

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Gestión

Maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo

Influencia del cambio climático en la producción de los cultivos de cacao en el cantón Shushufindi

José Iván Albiño Cargua

Tutor: Darío Alexander Cepeda Bastidas

Quito, 2019



Cláusula de cesión de derecho de publicación de tesis

Yo, José Iván Albiño Cargua, autor de la tesis intitulada “Influencia del cambio climático en la producción de los cultivos de cacao en el cantón Shushufindi”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magister en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo, por lo tanto, la Universidad utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en formato virtual, electrónico, digital u óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Fecha: 9 de julio del 2019

Firma:

Resumen

Los efectos del cambio climático sugieren impactos severos en ecosistemas sensibles, uno de ellos es la Amazonía norte ecuatoriana en la cual convergen la actividad petrolera, cambios de uso de suelo, y una creciente dinámica social; en el cantón Shushufindi, los cultivos de cacao se han venido constituyendo en parte importante de la economía de las familias productoras, por lo cual el estudio de la influencia del cambio climático sobre estos sistemas de producción resulta pertinente.

Se analizaron 10 sistemas de producción, los cuales tienen al cacao como cultivo representativo, de estos sistemas 5 son monocultivos (MN) y 5 agroforestales (AF); la finalidad del estudio consistió en evaluar qué tipo de sistema productivo presenta mejor resiliencia al cambio climático; para ello, inicialmente se evaluó el rendimiento de cacao, la diversidad presente en el cultivo y el control de la infestación, mediante la correlación de Spearman se determinó que el rendimiento actual de cacao depende en gran medida del cuidado que recibe el cultivo, mientras que la diversidad presente no es una variable que contribuya al incremento de rendimiento.

En la segunda parte del estudio se evaluó la dinámica del clima en base a la percepción de los productores y se sustentó las respuestas mediante datos meteorológicos de una estación cercana; la percepción de los productores sugirió cambios notables en la dinámica del clima con sensaciones térmicas mayores y disminución de precipitaciones; en el análisis con datos anuales del clima no se evidenció cambios significativos, es así que se desglosó los datos anuales por fases del cultivo (floración, cosecha, descanso de la planta, inicio de floración) y se observó cambios en los últimos 5 años, corroborando así la información de los productores.

Finalmente, se determinó el grado de resiliencia presente en los sistemas productivos, los sistemas AF presentaron mayor resiliencia que los MN, sobresaliendo en criterios como: las prácticas de cultivo, prácticas de conservación del suelo y diversidad; se requiere potencializar aspectos claves como, el organizativo, el económico, el autoconsumo, los conocimientos técnicos y la infraestructura.

Palabras clave: *sistemas de producción, monocultivo, agroforestal, resiliencia, cacao, cambio climático*

Tabla de contenidos

Introducción.....	19
Capítulo primero El cambio climático y sus implicaciones dentro de los sistemas productivos amazónicos	23
1. El cambio climático y la región amazónica, visión general	23
1.1. El cambio climático y sus impactos en la agricultura	24
2. Sistemas productivos de Shushufindi y su vulnerabilidad ante el cambio climático	25
2.1 ¿Qué son los sistemas productivos agrícolas?.....	25
2.1.1. Manejo de cultivo	26
2.2. Caracterización agroproductiva de Shushufindi.....	27
2.2.1. Sistema productivo empresarial.....	28
2.2.2. Sistema productivo combinado	28
2.2.3. Sistema productivo mercantil	28
2.2.4. Sistema de producción marginal	29
3. Importancia del cacao dentro de los sistemas de producción de Shushufindi.....	30
3.1. Variedades de cacao presentes en Shushufindi	31
3.2. Vulnerabilidad de los sistemas productivos de Shushufindi al cambio climático.....	33
3.2.1. Vulnerabilidad del cacao dentro de los sistemas productivos	34
4. Fomento de resiliencia en los sistemas de producción de cacao	35
4.1. Resiliencia agroecológica frente al cambio climático	36
4.1.1. La agroecología como medida eficaz ante el cambio climático	37
4.2. Estrategias de adaptación que incrementan la resiliencia.....	38
4.2.1. Implementación de policultivos.....	38
4.2.2. Carbono y materia orgánica del suelo	39
4.2.3. Preservación y recuperación de bosques	40
4.2.4. Cosecha de agua	40
Capítulo segundo Lugar de estudio y métodos aplicados	43
1. Breve descripción del lugar de estudio.....	43
1.1. Sistemas de producción de cacao analizados	44
2. Indicadores seleccionados	47
2.1. Indicadores para evaluación del rendimiento, estado sanitario y diversidad de los sistemas de cultivo de cacao.....	47
2.2. Indicadores para la evaluación del estado del clima y su variabilidad en base a percepciones de productores y datos climatológicos.....	47

2.3 Indicadores para la evaluación de la resiliencia de los sistemas de producción de cacao	48
3. Proceso metodológico	49
3.1 Revisión de la bibliografía.....	49
3.2 Levantamiento de información geográfica	49
3.3. Entrevistas a productores.....	50
3.4. Muestreo y mediciones en campo	50
3.4.1 Muestreo de suelos	50
3.4.2 Muestreo para determinación de diversidad vegetal	51
4. Determinación de la resiliencia de los sistemas de producción de cacao.....	51
4.1. Idoneidad de la metodología seleccionada	51
4.2. Limitaciones de la metodología.....	52
4.3. Aplicación de la metodología de resiliencia de Córdova	52
Capítulo tercero Resultados.....	55
1. Mapas de los sistemas de cultivo de cacao analizados.....	55
1.1. Sistema de cultivo AF- DC.....	55
1.2. Sistema de cultivo AF-CA.....	57
1.3. Sistema de cultivo AF-AA	59
1.4. Sistema de cultivo AF-UA	61
1.5. Sistema de cultivo MN-FO.....	63
1.6. Sistema de cultivo MN-AD	65
1.7. Sistema de cultivo MN-SC	67
1.8. Sistema de cultivo MN-SB	69
1.9. Sistema de cultivo MN-IS	71
1.10. Sistema de cultivo AF-WA	73
2. Evaluación del rendimiento, estado sanitario y diversidad de los sistemas de cultivos de cacao.....	75
2.1. Rendimiento de los sistemas de cultivos de cacao	75
2.2. Manejo de cultivo e infestación.....	78
2.3 Análisis de diversidad.....	79
2.3.1. Diversidad alfa en las comunidades analizadas.....	80
2.4. Análisis estadístico de variables de rendimiento, control de infestación y diversidad	82
2.4.1. Correlación entre variables rendimiento por planta vs jornales de cuidado. 83	
2.4.2. Correlación entre variables rendimiento por planta vs diversidad presente. 83	

3. Evaluación del estado del clima y su variabilidad en base a la percepción de los actores vinculados (productores) y datos meteorológicos	84
3.1. Variabilidad del clima en base a la percepción de los productores	84
3.2. Estado del clima en base a datos meteorológicos.....	90
3.2.1. Temperatura media.....	91
3.2.2. Temperatura máxima.....	92
3.2.3. Temperatura mínima.....	93
3.2.4. Humedad relativa.....	94
3.2.5. Precipitación	95
3.2.6. Días de precipitación	97
4. Determinación de resiliencia en los sistemas de producción de cacao.....	98
4.1. Resiliencia por criterios analizados	98
4.1.1. Criterio biofísico.....	98
4.1.2. Criterio social	98
4.1.3. Criterio de salud	99
4.1.4 Criterio de prácticas de manejo de cultivo	100
4.1.5. Criterio de manejo de suelos	101
4.1.6. Criterio de diversidad vegetal.....	101
4.1.7. Criterio de autoconsumo.....	102
4.1.8. Criterio organizativo.....	103
4.1.9. Criterio técnico	103
4.1.10 Criterio de rendimiento.....	104
4.1.11. Criterio económico	105
4.2. Resiliencia sin ponderación por sistemas de producción	106
4.3. Resiliencia final ponderada de los sistemas de producción de cacao.....	109
4.3.1 Comparación con resiliencia en sistemas cafeteros.....	110
4.4. Análisis estadístico de la resiliencia final ponderada	111
4.4.1. Pruebas de significancia	112
Conclusiones.....	115
Recomendaciones	117
Bibliografía.....	119
Anexos.....	125

Lista de tablas

Tabla 1 Sistemas productivos en Shushufindi _____	27
Tabla 2 Ubicación de los sistemas de producción de cacao en Shushufindi _____	44
Tabla 3 Producción agrícola de los sistemas analizados _____	45
Tabla 4 Tipo de sistema de cultivo _____	46
Tabla 5 Rendimiento de cacao período 2017 _____	75
Tabla 6 Rentabilidad de cacao por sistema _____	76
Tabla 7 Comparación del rendimiento con el promedio nacional _____	77
Tabla 8 Manejo del cultivo _____	78
Tabla 9 Especies encontradas en los sistemas de cultivos _____	79
Tabla 10 Índices de diversidad Alfa de las especies encontradas en el muestreo ____	80
Tabla 11 Pruebas de normalidad de variables rendimiento vs riqueza de especies _	82
Tabla 12 Correlación de Spearman entre variables rendimiento vs jornales de cuidado _____	83
Tabla 13 Correlación de Spearman entre variables Rendimiento vs diversidad ____	83
Tabla 14 Percepción clima _____	84
Tabla 15 Criterio biofísico de los sistemas de producción de cacao _____	98
Tabla 16 Criterio social de los sistemas de producción de cacao _____	99
Tabla 17 Criterio de salud en los sistemas de producción de cacao _____	99
Tabla 18 Criterio de prácticas de cultivo en los sistemas de producción de cacao	100
Tabla 19 Criterio de manejo de suelos en los sistemas de producción de cacao ____	101
Tabla 20 Criterio de diversidad vegetal en los sistemas de producción de cacao _	102
Tabla 21 Criterio de autoconsumo en los sistemas de producción de cacao _____	102
Tabla 22 Criterio organizativo en los sistemas de producción de cacao _____	103
Tabla 23 Criterio técnico de los sistemas de producción de cacao _____	104
Tabla 24 Criterio de rendimiento en los sistemas de producción de cacao _____	105
Tabla 25 Criterio económico en los sistemas de producción de cacao _____	105
Tabla 26 Resiliencia sin ponderación por sistema de producción AF-MN _____	106
Tabla 27 Resiliencia de los sistemas de producción de cacao de Shushufindi-Ecuador _____	110
Tabla 28 Resiliencia presente en sistemas cafeteros de Anolaima, Cundinamarca - Colombia _____	111

Tabla 29 Prueba de normalidad de factores de resiliencia _____	112
Tabla 30 Correlación entre variables resiliencia final vs condición contexto ____	112
Tabla 31 Correlación entre variables resiliencia final vs diversidad _____	112
Tabla 32 Correlación entre variables resiliencia final vs capacidad de transformación	113

Lista de gráficos

Gráfico 1 Índices de diversidad de Margalef de los sistemas de cultivo de cacao__	81
Gráfico 2 Equitatividad de especies en base al índice de Shannon _____	82
Gráfico 3 Años de residencia de los productores en la zona de estudio_____	85
Gráfico 4 Atención estatal a los sistemas productivos _____	89
Gráfico 5 Temperatura media_ periodo 1981-2017 _____	91
Gráfico 6 Temperatura media por fases de cultivo_ periodo 1981-2017 _____	91
Gráfico 7 Temperatura máxima_ periodo 1981-2017 _____	92
Gráfico 8 Temperatura máxima por fases de cultivo_ periodo 1981-2017 _____	92
Gráfico 9 Temperatura mínima_ periodo 1981-2017 _____	93
Gráfico 10 Temperatura mínima por fases de cultivo_ 1981-2017 _____	93
Gráfico 11 Humedad relativa_ periodo 1981-2017 _____	94
Gráfico 12 Humedad relativa por fases de cultivo_ periodo 1981-2017 _____	95
Gráfico 13 Precipitación anual_ periodo 1981-2017 _____	95
Gráfico 14 Precipitación mensual_ periodo 1981-2017 _____	96
Gráfico 15 Días con precipitación_ periodo 1981-2017 _____	97
Gráfico 16 Días con precipitación por fases de floración-cosecha y descanso de la planta _____	97
Gráfico 17 Resiliencia por sistemas de producción: agroforestales vs monocultivos	107
Gráfico 18 Resiliencia final ponderada de los sistemas de producción de cacao__	109

Lista de mapas

Mapa 1. Ubicación del sistema de cultivo AF-DC.....	56
Mapa 2. Ubicación del sistema de cultivo AF-CA.....	57
Mapa 3. Ubicación del sistema de cultivo AF-AA.....	59
Mapa 4. Ubicación del sistema de cultivo AF-UA.....	61
Mapa 5. Ubicación del sistema de cultivo MN-FO.....	63
Mapa 6. Ubicación del sistema de cultivo MN-AD.....	65
Mapa 7. Ubicación del sistema de cultivo MN-SC.....	67
Mapa 8. Ubicación del sistema de cultivo MN-SB.....	69
Mapa 9. Ubicación del sistema de cultivo MN-IS.....	71
Mapa 10. Ubicación sistema de cultivo AF-WA.....	73

Lista de anexos

Anexo 1 Sistemas productivos y cultivos principales de Shushufindi	125
Anexo 2. Distribución de la producción de cacao en Shushufindi	126
Anexo 3 Principales plagas del cacao en Shushufindi	127
Anexo 4. Mapa de cobertura y uso del suelo del cantón Shushufindi, año 2008	128
Anexo 5. Mapa de cobertura y uso del suelo, año 2013	129
Anexo 6. Ubicación de los sistemas de producción de cacao estudiados en Shushufindi	130
Anexo 7. Formato para determinación de rendimiento de cacao	131
Anexo 8. Formato para determinación de infestación en plantas de cacao	132
Anexo 9. Formato para diversidad arbórea y arbustiva.....	133
Anexo 10. Guía de entrevista semiestructurada- percepción de productores.....	134
Anexo 11. Matriz para valoración de resiliencia climática	135
Anexo 12. Listado de coeficientes de ponderación de las 46 variables	145

Introducción

“En los últimos decenios, los cambios del clima han causado impactos en los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos. Los impactos se deben al cambio climático observado, independientemente de su causa, lo que indica la sensibilidad de los sistemas naturales y humanos al cambio del clima” (IPCC 2014a, 6)

La región Amazónica constituye una de las principales zonas que serán afectadas de manera más alarmante por los efectos del cambio climático, estudios y previsiones de modelos climáticos sugieren efectos críticos sobre los ecosistemas y las sociedades dentro de esta región (OTCA 2014, 10). El incremento de temperatura y el estrés hídrico harán que muchos sectores sean altamente vulnerables, entre ellos se tiene a la agricultura y la generación de alimentos. “Las proyecciones indican que el cambio climático socavará la seguridad alimentaria” (IPCC 2014a, 13)

Los efectos del cambio climático en el sector agrícola afectan de manera diferente y varían de una región a otra, “por ejemplo, incrementa la variabilidad de la temperatura y las precipitaciones, reduce la previsibilidad de las pautas meteorológicas estacionales y aumenta la frecuencia y la intensidad de fenómenos meteorológicos graves como inundaciones, ciclones y huracanes; se prevé que algunas regiones sufran sequías y escasez de agua prolongadas” (FAO 2016, 26). Sin embargo, en busca de una mejor calidad de vida y desarrollo, las personas deben seguir buscando el sustento en la agricultura con productos que les permitan generar alimentos e ingresos económicos.

En el Ecuador, la actividad cacaotera se ha intensificado durante los últimos años, 23 de las 24 provincias son productoras de cacao (Cepal 2014, 1). Para el año 2017 se tuvo 467327 ha de superficie de cacao cosechadas en Ecuador, de las cuales se obtuvo una producción de 205955 ton; en la provincia de Sucumbíos se presentó una producción considerable de 4696 ton para el año 2017 en mención (INEC-ESPAC 2018, 1).

Determinar las implicaciones del cambio climático sobre el rendimiento de los cultivos que se practican en la Amazonía ecuatoriana y entre ellos el cultivo de cacao, resultan aún inciertos de predecir con exactitud debido a que dependen de muchos factores; de acuerdo con la FAO (2016, 26) “entre estos [factores] se tienen a los físicos, como la temperatura, los regímenes pluviométricos y la fertilización por CO₂; los cambios en los ecosistemas agrícolas (por ejemplo, a través de la pérdida de los

polinizadores y la mayor incidencia de plagas y enfermedades); y las respuestas de adaptación por parte de los sistemas humanos”.

La actividad cacaotera es un importante medio de ingresos que contribuyen a la economía de sectores ubicados principalmente en zonas rurales, dada la creciente demanda del cacao a nivel internacional la actividad sigue siendo de relevancia tanto en las familias productoras como a nivel nacional, esto debido a que dinamiza la economía con el ingreso de divisas, pero “los efectos del cambio climático global como precipitaciones intensas y cambios bruscos en la temperatura han comenzado a afectar al sector cacaotero haciendo que se encuentre vulnerable en su rendimiento, presencia de plagas y erosión del suelo” (Rosero 2012, 8). Además, “el cacao constituye la principal fuente de ingresos para los agricultores de la Amazonía norte del Ecuador” (Viteri 2017, 267), como ya se ha mencionado previamente, la problemática del cambio climático no está exenta de la dinámica cacaotera, lo cual conlleva a evaluar eficazmente el impacto del cambio climático y el grado de respuesta/resiliencia que están teniendo estos sistemas de producción ante estos cambios.

Por las razones expuestas previamente, resulta imprescindible indagar la influencia actual del cambio climático sobre los sistemas de producción de cacao y la resiliencia que estos sistemas presentan en base a parámetros biológicos, físicos, sociales, económicos, políticos, prácticas de manejo y tecnológicos. Fomentar la resiliencia en los sistemas de producción de cacao, constituye un importante avance en pro de la mitigación y adaptación frente al cambio climático, además, permite garantizar un desarrollo sustentable que vaya de la mano de las buenas prácticas agrícolas, ambientales, sociales y culturales.

La relevancia del estudio radica en que, el cacao es un importante producto para la economía de los sectores rurales, inclusive ha existido apoyo estatal como es el caso del programa de reactivación de cacao fino de aroma incentivado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG), el cual inició en julio del año 2012 a fin de incrementar la productividad y obtener réditos económicos que contribuyan a la mejora de la calidad de vida de estas zonas (MAG 2016). Además, el estudio analiza la resiliencia actual que tienen los sistemas de producción de cacao frente al cambio climático y en base a esta realidad poder plantear estrategias que permitan mejorar esta capacidad de respuesta, garantizando de esta manera un desarrollo sostenible y equilibrado en los sistemas analizados, considerando ya al cambio climático como un factor más que puede

influir dentro de la dinámica de producción.

Para motivo de estudio, se seleccionaron 10 sistemas de producción de cacao, de los cuales, 5 presentaron la modalidad de monocultivo (MN) y los 5 restantes la modalidad de agroforestería (AF). Los sistemas de producción de cacao estudiados se encuentran ubicados en el cantón Shushufindi perteneciente a la provincia de Sucumbíos. El presente estudio fue desarrollado durante el periodo junio 2018- febrero 2019.

Para guiar el desarrollo del estudio se plantea la siguiente pregunta de investigación. ¿En qué medida la resiliencia actual de los sistemas de producción de cacao (monocultivo/agroforestería) será determinante para el mantenimiento y transformación de la dinámica socioeconómica y ecológica considerando los inminentes efectos del cambio climático en el cantón Shushufindi? Para ello, los objetivos que contribuirán a dar respuesta a la pregunta de investigación son:

- 1.- Evaluar el rendimiento de los diferentes sistemas de cultivo de cacao, relacionado con su estado sanitario y diversidad presente en el cultivo
- 2.- Evaluar el estado del clima y su variabilidad en base a la percepción de los actores vinculados (productores) y datos meteorológicos.
- 3.- Calcular la resiliencia de los sistemas de producción de cacao (monocultivo/agroforestería) ante el cambio climático; considerando aspectos de contexto, diversidad y la capacidad de transformación.¹

Para la obtención de datos se han combinado métodos de recopilación cuantitativos y cualitativos, combinando para ello, el muestreo en campo, datos bibliográficos, entrevistas semiestructuradas, encuestas, análisis de laboratorio y el procesamiento estadístico.

El capítulo primero del presente estudio contiene al sustento teórico, el cual incluye al cambio climático y sus implicaciones en la Amazonía, se aborda también los sistemas productivos en el cantón Shushufindi, la vulnerabilidad de estos sistemas productivos ante el cambio climático y el fomento de la resiliencia a través de diversas prácticas que incluyen la implementación de cultivos, la materia orgánica del suelo, la

¹Es la capacidad de realizar un cambio intencionado para parar o reducir las causas del riesgo, vulnerabilidad, pobreza y desigualdad (Oxfam Internacional 2017, 5).

preservación de bosques, la cosecha de agua, entre otras.

En el capítulo segundo se presenta una breve descripción del lugar de estudio, así como los indicadores seleccionados para la investigación, se presenta también el proceso metodológico seguido para la consecución de los objetivos planteados. En el capítulo tercero se han incluido los principales resultados obtenidos, la interpretación de estos y el respectivo análisis estadístico de las variables. Finalmente se presentan las conclusiones llegadas luego del desarrollo de la investigación, se han incluido unas recomendaciones claves para la superación de parte de la problemática, la bibliografía y los anexos.

Capítulo primero

El cambio climático y sus implicaciones dentro de los sistemas productivos amazónicos

1. El cambio climático y la región amazónica, visión general

En la actualidad, el mundo se encuentra desafiado por una problemática que cada día se agrava debido a las constantes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se emiten producto de las actividades humanas, a esta problemática se la ha denominado cambio climático, de acuerdo con las Naciones Unidas (1992, 3) por cambio climático, se entiende “al cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altere la composición de la atmosfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”.

Los impactos del cambio climático serán a nivel global, y una de las zonas de mayor importancia que es vulnerable a estos efectos es la Amazonía, el bioma forestal de la Amazonia es uno de los mayores tesoros biológicos y un componente importante del sistema de la Tierra. En este siglo, enfrenta las amenazas duales de la deforestación y el estrés del cambio climático (Malhi et al. 2008, 169). En el año 2000, el bioma amazónico contaba con 5.48 millones de km² de bosques y una extensión deforestada de 492095 km², para el periodo 2000-2013 esta superficie deforestada incrementó en 643040 km² (Prüssmann, Suárez, y Elfi 2017, 33). La deforestación no solo merma la capacidad de los bosques de absorber dióxido de carbono, sino que a su vez emiten GEIs debido a la descomposición de la vegetación talada. Los bosques remanentes quedan fragmentados y por ende más vulnerables a la deforestación, la explotación comercial, introducción de especies invasoras e impactos del cambio climático como las sequías (Greenpeace 2016, 5)

De acuerdo con la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) (2014, 10) las observaciones de los modelos de predicción climáticos sugieren fuertes impactos del cambio climático sobre los ecosistemas y los asentamientos humanos; donde “la estación seca es probablemente el determinante más crítico del destino climático de la Amazonía” (Malhi et al. 2008, 169). Considerando la extensa mega diversidad presente

en la Amazonía probablemente convierte al bioma en el segundo ecosistema más vulnerable al cambio climático después del Ártico (Prüssmann, Suárez, y Elfi 2017, 10).

1.1. El cambio climático y sus impactos en la agricultura

El sector agrícola se ha constituido en pilar importante de desarrollo socioeconómico y cultural a través de la historia, además de ser clave para el aseguramiento alimenticio mundial. De acuerdo con el IPCC (2014a, 8) “los impactos de los recientes fenómenos extremos conexos al clima, como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales, ponen de relieve una importante vulnerabilidad y exposición de algunos ecosistemas y muchos sistemas humanos a la actual variabilidad climática”. Esta variabilidad climática también amenaza elementos básicos para la vida, como manifiesta Ocampo (2011, 116), se encuentran amenazados el acceso al agua, la salud, la producción de alimentos, el uso de tierras y ecosistemas.

Respecto al impacto en la agricultura, la preocupación se tiene debido a que las variables climáticas claves para el crecimiento de los cultivos (por ejemplo: precipitación, temperatura, humedad, etc) podrían ser severamente afectadas y así impactar la producción agrícola (M. a Altieri y Nicholls 2008, 8). Por otra parte, también se prevé con certeza que las implicaciones del cambio climático en la agricultura se relacionen con eventos extremos, como sequías, inundaciones dadas por precipitaciones intensas, vientos fuertes que afecten sobre todo a cultivos transitorios de raíces no tan profundas.

La evaluación de variados estudios en diferentes regiones y cultivos muestran que los impactos negativos del cambio climático en el rendimiento de los cultivos han sido más comunes que los impactos positivos (IPCC 2014a, 6). Se asevera que los sectores mayormente afectados serán aquellos donde se dispongan de pocas alternativas de desarrollo y respuesta, lugares donde converjan actualmente problemas socioeconómicos y ambientales, economías frágiles con poca capacidad de gestión, “las economías en desarrollo son muy sensibles a los impactos directos del cambio climático, dada su fuerte dependencia de la agricultura y los ecosistemas” (Stern 2006, 95).

De acuerdo con Altieri y Nicholls (2008, 7) “a medida que el cambio climático reduzca los rendimientos de los cultivos, los efectos sobre el bienestar de las familias dedicadas a la agricultura de subsistencia pueden ser muy severos, especialmente si el

componente de productividad es reducido”. Esta situación consecuentemente puede agravar las condiciones socioeconómicas y ambientales de por sí difíciles (Bates et al. 2008, 61). Ante lo expuesto anteriormente, surge la necesidad imperante de un mayor involucramiento en pro de medidas pertinentes frente al cambio climático y sus impactos, dado que “el clima es de fundamental importancia en la seguridad alimentaria” (GTZ 2013, 7). El no acatar medidas eficaces a tiempo puede afectar todo el componente y estructura social, incluso se encuentra amenazada la economía de la región (Viguera et al. 2017, 19).

2. Sistemas productivos de Shushufindi y su vulnerabilidad ante el cambio climático

2.1 ¿Qué son los sistemas productivos agrícolas?

De acuerdo con la definición de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación (FAO), “Los sistemas de producción agrícolas son conjuntos de explotaciones agrícolas individuales con recursos básicos, pautas empresariales, medios familiares de sustento y limitaciones en general similares, a los cuales les corresponden estrategias de desarrollo e intervenciones parecidas” (FAO 2018b, 1). Se han clasificado a los sistemas agrícolas de las regiones en desarrollo en base a los siguientes criterios:

Recursos naturales básicos disponibles, comprendidos el agua, las tierras, las zonas de pastoreo y de bosques; el clima, del cual la altitud es un elemento determinante; el paisaje, comprendida la pendiente; la dimensión de la finca, el régimen y la organización de la tenencia de tierra; y

la pauta dominante de las actividades agrícolas y de los medios de sustento de las familias, comprendidos los cultivos, el ganado, los árboles, la acuicultura, la cacería y la recolección, la elaboración y las actividades externas a la finca agrícola; y también las principales tecnologías empleadas, que determinan la intensidad de la producción y la integración de los cultivos, el ganado y otras actividades (FAO 2018b, 1).

Dentro de los sistemas de producción es común encontrar cultivos variados, los mismos que son conocidos como sistemas de cultivos, de acuerdo con Scalone (2011, 16), los sistemas de cultivos “son subsistemas del sistema de producción, definidos por una superficie de terreno tratada de manera homogénea, plantada con cultivos con su

orden de sucesión y por los itinerarios técnicos que le deben ser aplicados”. Los sistemas de cultivos a su vez pueden dividirse en modalidad agroforestal y monocultivo.

Un sistema agroforestal es descrito por Mendieta y Rocha (2007, 4), como aquellos sistemas que implican una serie de técnicas que incluyen combinación, simultánea (mismo tiempo) o secuencial (diferente tiempo) de árboles y cultivos alimenticios, árboles y ganado (árboles en los pastizales o para forraje), o los tres elementos; el sitio puede ser tan pequeño como un simple jardín o una parcela cultivada, o tan extenso como un pastizal. Entre los beneficios brindados por los sistemas agroforestales se tiene: 1) mantenimiento de la fertilidad del suelo/reducción de la erosión mediante el aporte de material orgánico al suelo, fijación de nitrógeno y reciclaje de nutrientes; 2) conservación del agua (cantidad y calidad) al favorecer la infiltración y reducir la escorrentía superficial que podría contaminar cursos de agua; 3) captura de carbono, enfatizando el potencial de los sistemas silvopastoriles; y 4) conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados (Beer et al. 2003, 80)

Por otro lado, el sistema de monocultivo es descrito por Carles (2016, 1), como aquel sistema productivo agrícola que dedica toda la extensión disponible de terreno para sembrar el mismo tipo de cultivo, al tratarse de una misma especie de plantación el control se lo realiza de manera general con técnicas y maquinarias estandarizadas, a su vez, es más fácil que las plagas y enfermedades se propaguen y aunque el control resulte fácil por la aplicación de los agroquímicos, hay mayor riesgo de resurgimiento y de resistencia de la plaga al agroquímico; la intensiva aplicación de compuestos agroquímicos en un sistema de monocultivo, degradan el suelo y el ecosistema natural.

2.1.1. Manejo de cultivo

Tanto el sistema de modalidad agroforestal como el monocultivo reciben diferente tipo de manejo, teniendo entre ellos el manejo agroecológico, el manejo convencional y el manejo semiconvencional.

El manejo agroecológico va a depender en gran medida de las interacciones y sinergias dadas entre los varios componentes bióticos y abióticos. Además, “el manejo agroecológico debe tratar de optimizar el reciclado de nutrientes y de materia orgánica,

cerrar los flujos de energía, conservar el agua y el suelo y balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales” (M. A. Altieri 2015, 30).

Schneider & Seidel 2010 citados en (Naoki, Gómez, y Schneider 2017, 102) mencionan que, “el monocultivo con manejo convencional es el sistema de cultivo más utilizado a nivel mundial y está caracterizado por la aplicación de fertilizantes químicos, herbicidas, insecticidas y fungicidas; por lo tanto, su estructura vegetal es la más simple y no presenta vegetación herbácea en el estrato bajo ni hay árboles de otras especies en el dosel”.

Dentro del tipo de manejo semiconvencional se encuentra mayor similitud hacia las prácticas de manejo de la agricultura de transición, precisamente en el nivel de uso racional, definida por Caldas (2013, 10) “como aquella que en sus cultivos implementa más de dos familias diferentes de plantas, la labranza se hace según el tipo de cultivo, se hace control de malezas solo cuando es crítico, tiene en cuenta conteos de umbrales de plagas para la aplicación de plaguicidas más específicos y no tan dañinos, se hace fertilización solo cuando es requerida por el cultivo y se toma registro sobre los insumos usados y las plagas”.

2.2. Caracterización agroproductiva de Shushufindi

En el cantón Shushufindi se presentan 4 tipos de sistemas agroproductivos, estos son: mercantil, empresarial, marginal y combinado (Ver tabla 1). El detalle de los principales cultivos se muestra en el anexo 1.

Tabla 1
Sistemas productivos en Shushufindi

Sistema productivo	Superficie aproximada	Porcentaje (%)	Sistema económico
Mercantil	35952	15,09	Precapitalista
Empresarial	14092	5,91	Capitalista
Marginal	4544	1,91	No capitalista
Combinado	1314	0,55	Precapitalista
No Aplica	182419	76,54	No aplica
Total	238321	100	

Fuente: TRACASA-NIPSA, 2015 citado en (MAG 2015, 44)

2.2.1. Sistema productivo empresarial

Está relacionado con la cadena de producción agroindustrial del cultivo de palma africana, los cuales se dan en grandes propiedades y parcelas intensivas de tenencia propia; cuentan con alta tecnología en todo el proceso de producción y las relaciones laborales para las actividades son del tipo mano de obra asalariada permanente. Poseen maquinaria, equipos e infraestructura propia, la asistencia técnica es privada y permanente, cuentan con procesos contables en todas las fases de producción, las semillas son certificadas y para el manejo del cultivo se hace uso permanente de productos químicos y orgánicos (MAG 2015, 46).

En este sistema, la economía es del tipo capitalista, cuenta con relaciones de mercado a nivel nacional y para la exportación; utilizan 14092 ha de terreno, con una cobertura del 25,21% de la superficie total de uso agropecuario del cantón (55902 ha) (MAG 2015, 46).

2.2.2. Sistema productivo combinado

Tienen su base económica en la agroindustria de palma africana, la estructura agraria es de medianos y pequeños propietarios de carácter intensivo/extensivo, cuentan con tecnología de producción semitecnificada, la mano de obra es asalariada ocasional y complementada al trabajo familiar. Cuentan con asistencia técnica privada permanente, la semilla es certificada, el mantenimiento del cultivo es a base de productos químicos y orgánicos, pueden contar con financiamiento a través de créditos financieros (MAG 2015, 47). La producción se destina a la agroindustria de los derivados de palma africana tanto para la exportación como para consumo local, la superficie de estas plantaciones son de 1314 ha que representan el 2,35% de la superficie total de uso agropecuario del cantón (55902 ha) (MAG 2015, 47).

2.2.3. Sistema productivo mercantil

Este tipo de sistema es el más común y dominante dentro del cantón Shushufindi, en él se tiene producción pecuaria y agrícola, los productores generalmente cuentan con superficies menores a 25 ha; este sistema cubre 35952 ha que representan el 64,31% de la superficie agropecuaria del cantón (55902 ha).

2.2.3.1. Sistema agrícola mercantil

Ocupa 13179 ha que representan el 23,58% del total de la superficie agropecuaria del cantón. Los principales productos son: cacao (7240 ha), palma africana (4043 ha), café (846 ha), maíz duro (511 ha), plátano (343 ha), malanga (76 ha), yuca 42 ha), frutales (23 ha), palmito (14 ha) y otros (naranja, papaya, maíz suave, mango, piña y caña de azúcar artesanal) (MAG 2015, 48).

Estos sistemas presentan pequeñas propiedades y parcelas de tenencia propia, las labores agrícolas son realizadas con herramientas manuales y ciertos equipos semimecanizados, la asistencia técnica es ocasional, no cuentan con acceso al crédito, el manejo de determinados cultivos se realiza con productos químicos y orgánicos. Los trabajos en las fases de producción utilizan mano de obra familiar y mano de obra asalariada ocasional. Los productos son destinados para el mercado local, nacional y para el autoconsumo (MAG 2015, 48).

2.2.3.2. Sistema pecuario mercantil

Ocupa 22773 ha aproximadamente que representa el 40,74% de la superficie agropecuaria del cantón, se caracteriza por la ganadería de doble propósito, principalmente como carne y complemento de leche, son manejados por medianos y pequeños ganaderos que en su mayoría presenten tenencia propia de la tierra.

El ganado vacuno presente es de raza mestizo/criollo, la base de la alimentación son los pastos, los cuales son manejados sin fertilización y cercados con alambre de púa. El manejo sanitario y la asistencia técnica se la realiza ocasionalmente para el control de la fiebre aftosa, la mano de obra es familiar y asalariada ocasional (MAG 2015, 49). Los animales en pie se comercializan a intermediarios o directamente en ferias; la producción de peces se especializa básicamente en la producción de cachama y tilapia, los cuales son comercializados a nivel local y también se destina al autoconsumo. Se cuenta, además, con crianza de cerdos y gallinas, las cuales se destinan a la venta local y al autoconsumo.

2.2.4. Sistema de producción marginal

Involucra a sistemas desarrollados por colonos y población indígena, ocupan 4544 ha que constituyen el 8,13 % de la superficie agropecuaria, de estas, 1983 ha son para el componente agrícola y 2591 ha para el componente pecuario. (MAG 2015, 50). La

estructura agraria se presenta en pequeñas parcelas de tenencia propia, pero sin acceso a crédito ni asistencia técnica, el manejo del cultivo se da de manera tradicional sin ningún tipo de tecnificación, respecto a la mano de obra esta es familiar y bajo modalidad de cambia mano la misma que de a poco ha ido perdiendo espacio.

