>B</b>	2.44 <b>B</b>	0.93 <b>B</b>	2.64 <b>M</b>	240.4 <b>A</b>	9.82 <b>M</b>	0.37 <b>B</b>		
14071	13708 / CALICATA H A-B	6.06 <b>LAc</b>	33.92 <b>M</b>	5.61 <b>B</b>	0.07 <b>B</b>	5.24 <b>M</b>	0.37 <b>B</b>	1.55 <b>B</b>	0.29 <b>B</b>	3.11 <b>M</b>	186.0 <b>A</b>	4.85 <b>B</b>	0.34 <b>B</b>		
14072	13709 / CALICATA H B	6.49 <b>LAc</b>	14.06 <b>B</b>	6.42 <b>B</b>	0.07 <b>B</b>	1.38 <b>B</b>	0.26 <b>B</b>		0.04 <b>B</b>	1.26 <b>M</b>	44.4 <b>A</b>	0.79 <b>B</b>	0.28 <b>B</b>		
14073	13710 / SILVO PASTORIL LOT	6.59 <b>PN</b>	11.41 <b>B</b>	7.53 <b>B</b>	0.16 <b>B</b>	1.89 <b>B</b>	0.41 <b>B</b>	1.61 <b>B</b>	0.05 <b>B</b>	1.39 <b>M</b>	58.3 <b>A</b>	2.68 <b>B</b>	0.29 <b>B</b>		

Interpretación	
NH <sub>4</sub> , P, K, Ca, Mg, S	pH
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	
<b>MAc</b> = Muy Acido	<b>N</b> = Neutro
<b>Ac</b> = Acido	<b>LAl</b> = Lig. Alcalino
<b>M</b> = Medio	<b>MAL</b> = Med. Alcalino
<b>LAc</b> = Lig. Acido	<b>Al</b> = Alcalino
<b>A</b> = Alto	<b>PN</b> = Ptas. Neutro
	<b>RC</b> = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extracto/Lote
NH <sub>4</sub> , P	Colorimétrico	Origen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atomica	pH 6.5
S	Turbidimetrica	Fórmula de Ca
B	Colorimetrica	Monobásico
Cl	Volumetrica	Peso Secado
pH	Polimetrica	Suelto agua (1:2.5)

Niveles de Referencia			
NH <sub>4</sub>	20 - 40	Mg	1.0 - 2
P	10 - 20	S	10 - 20
K	0.2 - 0.4	Zn	2.0 - 7.0
Ca	4 - 8	Cu	1.0 - 4.0
		Cl	17 - 34

**Responsable Laboratorio**

**Analista**

NE = No entregado  
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Formato1 Pagina1



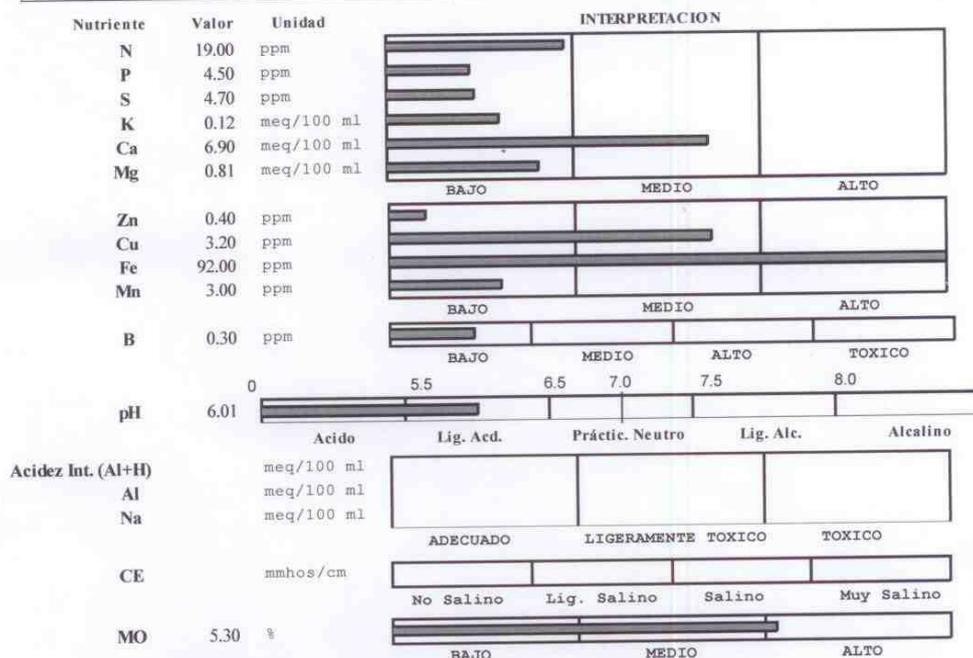
5

**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340  
 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693



**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre : COMUN. EL PROGRESO          Dirección : SACHA          Ciudad :          Teléfono :          Fax :</p>	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Nombre :          Provincia : ORELLANA          Cantón : JOYA DE LOS SACHAS          Parroquia : ENOKANQUI          Ubicación : ING. LUIS FERNANDO RODRÍGUEZ</p>
<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL LOTE</b></p> <p>Cultivo Actual : PASTO          Cultivo Anterior :          Fertilización Ant. :          Superficie :          Identificación : CÓDIGO 33 <i>Andrés Urquiza</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> <p>Nº Reporte : 4.017          Nº Muestra Lab. : 47103          Fecha de Muestreo : 20/12/2013          Fecha de Ingreso : 21/02/2014          Fecha de Salida : 05/03/2014</p>



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
8,5	6,8	64,3	7,8					

*[Signature]*  
 \_\_\_\_\_  
 RESPONSABLE LABORATORIO

*[Signature]*  
 \_\_\_\_\_  
 LABORATORISTA



Ingreso a los predios a realizar trabajo de campo.



Mantenimiento de los SAF (Podas y control de arvenses)



Podas de flemingia en Sistemas agroforestales



Bancos forrajeros con flemingia como alimento de ganado



Combinación de pasto con plantas leguminosas



Control sanitario del ganado vacuno, por parte del INIAP como asesoría técnica



Control sanitario del ganado vacuno, por parte del INIAP como asesoría técnica



Visita de campo a productores de café y cacao



Control sanitario del manejo del cacao



Podas en las parcelas de cacao



Indagando formas de manejo de sus cultivos



Indagando formas de manejo de sus cultivos