El sistema agrícola marginal está caracterizado por productores no capitalistas con una productividad muy limitada, abarca 1953 ha de superficie representando el 3,49 % del uso agropecuario cantonal. Los productos principales incluyen: cacao (1072 ha), plátano (291 ha), maíz duro (262 ha), café (218 ha), palma africana (63 ha), yuca (17 ha), malanga (12 ha) y otros (17 ha: caña de azúcar, naranja y piña) (MAG 2015, 50). La actividad agrícola no es el principal medio de ingresos de la familia, son economías de sobrevivencia, algunos productos son exclusivos para la venta como el cacao, café, palma africana y malanga, y otros productos se destina para el autoconsumo y la alimentación de los animales de las granjas.

El sistema pecuario marginal se desarrolla en 2591 ha que constituyen el 4,63% de la superficie agropecuaria del cantón, se cuenta con ganado de raza criolla, aves de corral, cerdos, los cuales son una especie de caja de ahorros que permiten hacer uso para la venta en situaciones de necesidad y para el autoconsumo en determinados momentos de supervivencia familiar (MAG 2015, 51).

3. Importancia del cacao dentro de los sistemas de producción de Shushufindi

En la Amazonía norte el cultivo de cacao “ha tenido una evolución rápida, a través del fomento de nuevas siembras [...] a partir de la caída de los precios internacionales del café sucedida entre los años 2001-2003” (INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) 2009, 2). El cacao es uno de los cultivos representativos en el cantón Shushufindi (Ver anexo 2), se tienen 8313 ha cultivadas, las cuales se encuentran localizadas en las parroquias Shushufindi, Siete de Julio, San Pedro de los Cofanes y al noroeste de la parroquia Limoncocha. El cacao forma parte del sistema productivo dominante, el mercantil con 7240 ha, además del sistema productivo marginal con 1072 ha (MAG 2015, 33).

La producción de cacao en el cantón Shushufindi para el año 2013 dio una rentabilidad aproximada de 1793700 dólares, considerando un valor de 105 \$/quintal (Viteri 2017, 280). Aunque en la actualidad el precio de venta del quintal de cacao se ha reducido a un aproximado de 80 \$/quintal, la importancia económica en la dinámica campesina continúa siendo relevante. Tanto en el sistema mercantil, como en el sistema marginal se concentran la mayoría de los productores vulnerables a efectos de cambio climático, dado sus escasas alternativas de respuesta.

Una característica importante para el cultivo de cacao en el cantón ha sido su clima y la riqueza de materia orgánica de sus suelos, el cacao prospera bajo las siguientes condiciones óptimas:

Se considera una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ (20°C - 31°C fuera de este rango no son aptas para producción comercial, debido a que la formación de flores decae drásticamente; la precipitación entre 1500-2500 mm: (sensible a la falta y al exceso de agua), en zonas con precipitación mayor a 2500 mm aparecen enfermedades y en zonas con precipitaciones menores a 1200 mm requieren riego suplementario. Respecto a la luminosidad, se requiere sombra moderada ~30% de luminosidad para lograr su tasa fotosintética. Se necesita una humedad relativa: 70-85% - Hr > 85% (enfermedades), Hr < 70% (excesiva transpiración). Viento: viento > 4m/s (aumenta la transpiración y daña a las hojas). (Enríquez 2016, 74). En materia de suelos el cacao no es muy exigente, pero se puede decir que el cacao tipo criollo necesita tierras con alto contenido de humus y el forastero precisa que tenga una buena proporción de materia orgánica (Rosero 2012, 7).

3.1. Variedades de cacao presentes en Shushufindi

En los sistemas de cultivo de Shushufindi, es común encontrar 3 variedades de cacao: i.) el cacao nacional fino de aroma, ii.) el cacao clone CCN-51 y el cacao clone súper árbol (ESS). El cacao de variedad nacional fino de aroma (Ver ilustración 1) es descrito por la INIAP (2009, 6) como, variedad con mazorcas amelonadas, con lomos y surcos poco profundos, presenta color violeta pálida en el interior de los granos, y esta variedad de cacao es conocida por otorgar uno de los mejores chocolates del mundo por su sabor y aroma.

Ilustración 1

Variedad nacional fino de aroma



Fuente: INIAP (2009, 6)

El cacao clone CCN-51 (Ver ilustración 2), es descrito por la INIAP (2009, 6), como una variedad creada por el hombre [...] a raíz de su investigación, esta variedad ocupa gran parte de las plantaciones de cacao en Amazonía. Presenta mazorcas rojizas-moradas y anaranjadas en la madures, la calidad de su sabor es media teniendo su mayor potencial en la producción de manteca de cacao.

Ilustración 2

Variedad clon cacao CCN-51



INIAP (2009, 6)

El cacao súper árbol (Ver ilustración 3), es una variedad originada en la Joya de los Sachas, seleccionados a través de un proceso de calificación de plantas madres altamente productivas de plantaciones tradicionales de cacao Nacional x Trinitario de la Amazonía norte; el proceso fue promovido en el año 2005 por el programa PRONORTE, financiado por la USAID y apoyado por la ONG Conservación y Desarrollo. Las plantas son de madres híbridos de polinización abierta y de padres desconocidos (GIZ 2016, 6).

Ilustración 3

Variedad clon cacao súper árbol



Fuente: (GIZ 2016, 15)

3.2. Vulnerabilidad de los sistemas productivos de Shushufindi al cambio climático

En el cantón Shushufindi no se cuenta con estudios previos referentes al cambio climático y sus impactos, sin embargo, a partir de un análisis de los componentes biofísicos, sociales y económicos, se puede determinar el grado de vulnerabilidad que presentan tanto los ecosistemas naturales como humanos, incluyendo en este último a los sistemas productivos agrícolas.

Una particularidad dentro del cantón Shushufindi, es el riego de cultivos, de acuerdo con información del MAG (2015, 13), “toda la actividad agropecuaria que se desarrolla en el cantón Shushufindi es sobre tierras que no disponen de riego, 55837 ha aproximadamente (23,43% del área [...]), en general con pastizales y cultivos de palma africana y cacao”. Debido a la abundante precipitación presente a lo largo de año, no se ha tenido la necesidad siquiera de prever implementar riego de cultivos. Las previsiones futuras del cambio climático respecto a las precipitaciones son inciertas, por un lado se pronostica que la precipitación global media aumentará con el calentamiento global, debido a un mayor contenido de vapor de agua en la atmósfera (Mahli, Baldocchi, y Jarvis 1999, 732). A su vez, diversos estudios de previsión climática sugieren que en la Amazonía los eventos de sequía se tornaran más frecuentes, esto debido a que la vegetación reaccionará de diferente forma al incremento de CO₂ atmosférico, lo cual implica menor transpiración y por ende menor precipitación (Kooperman et al. 2018, 1).

Por otra parte, el cantón se encuentra expuesto a la amenaza permanente de la deforestación, la cual tiene variadas implicaciones, entre ellas la fragmentación de bosques y ecosistemas, una mayor exposición del suelo, y una menor capacidad de retención hídrica. En el año 2008 se tenían 588.94 ha de bosque intervenido, para el año 2013 esta cifra incrementó a 13990.14 ha (GAD Shushufindi 2015a, 3). Las condiciones mencionadas previamente generan un escenario vulnerable que ante incrementos de temperatura y cambios en los patrones de lluvia, generan riesgo de erosión con inminente pérdida de la capa fértil del suelo (GAD Shushufindi 2015a, 13), además de pérdida de biodiversidad y problemas con el acceso a cuerpos de agua.

En escenarios de cambio climático se presupone un incremento de CO₂, el mismo que para ser asimilado fotosintéticamente por la vegetación necesitará de una mayor

demanda hídrica; la productividad de los sistemas agrícolas, forestales y piscícolas depende principalmente de la distribución temporal y espacial de la precipitación y de la evaporación, así como de la disponibilidad de recursos de agua dulce para el riego, especialmente de cultivos. (Bates et al. 2008, 61). Si se traslapa los efectos del cambio climático previstos para el régimen hídrico y los impactos de la deforestación existente, se tiene un escenario dramático respecto al acceso al agua en los sistemas productivos de Shushufindi.

Por otra parte, la contraparte de la variabilidad en los regímenes de precipitación presupone eventos extremos, como sequías debido a la ausencia de lluvias e inundaciones debido a la intensidad de estas, “los episodios de precipitación intensa, la humedad excesiva del suelo y las crecidas interfieren en la producción de alimentos y en los medios de subsistencia rurales a nivel mundial”, Rosenzweig et al., 2002 en (Bates et al. 2008, 62).

Como consecuencia de los efectos potenciales del cambio climático sobre los sistemas productivos de Shushufindi, se tiene también como problema, la inminente afectación de la dinámica socioeconómica. Actualmente dentro de los sectores campesinos, se cuentan con pocos productos de venta al mercado, teniendo a los cultivos de cacao como el más practicado en la zona, además del maíz, la yuca y el plátano, los cuales se destinan más para el autoconsumo. Las economías campesinas al estar inmersos dentro del sistema productivo marginal y mercantil, cuentan con poca asistencia institucional, lo cual se ve reflejado en el escaso conocimiento de temáticas relacionadas al cambio climático y las medidas de mitigación y adaptación al mismo.

3.2.1. Vulnerabilidad del cacao dentro de los sistemas productivos

Un estudio realizado en cultivos de cacao en México en el Plan Chontalpa para el periodo 1968-1998 determinó que la baja productividad estaba relacionada con: la edad avanzada de las plantaciones; el deficiente control de plagas y enfermedades; el inadecuado drenaje del suelo en épocas de lluvias; la baja aplicación de fertilizantes; el manejo inadecuado de las sombras en el cacaotal y la nula asistencia técnica y capacitación a productores, así como los insuficientes apoyos del estado a la producción (Córdova et al. 2001, 93). En los últimos años esta situación se ha hecho evidente dentro de los sistemas productivos de cacao a nivel mundial, lo cual también es ratificado por

Davies y Sadiq (2010, 351) mencionando que varios factores tienen un impacto interrelacionado en el crecimiento de la planta de cacao, los cuales varían desde el elemento meteorológico de la lluvia, la temperatura, la luz solar y la humedad, así también como el estado de nutrientes del suelo, plagas y enfermedades, prácticas de siembra de agricultores, etc.

En la Amazonía norte ecuatoriana, incluyendo el cantón Shushufindi se ha evidenciado presencia de patógenos causantes de enfermedades (Ver anexo 3), entre las enfermedades se tiene a la monilia (*Moniliophthora roreri*) y mazorca negra (*Phytophthora sp.*) las cuales afectan a la mazorca de cacao; así también se ha evidenciado la presencia de escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) que se presenta en mazorcas, cojinetes florales y ramas terminales; “la mayoría de las huertas de cacao presentan alta incidencia de enfermedades que varían entre 40 y 60%” (INIAP 2011, 1).

La infestación por plagas es uno de los variados problemas que se encuentran en los sistemas de cultivo de cacao de Shushufindi y hasta cierto punto es controlable de acuerdo al tipo de manejo que reciba en cultivo; el problema de fondo se centra a nivel macro, incluyendo aquí de capacidad de gestión dentro de la finca y el inexistente acompañamiento institucional. De acuerdo con Viteri (2013, 228):

El diseño de planes estatales y ayudas de las ONGs han sido equivocadas. En el caso del Estado restándole eficiencia en sus inversiones, y en el caso de las ONGs trabajando de manera desarticulada con las instituciones de gobierno, evidenciándose una duplicación de acciones.; la mayor parte de esfuerzos se han concentrado en incrementar la superficie de cultivos como una manera de mejorar los ingresos de los agricultores, dejando de lado la parte organizativa y de comercialización.

La idea manifestada anteriormente por el autor es compartida a plenitud, si bien dentro de la dinámica campesina marginal y mercantil, la venta de cacao constituye un importante rubro, este no satisface las necesidades familiares, ante ello no se ha trabajado en consolidar condiciones de comercialización justa, ni planes para darle un valor agregado al producto, o nociones hacia una nueva forma de producción, que garantice la seguridad y soberanía alimentaria y creación de fuentes adicionales al cacao, que minimicen su dependencia y así disminuir el factor riesgo.

4. Fomento de resiliencia en los sistemas de producción de cacao

Dada la importancia de los sistemas de producción agrícola, tanto en la dinámica socioeconómica, seguridad alimentaria, cultural o ecológica resulta necesario la implementación de medidas que permitan mitigar y enfrentar los impactos potenciales del cambio climático. Dichos impactos vienen asociados a problemas concatenados no solo a nivel de regímenes climáticos (variaciones de temperatura y precipitación), sino también, a nivel socioeconómico, de salud, ecológicos, políticos y culturales. Es por ello, que la resiliencia de un sistema agrícola frente a eventos extremos garantiza su recuperación y transformación.

Entiéndase por resiliencia a la “capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un fenómeno, tendencia o perturbación peligroso respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conserven al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación” (IPCC 2014b, 137). Dentro del sector agrícola, el fomento de la resiliencia se constituye en un pilar importante, ya que, garantizará la funcionalidad del sistema y la transformación del mismo, es así que, “si los agricultores, los silvicultores, los pastores y los pescadores son más resilientes, serán capaces de lograr el cambio transformador necesario para fortalecer sus medios de subsistencia y protegerse frente al cambio climático (FAO 2017c, 5).

4.1. Resiliencia agroecológica frente al cambio climático

En los últimos años múltiples debates han surgido en búsqueda de soluciones ante el cambio climático, puesto que se tiene que enfrentar por un lado los efectos asociados al mismo como pérdida de biodiversidad, desertificación, inundaciones, enfermedades y por otro lado la ya conocida lucha contra la pobreza y el hambre enmarcada en la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. La forma de agricultura practicada a finales del siglo XX, se basó en la intensificación a gran escala con uso de grandes cantidades de insumos como agua y agroquímicos para maximizar la producción, sin embargo como menciona la FAO (2017b, xv) en muchos países, este planteamiento ha tenido graves consecuencias ambientales, como la deforestación masiva, el agotamiento del suelo y el agua, y niveles elevados de emisiones de gases de efecto invernadero.

Las futuras transformaciones en el sector agrícola deberán ajustarse a unas condiciones ambientales limitadas, las cuales no solo exigirán mantener un rendimiento

óptimo de producción sino también medidas de adaptación y mitigación en escenarios de cambio climático, bajo las cuales se garantice el desarrollo sostenible y equilibrado, es así, que la agroecología es una medida ideal y eficaz no solo por los puntos expuestos previamente, sino también porque implica el retomar de prácticas sociales, ecológicas y culturales que se han perdido desde la denominada revolución verde.

4.1.1. La agroecología como medida eficaz ante el cambio climático

Se ha debatido ampliamente por qué la agroecología puede ser determinante como medida de resiliencia al cambio climático dentro de los sistemas productivos agrícolas de pequeña y mediana escala. (Gliessman et al. 2013, 13) define de manera breve a la agroecología como “la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de los sistemas alimentarios sostenibles”. Pero la agroecología agrupa una definición aún más compleja y holística, dado el conjunto de elementos e interacciones generadas en los ecosistemas agrícolas, (Sarandón y Flores 2014, 55) lo han definido como:

Un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables.

La definición presentada previamente nos da la pauta de cómo las prácticas agroecológicas pueden contribuir a la producción sostenible, dejando a un lado las prácticas agrícolas convencionales, basadas en monocultivos dependientes de insumos químicos externos y altamente vulnerables a perturbaciones debido a la homogeneidad y poca diversidad. De acuerdo con Nicholls, Henao y Altieri (2015, 8) muchas de las estrategias agroecológicas tradicionales que reducen la vulnerabilidad a la variabilidad climática incluyen la diversificación de cultivos, el mantenimiento de la diversidad genética local, la integración de los animales, la adición de materia orgánica al suelo, la cosecha de agua, etc.

La agroecología también incluye las dinámicas socioculturales. En León (2009, 9) se menciona que, los agroecosistemas no terminan en los límites del campo de cultivo o de la finca, sino que influyen en y son influenciados por factores de tipo cultural. Sin embargo, el límite social, económico o político de un agroecosistema es difuso, puesto

que está media- do por procesos decisionales intangibles que provienen tanto del ámbito del agricultor como de otros actores individuales e institucionales. Los sistemas de producción fundamentados en principios agroecológicos son biodiversos, resilientes, eficientes energéticamente, socialmente justos y constituyen la base de una estrategia energética y productiva fuertemente vinculada a la soberanía alimentaria (M. a. Altieri y Toledo 2010, 165).

4.2. Estrategias de adaptación que incrementan la resiliencia

La adaptación en la agricultura no es un tema nuevo en los productores de los países subdesarrollados, estos tienen que depender de los insumos disponibles en sus fincas también necesitan fomentar herramientas para afrontar el cambio, es así que “los ecosistemas más rústicos o tradicionales [son] los que mayor potencial de adaptación presentan” (Sepúlveda y Muhammad 2009). La adaptación es un proceso continuo de ajuste al clima real o proyectado y a sus efectos. “En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas; en algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos” (IPCC 2014a, 128).

4.2.1. Implementación de policultivos

Aunque en el conocimiento popular reciente se ha asegurado que los cultivos de cacao necesitan estar despejados de vegetación para garantizar la captación de mayor cantidad de luz solar, se ha evidenciado que, con una buena planificación del uso del área y el manejo de sombras del cultivo, se puede implementar la asociación del cacao con otros cultivos.

La implementación de cultivos múltiples dentro de la finca de cacao tiene muchas ventajas asociadas, ya que, permitirá asegurar parte de la alimentación de la familia y destinar el excedente a la venta con productos básicos de la región como la yuca, el plátano, aguacate, cítricos, frutales, plantas medicinales, de esta manera se disminuiría el gasto en alimentos que pueden producirse en la finca. De acuerdo con Anchante et al. (2012, 17) “la utilización de sistemas de cultivos múltiples o policultivos exhiben una mayor estabilidad y menor declinación de la productividad durante una sequía que los

monocultivos”. Otra ventaja asociada a la diversificación de cultivos es el control biológico de plagas, puesto que “[se] ha demostrado que los cultivos han alcanzado un cierto nivel de tolerancia a plagas y enfermedades propias del sector, fortaleciéndose dicha capacidad” (Viteri 2013, 8).

Dado por procesos naturales y en ausencia del uso de productos agroquímicos el material vegetal de los cultivos va a descomponerse de manera natural, permitiendo que los nutrientes sean aprovechados nuevamente por las plantas presentes en la finca, en el cultivo de cacao es importante el aporte frecuente de nutrientes al suelo, ya que:

Una cosecha de cacao seco de 10 quintales extrae aproximadamente 22 kg de nitrógeno (N), 5 kg de fósforo (P) y 38 kg de potasio (K). Estas cifras indican lo que el suelo pierde al retirar las mazorcas de cacao en el momento de la cosecha. Es fundamental que se deje la cáscara en el suelo, para aportar algo de nutrientes y para que además sirva de hábitat para los insectos polinizadores (INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) 2009, 18).

4.2.2. Carbono y materia orgánica del suelo

El carbono orgánico del suelo (SOC: Soil organic carbon) es el componente principal de la materia orgánica del suelo, además es un indicador importante de la salud del suelo y es un regulador de flujos de carbono al actuar como sumidero o fuente en caso de suelos degradados:

Como indicador de la salud del suelo, el COS es importante por sus contribuciones a la producción de alimentos, la mitigación y adaptación al cambio climático, y el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Un alto contenido en MOS proporciona nutrientes a las plantas y mejora la disponibilidad de agua, lo cual mejora la fertilidad del suelo y, en definitiva, mejora la productividad de los alimentos (FAO 2017a, vi).

Además, el COS mejora la estabilidad estructural del suelo promoviendo la formación de agregados que, junto con la porosidad, aseguran suficiente aireación e infiltración de agua para promover el crecimiento de la planta. Con una cantidad óptima de COS, la capacidad de filtración de agua de los suelos permite el suministro de agua limpia. A través de la mineralización acelerada del COS, los suelos pueden ser una fuente de emisiones de GEI a la atmósfera (FAO 2017a, vi).

Fomentar el cuidado de la materia orgánica del suelo implica crear prácticas sostenibles, integrando para ello el abandono de la aplicación de compuestos químicos que alteren la composición del suelo, así también como la exposición directa del suelo a factores de erosión; la materia orgánica retiene humedad y en eventos de sequía contribuyen al funcionamiento normal de la planta y los microorganismos presentes en el suelo. Debido a las condiciones de la Amazonía, al ser ecosistemas sensibles con vulnerabilidad a erosión y a “las nuevas tendencias de agricultura orgánica solo se

recomienda la aplicación de abonos orgánicos (compost y bioles)". (INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) 2009, 19).

4.2.3. Preservación y recuperación de bosques

Para Malhi (2008, 169) "el bioma forestal de la Amazonia es uno de los mayores tesoros biológicos de la Tierra y un componente importante del sistema de la Tierra; y en este siglo, enfrenta las amenazas duales de la deforestación y el estrés del cambio climático". En la Amazonia se tiene el problema de la deforestación para cultivos y la tala ilegal de especies forestales con fines comerciales, en este sentido se tiene la gran responsabilidad de crear estrategias que permitan preservar los espacios forestales actuales, para ello es importante la unión entre fincas aledañas con remanentes de bosques y el fomento de la capacitación en temáticas de cambio climático y preservación de biodiversidad; en Shushufindi tomando en cuenta el período 2008-2013 ha existido "pérdida de cobertura vegetal del 18.01, con una intervención en bosques del 5.37" (GAD Shushufindi 2015b, 8).

En el caso del cacao para nuevas plantaciones el INIAP (2009, 15) recomienda "no talar bosques para sembrar cacao, a su vez hacer uso de cafetales viejos, rastrojos o cultivos abandonados". De acuerdo con la FAO (2018a, x):

Los bosques representan una fuente de alimentos, medicinas y combustible para más de mil millones de personas. Además de ayudar a responder al cambio climático y proteger los suelos y el agua, albergan más de tres cuartas partes de la biodiversidad terrestre mundial, proporcionan numerosos productos y servicios que contribuyen al desarrollo socioeconómico y son particularmente importantes para cientos de millones de moradores de las zonas rurales, entre los que se cuentan muchas de las personas más pobres del mundo.

4.2.4. Cosecha de agua

La disponibilidad de agua en la producción agrícola es un determinante fuerte para la buena producción, en Bates (2008, 61) se menciona que, "la productividad de los sistemas agrícolas, forestales y piscícolas dependen principalmente de la distribución temporal y espacial de la precipitación y de la evaporación, así como de la disponibilidad de recursos de agua dulce para el riego, especialmente de cultivos".

Muchos sistemas agroproductivos de pequeños y medianos productores no disponen de riesgo, y también resulta ilógico pensar en pagar un costo por un recurso

hídrico para cultivos en áreas con alta precipitación anual, como es el cantón Shushufindi; en algunas fincas no se tienen cuerpos de agua natural y en las que, si se disponen, el recurso disminuye por la baja presencia de bosques lo cual influye en la baja retención hídrica y mayor evaporación a altas temperaturas. Otro problema dado es la contaminación de cuerpos de agua por agrotóxicos, hidrocarburos, residuos sólidos y aguas residuales que alteran la calidad de esta, por ello el fomento de la práctica de cosecha de agua resulta importante para el funcionamiento del agroecosistema, ya sea para el uso en animales, cultivos, y actividades humanas.

Los agroecosistemas serán más resilientes cuando estén insertados en una matriz compleja del paisaje, con sistemas de cultivo genéticamente heterogéneos y diversificados, manejados con suelos ricos en materia orgánica y técnicas de conservación del agua (Nicholls, Henao, y Altieri 2015, 20).

Capítulo segundo

Lugar de estudio y métodos aplicados

1. Breve descripción del lugar de estudio

Shushufindi es un cantón de la provincia de Sucumbíos, fundado el 7 de agosto de 1984, presenta una extensión de 2463.010 km² limitando al norte con el cantón Lago Agrio, al sur con el cantón Orellana, al este con los cantones Cuyabeno y Aguarico y al oeste con el cantón La Joya de los Sachas (GAD Shushufindi 2015a, 2). El cantón Shushufindi cuenta con 6 parroquias: Siete de Julio, San Pedro de los Cofanes, San Roque, Limoncocha, Pañacocha y Shushufindi (cabecera cantonal). Presenta un rango altitudinal entre 200-320 m.s.n.m, precipitaciones superiores a 3000 mm anual, una temperatura mínima de 18,7°C y una máxima de 29,3°C (GAD Shushufindi 2015b, 1). “El nombre de este cantón proviene de dos voces Cofanes: Shushu (Puerco Sahino) y Findi (Colibrí); seguramente porque en este lugar existe abundancia de estas dos especies” (MAG 2015, 24).

Desde antes de su fundación, el cantón Shushufindi ha pasado por grandes cambios dados por la industria petrolera, la palma africana, la ganadería y la agricultura de pequeña y mediana escala. En los últimos años se ha presentado gran intervención en los bosques teniendo un mosaico agrícola particular (Ver anexos 4 y 5). Además, [...] el nexo que existe entre la cobertura vegetal, el régimen de lluvias y el régimen fluvial se ha visto afectado debido a la pérdida de cobertura vegetal, la vegetación actúa como una esponja que retiene el agua antes de que se filtre y se una a los ríos y al verse disminuida se tiene el riesgo de erosión del suelo y arrastre de sedimentos (GAD Shushufindi 2015b, 24).

En el cantón la probabilidad de movimientos en masa por efecto de las precipitaciones es relativamente baja debido a la topografía plana (GAD Shushufindi 2015b, 41), sin embargo, debido a los procesos de deforestación se tiene una alta probabilidad de procesos erosivos y sumado a las precipitaciones frecuentes se presenta pérdida de la capa fértil del suelo.

1.1. Sistemas de producción de cacao analizados

Se presentan los 10 sistemas productivos analizados en el estudio, los cuales se encuentran distribuidos en las parroquias de Shushufindi Central y San Roque (Ver anexo 6).

Tabla 2
Ubicación de los sistemas de producción de cacao en Shushufindi

Nombre de Sistema	Tipo de sistema	Sector	Parroquia	X	Y
AF-DC	Mercantil	Vía Atahualpa	Shushufindi C.	312877	9978071
AF-CA	Mercantil	El Mirador	Shushufindi C.	312432	9979566
AF-AA	Mercantil	El Mirador	Shushufindi C.	312305	9978843
AF-UA	Mercantil	Atahualpa	Shushufindi C.	312244	9977676
MN-FO	Mercantil	El Mirador	Shushufindi C.	312230	9979387
MN-AD	Mercantil	La Atahualpa	Shushufindi C.	313910	9977795
MN-SC	Mercantil	16 de junio	San Roque	321434	9967030
MN-SB	Mercantil	Vía Atahualpa	Shushufindi C.	312772	9978791
MN-IS	Mercantil	El Mirador	Shushufindi C.	312250	9978718
AF-WA	Mercantil	La Atahualpa	Shushufindi C.	312894	9977821

Fuente: Encuestas realizadas y datos recopilados en campo

Elaboración: Propia

En la tabla 2 se observa que, los 10 sistemas de producción analizados presentan características del sistema productivo mercantil, confiriéndole de esta manera dinámicas socioeconómicas comunes entre ellas, además, 9 sistemas están ubicados en la parroquia de Shushufindi Central y uno en la parroquia de San Roque.

Los 10 sistemas de producción cuentan con producción tanto agrícola como pecuaria. Respecto a la producción agrícola cuentan con producción de cacao, café (1), palma africana (1), plátano, yuca, maíz, cítricos, entre los comunes, siendo el cacao el cultivo representativo de entre los 10 sistemas analizados. A su vez, en la producción pecuaria, destacan la crianza de pollos, patos, cerdos y en un caso de ganado vacuno; la finalidad de producción pecuaria en primer orden de importancia está el autoconsumo en el caso de los animales menores, y los animales mayores se destinan a la venta y autoconsumo.

Tabla 3
Producción agrícola de los sistemas analizados

Nombre de Sistema	Producción agrícola	Cultivo representativo	Finalidad cultivo cacao	Producción pecuaria	Finalidad producción pecuaria
AF-DC	cacao, plátano, yuca, maíz, cítricos	cacao	venta/autoc	cerdo, pollo, pato	autoconsumo
AF-CA	cacao, café, plátano, yuca, maíz, cítricos	cacao	venta/autoc	pollo	autoconsumo
AF-AA	cacao, plátano, maíz, cítricos	cacao	venta/autoc	pollo	autoconsumo
AF-UA	Cacao, plátano, yuca	cacao	venta	pollo, pato	autoconsumo
MN-FO	cacao, plátano, cítricos	cacao	venta	pollo, reses	autoconsumo/venta
MN-AD	cacao, plátano, yuca, cítricos	cacao	venta	pollo, cerdo	autoconsumo
MN-SC	cacao, palma africana, plátano, yuca, cítricos	cacao	venta/autoc	pollo, cerdo	autoconsumo
MN-SB	cacao, plátano, yuca, cítricos	cacao	venta	pollo, cerdo	autoconsumo/venta
MN-IS	cacao, plátano, yuca, cítricos	cacao	venta	pollo	autoconsumo
AF-WA	cacao, aguacate, cítricos, plátano, yuca	cacao	venta	pollo, pato	autoconsumo

Fuente: Encuestas y datos recopilados en campo

Elaboración: Propia

En la tabla 3 se observa la producción agropecuaria presente en los 10 sistemas analizados, respecto a la producción agrícola se tiene al cacao como el cultivo representativo, el cual se lo destina para la venta, en 4 sistemas también es usado para consumo propio pero en cantidades pequeñas, 1 sistema (AF-CA) presenta también producción de café el cual se lo comercializa con valor agregado en ferias y a conocidos, 1 sistema (MN-SC) presenta producción de palma africana pero en pequeñas cantidades, parcela que es remanente de cultivos viejos, la producción es comercializada pero no representan mucha ganancia para el productor. Dentro de los 10 sistemas analizados se tienen producción de plátano, yuca, cítricos y frutales, pero estos son para el consumo exclusivo de la familia, de amigos y conocidos, esporádicamente se destinan para la venta a personas que acuden hacia la misma finca.

Respecto a la producción pecuaria como se ha descrito previamente, es con la finalidad del autoconsumo, fortaleciendo con ello la seguridad y soberanía alimentaria de la familia, en los 10 sistemas es común encontrar la crianza de pollos para autoconsumo,

1 sistema (MN-FO) presenta crianza de ganado vacuno con fines cárnicos, y el sistema MN-SB tiene crianza de cerdos con fines de venta en forma de lechón.

Por las razones expuestas, cabe destacar la importancia de la producción de cacao dentro de los sistemas agroproductivos en estudio, y a nivel cantonal. En el caso de estudio sobresalen los sistemas de cultivos de cacao de entre los demás cultivos presentes debido a la extensión e importancia económica, es por esta a razón que se estudiará a detalle la dinámica cacaotera de los sistemas, teniendo para ello, sistemas de cultivo de cacao bajo modalidad agroforestal y de monocultivo con diferente tipo de manejo (Ver tabla 4).

Tabla 4
Tipo de sistema de cultivo

Nombre de Sistema	Variedad	Tipo de sistema	Tipo de manejo	Uso de insumos químicos
AF-DC	CCN-51	Agroforestal	Semi-convencional ²	bajo
AF-CA	CCN-51 y Nacional	Agroforestal	Agroecológico ³	nulo
AF-AA	Súper árbol	Agroforestal	Agroecológico	nulo
AF-UA	CCN-51	Agroforestal	Semi-convencional	bajo
MN-FO	CCN-51	Monocultivo	Convencional ⁴	medio
MN-AD	CCN-51	Monocultivo	Convencional	medio
MN- SC	CCN-51	Monocultivo	Convencional	alto
MN-SB	CCN-51	Monocultivo	Convencional	medio
MN- IS	Súper árbol	Monocultivo	Convencional	medio
AF-WA.	Nacional	Agroforestal	Semi-convencional	medio

Fuente: Encuestas realizadas y datos recopilados en campo

Elaboración: Propia

La tabla 4 muestra los sistemas de cultivos analizados, se tienen 10 sistemas, 5 con modalidad agroforestal, teniendo entre ellos un tipo de manejo semiconvencional y agroecológico con bajo y nulo uso de insumos químicos respectivamente.; por otro lado, se presentan 5 sistemas de cultivos bajo modalidad de monocultivo, los cuales, tienen un tipo de manejo convencional basado principalmente en el uso de insumos químicos que ayudan a mejorar su rendimiento y controlar las plagas y maleza.

² Uso esporádico de insumos químicos combinado con prácticas manuales (Ver Pág. 27)

³ Considera las interacciones bióticas y abióticas dentro del sistema de cultivo (Ver pág. 26)

⁴ Tipo de manejo fundamentado en el uso intensivo de compuestos agroquímicos (Ver pág. 27)

2. Indicadores seleccionados

2.1. Indicadores para evaluación del rendimiento, estado sanitario y diversidad de los sistemas de cultivo de cacao

De acuerdo con el objetivo planteado, se consideró oportuno la selección de indicadores claves, los mismos que proporcionaron los datos suficientes para el análisis. Es así, que resultó imprescindible el estudio del rendimiento de cacao seco al año por superficie y por planta, para lo cual, se evidenció el estado de infestación del cultivo y las prácticas de cuidado que el productor destinaba. Otro punto importante en el análisis de los sistemas agroforestales (AF) y monocultivos (MN) fue la variedad de especies vegetales presentes, lo cual a criterio de los productores MN perjudicaba en la incidencia de la luz solar y consecuentemente en la aparición de plagas como la monilia, por el contrario, según el criterio de los productores AF, con un buen manejo de la distribución de la sombra contribuía en la generación de alimentos e incluso en el control biológico de plagas. De esta manera y siguiendo la metodología planteada por Jacobi (2014, 363) se tiene entre los indicadores a:

- Rendimiento de cacao
- Variedad de cacao
- Superficie
- Edad del cultivo
- Jornales destinados al manejo del cultivo
- Prácticas de manejo del cultivo
- Frecuencia de cosecha y cuidado
- Infestación de la planta
- Diversidad vegetal en el cultivo

2.2. Indicadores para la evaluación del estado del clima y su variabilidad en base a percepciones de productores y datos climatológicos

Un punto importante que se consideró en el estudio fue el aspecto climático y su variabilidad, para lo cual, se estudió mediante dos fuentes de información, la primera desde la percepción propia de los productores debido a que han habitado en la zona durante muchos años, evidenciando cambios en los años recientes, al ser una información de índole cualitativa se ha utilizado como herramienta de recopilación de información a la entrevista semiestructurada, abordando temáticas referentes a las variaciones temporales del clima y su influencia en el rendimiento de los cultivos de cacao y la producción en general.

La segunda fuente de información y para complementar o contrastar lo dicho por los productores fueron los datos meteorológicos de una serie temporal de 36 años (1981-2017) de la estación Nueva Loja-Aeropuerto (Ubicada a 38 km del lugar de estudio). Es así como entre los indicadores se tiene a:

- Años de residencia en la zona
- Percepción de los productores acerca de variaciones en el clima
- Percepción de los productores acerca del impacto de las variaciones del clima en el rendimiento de cacao
- Impactos recientes del clima
- Temperatura media de una serie temporal de 36 años (1981-2017)
- Temperatura máxima de una serie temporal de 36 años (1981-2017)
- Temperatura mínima de una serie temporal de 36 años (1981-2017)
- Humedad relativa de una serie temporal de 36 años (1981-2017)
- Días con precipitación de una serie temporal de 36 años (1981-2017)
- Precipitación anual de una serie temporal de 36 años (1981-2017)

2.3 Indicadores para la evaluación de la resiliencia de los sistemas de producción de cacao

Para la valoración de la resiliencia presente en los sistemas productivos de cacao (monocultivo y agroforestería) de Shushufindi frente al cambio climático se consideró la metodología propuesta por Córdova (2016, 148), esta metodología ha sido utilizada y validada en el estudio de resiliencia de sistemas agrícolas cafeteros ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima, Cundinamarca-Colombia, de autoría de Cindy Córdova y Tomás León (Nicholls y Altieri 2013, 23). La metodología ha tomado como base la metodología tipo semáforo de Nicholls y Altieri (2013, 17), la cual consiste en una escala de calificación de 0 al 5, siendo 0 menor resiliencia y 5 la máxima resiliencia.

En la valoración de resiliencia del presente estudio también resulta idónea la aplicación de la metodología de Córdova, dado que utiliza la mayoría de parámetros contemplados en el trabajo de campo y propuestos por Jacobi (2014, 364), además la metodología se adapta de buena manera al lugar de estudio y considera aspectos claves como: el contexto, la diversidad y la capacidad de transformación de los sistemas a perturbaciones, asignándole a esta última un mayor peso (Cordoba 2016, 147). Es así como para el análisis de este punto se tiene a 46 indicadores (Ver anexo 12).

3. Proceso metodológico

3.1 Revisión de la bibliografía

En este punto se realizó una revisión bibliográfica referente a estudios previos, los cuales fueron obtenidos de fuentes primarias y secundarias, estas fuentes abordaron la influencia del cambio climático en la agricultura, impactos del cambio climático en el cacao, resiliencia al cambio climático en la agricultura, entre otros. Por otro punto, se indagó información de fuentes estatales como de la Agencia de regulación y control fito y zoonosanitario (Agrocalidad), Gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón Shushufindi, Ministerio de agricultura y ganadería del Ecuador (MAG), así también como datos y cifras relacionados a la dinámica del cacao a nivel nacional, regional y local.

Finalmente, se obtuvo a través de la Dirección de Aviación Civil del Ecuador (DAC), datos climatológicos de una serie temporal de 36 años de la estación Nueva Loja-Aeropuerto, a fin de evaluar la dinámica climática del sector.

3.2 Levantamiento de información geográfica

Se realizó el levantamiento de información geográfica georreferenciada de los 10 sistemas de cultivos (monocultivo y agroforestería), con ayuda de un vehículo aéreo no tripulado (UAV por sus siglas en inglés) y posteriormente se procesó la información en un GIS, en el cual:

- Se delimitó las parcelas de cacao
- Se evaluó la distribución espacial del cultivo
- Se obtuvo un modelo digital de elevación (DEM), en cual se obtuvo: la altura de copa de las plantas, árboles y el nivel del suelo; esta información permitió evaluar zonas inundables, erosionables y el porcentaje de sombra en el cultivo.
- Se analizó la incidencia del rendimiento del cultivo en base a su ubicación.

Este punto permitió situar espacialmente parte de la problemática y relacionar con los demás resultados obtenidos.

3.3. Entrevistas a productores

La selección de los entrevistados se realizó en función de los años de residencia en la zona y del rol cumplido dentro del círculo familiar, esto repercutió en la obtención de información relevante referente a la dinámica del territorio, la dinámica del cultivo, la dinámica socioeconómica e histórica del clima en el lugar de estudio.

En este punto se elaboró entrevistas semiestructuradas, en la cual se abordó temáticas relacionadas a cambios suscitados en el clima y su incidencia en el rendimiento de los cultivos, eventos extremos de clima (sequías, lluvias intensas, vientos fuertes, radiación solar, etc.), variaciones de precios del cacao, rentabilidad del cultivo, situación socioeconómica. De esta manera, se pudo conocer las experiencias y percepciones de los autores (productores) acerca de los cambios suscitados en el clima, la incidencia con el rendimiento del cultivo de cacao, la atención institucional que reciben actualmente, la situación socioeconómica y la importancia del cultivo.

De igual manera, se pudo obtener información relevante para el llenado de la ficha de evaluación de resiliencia propuesta por Córdova (2016, 143) adaptando ciertos parámetros para el caso del cacao en la realidad del lugar de estudio.

3.4. Muestreo y mediciones en campo

En las parcelas, se cuantificó el número de plantas de cacao presentes en la totalidad del cultivo, luego en el centro de la parcela principal se delimitó una parcela menor de 24m x 24m, siguiendo la metodología planteada por Jacobi (2014, 366).

3.4.1 Muestreo de suelos

Siguiendo la metodología dada en agrar Projekt (2018), se recolectó 20 muestras de suelo a 1 metro de distancia de la base de la planta de cacao y siguiendo una trayectoria en zigzag, luego se homogenizó para obtener una muestra compuesta de suelo y se envió al laboratorio para su posterior análisis.

3.4.2 Muestreo para determinación de diversidad vegetal

Dentro de la parcela de 24 m x 24 m, se elaboró un inventario de especies presentes: Para ello se realizó un conteo de cada planta/árbol, se le asignó un código y se identificó la especie. Se sumaron las frecuencias de las diferentes especies presentes y con ayuda del software *PAST* se determinó la diversidad en base a los índices de diversidad Margalef, Shannon y Simpson.

4. Determinación de la resiliencia de los sistemas de producción de cacao

4.1. Idoneidad de la metodología seleccionada

La importancia de la selección de la metodología de resiliencia propuesta por Córdova (2016, 148) radica en el abordaje que se le da a cada elemento del sistema productivo, además de analizar las implicaciones sociales, culturales, económicas y ecológicas. La propuesta le da un enfoque integral a la metodología, incorporando la parte humana y biofísica para comprender de esta manera, los retos y posibilidades que tiene la agricultura campesina frente a los efectos y perturbaciones de la variabilidad climática (Cordoba 2016, 145).

La mayoría de metodologías existentes le han dado un abordaje neutral a la noción de resiliencia, centrándose únicamente en la dinámica de la finca, tal es el caso de la metodología de Altieri y Nicholls, de la cual se menciona en Córdova (2016, 146), que aborda la resiliencia desde la perspectiva de prácticas agroecológicas y técnicas tradicionales de fertilidad del suelo, biodiversidad y uso de agua; además menciona tangencialmente factores sociales y económicos, obviando la medición, restándole de esta manera cierta importancia. Por otro lado, se menciona que, en la metodología de Peredo, mide los criterios socioeconómicos de manera cualitativa, cuando en realidad pueden ser cuantificados de manera cuantitativa.

La dinámica campesina en el cantón Shushufindi es compleja, ya que, los productores han desarrollado prácticas combinadas entre lo tradicional y convencional, además, la estructura social del cantón se ha dinamizado constantemente debido a la convergencia de actividades petroleras, agropecuarias y de preservación de los espacios forestales aún existentes. En Shushufindi, aunque para la población campesina el cacao

es importante dentro de la producción del sistema productivo, se ha visto que estos rubros no alcanzan para satisfacer las necesidades presentes, motivo por el cual se han visto en la necesidad de combinar las actividades de producción de cacao con otras fuentes de ingresos económicos externos a la finca en algunos casos.

La metodología propuesta por Córdova (2016, 148) es la más idónea para el análisis de la resiliencia de los sistemas de producción de cacao de Shushufindi, ya que, considera indicadores propuestos por la comunidad campesina y lo sustenta desde la noción científica, además, agrupa y analiza de buena manera todos los criterios necesarios para el análisis de la resiliencia desde un contexto de transformación a nivel del sistema productivo. Aunque la metodología aborda desde una noción práctica ciertos elementos del sistema de cultivo más representativo (café/cacao), el análisis lo realiza a nivel general del sistema productivo, ya que, considera los aspectos incluyentes tanto de otros cultivos, otras fuentes económicas, interacciones sociales, culturales y ecológicas propias del conjunto de sistemas y del contexto geográfico y político del lugar de estudio.

4.2. Limitaciones de la metodología

La principal limitación que se presenta en la metodología es la parte de la ponderación final, en la metodología base de Córdova mediante el método de Delphi un grupo de expertos le han asignado el peso de la ponderación por cada uno de los 46 indicadores, para el presente estudio no se dispone de todo el equipo especialista para el análisis de ponderación, sin embargo, se ha revisado el factor de ponderación de cada indicador y en la mayoría de los casos se comparte este peso asignado, ya que, la realidad y dinámica de Shushufindi es similar al de los casos de los sistemas cafeteros de Anolaima, Cundinamarca. Dicha ponderación se comparte incluso en los indicadores adaptados para el caso del cacao.

4.3. Aplicación de la metodología de resiliencia de Córdova

Considerando los indicadores de resiliencia propuestos en la metodología dada por Jacobi (2014, 365) y complementada con la matriz de indicadores tipo semáforo dadas en la tabla 6 de Nicholls y Altieri (2013, 28) se asignó el valor de resiliencia de acuerdo a las mediciones en campo, resultados de laboratorio, entrevistas y observaciones directas

a cada uno de los 46 criterios considerados, siendo 1 valor con menor resiliencia y 5 máxima resiliencia; este valor luego es ponderado por un coeficiente de importancia (Cordoba 2016, 144). Entre los criterios considerados se tuvo a los factores: biofísico, social, salud, prácticas de cultivo, manejo de suelo, diversidad vegetal, autoconsumo, organizativo, técnico, rendimiento y económico.

La valoración final para cada sistema de producción de cacao será la sumatoria del valor de cada uno de los 46 criterios considerados en la metodología planteada por Córdoba (2016, 143) y multiplicados por el coeficiente de importancia de cada uno de ellos; dando una calificación de resiliencia entre 0 a 500, siendo 0 menor resiliencia del sistema de producción y 500 el valor máximo de resiliencia del sistema de producción (Cordoba 2016, 144). (Ver anexo 11).

Los datos obtenidos fueron procesados con ayuda del software estadísticos SPSS, en el cual se analizó los respectivos parámetros estadísticos, la correlación entre variables y los valores de resiliencia arrojados en el estudio.

Capítulo tercero

Resultados

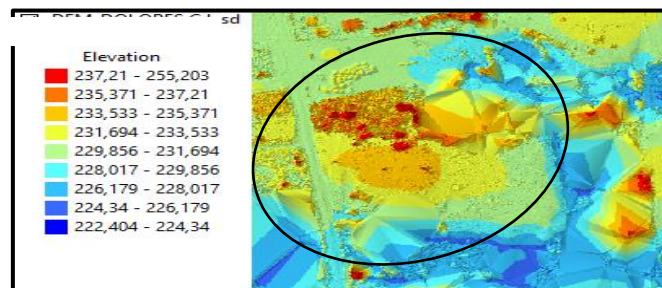
1. Sistemas de cultivo de cacao analizados

1.1. Sistema de cultivo AF- DC

El sistema AF- DC (Ver mapa 1), presenta poca presencia de bosques cercanos, sin embargo, dentro de la parcela de cacao se tiene una importante asociación de cobertura vegetal con árboles, plantas de cacao y otros cultivos para autoconsumo, se cuenta con 3 nacederos de agua, 3 esteros, estanques naturales cercanos y un humedal en la parte sur; la parcela se encuentra cerca de una vía de segundo orden, la vivienda se encuentra localizada a 2 km del sistema y el transporte del cacao se lo realiza en vehículo propio hasta las instalaciones de secado. En la vivienda poseen cultivos destinados al autoconsumo, la crianza de animales, y servicios como, la energía eléctrica, agua potable, recolección de desechos, internet y televisión por cable. Cerca al cultivo de cacao también se cuenta con servicio de energía eléctrica y agua entubada.

Modelo de elevación digital 1

DEM Sistema AF- DC

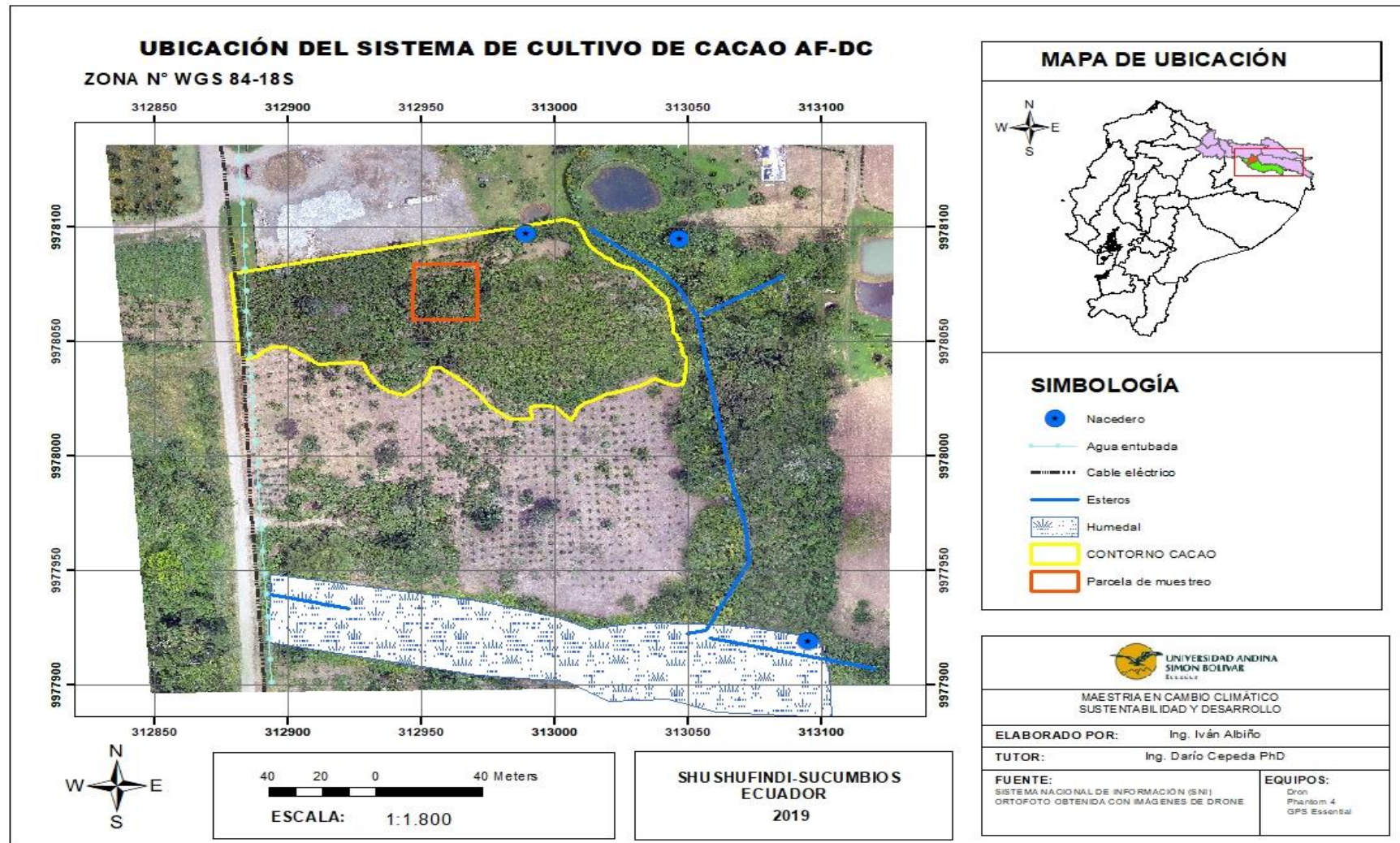


Fuente: DEM obtenido a partir de imágenes de drone Phantom-4

Elaboración: Propia

En el modelo de elevación digital 1 se observa que la capacidad de drenaje del sistema AF-DC es alta debido a que presenta una pendiente suave con caída hacia el humedal y los esteros, el estado de sombra es adecuado con árboles hasta de 20 metros de altura, siendo en su mayoría aguacates y frutales. Analizando el contexto del sistema productivo se evidencia que a nivel de cultivo presenta buena resiliencia, sin embargo, las presiones externas pueden perjudicar la estabilidad de este, debido a la remoción de cobertura vegetal que puede propiciar procesos erosivos.

Mapa 1. Ubicación del sistema de cultivo AF-DC

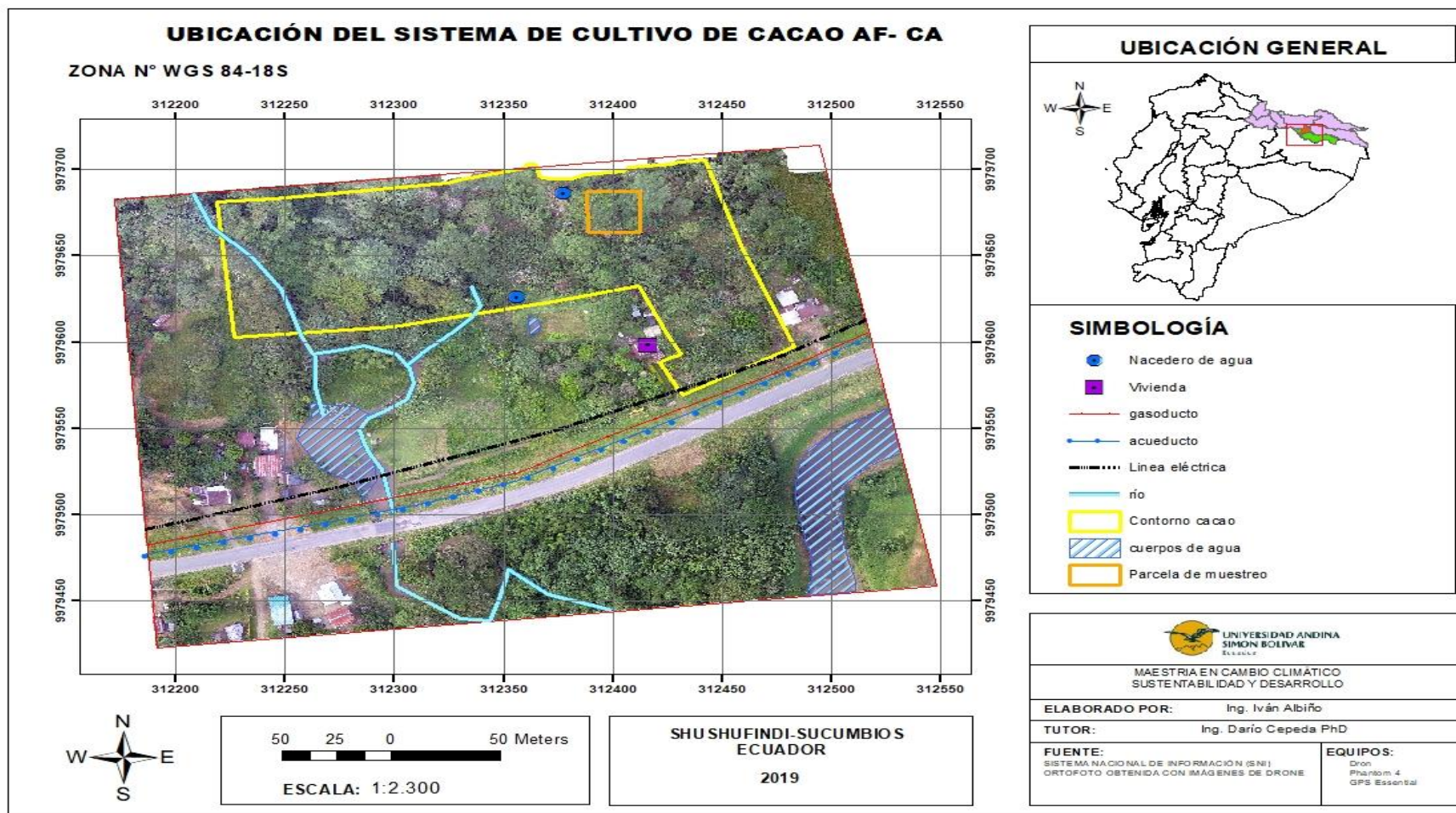


Fuente: Ortofoto georreferenciada generada con imágenes de dron Phantom-4

Elaboración: Propia

1.2. Sistema de cultivo AF-CA

Mapa 2. Ubicación del sistema de cultivo AF-CA



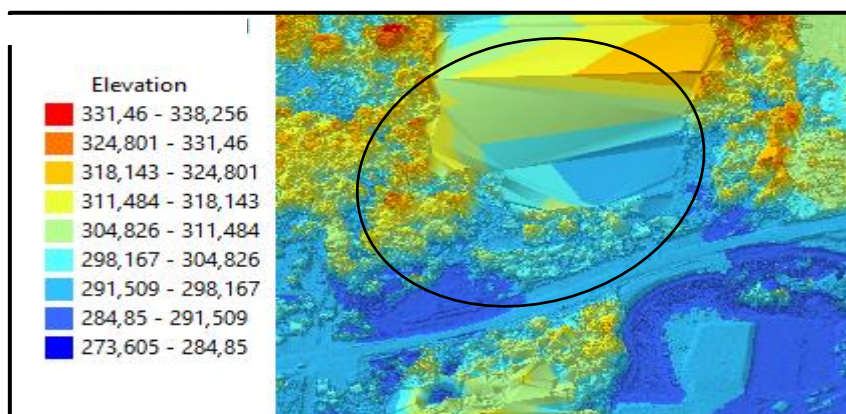
Fuente: Ortofoto georreferenciada generada con imágenes de drone Phantom-4

Elaboración: Propia

En el mapa 2, se tiene al sistema AF- CA, en él se tienen 2 ha de cultivo de cacao CCN-51 y nacional, el sistema presenta importante cobertura vegetal dado por especies arbóreas y cultivos variados. El sistema de cultivo se encuentra cercano a la vía principal, la cual fue considerada de condición regular, existe también línea de tendido eléctrico y acueducto de agua entubada, debido a que la vivienda se encuentra cercana al cultivo el transporte del cacao a las instalaciones de secado se lo realiza a pie. Cerca de la vivienda también se encuentran las instalaciones de procesamiento de cacao y café. El sistema presenta muy buena conexión con bosques dentro de la finca y de fincas aledañas, la disponibilidad de agua es alta por la presencia de esteros, nacederos y un río de caudal moderado.

Modelo de elevación digital 2

DEM sistema AF-CA



Fuente: DEM obtenido a partir de imágenes de drone Phantom-4

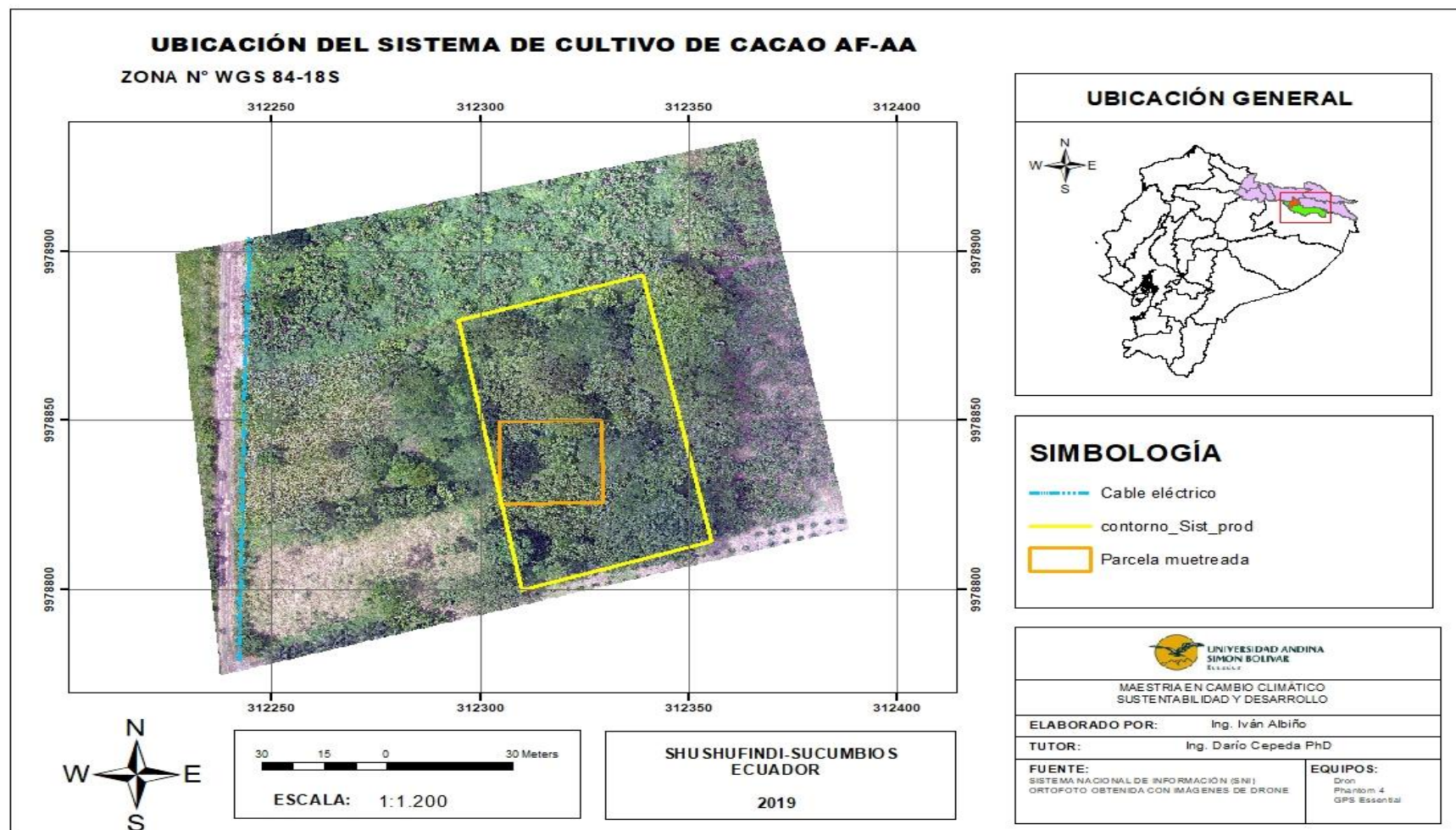
Elaboración: Propia

En el modelo de elevación digital 2, se puede observar que el sistema AF-CA, presenta una alta capacidad de drenaje hacia los cauces de agua cercanos ubicados hacia el oeste, respecto a la sombra presenta árboles de alturas hasta de 20-25 metros, lo cual no ha perjudicado el rendimiento del cultivo.

Las características del sistema descritas anteriormente le confieren una resiliencia alta, asegurando elementos del sistema básicos como el agua, materia orgánica del suelo, presencia de bosques y cultivos variados para autoconsumo. El conocimiento agroecológico de este sistema AF ha permitido construir mecanismos de energía alternativa y fuentes alternas de ingresos económicos y aunque el conocimiento de los impactos del cambio climático no ha sido difundido ampliamente, el sistema se encuentra preparado moderadamente.

1.3. Sistema de cultivo AF-AA

Mapa 3. Ubicación del sistema de cultivo AF-AA



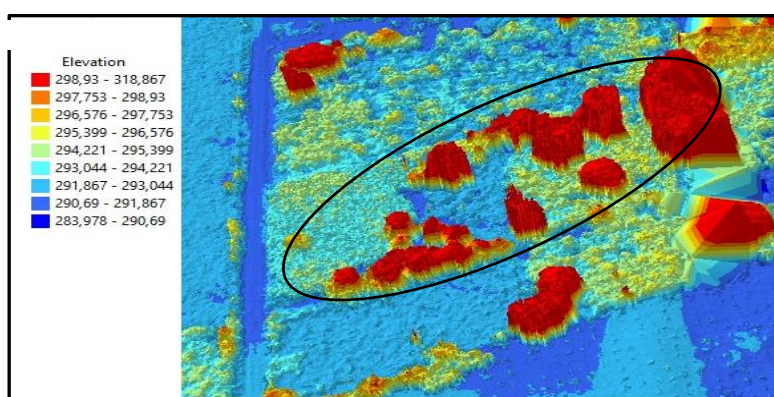
Fuente: Ortofoto georreferenciada generada con imágenes de dron Phantom-4

Elaboración: Propia

El mapa 3 contiene al tercer sistema analizado AF-AA, con 0,4 ha de cacao “súper árbol”, se aprecia que el sistema se encuentra entre cobertura vegetal hacia el este y a unos 70 metros de la vía principal que es una guardarraya en mal estado, la parcela no tiene fuentes de agua, y hacia el oeste presenta cultivos frecuentes de maíz, se tiene también electricidad cerca pero no se dispone de sistemas de conducción de agua potable ni entubada. La vivienda del productor se encuentra localizada a 600 metros, para lo cual la movilización se la realiza a pie o en bicicleta, el cacao cosechado es transportado hacia las instalaciones de secado en bicicleta o carretilla.

Modelo de elevación digital 3

DEM sistema AF-AA



Fuente: DEM obtenido a partir de imágenes de drone Phantom-4

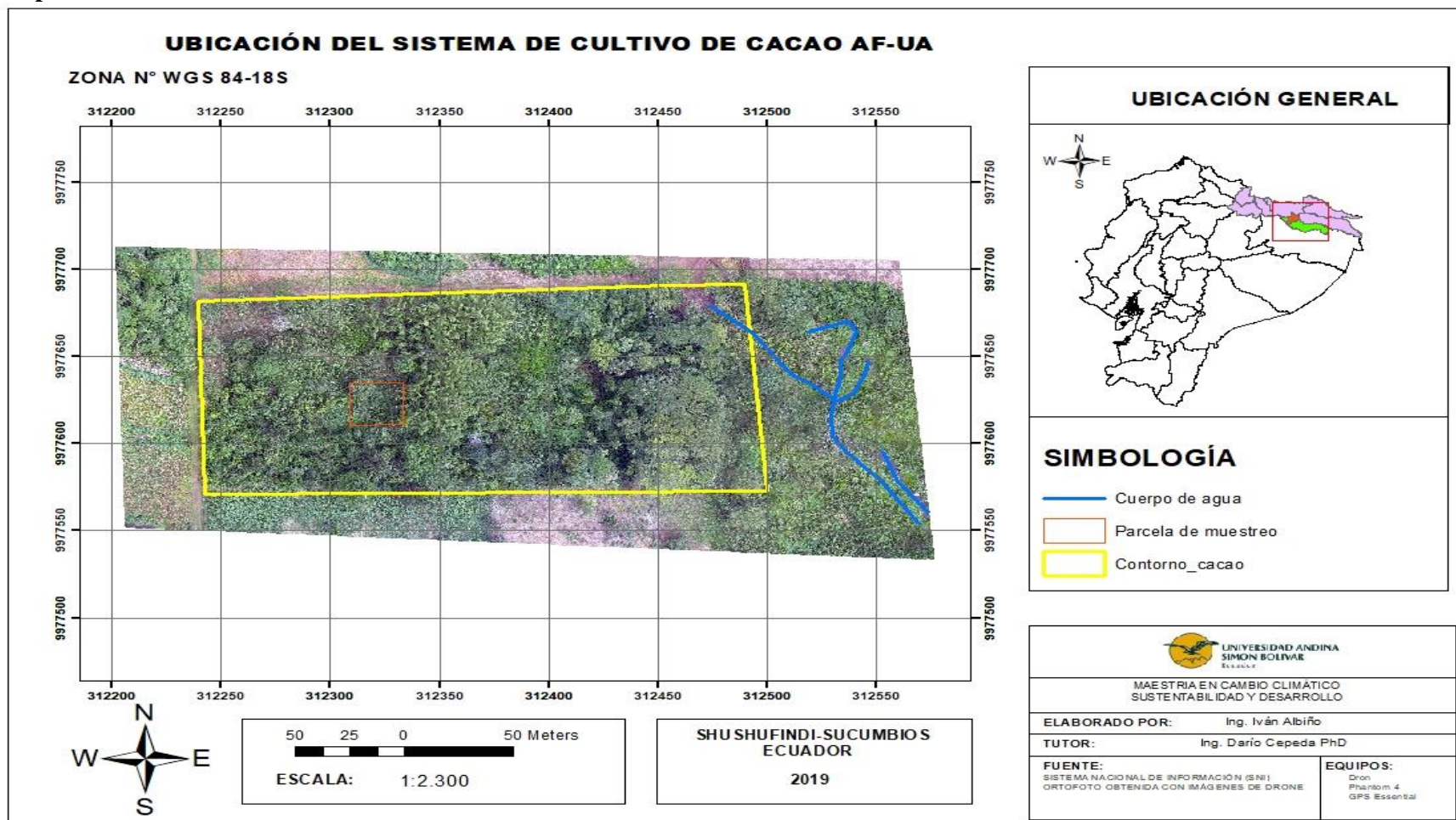
Elaboración: Propia

En el modelo de elevación digital 3 se aprecia cómo el sistema AF- AA presenta una mala distribución de sombras, ya que, se tiene una barrera de árboles de 25-30 metros en el este, esta situación condiciona la captación de la luz solar considerando la dirección del sol este-oeste, esta situación favorece la presencia de plagas como la monilia, lo cual se hizo notorio en la fase de muestreo. Con respecto a la capacidad de drenaje del terreno, ésta es moderada, presenta una ligera caída hacia el sur y centro del cultivo, esta última condición puede ser superada creando pequeños canales de drenaje hacia el exterior.

Analizando las condiciones del sistema, en un contexto de cambio climático este presenta muchas complicaciones, se tiene una alta vulnerabilidad debido a la ausencia de cuerpos de agua natural y la falta de cosecha de agua. El sistema de cultivo presenta baja asociatividad de especies para autoconsumo lo cual puede complicar la estabilidad de este; además, el terreno presenta pequeñas zonas de posible estancamiento de agua que debe ser gestionado de mejor manera.

1.4. Sistema de cultivo AF-UA

Mapa 4. Ubicación del sistema de cultivo AF-UA



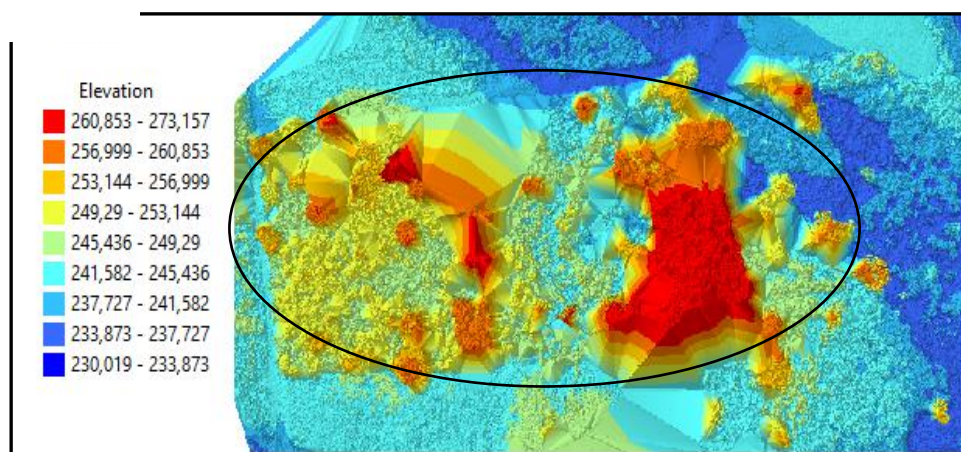
Fuente: Ortofoto georeferenciada generada con imágenes de dron Phantom-4

Elaboración: Propia

El mapa 4 presenta al sistema de cultivo AF-UA, el terreno se encuentra ubicado a 2km de la vivienda del productor, en él no se cuenta con energía eléctrica cerca ni agua potable o entubada, se tiene una pequeña guardarraya en mal estado. La movilización del productor se la realiza a pie o en caballo, y para el transporte del cacao se utiliza caballo o carretilla. El área de cultivo es de 3 ha con cacao CCN-51 y se encuentra importante cobertura vegetal con árboles maderables y especies de ciclo corto como el plátano y la caña guadua. Con respecto a la disponibilidad de agua, es moderada a alta debido a la presencia de importantes esteros hacia el este y sur. Debido al avance de la frontera agrícola se tiene baja presencia de bosques aledaños.

Modelo de elevación digital 4

DEM sistema AF- UA



Fuente: DEM obtenido a partir de imágenes de drone Phantom-4

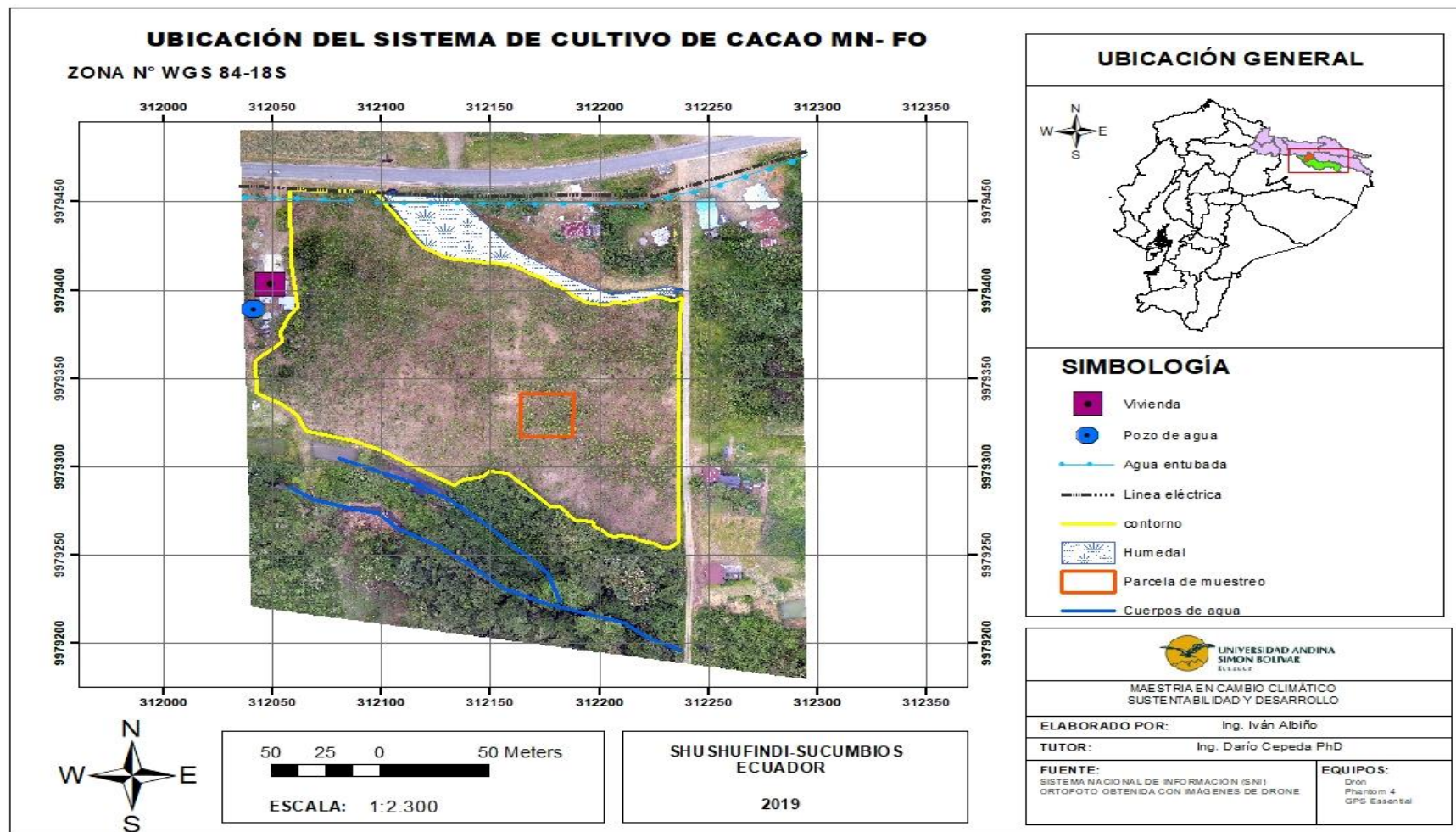
Elaboración: Propia

En el modelo de elevación digital 4, se aprecia que el cultivo presenta una importante cantidad de sombra con árboles entre 10-15 metros, en la parte oeste y abundante cobertura vegetal en la parte este con árboles de hasta 30-35 metros, también se aprecia que se tiene una capacidad de drenaje alta hacia el extremo derecho.

A nivel ecológico el sistema de cultivo puede presentar cierta resiliencia a perturbaciones debido a la adecuada presencia de cuerpos de agua y cobertura vegetal, sin embargo, analizando el contexto productivo general, el sistema es vulnerable debido a la falta de implementación de otros cultivos, así también, la lejanía hasta la vivienda del productor complica que se pueda trabajar de manera constante en medidas de adaptación al cambio climático dentro de la parcela.

1.5. Sistema de cultivo MN-FO

Mapa 5. Ubicación del sistema de cultivo MN-FO

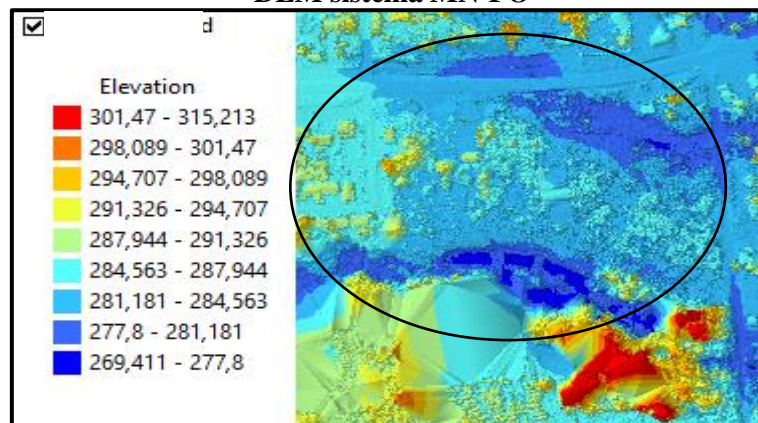


Fuente: Ortofoto georreferenciada generada con imágenes de drone Phantom-4

Elaboración: Propia

En el mapa 5 se puede observar al sistema de cultivo MN-FO, se tiene a un sistema bajo la modalidad de monocultivo, con un suelo prácticamente expuesto y poca presencia de especies vegetales, la vivienda se encuentra en la parte oeste del mapa, lo cual evidencia que la movilización es a pie y el transporte del cacao hasta las instalaciones de secado de igual manera a pie o con uso de carretilla dependiendo la cantidad. El sistema se encuentra localizado cerca de un sector poblado lo cual condiciona la cercanía a bosques, sin embargo, en la parte sur se tiene pequeños parches forestales. Con respecto a la disponibilidad de agua en el sistema, es moderada, se tiene en el extremo norte un humedal y en el sur a esteros con caudal pequeño, cercano a la vivienda se cuenta con un pozo de agua y además se dispone de agua entubada. Al estar ubicado cerca de la vía principal, se cuenta con una vía de buena calidad, recolección de desechos y electricidad.

Modelo de elevación digital 5
DEM sistema MN-FO



Fuente: DEM obtenido a partir de imágenes de drone Phantom-4

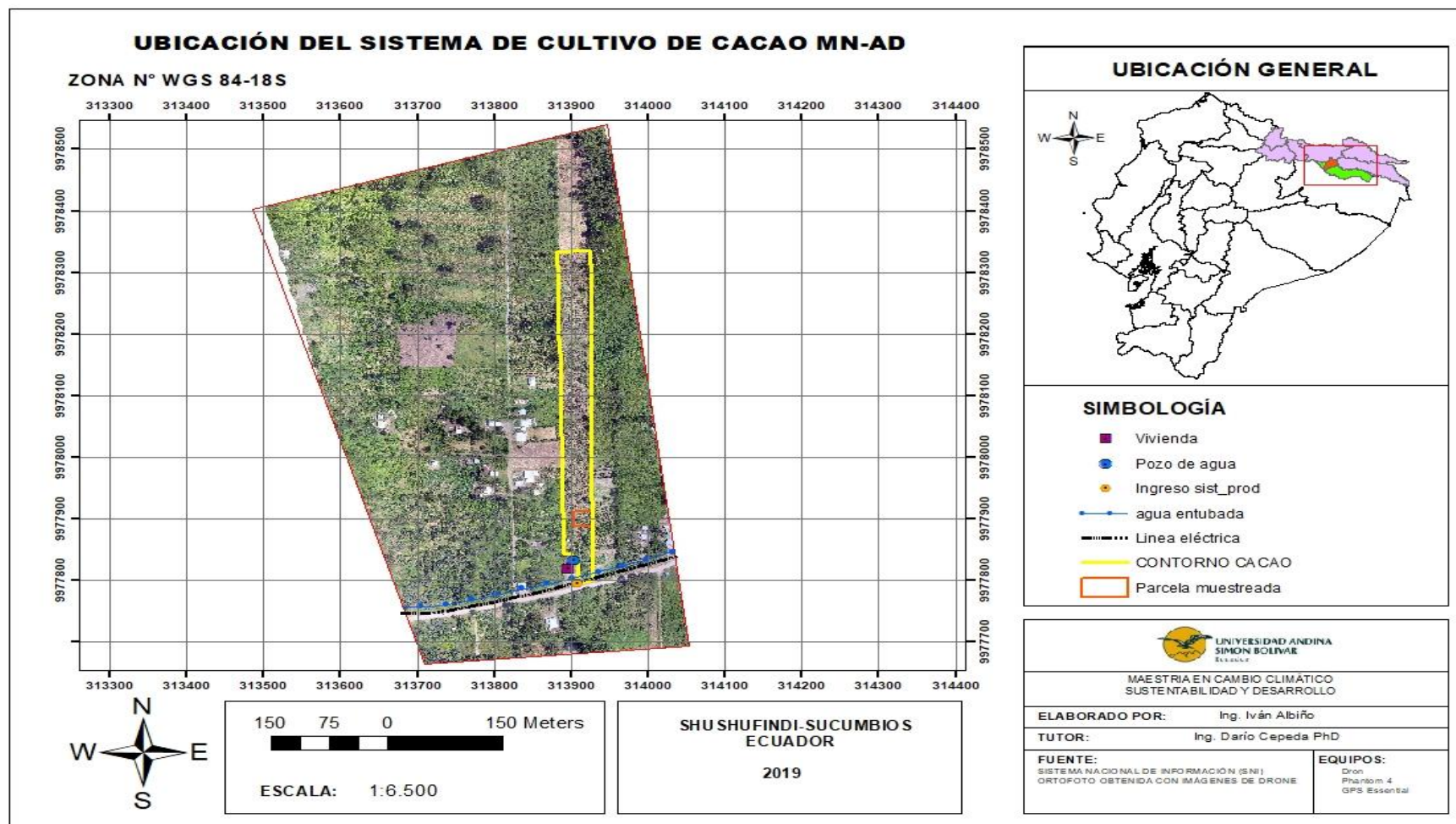
Elaboración: Propia

En el modelo de elevación digital 5, se observa que el sistema MN-FO, por la topografía del terreno presenta caída hacia el humedal del norte y hacia el estero del sur, se tiene una capacidad de drenaje alta. Respecto al manejo de sombras, se tiene poca disponibilidad, el cultivo recibe gran cantidad de luz solar en dirección este-oeste, sin embargo, presenta abundante transpiración y una exposición directa del suelo, con riesgo de pérdida de humedad.

El sistema presenta una alta vulnerabilidad a procesos erosivos, la escasa presencia de cobertura vegetal puede acarrear pérdida de humedad y materia orgánica del suelo, además debido a la baja diversidad, el sistema es poco estable a perturbaciones del cambio climático.

1.6. Sistema de cultivo MN-AD

Mapa 6. Ubicación del sistema de cultivo MN-AD



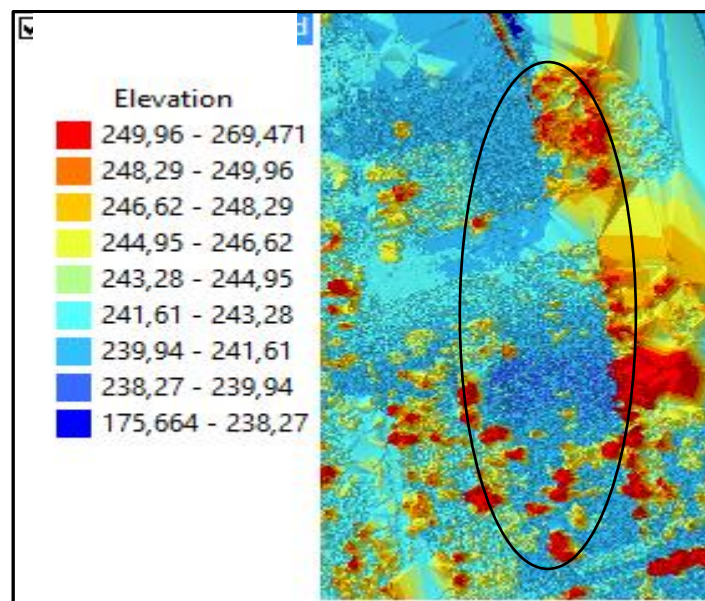
Fuente: Ortofoto georreferenciada generada con imágenes de dron Phantom-4

Elaboración: Propia

Se aprecia en el mapa 6 al sistema MN-AD, el sistema presenta forma rectangular, con la mayor longitud en sentido norte-sur, se tiene 2 hectáreas de cacao CCN-51 y súper árbol, el sistema se encuentra cercano a la vía principal la cual está en mal estado, se dispone de energía eléctrica y agua entubada esporádica, ya que, por información del productor se abastece el servicio 2 o 3 veces por semana, en las mañanas o noches, motivo por el cual se dispone de un pozo de agua con bomba a motor cercano a la vivienda. Al tener la vivienda cercana al cultivo, la movilización del productor se la realiza a pie y el traslado del cacao de igual manera.

Modelo de elevación digital 6

DEM Sistema MN-AD



Fuente: DEM obtenido a partir de imágenes de drone Phantom-4

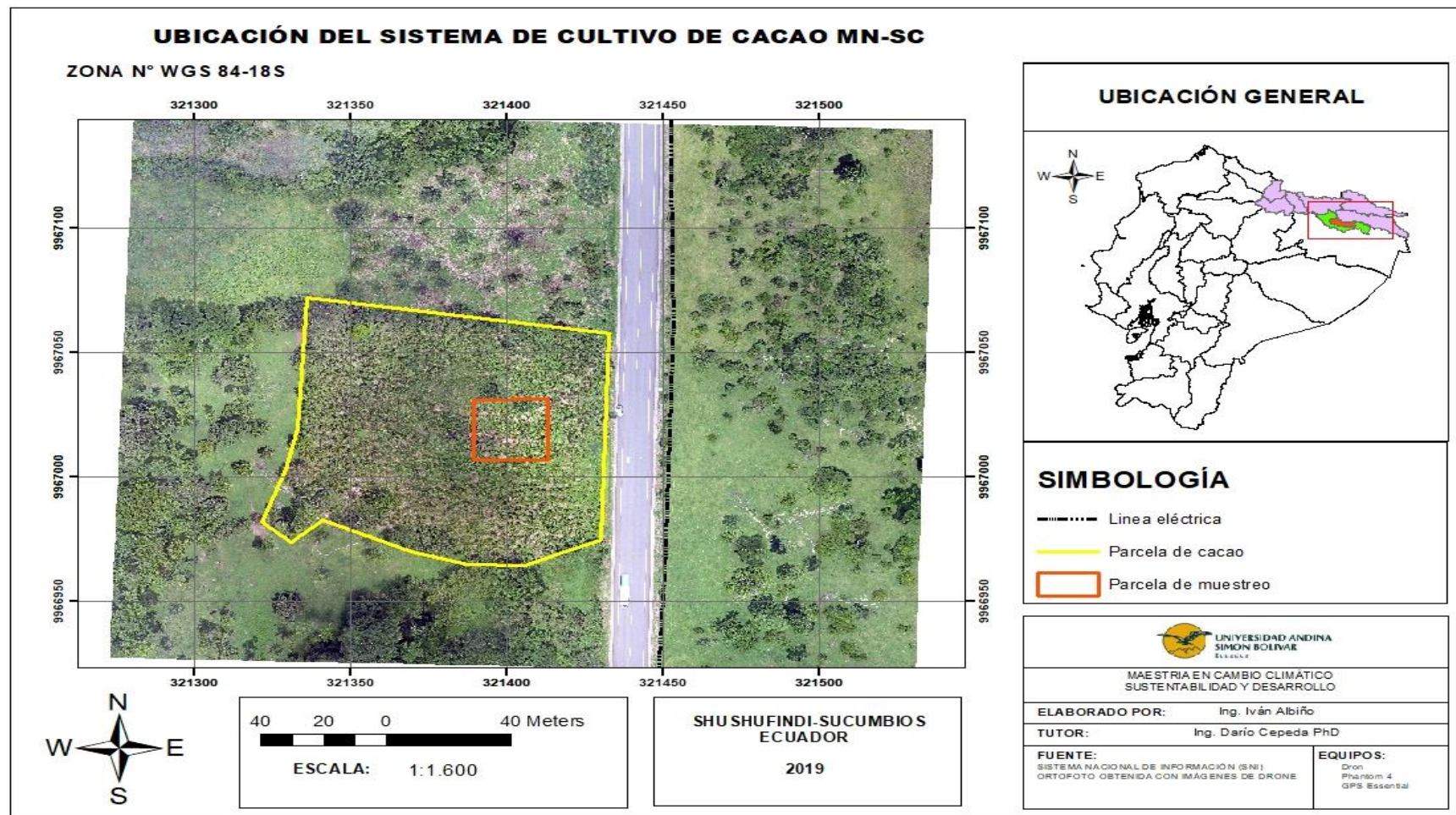
Elaboración: Propia

En el modelo de elevación digital 6 se observa que el sistema MN-AD, no dispone de suficiente sombra dentro del cultivo, sin embargo, tiene gran incidencia de sombra de los terrenos ubicados en los extremos, con respecto a la capacidad de drenaje presenta una capacidad media a baja, debido a la topografía plana del terreno.

El sistema presenta vulnerabilidad debido a la falta de cuerpos y cosecha de agua, debido a la falta de cubierta del suelo se encuentra expuesto a procesos erosivos y pérdida de humedad. Es necesario implementar asociación de cultivos que mejoren la estabilidad del sistema, fomente el autoconsumo y disminuya el riesgo ante el cambio climático.

1.7. Sistema de cultivo MN-SC

Mapa 7. Ubicación del sistema de cultivo MN-SC



Fuente: Ortofoto georreferenciada generada con imágenes de drone Phantom-4

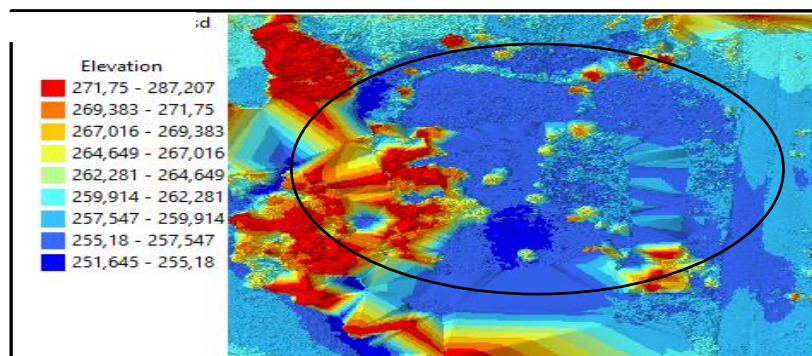
Elaboración: Propia

El mapa 7 muestra al sistema de cultivo MN-SC, este sistema se encuentra localizado en la parroquia San Roque del cantón Shushufindi, la parcela cuenta con 1 ha de cacao CCN-51, y está junto a una importante vía de primer orden, la vía Y de Limoncocha- Puerto La Providencia; la vivienda del productor se encuentra ubicada a unos 300 metros de la parcela, motivo por el cual la movilización se la realiza a pie, y el traslado del cacao por carretilla a través de un pequeño sendero que conecta la parcela a las instalaciones de secado o por la vía principal, debido a que el tránsito vehicular es bajo y la vía es amplia permitiendo el tránsito por las orillas de la misma.

En la parcela no se dispone de fuentes de agua cercanas y se tiene poca presencia y conectividad con bosques, la parcela está totalmente despejada, permitiendo de esta manera gran captación de luz solar, a su vez el suelo no se encuentra expuesto, no existe procesos erosivos con lo cual se garantiza una buena retención de humedad.

Modelo de elevación digital 7

DEM sistema MN-SC



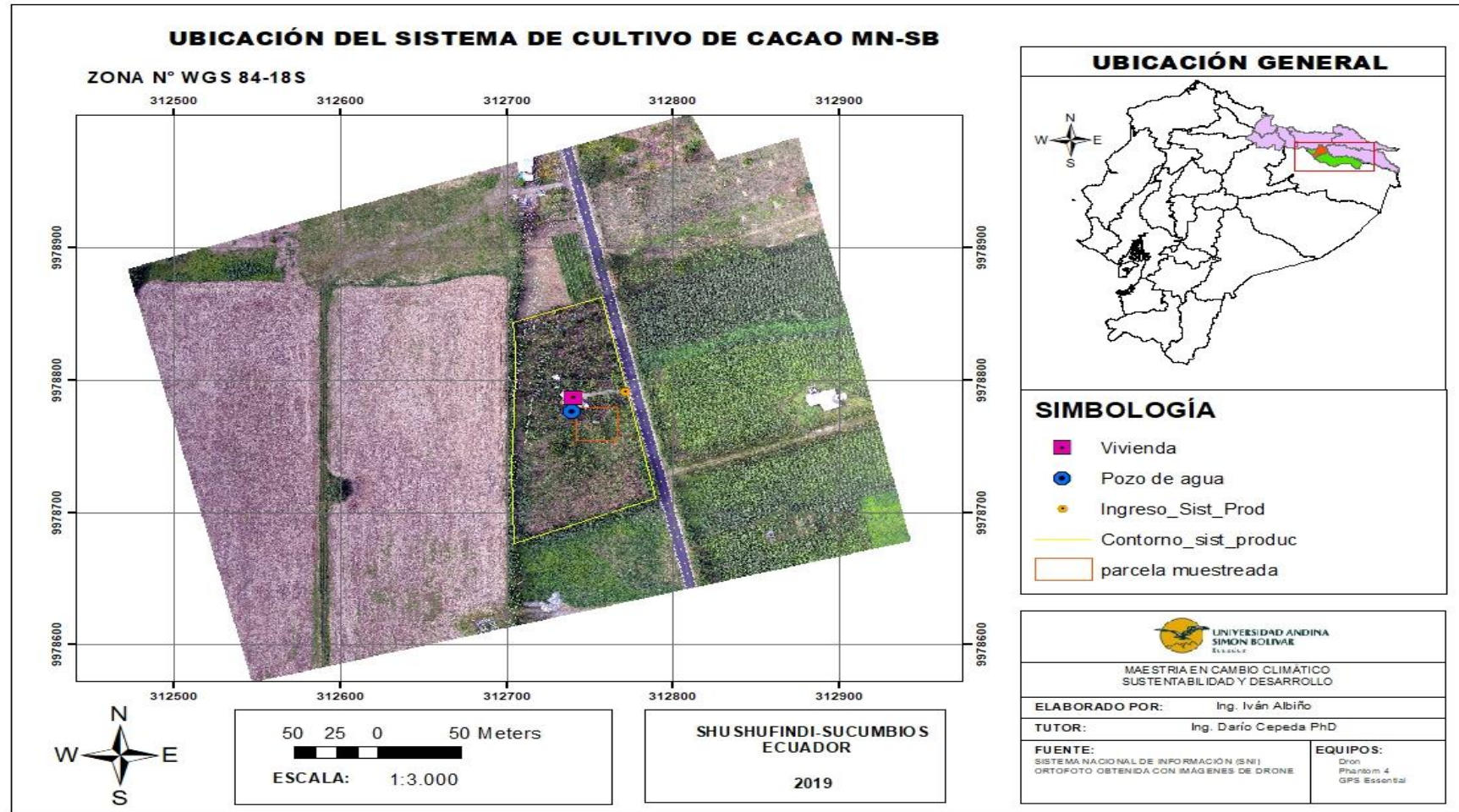
Fuente: DEM obtenido a partir de imágenes de drone Phantom-4

Elaboración: Propia

En el modelo de elevación digital 7, se puede apreciar cómo el sistema de cultivo MN-SC se encuentra localizado en una zona baja con riesgo potencial de inundación, hasta el momento en el sistema no se ha tenido pérdidas por inundaciones, lo cual evidencia una buena capacidad de drenaje del terreno hacia la parte Este, sin embargo, es un punto que se debe prestar especial interés considerando posibles incrementos en la intensidad de las precipitaciones en un contexto de cambio climático. El sistema presenta gran oportunidad de transformación en aspectos que presentan falencias como diversidad vegetal y cosecha de agua, lo cual disminuyan el factor riesgo en escenarios de cambio climático.

1.8. Sistema de cultivo MN-SB

Mapa 8. Ubicación del sistema de cultivo MN-SB



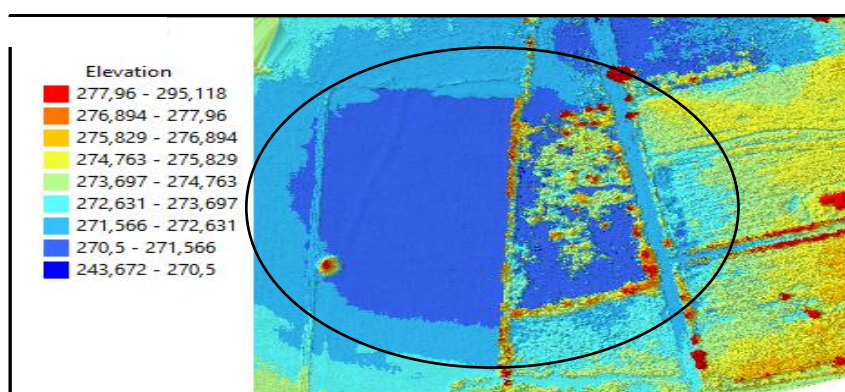
Fuente: Ortofoto georreferenciada generada con imágenes de dron Phantom-4

Elaboración: Propia

En el mapa 8 se observa al sistema de cultivo MN-SB, presenta 1 ha de cacao CCN-51, en el sistema no se cuenta con el servicio público de energía eléctrica, motivo por el cual se dispone de un generador eléctrico a diésel, tampoco se dispone de agua potable o entubada, por lo cual, el recurso hídrico se lo obtiene mediante un pozo de agua con bomba de agua eléctrica; la vivienda se encuentra dentro del sistema por lo cual, no se requiere de vehículos para transporte hacia la parcela ni para el traslado del cacao hacia las instalaciones de secado. Se tiene baja presencia de bosques cercanos y a unos 300 metros al norte se tiene un río de caudal moderado.

Modelo de elevación digital 8

DEM sistema MN-SB



Fuente: DEM obtenido a partir de imágenes de drone Phantom-4

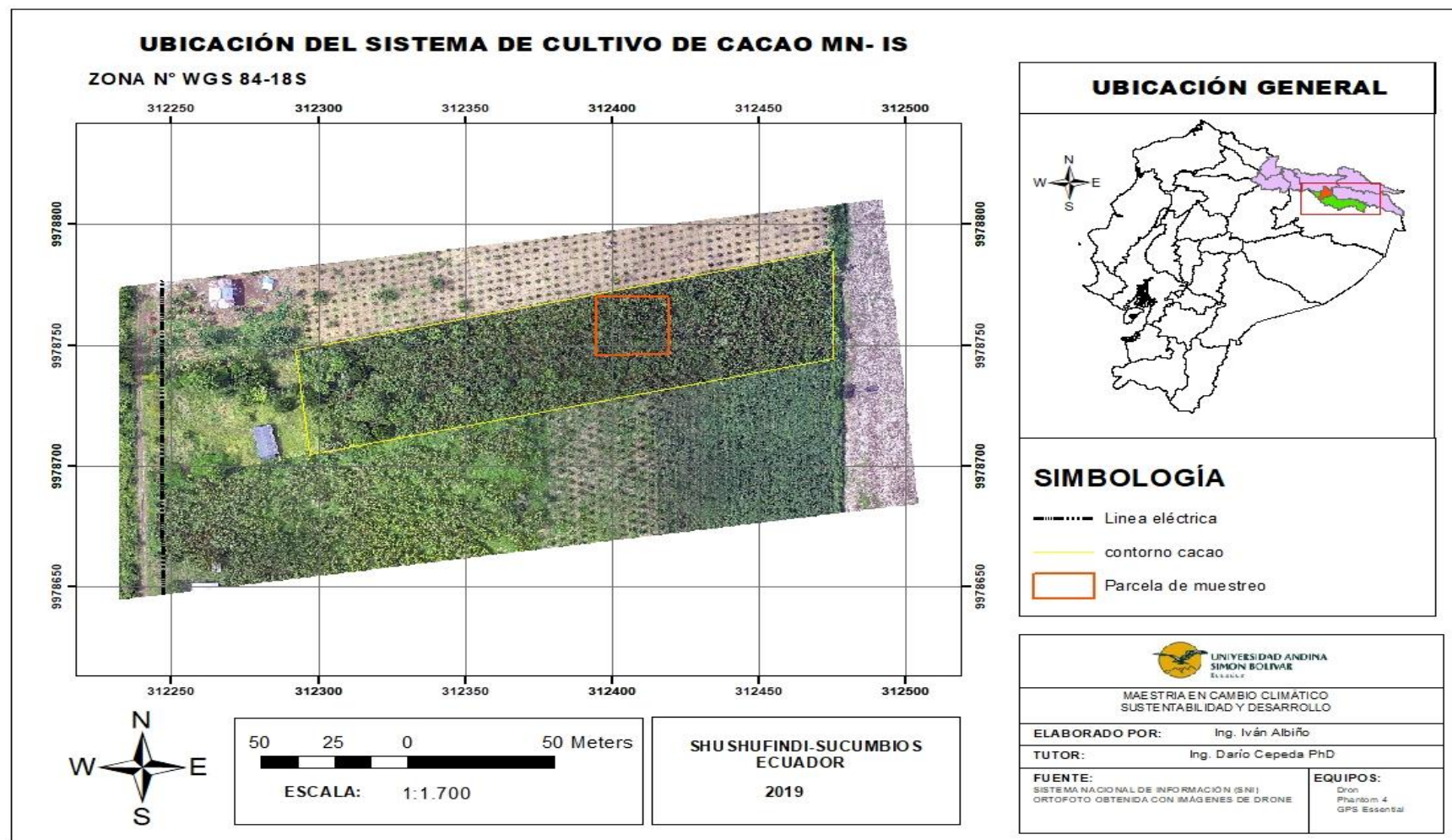
Elaboración: Propia

En el modelo de elevación digital 8, se observa que el sistema tiene alto riesgo de inundación y baja capacidad de drenaje debido a la topografía del terreno, la única ruta de drenaje cerca es hacia el oeste, esta zona presenta un monocultivo de diferente dueño, lo cual puede acarrear molestias en caso de requerir drenar el agua hacia ese sector, por información del productor ya se ha tenido eventos de inundación recientes, y ante escenarios de cambio climático es una prioridad solucionar este inconveniente, que puede ser superado mediante la construcción de canales de drenaje en conjunto con los vecinos para beneficio mutuo, así también como la implementación de especies arbóreas que ayuden a regular los flujos hídricos.

En un contexto de cambio climático el sistema es altamente vulnerable, tanto por procesos erosivos como inundables. El no disponer de conectividad con bosques y cuerpos de agua cercana puede complicar la estabilidad del sistema. Se requiere intervención institucional en la provisión de servicios y el fomento de medidas de adaptación que ayuden a disminuir el impacto.

1.9. Sistema de cultivo MN-IS

Mapa 9. Ubicación del sistema de cultivo MN-IS



Fuente: Ortofoto georreferenciada generada con imágenes de drone Phantom-4

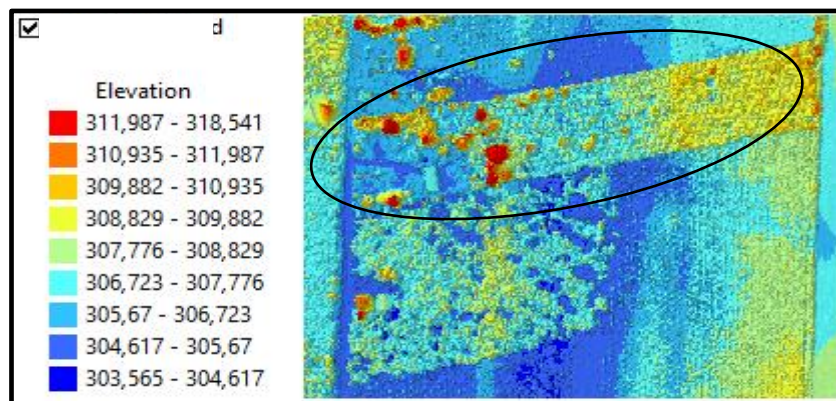
Elaboración: Propia

El mapa 9 contiene a la parcela de cacao del sistema de cultivo MN-IS, se tiene 1 ha de cacao “súper árbol”, en la parcela solo se realizan actividades de limpieza y cosecha, la vivienda del productor se encuentra ubicada a unos 400 metros de distancia, el transporte y traslado de cacao se lo realiza en una camioneta propia hasta el lugar de desbabado.

Cerca de la parcela no existe disponibilidad de agua, y en la caseta ubicada en la entrada se capta agua lluvia para fumigación, el terreno está situado cerca de la vía principal que se encuentra en mal estado, se cuenta con disponibilidad de energía eléctrica no así de agua potable o entubada. Cerca de la parcela existe escasa presencia de bosques dado el avance de las actividades agrícolas, el suelo del cultivo no se encuentra expuesto a la radiación directa y no presenta procesos erosivos.

Modelo de elevación digital 9

DEM sistema MN-IS



Fuente: DEM obtenido a partir de imágenes de drone Phantom-4

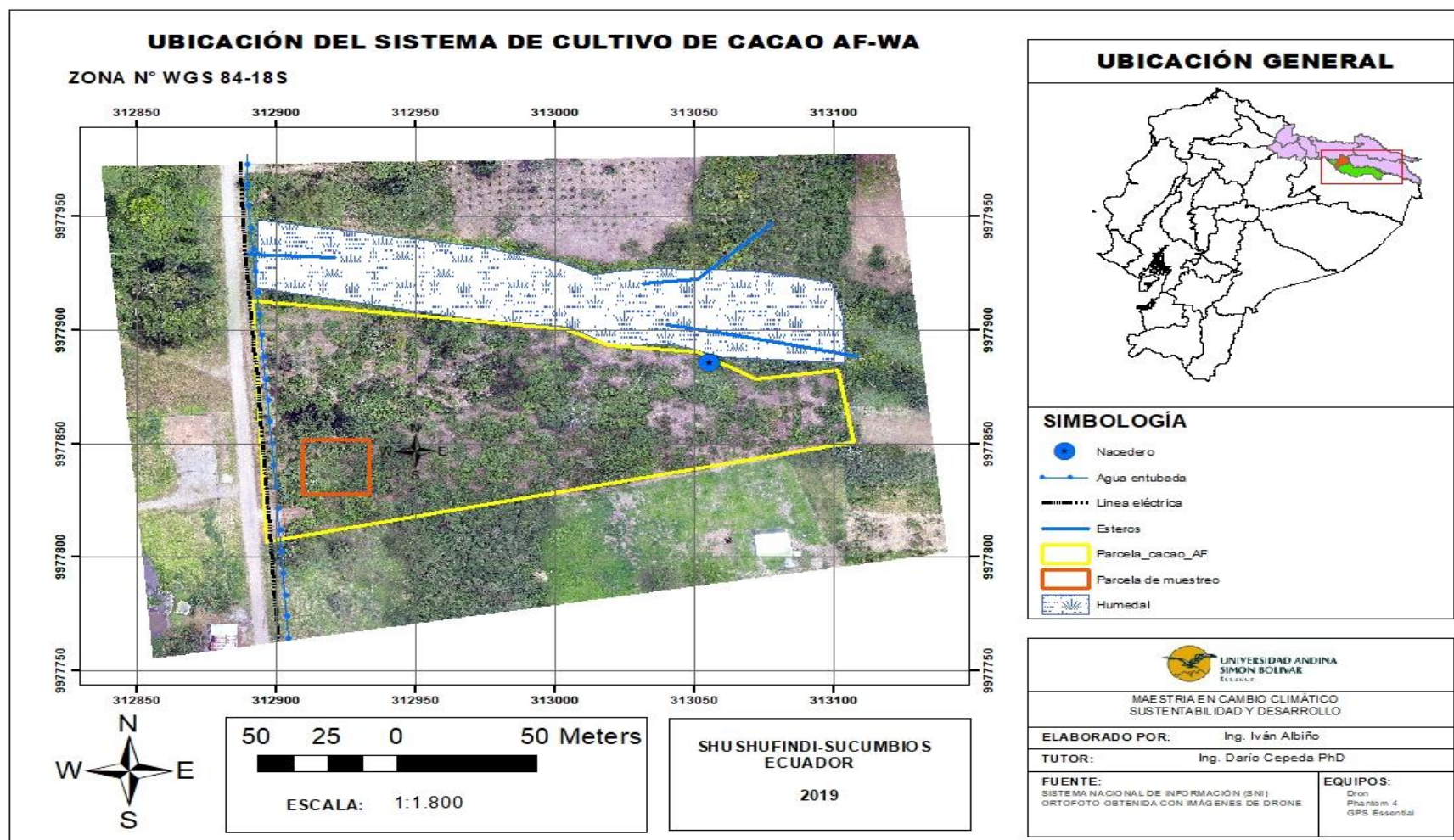
Elaboración: Propia

En el modelo de elevación digital 9, se evidencia que el sistema MN-IS tiene una buena capacidad de drenaje hacia la parte Sur y Norte, sin embargo, es importante revisar frecuentemente la disponibilidad de canales de drenaje ante inminentes precipitaciones intensas que pongan en riesgo potencial al sistema dada la topografía plana del terreno.

El sistema presenta vulnerabilidad respecto al acceso a cuerpos de agua y diversidad vegetal, los cuales son claves para mejorar la resiliencia al cambio climático. El cultivo de cacao no se encuentra amenazado respecto a procesos erosivos, o complicaciones con vientos porque se tiene cercas vivas y buena cobertura del suelo.

1.10. Sistema de cultivo AF-WA

Mapa 10. Ubicación sistema de cultivo AF-WA



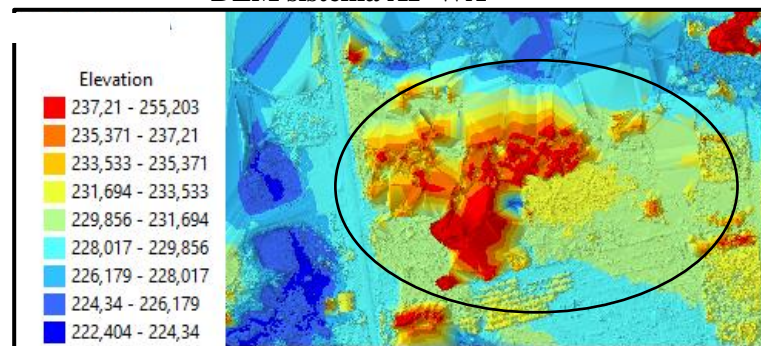
Fuente: Ortofoto georreferenciada generada con imágenes de dron Phantom-4

Elaboración: Propia

El mapa 10 presenta al sistema AF-WA, se puede observar que el terreno se encuentra cerca a la vía principal la cual se encuentra en estado regular, cerca al terreno se tiene la línea de conducción eléctrica y la línea de flujo de agua; el sistema comprende 1,3 ha de cacao nacional. La vivienda del productor se encuentra localizada a 2 km de la parcela y para el transporte se utiliza un automóvil propio.

La mayor cobertura vegetal de este sistema se encuentra localizada en la parte sur y centro; respecto a la cobertura del suelo se observa que el suelo se encuentra expuesto en la parte Este. Se tiene baja presencia de bosques aledaños y la disponibilidad de agua es moderada con la presencia de 1 nacedero y 3 vertientes que desembocan al humedal. Respecto a la cobertura vegetal, se tiene árboles de aguacate, laurel y asociación con cultivos como el plátano, la yuca y la papa china. La crianza de animales domésticos se desarrolla en la vivienda del productor.

Modelo de elevación digital 10
DEM sistema AF-WA



Fuente: DEM obtenido a partir de imágenes de drone Phantom-4

Elaboración: Propia

En el modelo de elevación digital 10, se observa que el sistema presenta una buena capacidad de drenaje hacia la parte norte, donde las aguas desembocan al humedal, hacia el sur debido a la cota inferior de este último y hacia el oeste; el sistema presenta una importante cobertura vegetal y sombras con especies arbóreas de entre 25-30 metros.

El sistema presenta una resiliencia media que debe ser mejorada, ya que, si bien se dispone de cuerpos de agua cercana y buena capacidad de drenaje, se observa suelo descubierto en la parte norte del terreno que puede generar procesos erosivos considerando eventos de sequías, a su vez estos espacios también podrían ser utilizados con siembras de cultivos transitorios que permitan mejorar la seguridad alimentaria.

2. Evaluación del rendimiento, estado sanitario y diversidad de los sistemas de cultivos de cacao

2.1. Rendimiento de los sistemas de cultivos de cacao

Los valores de rendimiento de cacao han sido obtenidos mediante entrevistas a los productores (Ver tabla 5), ya que, el periodo máximo de cosecha se da entre los meses de marzo a junio (por información de 9 de los 10 productores) y la fase de campo proyectada en el estudio de agosto- octubre coincidía con cosechas esporádicas. Sin embargo, se pudo obtener datos directos como el conteo de plantas de cacao y la superficie de cacao sembrada. Es así como los resultados se presentan a continuación.

Tabla 5
Rendimiento de cacao período 2017

Tipo	Sistema	Variiedad	Superficie de cacao (ha)	Número de plantas	Cantidad (quintal de 100 lbs/año)	Estado de venta	Costo estimado (\$)
AF	DC	CCN-51	1	549	10	seco	800
AF	CA	Nacional y CCN-51	2	1000	18	seco	1440
					1,5	procesado	960
AF	AA	Súper árbol	0,4	210	10	seco	800
AF	UA	CCN-51	3	1800	20	seco	1600
MN	FO	CCN-51	2	1200	12	seco	960
MN	AD	CCN-51 y Súper árbol	2	1200	104	baba	2600
MN	SC	CCN-51	1	500	60	seco	4800
MN	SB	CCN-51	1	600	15	seco	1200
MN	IS	Súper árbol	1	525	96	baba	2400
AF	WA	Nacional	1,3	750	8	seco	640

Significado de las siglas: Agroforestería (AF); Monocultivo (MN)

Nota: Se ha tomado como referencia un precio de 80\$/quintal en seco y 25 \$/quintal en baba de información dada por los productores, además se presenta un caso especial de Carlos A que también comercializa con valor agregado en forma de pasta de cacao.

Fuente: Encuestas realizadas y datos recopilados en campo

Elaboración: Propia

Como se observa en la tabla 5, en los 10 sistemas analizados se tiene las variedades CCN-51, nacional y súper árbol, el menor número de plantas se encuentran en el sistema de cultivo AF-AA con 210 plantas en 0,4 ha, mientras que el mayor número de plantas se encuentra en el sistema de cultivo AF-UA con 1800 plantas en 3 ha. La forma de comercialización se presenta en 8 sistemas como cacao seco al granel, en 2 sistemas se comercializa el grano en baba (húmedo sin proceso de secado) para lo cual el grano debe ser limpio sin infestación, y existe un caso especial en el sistema AF-CA, el cual comercializa parte de la cosecha con valor agregado en forma de pasta de cacao.

En el caso de los sistemas MN-AD y MN-IS, los cuales comercializan el producto sin secar, se debe a la ausencia de instalaciones para la fermentación y el secado del grano, no disponen del tiempo que demanda el secado y porque disminuyen el factor riesgo en caso de que los días posteriores de cosecha presente escasez de días soleados. Para estimar el peso en seco de cacao que daría la producción de estos 2 sistemas, se ha considerado la pérdida de humedad del grano desde la cosecha (sin fermentación) hasta grano seco, en (Tinoco y Ospina 2010, 57) se ha determinado que se pierde alrededor del 62,7% de humedad en granos con 67,5% de humedad inicial hasta obtener un grano seco con 5,27% de humedad; considerando esta pérdida el porcentaje de grano de cacao seco con humedad de 5,27% sería de $(1-0,627=0,373)$, éste factor se multiplicó a la producción de cacao en baba para así obtener homogeneidad en el rendimiento de los 10 sistemas analizados (Ver tabla 6).

Tabla 6
Rentabilidad de cacao por sistema

Sistema	Variedad	Cosecha	Peso seco (kg/año)	Peso seco (Ton/año)	Rendimiento (Ton/ha. año)	Rentabilidad (\$/planta. año)
AF-DC	CCN-51	mensual	454,55	0,45	0,45	1,46
AF-CA	Nacional	mensual	886,36	0,89	0,44	2,4
AF-AA	Súper árbol	quincenal	454,55	0,45	1,14	3,81
AF-UA	CCN-51	mensual	909,09	0,91	0,30	0,89
MN-FO	CCN-51	bimestral	545,45	0,55	0,27	0,8
MN-AD	CCN-51	quincenal	1763,27	1,76	0,88	2,17
MN-SC	CCN-51	quincenal	2727,27	2,73	2,73	9,6
MN-SB	CCN-51	mensual	681,82	0,68	0,68	2
MN-IS	Súper árbol	quincenal	1627,64	1,63	1,63	4,57
AF-WA	Nacional	bimestral	363,64	0,36	0,28	0,85

Fuente: Encuestas realizadas

Elaboración: Propia

En la tabla 6 se evidencia que el proceso de cosecha varía entre sistemas y variedades de cacao, siendo la variedad “*súper árbol*” la que demanda de una mayor rigurosidad de cosecha (quincenal) y 2 sistemas con variedad CCN-51 MN-AD y MN-SC (quincenal); además, existen 2 casos, MN-FO y AF-WA donde la frecuencia de cosecha es bimestral, esto por falta de tiempo en las labores lo cual se ve reflejado en el rendimiento final de 0,27 Ton/ha. año y 0,28 Ton/ha. año respectivamente. Respecto a la rentabilidad obtenida por planta al año el sistema de producción MN-SC refleja el valor más alto con 9,6 dólares por planta al año. Aunque los rendimientos varían entre sistemas

los valores son mayores al promedio de producción nacional tanto para las variedades CCN-51 y Nacional (Ver tabla 7).

Tabla 7
Comparación del rendimiento con el promedio nacional

Sistema	Variedad	Superficie de cacao (ha)	Número de plantas	Peso seco (Kg/año)	Rendimiento (Ton/ha. año)	Rendimiento por planta (Kg/planta. año)
AF-DC	CCN-51	1	549	454,55	0,45	0,83
AF-CA	Nacional y CCN-51	2	1000	886,36	0,44	0,89
AF-AA	Súper árbol	0,4	210	454,55	1,14	2,16
AF-UA	CCN-51	3	1800	909,09	0,30	0,51
MN-FO	CCN-51	2	1200	545,45	0,27	0,45
MN-AD	CCN-51 y Súper árbol	2	1200	1763,27	0,88	1,47
MN-SC	CCN-51	1	500	2727,27	2,73	5,45
MN-SB	CCN-51	1	600	681,82	0,68	1,14
MN-IS	Súper árbol	1	525	1627,64	1,63	3,10
AF-WA	Nacional	1,3	750	363,64	0,28	0,48
Promedio de producción Nacional						
	CCN-51	1	1054	650	<u>0,65</u>	0,62
	Nacional	1	857	330	<u>0,33</u>	0,39

Nota: Los datos de producción nacional han sido obtenidos del Informe “Rendimientos de cacao almendra seca (*Theobroma cacao*) en el Ecuador 2017” (MAG 2018, 1)

Fuente: Encuestas realizadas y datos recopilados en campo

Elaboración: Propia

En la tabla 7 se puede evidenciar que el promedio de plantas sembradas por hectárea es inferior en los 10 casos estudiados que el promedio nacional, sin embargo, al momento de comparar el rendimiento por planta al año, se tiene rendimientos más altos que el promedio nacional tanto en la variedad CCN-51 como en la variedad Nacional, existen casos como el sistema de cultivo MN-SC con 5,45 kg/planta. año y MN-IS con 3,1 kg/ planta. año, los cuales sobresalen incluso del promedio estudiado.

Una razón importante del buen rendimiento en esta zona es la riqueza de materia orgánica del suelo, la buena presencia de precipitación y la abundante energía solar presente. Las plantas de cacao necesitan tener un manejo especial en la cual el porcentaje de sombra es importante para garantizar que reciba adecuada cantidad de luz solar para el proceso de fotosíntesis. En Clínica Ambiental (2009, 1) se menciona que, “el nutriente más importante para las plantas no está en el suelo, [...] sino en la luz del sol, por eso se debe [...] orientar la huerta en sentido este-oeste para que unas plantas no le den sombra a las otras”.

2.2. Manejo de cultivo e infestación

Un factor importante que contribuyó en los sistemas con rendimientos altos fue el manejo del cultivo, en los cuales se destinan mayor número de jornales por año para el cuidado de la planta, dicha labor es realizada por el mismo productor y familiares; dentro de las actividades se tiene, la poda, el abonado, el *desbrote*⁵, retiro de mazorcas quemadas, retiro de escoba de bruja y la fumigación, este último manejo lo realizan con aplicación de compuestos agroquímicos tanto en el control de plagas como en el fortalecimiento de los granos de cacao (Ver tabla 8). En los sistemas de cultivo con rendimientos bajos (AF-WA y MN-FO) se evidenció que la frecuencia del cuidado de la planta era esporádica por falta de tiempo, es así como se denota que el cacao requiere de cuidado de plagas y malezas constante si se pretende incrementar la rentabilidad.

Tabla 8
Manejo del cultivo

Sistema	Superficie (ha)	Fertilización	Control de plagas	Control de malezas	Jornales mensuales	Jornales año (jornales/ha. año)
AF-DC	1	natural	manual	Desbroce	2	24
AF-CA	2	natural	manual	Desbroce	5	30
AF-AA	0,4	natural	manual	Desbroce	2	60
AF-UA	3	natural	manual	Desbroce	4	16
MN-FO	2	química	químico	Fumigación	3	18
MN-AD	2	química	químico	Fumigación	10	60
MN-SC	1	química	químico	Desbroce	6	72
MN-SB	1	química	químico	Fumigación	4	48
MN-IS	1	química	químico	Desbroce	5	60
AF-WA	1, 3	natural	manual	Fumigación	2	18,5

Fuente: Encuestas realizadas

Elaboración Propia

Los sistemas con modalidad MN precisan de mayor número de jornales debido al tipo de control desarrollado, ya que, quincenalmente deben aplicar compuestos como el “*sulfato de cobre pentahidratado*” para evitar la pudrición de mazorcas, además de aplicación de fertilizantes como la “*úrea*” y el “*complefol cacao tuco pepa*” el mismo que sirve para incrementar el tamaño del grano de cacao, el método de aplicación es mediante la fumigación. Por otro lado, el manejo de plagas en los cultivos con modalidad AF, en el mayor de los casos se lo realiza simultáneamente en la cosecha de manera manual con

⁵ Acción de retirar los brotes o ramas nacientes del cacao.

tijeras y serruchos especiales, el aporte de materia orgánica a la planta la dan los mismos residuos de la cosecha.

2.3 Análisis de diversidad

De los 10 sistemas de cultivo de cacao analizados, la plantación más común es el cacao CCN-51 (*Theobroma cacao spp1*) con 212 individuos muestreados, seguido de la variedad cacao súper árbol con 72 individuos y en un número menor de 56 al cacao nacional fino de aroma (Ver tabla 9).

Tabla 9
Especies encontradas en los sistemas de cultivos

Especies	DC	CA	AA	U A	SO	AD	SC	SB	SS	W	T
1 aguacate	1	2	0	0	0	1	0	1	0	2	7
2 bálsamo	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
3 banano	0	12	0	0	0	2	9	0	3	4	30
4 barbasco	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5 cacao CCN	32	5	0	35	35	35	34	36	0	0	212
6 cacao nacional	0	17	0	0	0	0	0	0	0	39	56
7 cacao súper árbol	0	0	30	0	0	0	0	0	40	2	72
8 café	12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	26
9 caña guadua	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
10 ceibo	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
11 chilca	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12 chonta	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13 ciruelo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14 coco	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2
15 colorado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
16 colorado fino	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
17 colorado manzano	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
18 dormilón	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
19 guaba	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
20 guanábana	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
21 guayaba	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22 guayabo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
23 laurel	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
24 leucaena	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
25 limón	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
26 mamey de montaña	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
27 mandarina	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
28 membrillo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
29 moringa	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
30 naranja	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	5
31 papa china	6	5	0	0	0	0	0	0	0	4	15
32 papaya	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
33 platanillo	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
34 plátano	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
35 toronja	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
36 yuca	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5
37 zapallo	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
38 zapote	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	64	98	34	49	35	39	43	42	44	51	499

Fuente: Datos recopilados en campo

Elaboración: Propia

El sistema de cultivo de cacao que presentó mayor número de individuos fue AF-CA con 98, seguido del sistema de cultivo AF-DC con 64 (Ver tabla 9). Dentro de estos

dos sistemas también es común encontrar la asociación con otros cultivos como plátano, yuca, café, frutales, entre otros, los mismos que son para el autoconsumo y en caso de excedente se destina a la comercialización.

2.3.1. Diversidad alfa en las comunidades analizadas

La diversidad alfa se considera a la riqueza de especies presentes en una comunidad particular[...] analizada (Moreno 2001, 21).

Tabla 10
Índices de diversidad Alfa de las especies encontradas en el muestreo

	AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-SO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-SS	AF-WA
Especies	12	23	5	10	1	4	2	5	3	5
Individuos	64	98	34	49	35	39	43	42	44	51
Dominancia	0,30	0,09	0,78	0,52	1	0,80	0,66	0,74	0,83	0,60
Simpson (1-D)	0,69	0,90	0,21	0,47	0	0,19	0,33	0,25	0,16	0,39
Shannon	1,67	2,67	0,52	1,16	0	0,43	0,51	0,58	0,35	0,85
Margalef	2,64	4,79	1,13	2,31	0	0,81	0,26	1,07	0,52	1,01
Equidad	0,67	0,85	0,32	0,50		0,31	0,74	0,36	0,32	0,53
Alfa Fisher	4,36	9,46	1,61	3,8	0,19	1,11	0,43	1,47	0,72	1,37

Fuente: Valores obtenidos del software *PAST* con datos de campo

Elaboración: Propia

En la tabla 10, se tiene el número de especies, individuos y los índices de dominancia y diversidad de los sistemas de cultivo encontradas en la fase de muestreo; se evidencia que los sistemas con mayor diversidad son los de modalidad AF, mientras que la mayor dominancia la tienen los sistemas MN, debido a que pocas especies dominan el espacio.

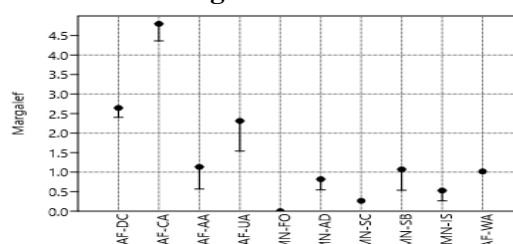
2.3.1.1. Dominancia de especies

La dominancia permite analizar qué especie se encuentra con más frecuencia dentro de un sistema, es decir, una o pocas especies dominan la superficie analizada. La mayor dominancia se evidencia en las parcelas MN-FO (1), MN-IS (0,83) y MN-AD (0,80), en las cuales el cacao (*Theobroma cacao spp*) es la especie dominante; por otra parte, los sistemas AF-CA (0,09) y AF-DC (0,3) tienen valores cercanos a cero, evidenciando que no existe una especie dominante dentro del cultivo de cacao, sino más bien, se tiene una alta asociación e interacción de especies.

2.3.1.2. Riqueza específica en base al índice de Margalef

El índice de Margalef permite estimar la diversidad de especies presentes en una comunidad, para lo cual, “transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra” (Moreno 2001, 26). En base a este índice se pudo determinar la riqueza de especies presentes en cada sistema analizado (Ver gráfico 1).

Gráfico 1
Índices de diversidad de Margalef de los sistemas de cultivo de cacao



Fuente: Software *PAST* con valores recopilados en campo

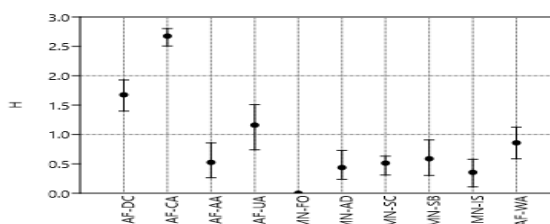
Elaboración: Propia

De acuerdo con el índice de Margalef visualizado en el gráfico 1, el sistema analizado que presenta mayor riqueza de especies es AF-CA con un valor de 4,79 seguido de AF-DC con 2,64, mientras que los sistemas con menor riqueza de especies son los que rigen bajo la modalidad de monocultivo, tal es el caso del sistema MN-FO con un valor de 0, y MN-SC con 0,26.

2.3.1.3 Equitatividad en base al índice de Shannon

Expresa cuan equitativos son todas las especies con respecto al número de individuos presentes, es decir, que todas las especies encontradas tengan similar número de individuos y que no haya alguna que sobresalga sobre las otras con mayor número de individuos, porque así disminuye la diversidad debido a la dominancia de una o pocas especies. Los valores del índice de diversidad de Shannon suelen hallarse entre 1,5 y 3,5 y [...] raramente sobrepasa 4,5 (Magurran 1989, 40).

Gráfico 2
Equitatividad de especies en base al índice de Shannon



Fuente: Software *PAST* con valores recopilados en campo

Elaboración: Propia

De acuerdo con el índice de Shannon (H) del gráfico 2, el sistema más equitativo es el AF-CA (2,67), seguido del sistema AF-DC (1,67). Por otra parte, en los sistemas que presentan valores bajos, se tienen muchos individuos por especie, tal es el caso del sistema MN-FO, el cual presentó 36 individuos de la misma especie, en este caso de cacao.

2.4. Análisis estadístico de variables de rendimiento, control de infestación y diversidad

Tabla 11
Pruebas de normalidad de variables rendimiento vs riqueza de especies

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento por planta (Kg/ planta. año)	,245	10	,091	,775	10	,007
Jornales/ ha. año	,216	10	,200*	,864	10	,086
Riqueza de especies	,289	10	,017	,844	10	,049

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software *SPSS* con valores recopilados en campo

Elaboración: Propia

Al tratarse de una muestra de 10 sistemas, se aplicó la prueba de Shapiro Wilk para determinar si los datos tienen una distribución normal, en la tabla 11 se observa las variables analizadas: rendimiento de cacao por planta al año (Kg/ planta. año), la riqueza de especies en base al índice de Margalef, y el número de jornales al año destinados para el control de infestación. Dado que el nivel de significancia fue menor a 0,05 asumimos que las variables no tienen una distribución normal, por lo cual se realizó el análisis de correlación mediante prueba no paramétrica.

2.4.1. Correlación entre variables rendimiento por planta vs jornales de cuidado

2.4.1.1 Correlación no paramétrica de Spearman

Tabla 12

Correlación de Spearman entre variables rendimiento vs jornales de cuidado

		Rendimiento por planta (Kg/planta. año)		Jornales/ha. año		
Rho de Spearman	Rendimiento por planta (Kg/planta. año)	Coefficiente de correlación	1,000		,951**	
		Sig. (bilateral)	.		,000	
		N	10		10	
	Jornales/ha. año	Coefficiente de correlación		,951**		1,000
		Sig. (bilateral)		,000		.
		N		10		10

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Software SPSS con valores recopilados en campo

Elaboración: Propia

De acuerdo con los resultados de la tabla 12, existe una correlación positiva significativa del 95,1% entre el rendimiento anual de cacao por planta y los jornales anuales destinados para el control de infestaciones. Dicho de otra manera, como regla general podemos afirmar con un 95% de certeza que si se requiere tener una adecuada producción de cacao es indispensable destinar el tiempo necesario para controlar plagas y enfermedades, caso contrario el rendimiento se verá afectado.

2.4.2. Correlación entre variables rendimiento por planta vs diversidad presente

2.4.2.1. Correlación no paramétrica de Spearman

Tabla 13

Correlación de Spearman entre variables Rendimiento vs diversidad

		Rendimiento por planta (Kg/planta.año)		Riqueza de especies		
Rho de Spearman	Rendimiento por planta (Kg/planta.año)	Coefficiente de correlación	1,000		-,176	
		Sig. (bilateral)	.		,627	
		N	10		10	
	Riqueza de especies	Coefficiente de correlación		-,176		1,000
		Sig. (bilateral)		,627		.
		N		10		10

Fuente: Software SPSS con valores recopilados en campo

Elaboración: Propia

De acuerdo con los resultados de la tabla 13, existe una correlación negativa débil entre el rendimiento de cacao por planta al año y la diversidad presente en la parcela, la correlación no es significativa ($0,627 > 0,05$), por lo que, no existe certeza para afirmar

que el rendimiento de cacao mejoraría si se aumentara la diversidad en la parcela, sino que más bien depende de otros factores.

3. Evaluación del estado del clima y su variabilidad en base a la percepción de los actores vinculados (productores) y datos meteorológicos

3.1. Variabilidad del clima en base a la percepción de los productores

El estado del clima y sus cambios han sido indagados a los productores en base a su percepción, para esto se ha formulado cinco preguntas semiestructuradas, lo cual ha permitido generar confianza al momento de la entrevista y obtener información representativa. Entre las respuestas comunes entre los productores, la sensación térmica mayor y la disminución de días de lluvia fue las más frecuentes (Ver tabla 14).

Tabla 14
Percepción clima

Nombre de Sistema	Años de residencia (años)	Percepción Temperatura	Percepción precipitación	Eventos extremos	Impacto cultivos
AF-DC	30	mayor	menor	lluvias/vientos	Si
AF-CA	38	mayor	menor	lluvias/vientos	Si
AF-AA	30	mayor	menor	lluvias/vientos	Si
AF-UA	29	mayor	menor	lluvias/vientos	Si
MN-FO	30	mayor	menor	lluvias/vientos	Si
MN-AD	9	mayor	menor	lluvias/vientos	Si
MN-SC	34	mayor	menor	lluvias/vientos	Si
MN-SB	34	mayor	menor	lluvias/vientos	Si
MN-IS	9	mayor	menor	lluvias/vientos	Si
AF-WA	30	mayor	menor	lluvias/vientos	Si

Fuente: entrevistas y encuestas

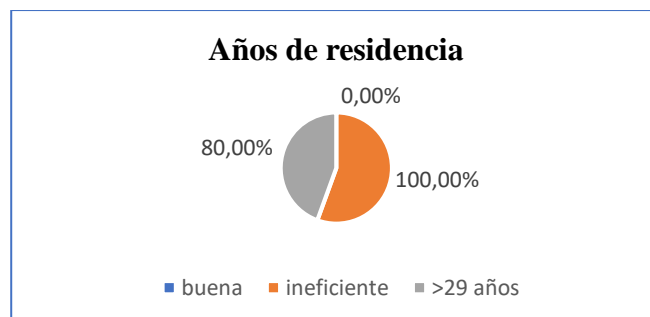
Elaboración: propia

La tabla 14 muestra que los 10 entrevistados han percibido cambios en la dinámica del clima, además de presencia de eventos extremos de clima de manera esporádica como lluvias intensas y fuertes, los cuales, si han tenido impactos en los cultivos, en especial hacia los transitorios y con baja profundidad de raíces. Referente al impacto directo sobre los cultivos de cacao, se presentan problemas con plagas propias de ambientes húmedas como la monilia y los hongos; respecto a la incidencia directa sobre la planta se han producido caída de flores y mazorcas de cacao quemadas.

Las temperaturas mayores no han incidido de mala manera en los cultivos de acuerdo con la información proporcionada por los productores, sin embargo, si presenta

cierta complicación a nivel de exposición a radiación solar directa hacia las personas durante las jornadas laborales.

Gráfico 3
Años de residencia de los productores en la zona de estudio



Fuente: Datos de entrevistas

Elaboración: Propia

En la gráfica 3, se observa que el 80% de los entrevistados han habitado en la zona más de 29 años, motivo por el cual tienen una apreciación histórica válida acerca de los cambios suscitados en el clima. Los años de residencia son claves para un mejor entendimiento de las dinámicas locales, muchos de los productores con más años de residencia han tenido que vivir los cambios socioeconómicos y la transición hacia nuevas formas de producción en la vida campesina, pasando de la transición de cultivos de café a cacao debido a la caída de los precios de café a finales del siglo pasado (Viteri 2013, 9). El 20 % restante, aunque presentan permanencia menor a 10 años, han adoptado estrategias y prácticas agronómicas comunes dentro del sistema mercantil local, con la implementación de cultivos de cacao principalmente y complementándolos con productos para autoconsumo. A continuación, se presentan las principales respuestas obtenidas, y el análisis de estas.

Pregunta 1: ¿De acuerdo con los años que habita en la zona que cambios ha evidenciado en el clima?

Para los 10 productores entrevistados, si ha existido cambios en la dinámica del clima local, comentan que en la actualidad se tienen días más calurosos y lluvias más intensas, las cuales no vienen definidos en épocas marcadas del año como cuando recién llegaron a habitar la zona. Para esto resultó importante conocer la apreciación de los productores que han habitado más años en el cantón, dado el conocimiento histórico de la dinámica climática, una respuesta interesante se obtuvo del productor UA, el cual habita desde hace 29 años en Shushufindi, comentó lo siguiente:

“El clima ha cambiado radicalmente, antes en octubre llovía en cantidad, ahora es seco, ya no llueve como antes, existen más días de sol se tiene más sensación de calor, pero cuando llueve también, es día y noche hasta llegar al grado de inundar el área cercana a la casa”.

La Amazonía norte ecuatoriana es conocida por sus ecosistemas en donde predominan los bosques tropicales, los cuales han incidido e influyen en el clima local, pero las actividades hidrocarburíferas, la deforestación, la actividad agrícola y ganadera, han ido variando el uso y cobertura del suelo. La pérdida de cobertura boscosa ha incidido en los sistemas de producción y se aduce que una de las razones de la intensa radiación solar percibida es la deforestación, ya que, los bosques además de regular los flujos hídricos y de carbono también ayudan a regular el clima local y al disponer cada vez de menor cobertura boscosa, esta capacidad de regular el clima se verá limitada; Para la FAO (2018a, 58) “la deforestación es una de las principales causas del cambio climático, ya que, la capacidad de los bosques para retener carbono disminuye a medida que estos se pierden”.

La fragmentación de estos espacios forestales sumado a otras causas antrópicas han generado pérdida de especies, entre los entrevistados ya se tiene noción de estas implicaciones, dicha respuesta se la pudo obtener con claridad en el productor SC, el cual vive en la zona desde hace 34 años “en la actualidad no es tan lluvioso, ya no hay agua ni para tomar, antes había bastantes insectos, moscas, hoy en día se han perdido; ahora el sol es más fuerte, puede ser porque no hay mucha montaña o por mucho petróleo, porque cerca a los mecheros se siente un calor infernal”.

El incremento de temperatura, la ausencia de precipitaciones y la pérdida de cobertura vegetal han hecho que se tenga sensaciones térmicas altas, teniendo con ello mayor amplitud térmica, es así que en las noches existe sensación de frío lo cual en años anteriores no se evidenciaba, CA habitante desde hace 38 años de Shushufindi, manifestó “en la actualidad también se siente frío, cuando llueve se siente frío que antes no se sentía, cuando uno se levanta en la madrugada hay que salir arropado, cuando recién llegamos a vivir con la familia hace 38 años y en todos estos años viviendo en Shushufindi nunca he sentido que haga frío, esto viene sucediendo recientemente hace un par de años nomas”. Corroborar esta respuesta desde la noción científica es sencilla a través de datos mínimos de temperatura, pero en caso de no serlo, queda suelta la interrogante, ¿Qué papel desempeñaban los bosques, en la percepción de temperaturas menores?

De acuerdo con Duval y Campo (2016, 40) “la cubierta forestal genera que la temperatura del bosque sea menor durante el día, y por el contrario, más elevada en relación con los sitios al descubierto durante la noche”, claramente se denota la importancia de la cubierta forestal en la creación de microclimas dentro de cada sistema, esta información nos da 2 pautas importantes en escenarios de cambio climático, por un lado los bosques constituyen una estrategia de apoyo climático y de provisión de servicios ecosistémicos, por otro lado, la ausencia de los mismos genera un mayor riesgo y exposición a eventos extremos climáticos.

Pregunta 2 ¿Cómo han influido estas variaciones del clima en la producción y rendimiento del cacao?

La prolongación de días soleados no causa mucho desagrado en 9 de los 10 productores, se asegura que ayuda a la floración del cacao, al proceso de desarrollo y al secado, sin embargo, es necesario también el aporte de lluvias, ya que, hasta cierto punto la planta puede tolerar días de sol, esto se corroboró con testimonio de la productora DC, la cual mencionó, “hasta 15 días de sol no le afecta a la planta, pero ya pasado este tiempo sin agua, la tierra empieza a secarse y a partirse y la planta si se afecta”, afortunadamente este sistema presenta buena cobertura vegetal, lo cual es valorada en épocas cálidas tanto por la sombra como por el mantenimiento de la humedad del suelo; el incremento de días soleados ha provocado que se tenga sequías de tiempos moderados, se evidencia que el suelo pierde humedad sobre todo los que no disponen de cobertura vegetal, por esta razón el fomento de actividades que fortalezcan esta debilidad como la fertilización orgánica y manejo de sombras es importante .

En el cantón Shushufindi, al igual que en la mayor parte de la Amazonía ecuatoriana es complicado prever la implementación de sistemas de riego de cultivos, la zona es conocida por su abundante precipitación anual y la prioridad municipal es la provisión de agua potable para consumo, el mismo que aún es deficiente, por lo cual no se puede considerar riego de cultivos a corto o mediano plazo, sin embargo se puede trabajar en estrategias dentro de las fincas a fin de realizar cosecha de agua para uso en temporadas cálidas, los sistemas MN presentaron falencias en este aspecto.

Respecto a la precipitación, los 10 productores acotaron que se ha minimizado la frecuencia de lluvias, pero han incrementado la intensidad, lo cual perjudica al cultivo en la etapa de floración y desarrollo al quemar las mazorcas, favoreciendo la proliferación

de plagas como la *monilia*, la misma que se desarrolla con facilidad en ambientes húmedos. El productor AA comentó “el sol no le afecta al cacao, la lluvia es la que le afecta, sobre todo cuando cae de un rato a otro, ahora cualquier día sin pensar llueve y eso le quema a la mazorca, hace monilla y daña la mayoría de los granos”, esta problemática se presenta esporádicamente en el año y los productores la controlan inmediatamente, con tijera manual en el caso de los sistemas AF y con uso de productos agroquímicos como “el sulfato de cobre” en el caso de los sistemas MN.

Pregunta 3. ¿Ha presenciado en el sector, eventos extremos de clima en los últimos 5 años, como por ejemplo sequías prolongadas, precipitaciones intensas, olas de calor, vientos, etc.?

Un riesgo grave de las lluvias intensas son los eventos de inundaciones que pueden llegar a afectar la cosecha, en años anteriores ya se ha dado esta problemática lo cual hizo que algunos productores tengan que salvaguardar sus pertenencias y sus animales domésticos, SB, productor que vive en Shushufindi hace 32 años nos manifestó que en junio del 2017 hubo un evento fuerte de precipitación intensa:

“Llovió todo el día y la noche y al día siguiente seguía la lluvia fue ahí cuando vimos que ya estaba aumentando el nivel del agua, ese rato nos tocó subir a los animales a la casa, la ventaja es que la casa es alta, siquiera se ha de ver inundado 1 metro de alto y es algo con lo que estamos en riesgo constante de que vuelva a suceder, de la cosecha ni hablar se perdió todo, pero en ese momento lo que más importaba era salvar lo mas de valor que son las herramientas, los equipos eléctricos y los animales” (Testimonio del productor Sr. Bravo).

Otro evento extremo común en la zona son los vientos fuertes, que dan inicio a temporadas lluviosas, de acuerdo con información de los productores, la incidencia de fuertes vientos han provocado pérdidas de cultivos tradicionales, como el maíz, el plátano y la yuca, en algunos casos de árboles frutales, los vientos hacen caer las plantas desde la raíz, las mismas que se echan a perder irreversiblemente en la mayoría de casos, estas falencias pueden ser superadas determinando la dirección de los vientos y adicionalmente implementar cercas vivas que permitan reducir la velocidad de los vientos fuertes, para la determinación de esto, es necesario el apoyo técnico respectivo de autoridades e instituciones de apoyo, lastimosamente es una desventaja con la que han tenido que lidiar los sistemas campesinos debido al poco involucramiento estatal y privado.

Pregunta 4. ¿La producción de cacao abastece económicamente las necesidades y gastos a cubrir en la familia?

Datos e información recopilada en las encuestas han permitido destacar que 8 de los 10 productores en números de producción al año presentan rendimientos aceptables, considerando la época de cosecha alta (marzo-junio) que es donde coinciden con cierta estabilidad en el clima, sin embargo, la rentabilidad económica no satisface las necesidades básicas de la familia en ninguno de los dos tipos de sistemas analizados (AF y MN), el promedio mensual oscila entre los 80 dólares/ha. mes, cantidad de dinero que se destina para la compra de ciertos alimentos básicos. Por la razón expuesta previamente, dentro de los sistemas se disponen de cultivos tradicionales que ayudan a complementar la alimentación, como es el caso del plátano, la yuca, cítricos; adicionalmente se da la crianza de animales como el pollo que provee de carne y huevos. En algunos sistemas se tiene la práctica de crianza de cerdo para autoconsumo en fechas especiales, navidad, año nuevo o carnaval.

La complementación de los ingresos para los sistemas con menor rentabilidad económica del cacao se obtiene de actividades externas a la finca, como el comercio y la prestación de servicios variados. En 1 sistema MN se tiene la crianza de ganado vacuno como fuente complementaria de ingresos, en 1 sistema MN se dispone de palma africana, pero en pequeña proporción la cual es vendida para no desaprovechar la producción, 1 sistema AF le da valor agregado a los productos disponibles en forma de pasta de cacao y chocolate, lo cual ha sido bien recibida por parte del consumidor, debido a la buena calidad del producto, los 9 sistemas restantes mencionaron que de ser posible y de haber mercado estarían dispuestos a darle un valor agregado al cacao.

Pregunta 5. ¿Considera que ha existido una adecuada atención estatal para mejorar la situación actual de los sistemas productivos de cacao?

Gráfico 4
Atención estatal a los sistemas productivos



Fuente: Datos de entrevistas

Elaboración: Propia

En gráfico 4, se observa la incidencia de la asistencia estatal en los sistemas productivos entrevistados, esta resulto inexistente en la zona de acuerdo con información de los productores entrevistados, se mostraron contrariados debido al poco interés hacia el sector agropecuario, los cuales solo ofrecen ayuda en épocas de campaña y una vez posicionados descuidan este importante sector. Contrariamente a lo que se imagine, los productores no demandan recursos físicos ni económicos, sino más bien, la creación de espacios de comercio justo, creación de espacios para darle valor agregado a sus productos en este caso el cacao, asistencia técnica especializada en el control de plagas y manejo de cultivo de manera amigable con el ambiente, capacitaciones actuales acerca de cambio climático, cuidado ambiental y dotación de servicios básicos de calidad como el agua potable.

Frente a estas adversidades, los sistemas productivos han tenido que lidiar adaptando formas de trabajo y espacios físicos que permitan garantizar sus medios de vida, pero analizando un panorama de cambio climático esta realidad debe ir cambiando, se necesita integrar de manera holística tanto los aspectos dentro de la finca como a nivel de gobernanza a fin de garantizar una resiliencia con alta capacidad de transformación.

3.2. Estado del clima en base a datos meteorológicos

Se han proyectado datos de temperatura promedio, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad promedio, precipitación y días de lluvia. Para un mejor análisis se ha desglosado los datos anuales en datos por fases de cultivo, dichas fases han sido clasificadas de acuerdo con información proporcionada por los productores.

- Enero-febrero: Meses de floración alta e inicios de cosecha
- Marzo-junio: Meses de cosecha alta
- Julio-octubre: Meses de floración y cosecha escasa
- Noviembre-diciembre: Meses de inicio de floración

3.2.1. Temperatura media

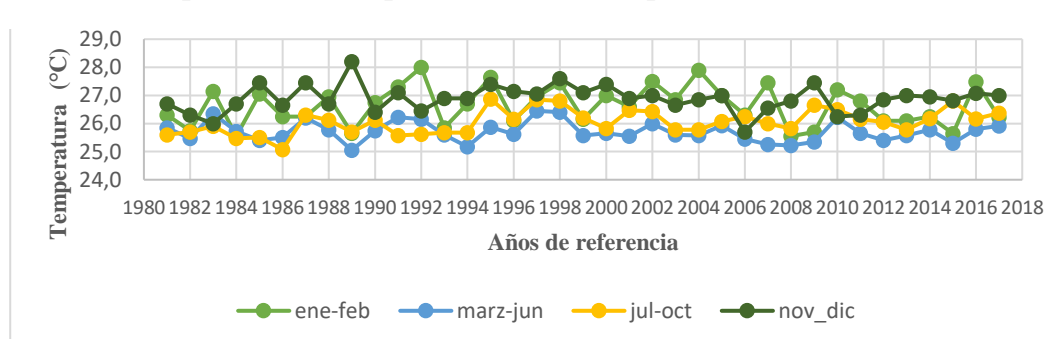
Gráfico 5
Temperatura media_ periodo 1981-2017



Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto
Elaboración: Propia

De acuerdo con los datos del gráfico 5, la temperatura media ha sido variable a lo largo de la serie temporal, teniendo el pico más alto en 1998 con 26,9°C desde ahí ha existido un decrecimiento hasta llegar a 25,7°C en 2008, con base a este ese año ha existido fluctuaciones notables llegando a 26,5°C en 2010 y 26°C en 2013, y desde el año 2013 en adelante ha existido un ligero incremento.

Gráfico 6
Temperatura media por fases de cultivo_ periodo 1981-2017



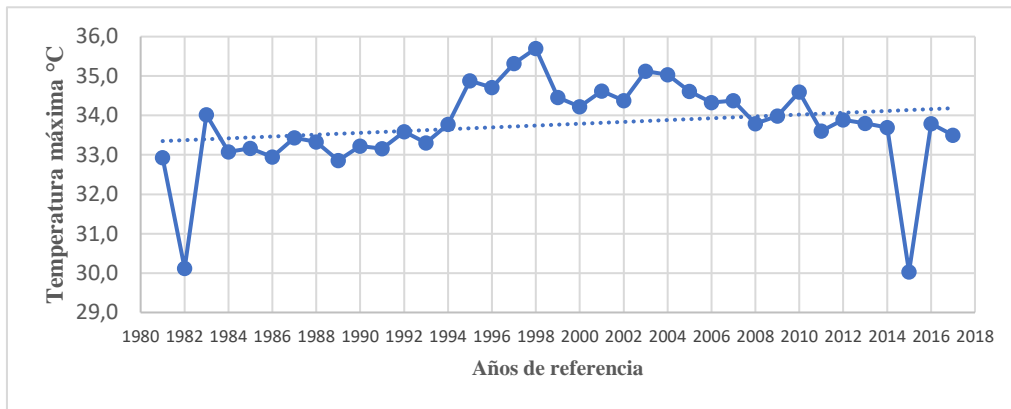
Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

De acuerdo con el gráfico 6, se tiene la fase más estable entre marzo y junio, dichos meses coinciden con la temporada alta de cosecha, esta temperatura oscila entre 25°C y 26°C desde el año 2000 en adelante. Desde 1994 se tiene marcadas dos fases, enero-febrero alta y disminuye en marzo-junio, luego incrementa en julio-octubre y en noviembre-diciembre, esta dinámica ha favorecido el rendimiento de cacao en los productores, puesto que coincide con temperaturas promedios alrededor de 27°C para floración y desarrollo de la vaina y temperaturas de 25-26°C para cosecha.

3.2.2. Temperatura máxima

Gráfico 7
Temperatura máxima_ periodo 1981-2017

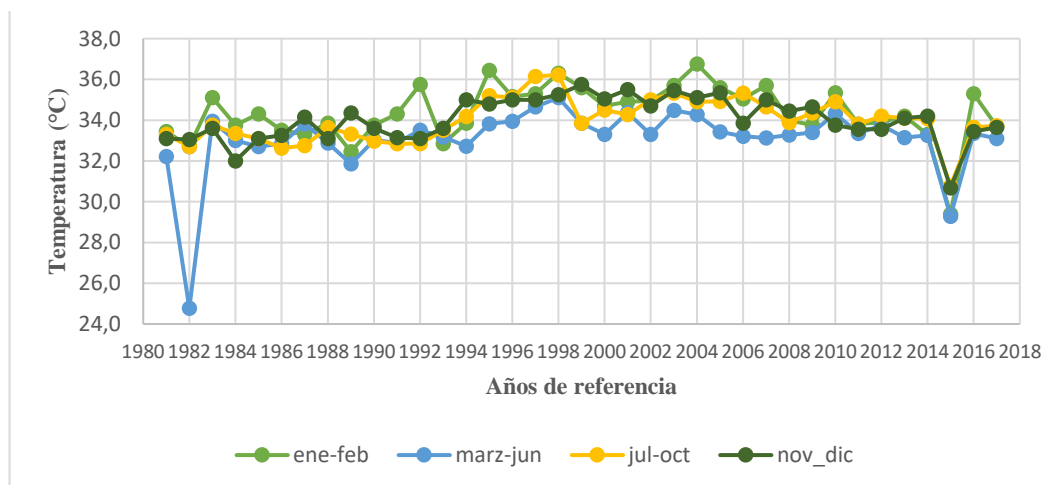


Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

En el gráfico 7 se observa que, el periodo con registro de temperaturas máximas más notorio es desde 1994-2007 con temperaturas superiores a 34°C, considerando los últimos 10 años se registra en el año 2010 una temperatura máxima de 34,4°C, desde ese año se tiene una tendencia decreciente respecto a temperaturas máximas llegando incluso de tener 30°C en el año 2015. Los datos expresan una realidad diferente a la expuesta por los productores respecto a altas temperaturas, sin embargo, al ser datos promediados se pueden estar omitiendo picos altos de temperaturas para ello, es importante acotar esta información mediante fases importantes en el año para el cultivo de cacao.

Gráfico 8
Temperatura máxima por fases de cultivo_ periodo 1981-2017



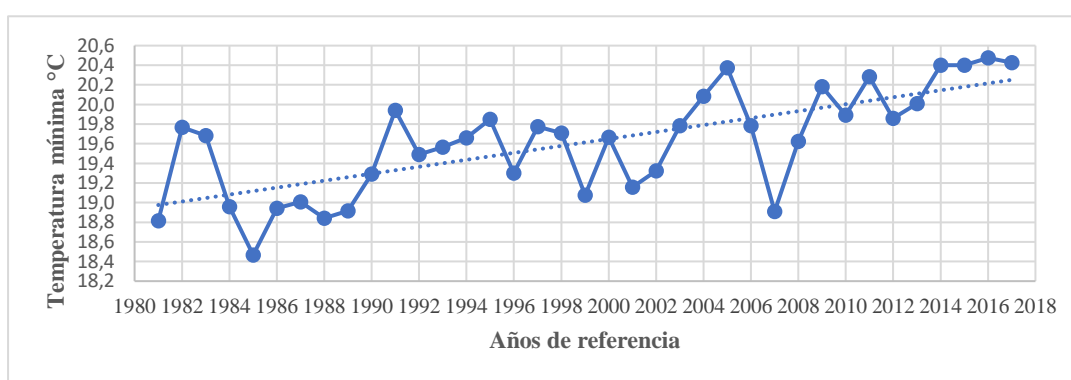
Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

En el gráfico 8 se puede apreciar que, los picos de temperaturas máximas se dan en los meses enero-febrero coincide con los periodos de floración, desde el año 2004 han venido disminuyendo hasta el año 2015, año desde el cual se ha tenido un notable incremento para el año 2016 de casi 5°C lo cual puede traslaparse con la información dada por los productores respecto a “días soleados más fuertes”.

3.2.3. Temperatura mínima

Gráfico 9
Temperatura mínima_ periodo 1981-2017

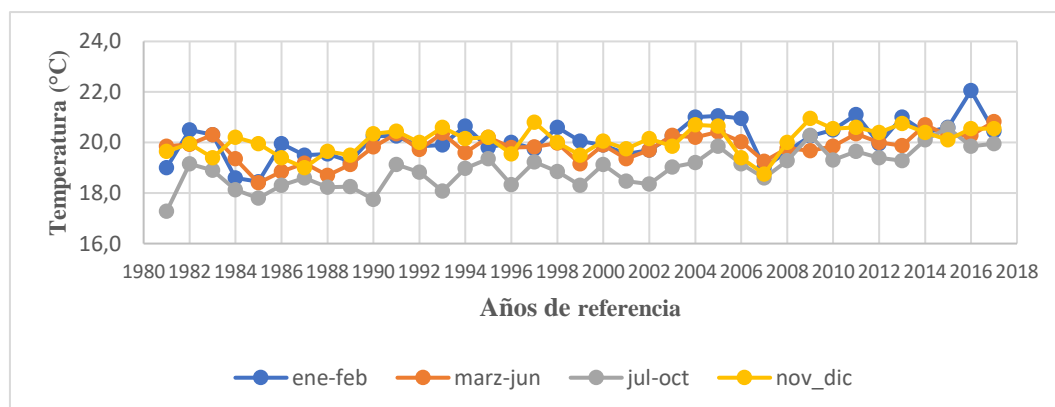


Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

En el gráfico 9, se tiene una tendencia creciente en las temperaturas mínimas, a partir del año 2000 se registra la menor temperatura en el año 2007 con 18,9°C, por su parte desde al año 2014 las temperaturas mínimas registradas rondan los 20,4°C.

Gráfico 10
Temperatura mínima por fases de cultivo_ 1981-2017



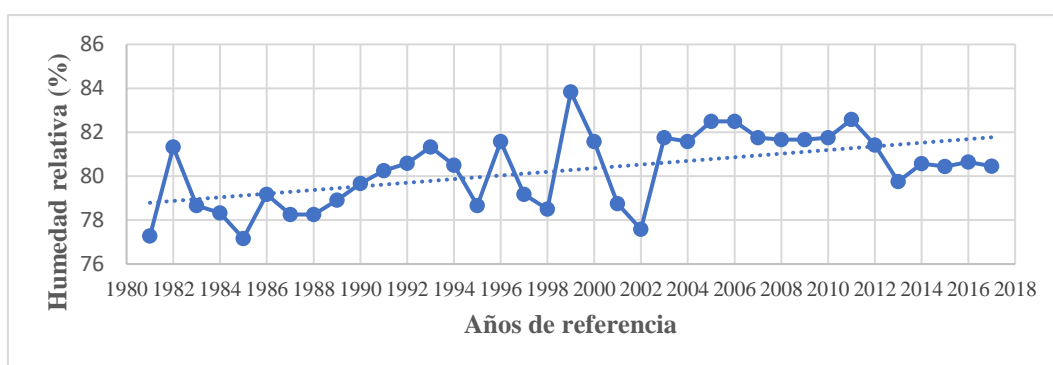
Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

Como se observa en el gráfico 10 de temperatura mínima por fases, entre los meses de julio-agosto se tiene a la fase con menores registros, sin embargo, desde el año 2007 ha venido mostrando un incremento con respecto a los años predecesores, considerando la gráfica anterior de temperaturas máximas se evidencia que los meses de florecimiento y cosecha presentan menores oscilaciones térmicas.

3.2.4. Humedad relativa

Gráfico 11
Humedad relativa_ periodo 1981-2017

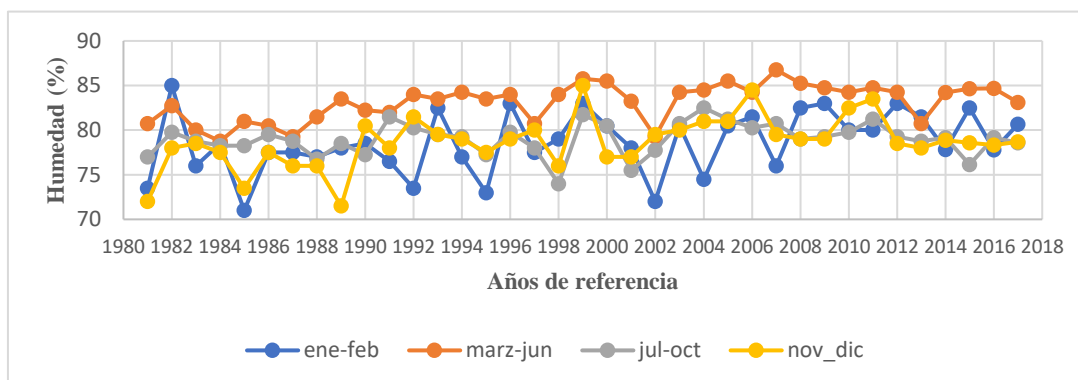


Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

Con respecto a la humedad relativa, en el gráfico 11 se puede evidenciar 4 etapas bien marcadas, la primera desde 1985 hasta 1993 con un notable incremento desde 77% a 81,5%, la segunda desde 1994 hasta 2002 se tiene grandes oscilaciones alcanzando en el año 1999 un valor de 84 % es más alto de la serie y 78% en el año 2002; la tercera fase presenta un incremento hasta el año 2011 llegando cerca a los 83% y la fase final muestra un decrecimiento hasta el año 2017 con 80% de humedad.

Gráfico 12
Humedad relativa por fases de cultivo_ periodo 1981-2017



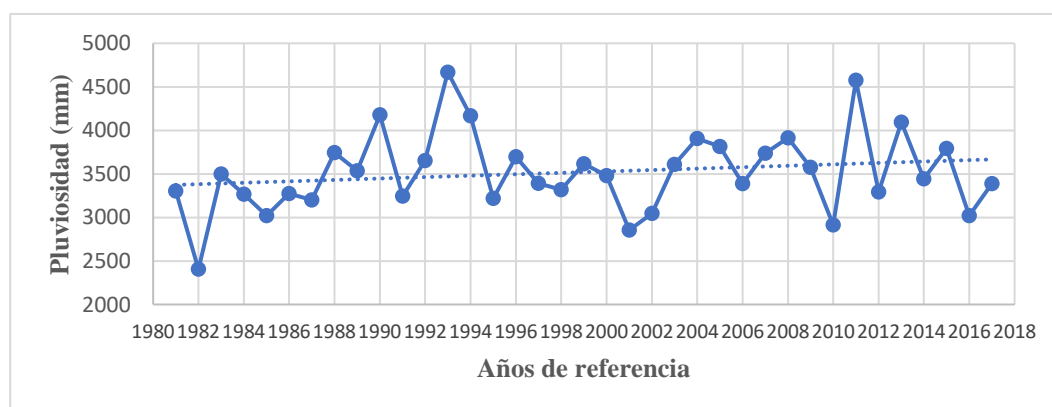
Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

Desglosado en fases claves de cultivo, en el gráfico 12 se observa que, en los meses de floración alta (enero-febrero) se tiene un ligero incremento, sin embargo, considerando las demás fases, en esta parte del año se cuenta con menor porcentaje de humedad, por otra parte, los meses de cosecha alta coinciden con mayor porcentaje de humedad, a partir del año 2010 se tiene inestabilidad referente a la humedad en los meses de julio-octubre y noviembre diciembre.

3.2.5. Precipitación

Gráfico 13
Precipitación anual_ periodo 1981-2017



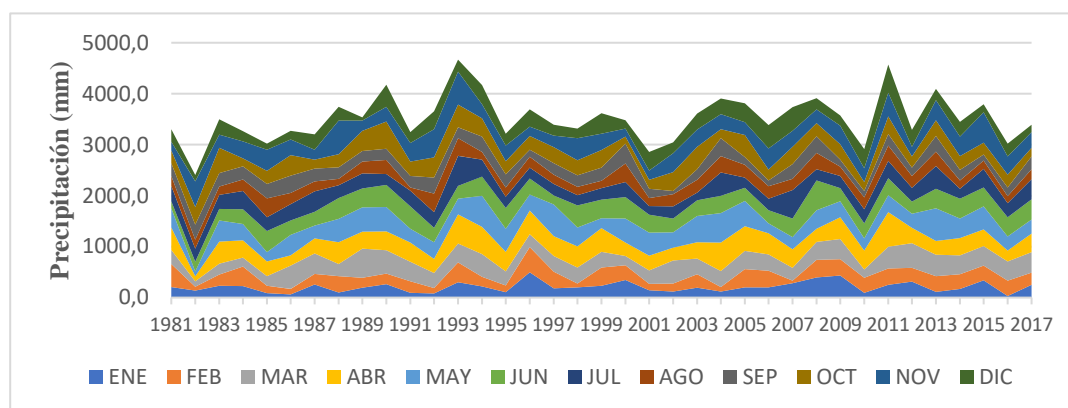
Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

En el gráfico 13 se observa una etapa de precipitaciones crecientes desde 1982 hasta 1993 (4700mm), luego existe un decrecimiento hasta el año 2010 con

precipitaciones entre 3000-4000 mm, a partir del año 2010 se tiene un año de abundante precipitación en el año 2011 con 4500 mm a partir de ese año hasta el 2017 se tiene menor precipitación anual, lo cual ratifica lo dicho por los productores de tener menor cantidad de lluvias, sin embargo esto se corrobora tomando en base al año 2011, lo cual no es un indicador fehaciente de cambio en el clima, ya que en 1993 mostró una tendencia similar.

Gráfico 14
Precipitación mensual_ periodo 1981-2017



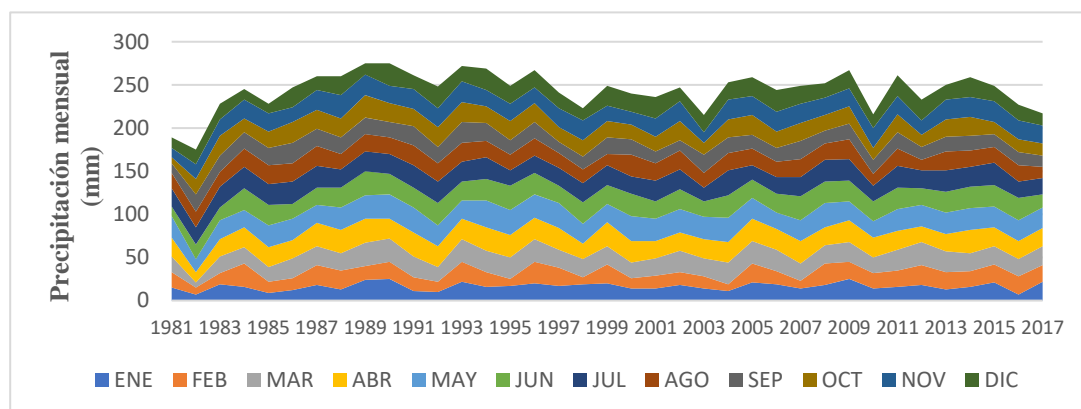
Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

En el gráfico 14 se observa que la precipitación ha tenido una dinámica no tan variable, puesto que se mantiene en rangos de 3000 mmm-4000mm, teniendo dos picos importantes uno en 1993 con 4668 mm, y en el año 2011 con 4574 mm, llegando al 2017 a 3500 mm, sin embargo lo llamativo de la visualización se la obtiene en el desglose por meses, teniendo en los últimos 5 años disminuciones notables en los meses de agosto, septiembre y octubre, lo cual corrobora la información obtenida de los productores que aseguraban percibir menor cantidad de lluvias que años anteriores.

3.2.6. Días de precipitación

Gráfico 15
Días con precipitación_ periodo 1981-2017

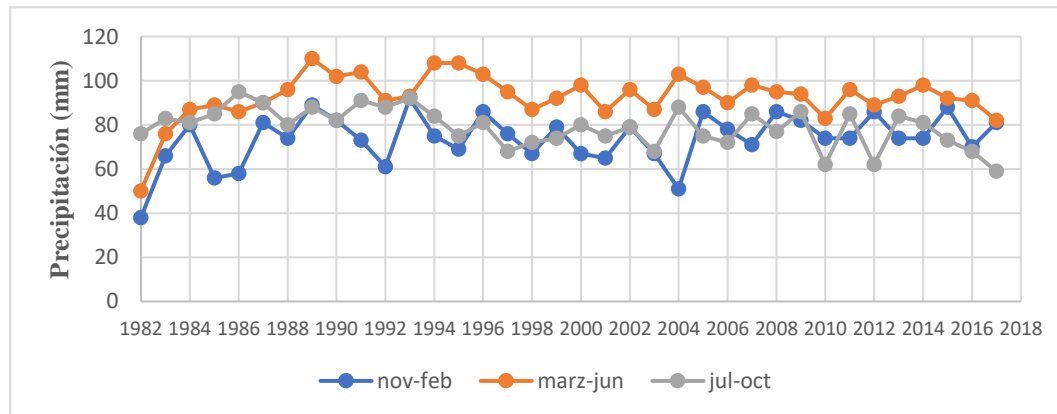


Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

En el gráfico 15 se observa que la tendencia de días de precipitación al año bordea los 225-250 días/año y existe disminución de días lluviosos en el año 2016.

Gráfico 16
Días con precipitación por fases de floración-cosecha y descanso de la planta



Fuente: Datos de la estación meteorológica Nueva Loja- Aeropuerto

Elaboración: Propia

En el gráfico 16 se observa que existen oscilaciones importantes a lo largo de la serie temporal, sin embargo, la fase marzo-junio presenta mayor cantidad de días de lluvia, la fase noviembre-febrero presenta menor cantidad de días lluviosos lo cual se refleja en una mayor cantidad de flores germinadas, Considerando el periodo más reciente (2013) en los meses de julio-octubre se evidencia disminución de días lluviosos, lo cual es un indicador clave que corrobore la información dada por los productores.

4. Determinación de resiliencia en los sistemas de producción de cacao

4.1. Resiliencia por criterios analizados

4.1.1. Criterio biofísico

Como se observa en la tabla 15, el principal inconveniente que se tiene en los sistemas es la baja disponibilidad de cuerpos de agua y bosques cercanos; el clima es adecuado para el cultivo de cacao, sin embargo, las excesivas precipitaciones generan problemas de plagas, en especial la monilia. Con respecto al relieve la mayoría de los sistemas presentan superficie plana adecuada para los cultivos.

Tabla 15
Criterio biofísico de los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Criterios biofísicos de los sistemas de producción de cacao en Shushufindi										
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	Promedio
Biofísico	1	Ríos, quebradas y cuerpos de agua (cantidad y tamaño)	2,5	5,0	1,0	1,0	2,5	2,0	4,0	1,5	0,0	2,5	2,2
	2	Clima	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
	3	Relieve	5,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9
	4	Cercanía a bosques y fuentes de agua	1,7	5,0	1,0	1,7	1,7	2,3	2,3	1,7	1,0	1,7	2,0
		Promedio	3,1	4,3	2,5	2,7	3,1	3,1	3,6	2,8	2,3	3,1	3,1

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

4.1.2. Criterio social

El puntaje más bajo se tiene en el indicador de número de hijos trabajando en labores del campo (Ver tabla 16), esta situación se debe a que las actividades del campo ya no son atractivas para las nuevas generaciones por las extenuantes labores y la poca rentabilidad económica; el riesgo de no atender esta falencia radica en que se encuentra amenazada la producción de alimentos. Un punto alto que potencializa a los sistemas es la propiedad de la tierra, en 8 sistemas se presentó propiedad con título y 2 en proceso de trámite; el tiempo de permanencia en la zona es importante, ya que, contribuye al conocimiento del medio y sus cambios para una adecuada transformación ante posibles efectos del cambio climático.

Tabla 16
Criterio social de los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Sistemas de producción de cacao analizados en Shushufindi										Promedio
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	
Social	5	Tamaño de la tierra	5,0	5	0,8	2,9	5,0	3,3	5,0	1,3	0,8	1,7	3,1
	6	Propiedad de la tierra	5,0	5	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0	5,0	4,6
	7	Tiempo de permanencia	5,0	5	5,0	5,0	5,0	2,0	5,0	5,0	2,0	5,0	4,4
	8	Edad familia	3,0	3	4,0	2,0	3,0	3,0	2,0	3,0	5,0	2,0	3,0
	9	Número de hijos trabajando el campo	2,5	2,5	5,0	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	5,0	1,3	1,9
	10	Estado de carreteras	3,0	3	3,0	2,0	3,0	1,0	5,0	4,0	3,0	3,0	3,0
	11	Calidad y acceso a comunicaciones (periódico, teléfono, internet, radio, Tv)	4,5	4	4,0	3,5	4,0	3,5	3,0	2,0	3,5	4,5	3,7
	12	Calidad (Confort) de vivienda	3,0	5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	5,0	3,3
	13	Servicios públicos	3,0	3	3,0	3,0	4,0	2,0	1,0	1,0	2,0	3,0	2,5
	Promedio	3,8	3,9	3,4	2,9	3,7	2,5	3,4	2,6	3,0	3,4	3,3	

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

4.1.3. Criterio de salud

Es el segundo criterio de valoración alta (Ver tabla 17), se tiene en la alimentación un importante consumo de frutas locales, verduras y alimentos proteicos, existe una constante actividad física que involucran labores de campo, caminatas, movimiento continuo, recreación en ríos y adecuadas horas de sueño; la frecuencia de enfermedades en la familia es baja teniendo a las gripes esporádicas como el principal problema, en la mayoría de sistemas no se mencionó a los zancudos y la malaria como principal problema debido a que se ha venido controlando los focos de proliferación.

Tabla 17
Criterio de salud en los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Sistemas de producción de cacao analizados en Shushufindi										Promedio
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	
Salud	14	Agua potable	4,0	3	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	4,0	2,9
	15	Frecuencia de consumo de frutas y verduras	5,0	5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	16	Frecuencia de consumo de alimentos proteicos	5,0	5	4,5	5,0	5,0	4,0	4,5	5,0	3,5	5,0	4,7
	17	Enfermedades presentes en la familia	5,0	5	4,0	3,0	3,0	4,0	1,0	5,0	5,0	4,0	3,9
	18	Actividad física	4,0	4	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,3
	19	Calidad del servicio de salud	3	2	1	2	3	3	4	4	3	2	2,7
		Promedio	4,3	4,0	3,4	3,5	3,7	3,7	3,3	4,0	3,8	3,8	3,7

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas
Elaboración: Propia

El principal inconveniente presentado en este criterio está en la calidad del servicio médico donde se dio calificación media y baja aduciendo la falta de personal médico especialista, falta de medicinas y atención inadecuada. Otro inconveniente evidenciado es el agua potable, donde gran parte de los productores no tienen acceso, para ello 3 sistemas de producción han implementado sistemas eficientes de depuración de aguas lluvias para complementar al servicio de agua entubada que poseen actualmente, además 3 productores disponen únicamente de pozo de agua. Es importante acotar que el agua para consumo doméstico es hervida frecuentemente lo cual contribuye al control de enfermedades relacionadas a su consumo.

4.1.4 Criterio de prácticas de manejo de cultivo

La tabla 18 muestra, que el punto más bajo es el indicador “insumos”, 6 de los sistemas dependen totalmente de la compra de insumos sintéticos, el manejo de sombra también requiere atención para favorecer la fotosíntesis de la planta sin exponer al suelo. Debido a que en la zona se dispone de abundante precipitación es importante fomentar las prácticas de cosecha de agua. Respecto al uso de fertilizantes se tuvo una valoración media, ya que, en 6 sistemas se presentó el uso de fertilización química.

Tabla 18
Criterio de prácticas de cultivo en los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Sistemas de producción de cacao analizados en Shushufindi										Promedio
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	
Prácticas de cultivo	20	Conservación de semillas	4,0	4,0	3,5	2,0	1,5	2,5	1,5	1,5	1,5	3,5	2,6
	21	Sombra	4,0	2,0	2,8	0,0	0,0	3,3	1,7	4,0	0,0	3,7	2,1
	22	Cosecha de agua	5,0	5,0	3,0	2,0	1,0	1,0	0,0	0,0	3,0	4,0	2,4
	23	Uso de plaguicidas	3,0	5,0	5,0	4,0	1,0	2,0	1,0	2,0	3,0	4,0	3,0
	24	Uso de fertilizantes	3,0	5,0	5,0	4,0	1,0	3,0	0,0	1,0	3,0	3,0	2,8
	25	Insumos	2,0	5,0	5,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
		Promedio	3,5	4,3	4,1	2,6	0,8	2,0	0,7	1,4	1,8	3,0	2,4

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas
Elaboración: Propia

4.1.5. Criterio de manejo de suelos

En la tabla 19 se observa que el punto más alto de valoración está en la materia orgánica del suelo, con valores superiores de lo apto para cultivos de cacao; se ha analizado la capacidad de drenaje considerando las altas precipitaciones presentes en la zona, 3 sistemas necesitan trabajar en esa falencia debido a la topografía del terreno y a eventos previos de inundación en las parcelas corroborados por el mismo productor.

Con respecto al manejo de arvenses se tiene la menor calificación debido a que aún se practica la fumigación en algunos sistemas y en los restantes, aunque ya se realiza el control con desbroce de guadaña a motor, falta implementar el control animal que mejoraría la sostenibilidad. De acuerdo con Salazar et al. (2018, 95), “el uso inadecuado de sustancias químicas como los herbicidas, así como las prácticas de manejo agrícola, son sólo algunas de las actividades humanas que han provocado el deterioro del recurso suelo durante el Antropoceno⁶”.

Tabla 19
Criterio de manejo de suelos en los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Sistemas de producción de cacao analizados en Shushufindi											
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	Promedio	
Manejo del suelo	26	Materia orgánica	5,0	3,6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9
	27	Manejo de arvenses	2,0	3	3,0	3,0	1,0	2,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
	28	Capacidad de drenaje	5,0	5	4,0	5,0	3,0	3,0	2,0	1,0	4,0	5,0	5,0	3,7
	29	Hojarasca y necromasa	4,0	5	5,0	5,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
		Promedio	4,0	4,1	4,3	4,5	2,8	3,0	3,3	3,3	2,5	3,3	3,5	3,5

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

4.1.6. Criterio de diversidad vegetal

En la tabla 20, se observa que el punto más bajo es la diversidad de especies arbóreas y arbustivas, en 7 sistemas se tiene una diversidad baja, predominando la modalidad de monocultivo debido a que minimizan sombras que pueden ocasionar ambientes favorables para las plagas, con respecto a los arvenses en los sistemas donde

⁶ caracterizado por el hecho de que la humanidad está cambiando irreversiblemente el planeta, dejando signos visibles de extinción masiva (Zalasiewicz 2010)

existe nula o baja fumigación se tiene los valores máximos, los mismos que son controlados con desbroce por guadaña a motor.

Tabla 20
Criterio de diversidad vegetal en los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Sistemas de producción de cacao analizados en Shushufindi										Promedio
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	
Diversidad vegetal	30	Árboles y arbustos	2,5	5,0	0,3	1,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	1,0
	31	Arvenses	4,4	5,0	3,1	4,4	1,9	3,8	2,5	3,1	2,5	3,1	3,4
	Promedio		3,4	5,0	1,7	3,1	0,9	1,9	1,3	1,7	1,3	1,7	2,2

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

4.1.7. Criterio de autoconsumo

Con respecto al autoconsumo se registra un valor bajo de 1,7 (Ver tabla 21), un sistema mostró ser muy resiliente en este aspecto debido al aprovechamiento máximo de los recursos disponibles en el sistema y en el fomento de la sostenibilidad permanente que han creado, se dispone de un segundo sistema con un valor aceptable de 2,9; en la mayoría de los sistemas se aprovecha productos como el plátano, la yuca, el guineo, la naranja, el limón y animales como el pollo. Existe mucho potencial de aprovechamiento de recursos, ya que, se dispone de productos diversos que por desconocimiento o abandono de práctica no están siendo aprovechados y se ha creado cierta dependencia de la compra directa a los mercados.

Tabla 21
Criterio de autoconsumo en los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Sistemas de producción de cacao analizados en Shushufindi										Promedio
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	
Autoconsumo	32	Alimentos producidos y consumidos	2,9	5,0	0,6	0,6	0,6	1,5	2,0	0,9	1,5	1,5	1,7

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

Al hablar de resiliencia al cambio climático, es importante crear sostenibilidad y un punto clave es el aseguramiento de la alimentación que es donde se destina gran parte de los ingresos del cacao. Por esta razón constituye una tarea indispensable entre los sistemas la implementación de cultivos variados y crianza animal que mejoren esta debilidad actual.

4.1.8. Criterio organizativo

Se tiene un valor de 2,8 (Ver tabla 22), siendo el punto de mayor falencia el grado de pertenencia o involucramiento a organizaciones, de acuerdo a información recopilada se debe a malas experiencias y a la poca credibilidad que estas han tenido en la zona, sin embargo, es un punto por considerar debido a que se requiere el fomento de actividades que involucren el constante apoyo hacia los productores; la participación política también demostró ser muy baja debido a la falta de confianza y temas de corrupción que esta ha denotado; el vínculo con universidades o entidades de apoyo es escaso, teniendo en 5 sistemas nula participación.

Dentro de los puntos destacables se tiene a la inclusión y participación de toda la familia en las decisiones trascendentales lo cual denota la unión y el apoyo familiar constante. Con respecto al grado de pertenencia al campo se tuvo un valor de 4,1, esto debido a la satisfacción que este ofrece para las vidas del productor y su familia.

Tabla 22
Criterio organizativo en los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Sistemas de producción de cacao analizados en Shushufindi										Promedio
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	
Organizativo	33	Grado de pertenencia (vida en el campo-ventajas)	5,0	5,0	5,0	3,0	2,0	5,0	5,0	3,0	5,0	3,0	4,1
	34	Formación política	2,0	3,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0	1,4
	35	Vínculo con Universidades u organizaciones	3,0	4,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	1,3
	36	Redes de apoyo	3,0	5,0	3,0	0,0	0,0	3,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0
	37	Pertenencia a organizaciones y/o cooperativas	2,0	4,0	2,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	38	Grado de decisión en la familia	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	39	Grado de decisión de las mujeres	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9
		Promedio	3,4	4,4	3,4	2,1	1,9	3,1	3,0	2,0	2,3	2,4	2,8

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

4.1.9. Criterio técnico

Se observa en la tabla 23 que, el indicador capacitación en cambio climático tiene el valor más bajo de la encuesta con 0,5 y solo el sistema AF-CA demostró tener cierta noción acerca del cambio climático global y sus impactos debido al involucramiento en organizaciones de apoyo a la restauración ambiental y sostenibilidad. En los 9 restantes

sistemas, se tenía la noción de que el clima no es igual al de años predecesores, ya que, existe ciertas modificaciones temporales relacionados con los días soleados, la intensidad en las precipitaciones y una percepción térmica mayor.

Tabla 23
Criterio técnico de los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Sistemas de producción de cacao analizados en Shushufindi											
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	Promedio	
Técnico	40	Capacitación en cambio climático	0,0	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
	41	Conocimientos Agroecológicos	3,0	5	5,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,9	
	42	Instalaciones de procesamiento de cacao	4,0	4	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0	4,0	2,9	
	Promedio		2,3	4,7	2,7	1,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,8	

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

Con relación a los conocimientos en agroecología, 2 sistemas mostraron noción clara y alto compromiso referente a este tipo de producción, mientras que 3 sistemas ya se están inclinando hacia una producción más amigable basada en principios agroecológicos. Referente las instalaciones de procesamiento, 3 sistemas poseen buenas construcciones de secado a través de marquesina⁷, 6 sistemas presentan secado en tendal⁸, aunque una de ellas alterna con la venta directa en baba, un sistema presenta valoración de cero debido a que vende en forma de baba.

4.1.10 Criterio de rendimiento

Presenta el valor más alto del análisis con 4,7 (Ver tabla 24) en la cual se tiene valores aceptables en comparación al promedio nacional, lo cual ratifica que la zona a pesar de sus limitaciones es buena para el cultivo del cacao, sin embargo, la poca o escasa atención brindada por las entidades, repercute en complicaciones frecuentes como la comercialización, la intermediación, las plagas y las prácticas de manejo.

⁷ Instalación cubierta con plástico transparente para el secado de granos varios

⁸ Piso de cemento para el secado de cacao al aire libre

Tabla 24
Criterio de rendimiento en los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Sistemas de producción de cacao analizados en Shushufindi											
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	Promedio	
Rendimiento	43	Productividad de cacao	5,0	5,0	5,0	4,1	3,6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,9	4,7

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

4.1.11. Criterio económico

Con respecto al criterio económico, se presenta una valoración baja de 0,6 (Ver tabla 25); se evidencia que la actividad cacaotera considerando los ingresos generados por venta y restando los gastos generados incluyendo transporte, insumos y mano de obra, no satisfizo el salario mínimo vital del año 2017 (375 \$), por lo que, la actividad contribuye a la economía del sistema solo si es realizada por el mismo productor y su familia, y aun así no alcanza al valor del salario mínimo. Es por esta razón que muchos de ellos se han visto en la necesidad de obtener otros ingresos que permitan satisfacer las necesidades básicas y aun así el valor continúa siendo bajo, lo cual se ve reflejado en la poca capacidad de ahorro; por estas razones en algunos sistemas ya se busca alternativas de producción que minimicen los gastos e incrementen no solo los ingresos por venta de cacao sino, la soberanía alimentaria dentro de sus fincas.

Tabla 25
Criterio económico en los sistemas de producción de cacao

Criterio	Ítem	Indicador	Sistemas de producción de cacao analizados en Shushufindi										
			AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA	Promedio
Económico	44	Ingresos	0,6	3,3	0	0	1,1	4,9	0,8	1,2	0,0	0,0	1,2
	45	Capacidad de ahorro	3,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,6
	46	Rentabilidad de venta de cacao	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Promedio	1,2	1,4	0,3	0,0	0,4	1,6	0,6	0,4	0,0	0,0	0,6

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

4.2. Resiliencia sin ponderación por sistemas de producción

Tabla 26
Resiliencia sin ponderación por sistema de producción AF-MN

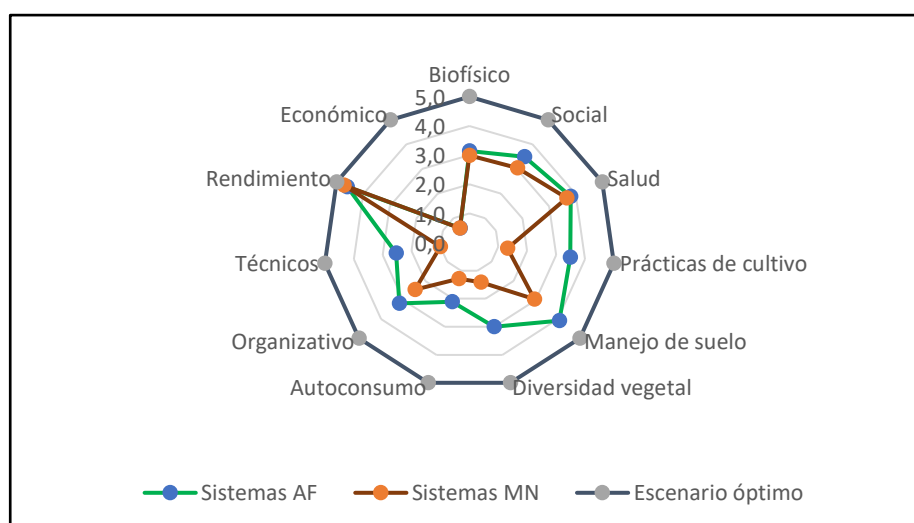
Criterios	Sistemas AF	Sistemas MN	Escenario óptimo
Biofísico	3,1	3,0	5
Social	3,5	3,0	5
Salud	3,8	3,7	5
Prácticas de cultivo	3,5	1,3	5
Manejo de suelo	4,1	3,0	5
Diversidad vegetal	3,0	1,4	5
Autoconsumo	2,1	1,3	5
Organizativo	3,2	2,5	5
Técnicos	2,5	1,0	5
Rendimiento	4,6	4,7	5
Económico	0,6	0,6	5

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

La tabla 26 muestra los valores promedio de resiliencia de los sistemas de producción AF y MN, se presentan 11 criterios de análisis, la valoración en un rango que va desde 0-5 y el escenario óptimo de resiliencia.

Gráfico 17
Resiliencia por sistemas de producción: agroforestales vs monocultivos



Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

Se han agrupado a los 5 sistemas AF y a los 5 sistemas MN a fin de obtener un solo valor representativo, los resultados observados en el gráfico 17 evidencian una mayor resiliencia de los sistemas AF en 10 de los 11 criterios seleccionados; respecto al criterio biofísico los dos sistemas presentan una resiliencia media teniendo en los dos casos problemas con la cercanía a bosques y cuerpos de agua debido al cambio de uso de suelo de terrenos aledaños; en el factor social los sistemas AF tienen una resiliencia media-alta destacando en aspectos como tiempo de permanencia, calidad de las comunicaciones y confort de la vivienda.

En el criterio de salud los dos sistemas presentan una resiliencia media-alta debido a la adecuada alimentación que tienen las familias involucradas, lo cual contribuye a la baja presencia de enfermedades, sin embargo, en los sistemas bajo la modalidad de monocultivo se debe mejorar el acceso a agua potable, ya que es un indicador clave para el mantenimiento de la salud.

En las prácticas de manejo de cultivo los sistemas AF presentaron mayor resiliencia que los sistemas MN que presentaron una resiliencia baja, esto se debe a que los sistemas de MN han creado una dependencia del uso de productos agroquímicos, los sistemas AF a su vez tiene manejos más sostenibles con el cultivo y han disminuido el uso de agroquímicos; los sistemas AF también presentaron alta resiliencia en la cosecha de agua y conservación de semillas.

El manejo de suelo de los sistemas AF presentó una resiliencia alta, los sistemas MN a su vez mostraron una resiliencia media, es importante destacar que se han venido cambiando prácticas de manejo de hierbas invasivas con uso de guadaña a motor, lo cual disminuye la dependencia de herbicidas, esta práctica contribuye a la conservación del suelo, de esta manera se está mejorando la resiliencia a futuro. Además, en los sistemas AF se tiene una mejor capacidad de drenaje y presencia de hojarasca y necromasa.

La diversidad vegetal en los sistemas AF mostraron una resiliencia media, mientras que en los MN se tiene una resiliencia baja debido a la dominancia de una o pocas especies, lo cual incrementa el riesgo de estabilidad del sistema en caso de perturbaciones.

Respecto al autoconsumo, en los sistemas AF se obtuvo una resiliencia media-baja, mientras que en los sistemas MN se presentó una resiliencia baja, aunque los sistemas AF presentaron mayor resiliencia comparada con los sistemas MN se requiere incrementar el autoconsumo en los dos sistemas, esta medida permitirá disminuir gastos con productos que se podrían generar en los sistemas. En el aspecto organizativo no se tiene una diferencia notoria entre sistemas debido a la poca participación organizativa, sin embargo, en los sistemas AF ya se tiene presencia, aunque escasa de organizaciones y redes de apoyo.

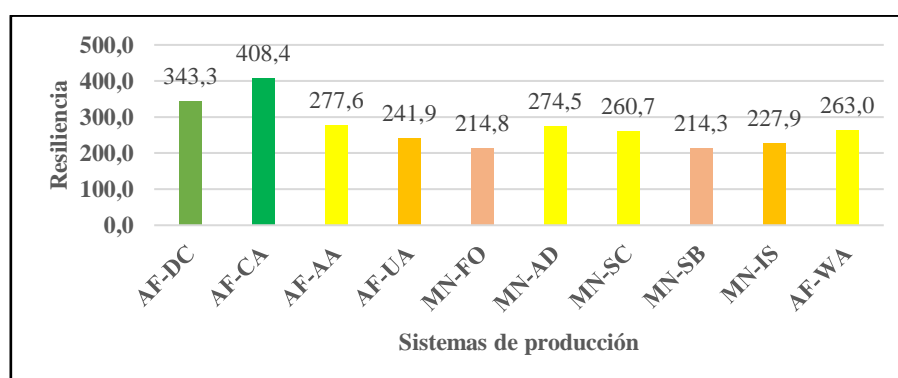
En el aspecto técnico se tiene una resiliencia mayor en los sistemas AF, esto debido a que han fomentado la inclusión de nuevos conocimientos como la agroecología. Respecto a los conocimientos de cambio climático, es importante la participación en los dos sistemas AF y MN a fin de incrementar su resiliencia. Las instalaciones de procesamiento son de rango medio en los sistemas AF y bajos en los sistemas MN, y es un punto que tomar en consideración para disminuir pérdidas por efectos de precipitaciones.

Respecto al rendimiento, se tiene resiliencia alta en los dos sistemas, pero los sistemas MN presentan un rendimiento mayor debido al aporte de insumos químicos en la producción. El criterio económico presenta baja resiliencia en los dos sistemas AF y MN con 0,6/5, es el punto de mayor preocupación ya que depende en gran medida de factores externos, este punto puede apoyarse con el fomento de los otros criterios.

4.3. Resiliencia final ponderada de los sistemas de producción de cacao

La valoración final de la resiliencia climática en los sistemas de producción de cacao de Shushufindi se realizó ponderando los valores recopilados en las entrevistas y mediciones directas de escala 0-5 por los coeficientes de importancia dados en (Cordoba 2016, 144). Los sistemas AF y MN presentan valores de resiliencia entre 214,3 y 408,4 (Ver gráfico 18), esto evidencia la existencia de una capacidad de respuesta moderada ante perturbaciones del cambio climático.

Gráfico 18
Resiliencia final ponderada de los sistemas de producción de cacao



Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas
Elaboración: Propia

Dos de los sistemas de producción presentan resiliencia media a alta, 6 sistemas presentan puntajes de resiliencia medio con un alto potencial de transformación y finalmente existen 2 sistemas de producción con puntaje medio a bajo en los cuales existe la necesidad de una transformación inmediata en los aspectos que presentan debilidades, ya que, de esta manera estarían mejor preparados para futuros cambios y perturbaciones propias del cambio climático.

Los dos primeros sistemas analizados AF-DC y AF-CA son los que presentaron mayor resiliencia ponderada, destacando en el aspecto de diversidad (prácticas de cultivo, manejo del suelo, diversidad vegetal y autoconsumo) y aspecto de capacidad de transformación (organizativo y técnicos), entre los 8 sistemas restantes (3 AF y 5 MN) no se encuentra una diferencia marcada respecto a la resiliencia final entre ellos. Por otra parte, aunque los sistemas AF mostraron una resiliencia ligeramente superior, la cuestión económica final es complicada para los dos tipos de sistema (AF y MN).

El criterio económico se ha mostrado bajo, ya que, depende de factores externos como el precio de venta de cacao y oportunidades económicas las cuales se han mostrado

escasas, ante ello, los productores han manifestado tener el interés de dar un valor agregado a su producto necesitando para ello, el apoyo de instituciones estatales y afines al desarrollo sustentable, los cuales pueden brindar capacitaciones y orientaciones en el proceso productivo del valor agregado, además de favorecer la apertura de mercados para posicionar su producto, ya no como materia prima, sino como chocolate o barras de cacao de calidad.

Aparentemente visualizando los resultados de resiliencia desde el tercer sistema al décimo, se puede suponer que no existen ventajas asociadas al optar por un tipo de sistema en particular (AF o MN), sin embargo, los sistemas agroforestales mostraron un nivel de vida en constante desarrollo, lejos de priorizar el rendimiento de cacao per se, lo que se busca es mejorar el estilo de vida, buscando asegurar en primera instancia el suministro alimenticio, y la estabilidad del ecosistema, conscientes de las potencialidades y limitaciones climáticas de la zona de estudio, la presencia de especies forestales en el sistema de cultivo de cacao les permite conservar la humedad del suelo, sombra para las especies menores y sombra para descanso en las horas intensas de radiación.

El fomento de la resiliencia debe constituirse en pilar fundamental de las políticas de desarrollo, para ello es necesario la difusión de nuevos conocimientos, así también como el retomar de conocimientos y prácticas tradicionales que se han venido de apoco perdiendo. Los efectos potenciales del cambio climático en la Amazonía ecuatoriana, aunque son inciertos debido a la falta de estudios en la zona, sugieren eventos de sequías extremas o por el contrario precipitaciones intensas, los dos tipos de impactos potenciales van a generar estrés hídrico y erosión al suelo, sobre todo aquellos donde no se dispongan de barreras protectoras, como lo es en este caso la cobertura vegetal.

4.3.1 Comparación con resiliencia en sistemas cafeteros

Tabla 27
Resiliencia de los sistemas de producción de cacao de Shushufindi-Ecuador

Sistema	AF-DC	AF-CA	AF-AA	AF-UA	MN-FO	MN-AD	MN-SC	MN-SB	MN-IS	AF-WA
Resiliencia	343,3	408,4	277,6	241,9	214,8	274,5	260,7	214,3	227,9	263,0

Fuente: Encuestas de resiliencia realizadas

Elaboración: Propia

Tabla 28

Resiliencia presente en sistemas cafeteros de Anolaima, Cundinamarca -Colombia

Fincas	SL	EP	LO	ET	EM	LC
Puntaje total	209.6	234.0	334.6	158.2	143.1	216.7

Fuente: (Cordoba 2016, 166)

Visualizando las tablas 27 y 28, se puede constatar que los sistemas de producción de cacao de Shushufindi presentan mayor resiliencia que los sistemas cafeteros de Anolaima, en los sistemas de producción de Shushufindi se tiene a dos sistemas AF con resiliencia superior que el sistema LO cafetero, además ningún sistema de cacao de Shushufindi presentó resiliencia menor que 210, mientras que en los sistemas cafeteros se tiene a 3 (SL, ET, EM); el criterio donde se destacan los sistemas de producción de cacao en Shushufindi es en manejo de suelo, salud, alimentación, rendimiento dados por las condiciones climáticas favorables.

Lejos de mostrarse como una competencia entre sistemas, se presenta como un importante aviso para productores, instituciones de apoyo y entidades estatales, previo a fortalecer los puntos con falencias, como el autoconsumo, el factor económico, diversidad, el factor organizativo y técnico (conocimientos e instalaciones) lo cual requieren ser atendidos de manera urgente para incrementar la resiliencia.

Es importante mencionar que, al hablar de aspectos técnicos, no incluye el manejo del cultivo con agroquímicos como se ha venido haciendo hasta la actualidad, sino más bien, con prácticas sostenibles y amigables con el medio ambiente, debido a que en un contexto de cambio climático cada recurso debe ser cuidado y preservado, ya que, los recursos son cada vez más escasos y deteriorados, es por ello que se requiere dar un giro notable al sistema de producción basado en el cultivo intensivo y uso de agroquímicos que deteriora agua, suelos, aire y bosques.

4.4. Análisis estadístico de la resiliencia final ponderada

Al tratarse de 10 sistemas de producción para el análisis de resiliencia, se consideró la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, analizando para ello los factores condición contexto, diversidad, capacidad de transformación (Ver anexo 11) y resiliencia final ponderada.

Tabla 29
Prueba de normalidad de factores de resiliencia

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Condición contexto	,141	10	,200 [*]	,959	10	,772
Diversidad	,204	10	,200 [*]	,917	10	,330
Capacidad de transformación	,235	10	,124	,905	10	,247
Resiliencia final ponderada	,268	10	,041	,849	10	,057

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software SPSS con valores recopilados en campo

Elaboración: Propia

De acuerdo con la significancia de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk (Tabla 29), las 4 variables analizadas presentaron una distribución normal, por lo cual, para el análisis de correlación estadística se ha utilizado la prueba de correlación de Pearson.

4.4.1. Pruebas de significancia

Tabla 30
Correlación entre variables resiliencia final vs condición contexto

		Resiliencia final ponderada	Condición contexto
Resiliencia final ponderada	Correlación de Pearson	1	,677 [*]
	Sig. (bilateral)		,031
	N	10	10
Condición contexto	Correlación de Pearson	,677 [*]	1
	Sig. (bilateral)	,031	
	N	10	10

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Software SPSS con valores recopilados en campo

Elaboración: Propia

En la tabla 30 se observa que, de acuerdo con los valores de significancia estadística de la correlación de Pearson, se ha deducido que, entre la resiliencia final y la condición contexto se tiene una correlación positiva moderada de 67,7%.

Tabla 31
Correlación entre variables resiliencia final vs diversidad

		Resiliencia final ponderada	Diversidad
Resiliencia final ponderada	Correlación de Pearson	1	,936 ^{**}
	Sig. (bilateral)		,000
	N	10	10
Diversidad	Correlación de Pearson	,936 ^{**}	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	10	10

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Software SPSS con valores recopilados en campo

Elaboración: Propia

En la tabla 31 se tiene los valores de la correlación entre las variables resiliencia final y diversidad, se evidencia la existencia de una correlación positiva muy fuerte de 93,6%, lo cual nos ratifica con un gran porcentaje de certeza que la resiliencia del sistema depende en gran medida de la diversidad que este posea.

Tabla 32
Correlación entre variables resiliencia final vs capacidad de transformación

		Resiliencia final ponderada	Capacidad de transformación
Resiliencia final ponderada	Correlación de Pearson	1	,914**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	10	10
Capacidad de transformación	Correlación de Pearson	,914**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	10	10

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Software SPSS con valores recopilados en campo

Elaboración: Propia

Finalmente, en la tabla 32 se observa la correlación entre las variables resiliencia final y la capacidad de transformación, existiendo una correlación positiva fuerte de 91,4%.

Los resultados estadísticos permiten concluir con un 95% de certeza que, la resiliencia de los sistemas de producción de cacao en Shushufindi depende en gran medida de la diversidad a través de sus diferentes prácticas de manejo de cultivo, prácticas de manejo de suelo, diversidad vegetal y su autoconsumo. Por esta razón constituye un punto indispensable y urgente, fomentar las prácticas que contribuyan a mejorar las falencias mostradas.

Por otro punto, también se puede afirmar con un 95% de certeza que la resiliencia final de los sistemas de producción de cacao en Shushufindi, dependen en gran medida de la capacidad de transformación que estos puedan tener, para lo cual es importante superar los puntos bajos donde se evidenció falencias como la parte organizativa, para ello es importante el involucramiento de organizaciones o asociaciones de apoyo hacia los sistemas de producción lo cual permita crear importantes redes de apoyo con miras a eventos de cambio climático; así también superar muchas complicaciones técnicas, como los conocimientos en temáticas de cambio climático y agroecología en miras de una producción sostenible y resiliente. Finalmente, el punto donde se requiere atención urgente es la parte económica para ello es importante crear sostenibilidad desde la propia finca para maximizar ingresos, así también como el fomento de la seguridad y soberanía alimentaria.

Conclusiones

Dados los resultados obtenidos en la fase de campo y luego del análisis estadístico, podemos evidenciar que el rendimiento actual en los sistemas de producción de cacao de Shushufindi dependen en gran medida del cuidado que recibe la planta para el control de la infestación, a su vez, no existe suficiente sustento para afirmar que la diversidad presente en el cultivo contribuye a mejorar el rendimiento, sino más bien, puede ser una variable importante en otro tipo de análisis como la resiliencia del sistema a cambios o perturbaciones.

Considerando la percepción de los productores de los sistemas de cacao de Shushufindi, ha existido cambios en el clima, los cuales vienen dados por una sensación térmica mayor y disminución de días con precipitación, además de la existencia de eventos extremos dados por la intensidad de las precipitaciones, sin embargo, es importante acotar que la memoria de las personas almacena información reciente y no pueden cuantificar con exactitud este tipo de fenómenos, para lo cual es importante precisar y complementar la información mediante datos de clima de manera desglosada, los cuales permitan analizar con claridad la variación de los parámetros del clima en etapas marcadas del año.

Analizando los datos climatológicos no se evidencia un cambio notorio en las series anuales para temperatura, precipitación y humedad, sin embargo, en el desglose por fases del cultivo de cacao es notorio que en los últimos 5 años ha existido una disminución de precipitación e incremento de extremos de temperatura en los meses de cosecha y floración baja (julio-octubre) corroborando con ello la percepción de los productores, estas variaciones no han perjudicado en gran medida los rendimientos de los sistemas de producción de cacao debido a que la fase de cultivo más importante se da entre los meses de marzo-junio, en los cuales se coincide con cierta estabilidad del clima favoreciendo la maduración, cosecha y secado del producto.

Los sistemas de producción de cacao AF de Shushufindi presentaron una mayor resiliencia que los sistemas de producción de cacao de MN en 10 de los 11 criterios analizados (excepto rendimiento), sin embargo, existen puntos claves en los que se tiene que mejorar si se pretende incrementar la resiliencia presentada actualmente. Entre los factores a mejorar están el autoconsumo (clave para la soberanía y seguridad alimentaria),

el aspecto técnico como capacitaciones en cambio climático y agroecología, que permitirán tener una noción clara de los efectos del cambio climático, así como herramientas para una producción sostenible; la diversidad vegetal también es un criterio a mejorar ya que, no solo se estaría mejorando la estabilidad del sistema ante perturbaciones, sino que contribuirá a no tener dependencia total del cacao.

Analizando la resiliencia por sistemas monocultivos (MN) y agroforestales (AF), se puede evidenciar que, en los sistemas de monocultivos, aunque se tienen rendimientos mayores que en los agroforestales, esto no es significativo en la rentabilidad económica final, motivo por el cual se requiere potencializar otros criterios que contribuyan a incrementar su resiliencia.

En los sistemas de producción de cacao MN y AF analizados se dispone de importantes prácticas de manejo de suelo, estas prácticas vienen dadas por el uso de guadaña para el control de malezas con lo cual se ha minimizado en gran medida el uso de herbicidas que deterioran la capa fértil del suelo.

Dadas las altas precipitaciones que se tienen durante todo el año en el cantón Shushufindi, no se ha considerado al factor riego de cultivo como un punto determinante de análisis, sino más bien, se ha considerado a la capacidad de drenaje, esto por la topografía presente en algunos sistemas de producción, la poca retención hídrica debido a la baja disponibilidad de bosques cercanos y a eventos previos de inundaciones corroboradas por los entrevistados.

Recomendaciones

1. Es importante fomentar prácticas adecuadas para controlar la infestación en la planta de cacao, estas prácticas deben basarse en principios de sustentabilidad, las cuales permitan obtener rendimientos adecuados de cacao sin poner en riesgo la estabilidad del ecosistema.
2. Es importante la creación de estrategias que permitan recuperar espacios forestales, los cuales traen muchos beneficios asociados como captación de carbono y regulación hídrica, además de disminuir la sensación térmica evidenciada por la percepción de los productores.
3. Dado el bajo nivel de involucramiento en temáticas de cambio climático y agroecología, es urgente la difusión de temas afines entre los sistemas de producción, los cuales les permitan tener herramientas y alternativas importantes para el productor.
4. Una ventaja que se evidenció en ciertos sistemas de producción fue la presencia de marquesinas, esta infraestructura les permitía secar el grano disminuyendo pérdidas por días lluviosos, es por ello, que una buena estrategia entre los sistemas que aún no disponen de esta infraestructura es el fomento e incentivo de la construcción de marquesinas.
5. El criterio económico fue el punto más bajo evidenciado en el análisis de la resiliencia, aunque el cacao constituye un importante ingreso entre los productores, gran parte de los ingresos de este se destinan a gastos en alimentación y servicios básicos. El fomento de medidas que disminuyan esta dependencia es importante, con prácticas como el autoconsumo y la diversidad de cultivos, mejorar estos criterios contribuirían no solo a la soberanía y seguridad alimentaria, sino que, se tendría gastos menores por compra de alimentos y ese rubro podría ser destinado para cubrir otras necesidades.
6. Los efectos del cambio climático en el lugar de estudio son aún inciertos, por esta razón, es importante prevenir el riesgo creando estrategias de adaptación al cambio climático, para lo cual, disminuir la vulnerabilidad a eventos de sequías e inundaciones constituye la principal tarea. En el presente documento se han creado importantes hallazgos visuales que pueden ser útiles y aplicables en la

toma de decisiones, como la mejora de la capacidad de drenaje y el manejo de adecuada cobertura vegetal con sus beneficios asociados.

Bibliografía

- agrar PROJEKT. 2018. «Instructivo para toma correcta de muestras de suelo en Cacao», 4-5.
- Altieri, Miguel a., y Victor Manuel Toledo. 2010. «La revolución agroecológica en América Latina», n.º 42.
- Altieri, Miguel A. 2015. «Agroecología : principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables». *Ediciones Científicas Americanas*, n.º June.
- Altieri, Miguel a, y Clara Nicholls. 2008. «Los impactos del cambio climatico sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas». *Agroecologia 3*: 7-28.
doi:<http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/95471>.
- Anchante, A, A Bussalleu, L Castaño, y A Valdés-Velásques. 2012. «El cambio climático en los Andes y la Amazonía». *UICN*.
- Bates, B, S Kundzewicz, S Wu, y J Palutikof. 2008. *El Cambio Climático y el Agua*. Editado por Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. *Library*. ISBN: 978-. Ginebra-Suiza.
- Beer, John, Celia Harvey, Muhammad Ibrahim, Jean Michel Harmand, Eduardo Somarriba, y Francisco Jiménez. 2003. «Servicios ambientales de los sistemas agroforestales 1». *Agroforestería en las Américas 10*: 417-24.
- Caldas, Roberto. 2013. «Entre la agricultura convencional y la agroecología. El caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el municipio de Sylvania», 1-120.
- Carles. 2016. «Monocultivos una práctica poco amigable con el planeta». *Agroptima*.
<https://www.agroptima.com/es/blog/monocultivos-una-practica-poco-amigable-con-el-planeta/>.
- Cepal. 2014. «Diagnóstico de la Cadena Productiva del Cacao en el Ecuador», 10.
- Clínica Ambiental. 2009. «Huerta para la soberanía alimentaria en la región Amazónica». Quito-Ecuador.

- Cordoba, Cindy. 2016. «Resiliencia y variabilidad climática en agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca - Colombia)», 210.
- Córdova, Victor, Miguel Sanchez, Nestor Estrella, Engelberto Sandoval, y Carlos Ortíz. 2001. «Factores que afectan la producción de cacao(*Theobroma cacao* L .) en El Ejido Francisco I. Madero del Plan Chontalpa, Tabasco, México», 93-100.
- Davies, Ajewole, y Iyanda Sadiq. 2010. «Effect of Climate Change on Cocoa Yield: A Case of Cocoa Research Institute (CRIN) Farm, Oluyole Local Government Ibadan Oyo State». *Journal of Sustainable Development in Africa* 12 (1): 350-58.
- Duval, Soledad, y María Campo. 2016. «Variaciones microclimáticas en el interior y exterior del bosque de caldén (*Prosopis caldenia*), Argentina». *Cuadernos de Geografía* 26: 37-49. doi:10.15446/rcdgv26n1.42372.
- Enríquez, Gustavo. 2016. «Cacao orgánico: Guía para productores ecuatorianos» 1 (4): 13-16.
- FAO. 2016. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación: Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria*.
- . 2017a. «Carbono orgánico del suelo el potencial oculto». Roma, Italia.
- . 2017b. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*.
- . 2017c. «El trabajo de la FAO sobre el cambio climático».
- . 2018a. *El estado de los bosques del mundo*. Roma, Italia.
- . 2018b. «Sistemas de producción agropecuaria y pobreza». http://www.fao.org/farmingsystems/description_es.htm.
- GAD Shushufindi. 2015a. «ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN SHUSHUFINDI».
- . 2015b. «Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial».
- GIZ. 2016. «Guía técnica para el establecimiento y manejo del cacao super árbol».
- Gliessman, S, F Rosado, C Guadarrama, J Jedlicka, V Mendez, R Cohen, L Trujillo, C Bacon, y R Jaffe. 2013. «Agroecología : promoviendo una transición hacia la sostenibilidad». *Ecosistemas* 16 (February): 13-23. doi:10.1007/s13593-011-0065-

6.

Greenpeace. 2016. «crisis silenciosa».

GTZ. 2013. «El cambio climático influye en la agricultura. La agricultura influye en el cambio climático.», 1-35.

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2012. «Manejo fitosanitario del cultivo de cacao».

INEC-ESPAC. 2018. «FICHA DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L .)», 2017.

INIAP. 2011. «Manejo integrado de los principales problemas fitosanitarios del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona centro-norte de la Amazonía Ecuatoriana».

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2009. «Manual de cultivo de cacao para la Amazonía ecuatoriana», n.º 76.

IPCC. 2014a. *Cambio climático 2014 - Informe de síntesis*.
doi:10.1256/004316502320517344.

———. 2014b. «CAMBIO CLIMÁTICO 2014 Mitigación del cambio climático».
CAMBIO CLIMÁTICO 2014 Mitigación del cambio climático, 7-10.
doi:10.1256/004316502320517344.

Jacobi, Johanna, Monika Schneider, María Isabel Pillco Mariscal, Stephanie Huber, Simon Weidmann, y Stephan Rist. 2014. «La contribución de la producción del cacao orgánico a la resiliencia socio-ecológica en el contexto del cambio climático en el Alto Beni - La Paz». *Acta Nova* 6 (4): 351-83.

Kooperman, Gabriel, Yang Chen, Forrest Hoffman, Charles Koven, Keith Lindsay, Michael Pritchard, Abigail Swann, y James Randerson. 2018. «La respuesta de los bosques al aumento de CO2 impulsa el cambio de precipitación zonalmente asimétrico sobre las tierras tropicales». *Nature Climate Change*.
<https://www.nature.com/articles/s41558-018-0144-7>.

León, Tomás. 2009. «Agroecología: Desafíos de una ciencia ambiental en construcción». *Agroecología*, 7-17.

- MAG. 2015. «Cobertura y uso de la tierra: cantón Shushufindi», 1-71.
- . 2016. «Ficha Informativa de Proyecto 2015 Coordinación General de Redes Comerciales Dirección de Normativa Técnica de Circuitos Alternativos de Comercialización», 1-33.
- . 2018. «Rendimientos de cacao almendra seca (*Theobroma cacao*) en el Ecuador 2017». Quito-Ecuador.
- Magurran, Anne. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Editado por Ediciones Vedral. Primera ed. Barcelona-España.
- Mahli, Y, D D Baldocchi, y P G Jarvis. 1999. «the Carbon Balance of Tropical, Temperate and Boreal Forests». *Plant, Cell and Environment* 22 (6): 715-40. doi:10.1046/j.1365-3040.1999.00453.x.
- Malhi, Yadvinder, J Timmons Roberts, Richard A Betts, Timothy J Killeen, Wenhong Li, y Carlos A Nobre. 2008. «Climate Change, Deforestation, and the Fate of the Amazon». *Science* 169. doi:10.1126/science.1146961.
- Mendieta, Marcia, y Lester Rocha. 2007. «Sistemas agroforestales». *Universidad Nacional Agraria - Nicaragua*, 104. doi:10.1007/s13398-014-0173-7.2.
- Moreno, Claudia. 2001. «Métodos para medir la biodiversidad». *M&T-Manuales y Tesis SEA*. Zaragoza.
- Naciones Unidas. 1992. «Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático». *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el ...* 62301: 98. doi:FCCC/INFORMAL/84. GE.05-62301 (S) 220705 220705.
- Naoki, Kazuya, Isabel Gómez, y Monika Schneider. 2017. «Selección de diferentes sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao*, Malvaceae) por aves en Alto Beni, Bolivia - una prueba de cafetería en el campo». *Ecología en Bolivia* 52 (2): 100-115.
- Nicholls, Clara, y Miguel Altieri. 2013. «Agroecología y Cambio climático: Metodologías para evaluar la resiliencia socio-ecológica en comunidades rurales».
- Nicholls, Clara, Alejandro Henao, y Miguel Altieri. 2015. «Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático». *Agroecología* 10 (1): 7-31.

- Ocampo, Olga. 2011. «El cambio climático y su impacto en el agro». *Revista de Ingeniería*, 115-23.
- OTCA. 2014. «El Cambio Climático en la Región Amazónica».
- Oxfam Internacional. 2017. «Capacidades de resiliencia», 1-8.
- Prüssmann, Johanna, César Suárez, y María Elfi. 2017. *Atlas of Conservation opportunities in the Amazon biome under climate change considerations*.
- Rosero, Jose Luis. 2012. «Apuntes de economía ecológica». *Boletín económico de ICE, Información Comercial ...*, n.º 2767: 69-75.
- Salazar, Maricarmen, Lucy Mora, Bruno Chávez, Daniel Gómez, Olivia Zamora, y Blanca Prado. 2018. «Susceptibilidad del suelo al impacto humano: caso del herbicida atrazina». *Sociedad Geológica Mexicana* 70 (1): 95-119.
- Sarandón, Santiago Javier, y Claudia Flores. 2014. *Agroecología : bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. Editado por Editorial de la Universidad de la Plata. Primera ed. Buenos Aires.
- Scalone, Miguel. 2011. «Sistemas de producción agropecuarios». *El enfoque de sistemas*.
- Sepúlveda, Claudia, y Ibrahim Muhammad. 2009. *Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas*. Vol. 1.
- Stern, Nicholas. 2006. «Implications of Climate Change for Development». *Stern Review Report on the Economics of Climate Change*, 92-121.
- Tinoco, Héctor, y Diana Ospina. 2010. «Análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución del tiempo de secado». *EIA*, 53-63.
- Viguera, Barbara, M. Ruth Martinez-Rodriguez, Camila I. Donatti, Celia A. Harvey, y Francisco Alpizar. 2017. «El clima, el cambio climático, la vulnerabilidad y acciones contra el cambio climático: Conceptos básicos», 44.
- Viteri, Oswaldo. 2013. «Evaluación de la Sostenibilidad de los cultivos de café y cacao en las provincias de Orellana y Sucumbíos-Ecuador».
- . 2017. «Organizational structure and commercialization of coffee and cocoa in the northern amazon region of Ecuador», 266-87.

Anexos

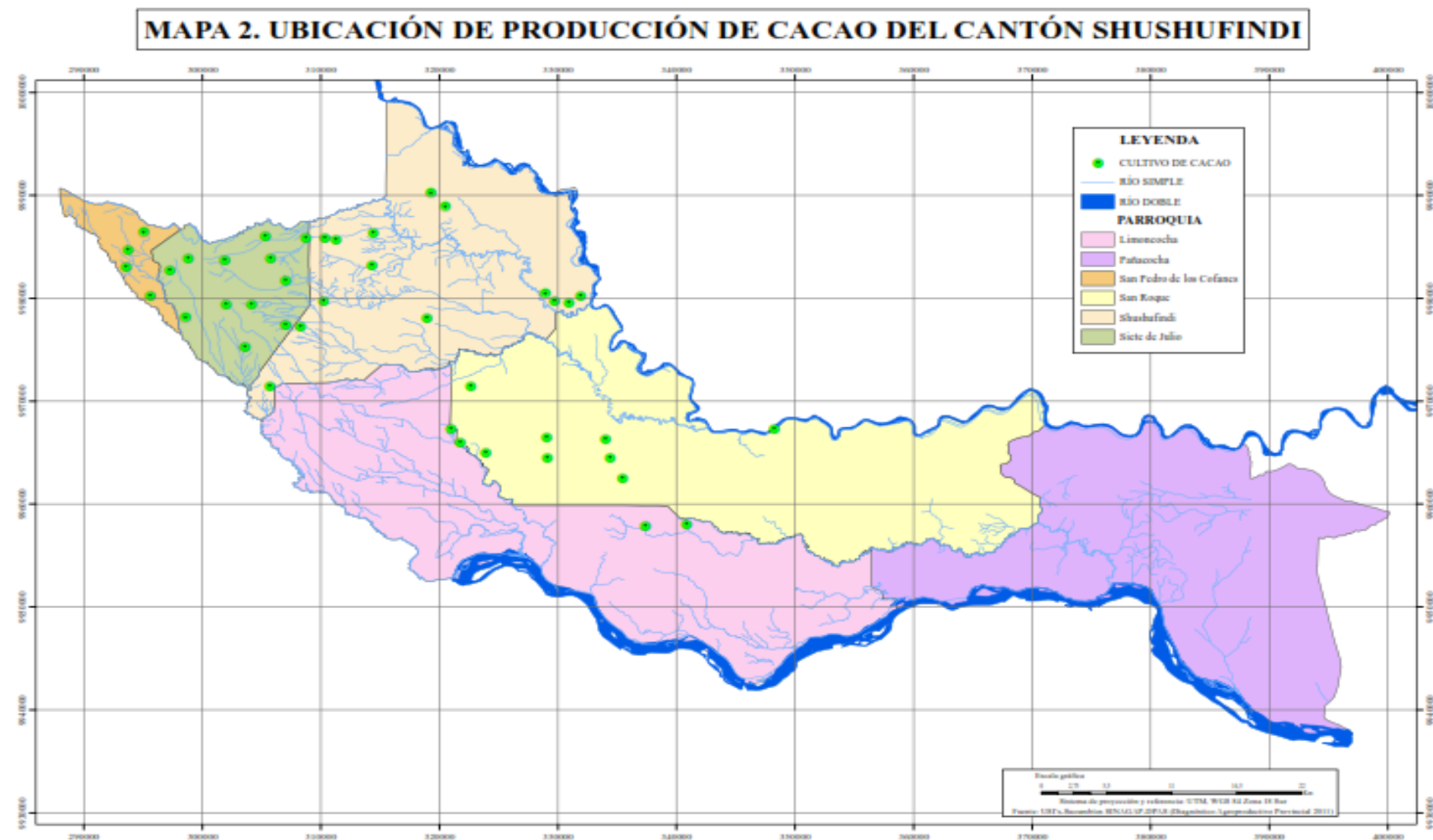
Anexo 1

Sistemas productivos y cultivos principales de Shushufindi

Sistema Productivo	Superficie aproximada (ha)	Porcentaje (%)
Mercantil	35.952	15,09
Pasto cultivado	21.386	8,97
Cacao	7.240	3,04
Palma africana	4.043	1,70
Pasto cultivado con presencia de árboles	1.328	0,56
Café	846	0,35
Maíz duro	511	0,21
Plátano	343	0,14
Malanga	76	0,03
Granja piscícola	59	0,02
Yuca	42	0,02
Misceláneo de frutales	23	0,009
Palmito	14	0,01
Naranja	13	0,01
Papaya	11	0,005
Maíz suave	7	0,003
Mango	5	0,002
Piña	3	0,001
Caña de azúcar artesanal	1	0,001
Empresarial	14.092	5,91
Marginal	4.544	1,91
Pasto cultivado	2.355	0,99
Cacao	1.072	0,45
Plátano	291	0,12
Maíz duro	262	0,11
Pasto cultivado con presencia de árboles	230	0,10
Café	218	0,09
Palma africana	63	0,026
Yuca	17	0,01
Malanga	12	0,01
Caña de azúcar artesanal	8	0,003
Naranja	7	0,003
Granja piscícola	6	0,003
Piña	2	0,001
Combinado	1.314	0,55
Palma africana	1.314	0,55
No aplica	182.419	76,54
TOTAL	238321	100

Fuente: TRACASA NIPSA, 2015 , citado en (MAG 2015, 45)

Anexo 2. Distribución de la producción de cacao en Shushufindi

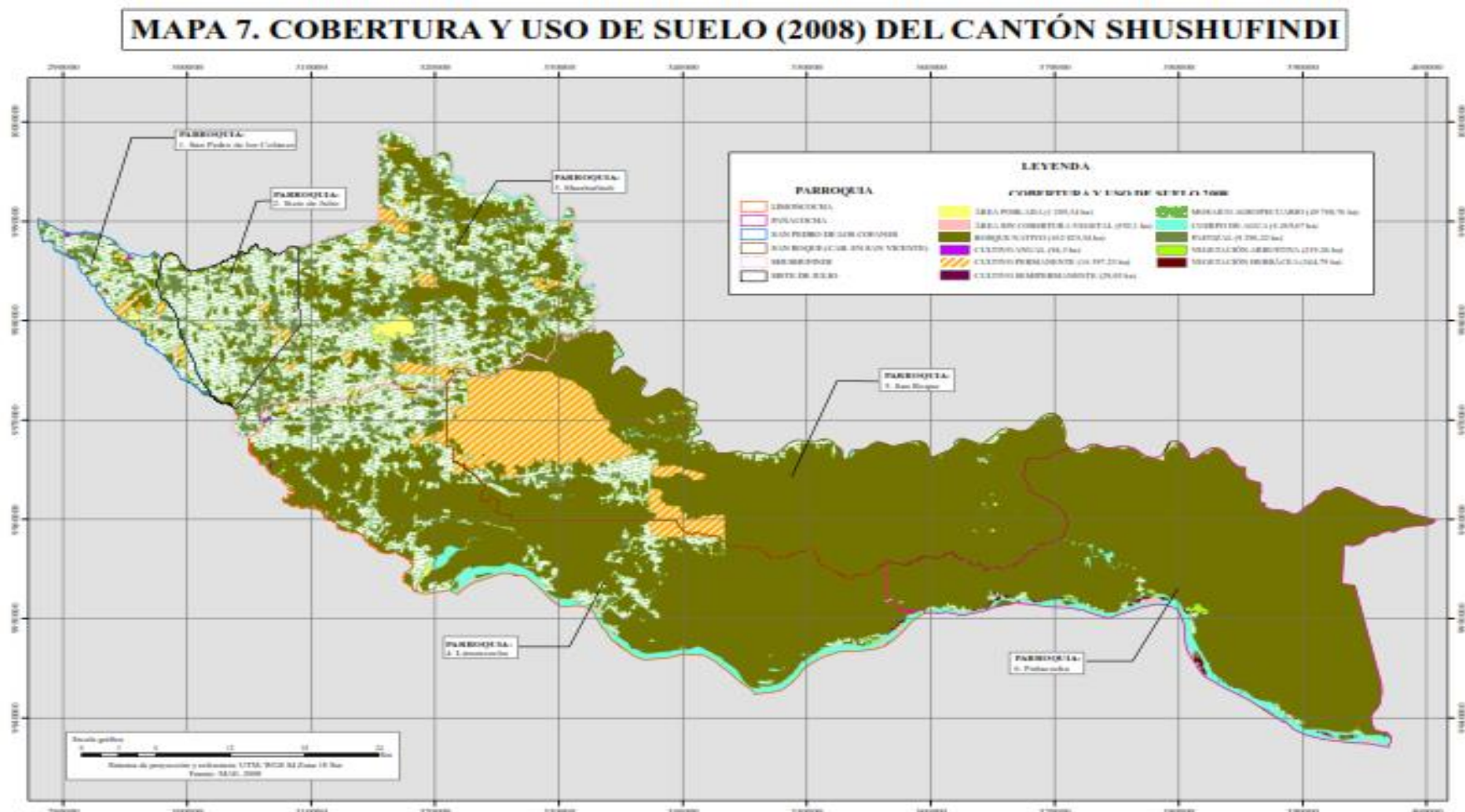


Fuente: (GAD Shushufindi 2015b)

Anexo 3
Principales plagas del cacao en Shushufindi

Infestación	Descripción
<p data-bbox="432 376 577 414"><u>Monialisis</u></p> 	<p data-bbox="794 338 1323 943">La moniliasis del cacao es producida por el hongo <i>Moniliophthora roreri</i>, que se alimenta de los frutos del cacao y, por tanto, los daña al provocar la pudrición del grano. Los daños ocasionados por la moniliasis varían con el manejo del cultivo, las condiciones ambientales y la semilla de cacao utilizada. Por esto; es importante tener en cuenta que su impacto es muy variable dentro de los mismos clones o híbridos. En plantaciones ubicadas en zonas húmedas y sin un manejo adecuado del cultivo, es frecuente observar pérdidas superiores al 80%. Sin embargo, bajo condiciones de manejo óptimas, los daños se disminuyen considerablemente a niveles inferiores al 8% (ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) 2012, 6).</p>
<p data-bbox="392 1019 619 1057"><u>Escoba de bruja</u></p> 	<p data-bbox="794 981 1323 1391">Enfermedad que ataca el cultivo de cacao. Es causada por el hongo <i>Crinipellis pernicioso</i> <i>Moniliophthora pernicioso</i> y afecta los tejidos en crecimiento de la planta. Provoca malformación en los brotes jóvenes, flores y frutos malformados. En la época seca el patógeno sobrevive en las escobas y frutos momificados que permanecen adheridos al árbol y se reactiva cuando llegan las lluvias, emitiendo los paraguas denominados basidocarpos (ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) 2012, 8).</p>
<p data-bbox="400 1480 611 1518"><u>Mazorca negra</u></p> 	<p data-bbox="794 1442 1323 1778">Es una enfermedad causada por el hongo <i>Phytophthora sp.</i> Ataca raíces, hojas, tallos, frutos y ramas del cacao. El inicio del proceso de infección depende de las condiciones ambientales, la humedad relativa alta y las bajas temperaturas. Las épocas de lluvias, por ejemplo, son favorables para la liberación de las esporas y su dispersión (ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) 2012, 11).</p>

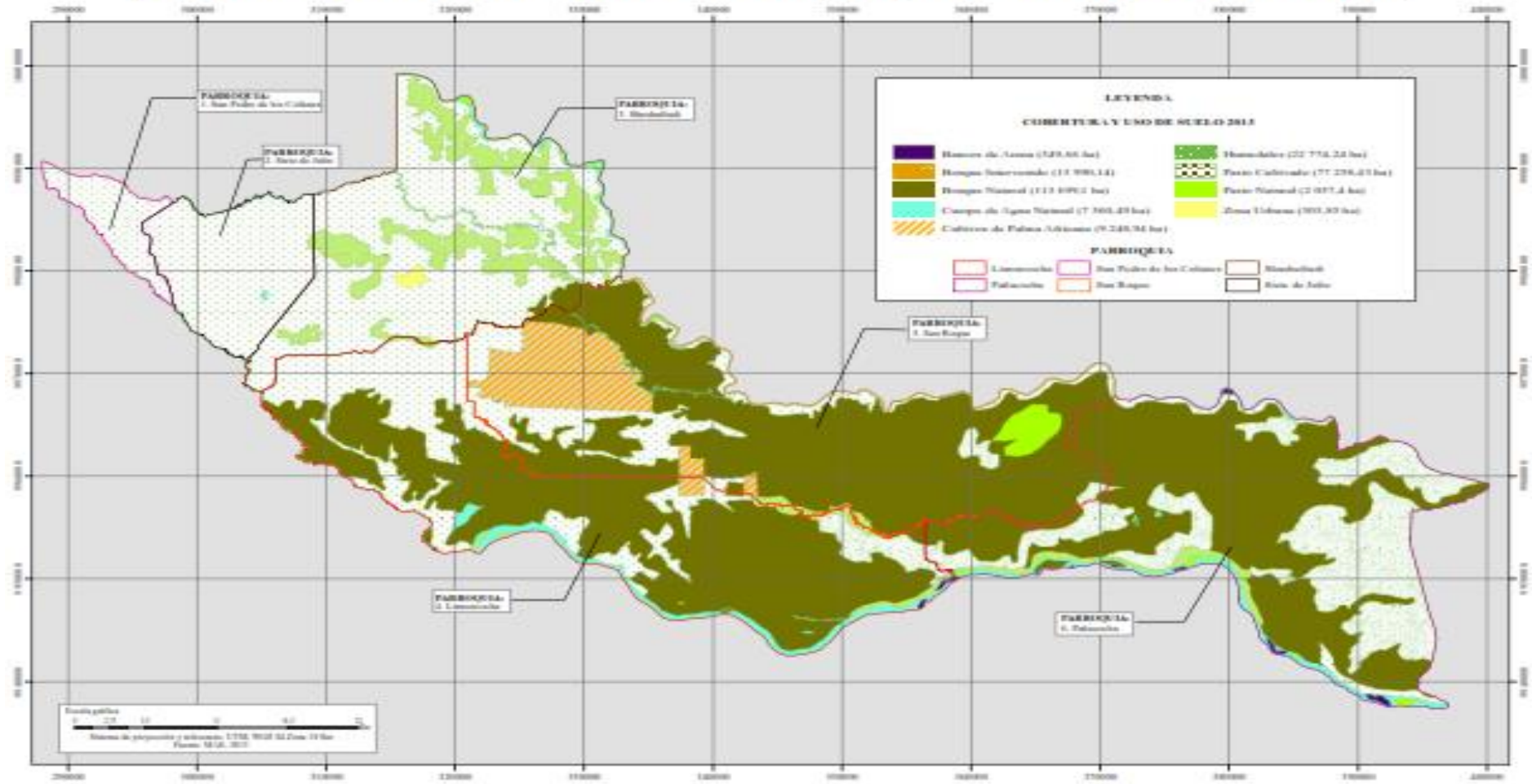
Anexo 4. Mapa de cobertura y uso del suelo del cantón Shushufindi, año 2008



Fuente: (GAD Shushufindi 2015a, 3)

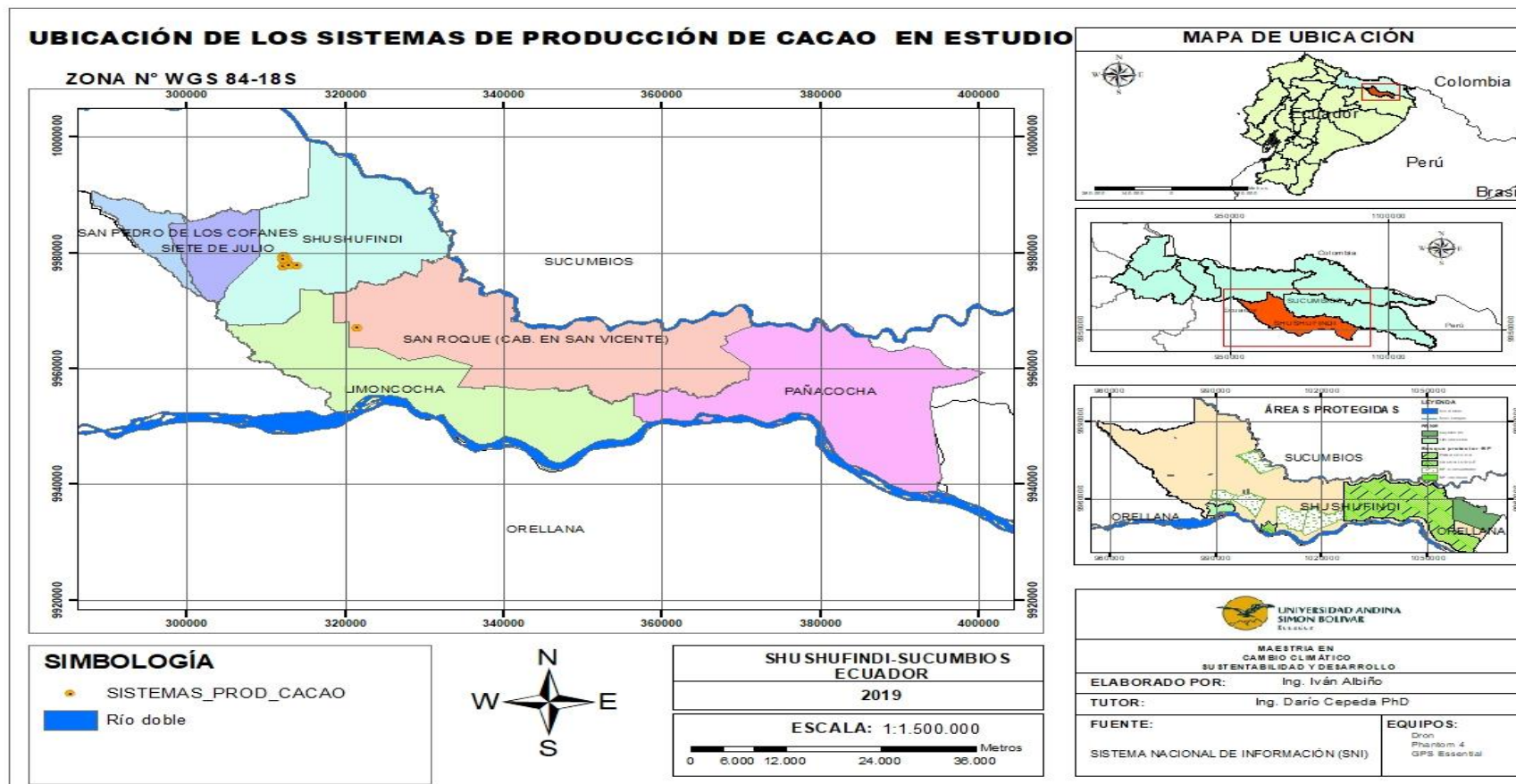
Anexo 5. Mapa de cobertura y uso del suelo, año 2013

MAPA 8. COBERTURA Y USO DE SUELO (2013) DEL CANTÓN SHUSHUFINDI



Fuente: (GAD Shushufindi 2015a, 3)

Anexo 6. Ubicación de los sistemas de producción de cacao estudiados en Shushufindi



Fuente: Sistema Nacional de Información (SIN) y datos recopilados en campo

Elaboración: Propia

Anexo 7. Formato para determinación de rendimiento de cacao

FORMATO PARA CUANTIFICACIÓN DE RENDIMIENTO DE PLANTAS DE CACAO						
Proyecto	Influencia del Cambio Climático en los cultivos de cacao del cantón Shushufindi					
Tipo de Sistema						
Variedad de cacao				Propietario		
Fecha				Extensión de parcela		
Ubicación						
Núm. Planta	Ubicación		Núm. de vainas	Peso granos buenos (gramos)	Peso granos malos (gramos)	Peso total (gramos)
Código	Coord. X	Coord. Y				
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Total						
Observaciones:						

Anexo 8. Formato para determinación de infestación en plantas de cacao

FORMATO PARA DETERMINACIÓN DE INFESTACIÓN EN PLANTAS DE CACAO							
Proyecto	Influencia del Cambio Climático en los cultivos de cacao del cantón Shushufindi						
Tipo de Sistema							
Variedad de cacao				Propietario			
Fecha				Parcela			
Ubicación							
<i>Valoración: 1: sana; 2 ligeramente infestada; 3: infestada</i>							
Núm. Planta	Ubicación		Núm. de infestaciones	Monialisis	Escoba de bruja	Otra	Valoración
	Código	Cood. X					
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
TOTAL							
Observaciones:							

Anexo 10. Guía de entrevista semiestructurada- percepción de productores

Influencia del Cambio Climático en los cultivos de cacao del cantón Shushufindi

Tipo de Sistema:

Variedad de cacao

Extensión:

Propietario:

Fecha:

Ubicación:

Años de residencia:

Percepción de los productores acerca del cambio climático

Pregunta 1: ¿De acuerdo con los años que habita en la zona que cambios ha evidenciado en el clima?

Pregunta 2 ¿Cómo han influido estas variaciones de clima en la producción y rendimiento del cacao?

Pregunta 3. ¿Ha presenciado en el sector, eventos extremos de clima en los últimos 5 años, como por ejemplo sequías prolongadas, precipitaciones intensas, olas de calor, vientos, etc?

Pregunta 4. ¿La producción de cacao abastece económicamente las necesidades y gastos a cubrir en la familia?

Pregunta 5. ¿Considera que ha existido una adecuada atención estatal para mejorar la situación actual de los sistemas productivos de cacao?

Anexo 11. Matriz para valoración de resiliencia climática

INDICADORES DE RESILIENCIA EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CACAO		
Matriz Adaptada del trabajo Doctoral "Resiliencia y variabilidad climática en agroecosistemas cafetaleros en Anolaima Cundinamarca-Colombia" (Córdova, 2016)		
CONTEXTO		
Criterios biofísicos		
Indicador		1
Pregunta	Cantidad de fuentes de agua en la finca	Respuesta
Opciones	no tiene	0
	muy baja	1
	baja	2
	media	3
	alta	4
	muy alta	5
Indicador		1
Pregunta	Caudal de fuentes de agua	Respuesta
Opciones	no hay caudal	0
	muy pequeño	1
	pequeño	2
	mediano	3
	grande	4
	muy grande	5

Indicador		2
Técnico: En base a datos de estaciones meteorológicas cercanas		
Los rangos han sido calculados de acuerdo a parámetros (T, P y H) óptimos para el cultivo de cacao		
Pregunta	Temperatura	C27
Rango		=SI(C27>31;0;(SI(Y(C27>=0;C27<=20);0;SI(Y(C27>=20;C27<=25);((C27-20));SI(Y(C27>25;C27<=31);(5-(C27-25)*(5/6))))))
Pregunta	Precipitación	C29
Rango		=SI(C29>3500;0;(SI(Y(C29>=0;C29<=1500);0;SI(Y(C29>=1500;C29<=2500);((C29-1500)*(5/1000));SI(Y(C29>2500;C29<=3500);(5-(C29-2500)*(5/1000))))))
Pregunta	Humedad	C31
Rango		=SI(C31>85;0;(SI(Y(C31>=0;C31<=70);0;SI(Y(C31>=70;C31<=80);((C31-70)*(5/10));SI(Y(C31>80;C31<=85);(5-(C31-80)*(5/5))))))

Indicador		3
Pregunta	Porcentaje de pendientes de la finca	Respuesta
Opciones	75	0
	50-63	1
	37-50	2
	25-37	3
	12 a 25	4
	12	5

Indicador		4
Respuesta: Promediada		
Pregunta	Cantidad de agua cercana a la finca (1 km a la redonda)	3
Opciones	alta	5
	media	3
	baja	1
Pregunta	Estado de conservación del bosque (1km a la redonda)	1
Opciones	alta	5
	media	3
	baja	1
Pregunta	Grado de conexión de bosques	1
Opciones	Bien conectados	5
	moderadamente conectados	3
	No conectados	1

Criterios Sociales

Indicador		5
Pregunta	Superficie de la finca (Ha)	C61
Rango	0-100%	=SI((C61/6)>=1,5; 5; (((C61/6)*5)))

Indicador		6
Pregunta	Propiedad de la tierra	R
Opciones	Sin tierra	0
		1
	arrendador	2
	poseedor (sin título)	3
		4
	Propietario (con título)	5

Indicador		7
Pregunta	Tiempo de residencia en la zona (años)	R
Opciones	menos de 1	0
	1 a 5	1
	5 a 10	2
	10 a 15	3
	15 a 20	4
	más de 20	5

Indicador		8
Pregunta	Las labores del campo son realizadas por	R

Opciones		0
	Adultos mayores	1
	Adultos y adultos mayores	2
	Adultos y jóvenes	3
	jóvenes	4
	Adolescentes	5

Indicador		9
Pregunta	Número de hijos mayores a 15 años	C92
Pregunta	Núm. hijos mayores a 15 años que ayudan en trabajos del campo	C93
Rango	> 0	=(C93/C92)*5

Indicador		10
Pregunta	Calificación al estado de las carreteras de acceso a la finca	R
Opciones	muy malo	0
	malo	1
		2
	regular	3
	bueno	4
	muy bueno	5

Indicador		11
Pregunta	Medios de comunicación: periódico, teléfono, internet, radio, tv	R
Opciones	Ninguna	0
	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	todas	5
Indicador		11
Pregunta	Calidad de las comunicaciones	R
Opciones	pésima	0
	mala	1
		2
	regular	3
	alta	4
	muy alta	5

Indicador		12
Pregunta	Estado de confort de la vivienda	R
Opciones	no tiene	0
	baja	1
		2
	media	3
		4
	alta	5

Indicador		13
Pregunta	Servicios públicos: alcantarillado, energía eléctrica, agua potable, alumbrado público, recolección de desechos	R
Opciones	Ninguna	0
	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	todas	5

Criterios de salud

Indicador		14
Pregunta	Posee agua potable	R
Opciones	no	0
		1
		2
		3
		4
	si	5

Indicador		15
Pregunta	Frutas y verduras consumidas en la dieta común familiar	C150
Rango	0-5	=SI((C150)>=5;5;(C150))
Indicador		16
Pregunta	Alimentos proteicos consumidos en la dieta común familiar	C154
Rango	0-5	=SI(C154<=10;C154*0,5;SI(C154>10;5))

Indicador		17
Pregunta	Frecuencia de enfermedades en la familia	R
Opciones	alta	0
		1
	media	2
		3
		4
	baja	5

Indicador		18
Pregunta	Frecuencia de actividad física	R
Opciones	ninguna	0
	poca	1
		2
	media	3
		4
	alta	5

Indicador		19
Pregunta	Cómo califica su servicio de salud	R
Opciones	pésima	0
	mala	1
		2
	media	3
	buena	4
	muy buena	5

ASPECTO DIVERSIDAD

Criterio prácticas de cultivo

Indicador		20
Pregunta	Número de variedad de semillas conservadas	C185
Rango	>0	=SI(C185<=10;C185*0,5;SI(C185>10;5))

Indicador		21
Pregunta	Porcentaje de sombra en el cultivo_ cacao	C190
Rango	0-100%	=SI(C190>50;0;(SI(Y(C190>=0;C190<=10);0;SI(Y(C190>=10;C190<=25);((C190-10)/(3));SI(Y(C190>25;C190<=50);(5-(C190-25)*(5/25))))))

Indicador		22
Pregunta	Cantidad de agua cosechada (almacenada)	R
Opciones	ninguna	0
	poca	1
		2
	media	3
		4
	alta	5

Indicador		23
Pregunta	Frecuencia de aplicación de plaguicidas	R
Opciones	alta	0
	media	1
		2
	baja	3
		4
	ninguna	5

Indicador		24
Pregunta	Frecuencia de aplicación de fertilizantes químicos	R
Opciones	alta	0
	media	1
		2
	baja	3
		4
	ninguna	5
Indicador		25
Pregunta	Insumos utilizados en toda la producción	C221
Pregunta	Insumos autogenerados por el productor	C222
Rango	> 0	=(C222/C221)*5

Criterio manejo de suelo

Indicador		26
Parámetro por llenar previo análisis de laboratorio		
Pregunta	% Materia orgánica en suelo	C227
Rango	> 0	=SI(C227>= 5; 5; SI(C227<=3,1; 0;((C227-3,1)*5/1,9)))

Indicador		27
Pregunta	Manejo de arvenses	2
Opciones	fumigación	0
	fumigación mensual y desbroce	1
	fumigación ocasional y desbroce	2
	desbroce únicamente	3
	desbroce y control animal	4
	control natural (hojarasca, descomposición)	5

Indicador		28
Pregunta	Capacidad de drenaje	5
Opciones	ninguno	0
	1-35%	1
		2
	35-65%	3
		4
	más de 65%	5

Indicador		29
Pregunta	Hojarasca y necromasa	4
Respuesta:		
Opciones	ninguno	0
	1-35%	1
		2
	35-65%	3
		4
	más de 65%	5

Criterio diversidad vegetal

Indicador		30
Valores obtenidos del inventario forestal		
Pregunta	Número de especies de árboles y arbustos en el cultivo	C263
Rango	0-5	=SI(C263>= 20; 5; SI(C263<=4; 0;((C263-4)*5/16)))

Indicador		31
Pregunta	Número de especies herbáceas y yerbas invasivas	C267
Rango	0-5	=SI(C267>= 10; 5; SI(C267<=2; 0;((C267-2)*5/8)))

Criterio autoconsumo

Indicador		32
Pregunta	Producción de animales y vegetales en la finca para autoconsumo familiar	C271
Rango	>0	=SI(Y(C271<=25);((C271-7,9282)*(5/17,3436));SI(Y(C271>25);5))

ASPECTO CAPACIDAD DE TRANSFORMACIÓN

Criterio organizativo

Indicador		33
Pregunta	Grado de conexión con la finca	R
Opciones	ninguno	0
		1
	bajo	2
	medio	3
		4
	alto	5
Indicador		34
Pregunta	Grado de formación política en la familia	R
Opciones	nulo	0
		1
	bajo	2
	medio	3
		4
	alto	5

Indicador		35
Pregunta	Vínculos con organizaciones y universidades	R
Opciones	ninguna	0
		1
	con una	2
		3
	con dos	4
		5
	más de dos	5

Indicador		36
Pregunta	Con cuantas redes de apoyo dispone	R
Opciones	ninguna	0
		1
	pocas	2
		3
		4
		5
	muchas	5
Indicador		37
Pregunta	A cuantas organizaciones pertenece	R
Opciones	ninguna	0
		1
	una	2
		3
	dos	4
	más de dos	5

Indicador		38
Pregunta	Grado de decisión política en el círculo familiar	R
Opciones	nulo	0
		1
	bajo	2
	medio	3
		4
	alto	5
Indicador		39
Pregunta	Grado de decisión política de las mujeres en el círculo familiar	R
Opciones	nulo	0
		1
	bajo	2
	medio	3
		4
	alto	5

Crterios tcnicos

Indicador		40
Pregunta	Capacitaci3n en cambio clim3tico	R
Opciones	nunca	0
		1
	ocasionalmente	2
		3
		4
	varias veces	5
Indicador		41
Pregunta	Capacitaci3n o conocimientos en agroecolog3a	R
Opciones	no	0
		1
		2
	algunas	3
		4
	varias veces	5

Indicador		42
Pregunta	Instalaciones de procesamiento del cacao	R
Opciones	no posee	0
	muy mala	1
	malas	2
	regulares	3
	buenas	4
	muy buenas	5

Criterio de rendimiento

Indicador		43
Pregunta	producción de cacao en kg/planta	C368
Rango	>0	=SI(C368<=0,62;C368*(5/0,62);5)

Criterio económico

Indicador		44
Pregunta	Total, de venta de productos agrícolas distintos al cacao	C372
Pregunta	Total, de gastos en producción y comercialización, distintos al cacao	C373
Pregunta	Total, de ingresos adicionales al cacao	C374
Rango	> 0	=SI((((C372+C374+C388)-(C373+C389))/12)>=(C387*2);5;(SI(Y((((C372+C374+C388)-(C373+C389))/12)>=C387;(((C372+C374+C388)-(C373+C389))/12)<(C387*2));(((C372+C374+C388)-(C373+C389))/12)-C387)*(5/C387);0)))

Indicador		45
Pregunta	Cómo califica su capacidad de ahorro	3
Opciones	nulo	0
		1
	bajo	2
	media	3
		4
	alta	5

Indicador		46
Pregunta	Salario mínimo mensual del año 2017	375
Pregunta	Total, de venta de cacao del año anterior	C388
Pregunta	Gastos en producción y comercialización (Incluyendo jornales familiares, externos, transporte)	C389
Rango	> 0	=SI(((C388-C389)/12)>=(C387*2);5;(SI(Y(((C388-C389)/12)>=C387;((C388-C389)/12)<(C387*2));(((C388-C389)/12)-C387)*(5/C387);0)))

Anexo 12. Listado de coeficientes de ponderación de las 46 variables

Aspecto	Criterio	Ítem	Indicador	Coefficiente de importancia
1. CONDICIÓN CONTEXTO	Biofísico	1	Ríos, quebradas y cuerpos de agua (cantidad y tamaño)	2,85
		2	<u>Clima</u>	2,19
		3	Relieve	1,34
		4	Cercanía a bosques y fuentes de agua	2,28
	Rasgos Sociales	5	Tamaño de la tierra	2,42
		6	Propiedad de la tierra	3,26
		7	Tiempo de permanencia	0,48
		8	Edad familia	1,11
		9	Número de hijos trabajando el campo	0,61
		10	Estado de carreteras	0,64
		11	Calidad y acceso a comunicaciones (periódico, teléfono, internet, radio, Tv)	0,33
		12	Calidad (Confort) de vivienda	0,59
		13	Servicios públicos	0,44
	Salud	14	Agua potable	3,53
		15	Frecuencia de consumo de frutas y verduras	2,03
		16	Frecuencia de consumo de alimentos proteicos	1,89
		17	Enfermedades presentes en la familia	1,12
		18	Actividad física	0,87
		19	Calidad del servicio de salud	2,53
2. DIVERSIDAD	Prácticas de cultivo	20	Conservación de semillas	1,5
		21	<u>Sombra</u>	1,83
		22	Cosecha de agua	4,33
		23	Uso de plaguicidas	0,74
		24	Uso de fertilizantes	1
	Manejo del suelo	25	Insumos	1,45
		26	<u>Materia orgánica</u>	2,73
		27	Manejo de arvenses	1,42
		28	<u>Capacidad de drenaje</u>	2,17
	Diversidad vegetal	29	<u>Hojarasca y necromasa</u>	1,03
		30	Árboles y arbustos	2,34
Autoconsumo	31	Arvenses	1,7	
	32	Alimentos producidos y consumidos	7,74	
3. CAPACIDAD DE TRANSFORMAR	Organizativo	33	Grado de pertenencia (vida en el campo-ventajas)	6,28
		34	Formación política	4,18
		35	Vínculo con Universidades u organizaciones	1,54
		36	Redes de apoyo	2,27
		37	Pertenencia a organizaciones y/o cooperativas	3,84
		38	Grado de decisión política	3,82
		39	Grado de decisión política de las mujeres	2,66
	Técnicos	40	Capacitación en Cambio Climático	0,63
		41	Conocimientos Agroecológicos	0,73
		42	Instalaciones de procesamiento de cacao	1,3
	Rendimiento	43	Productividad de cacao	2,12
	Económico	44	Ingresos	3,83
		45	Capacidad de ahorro	2,39
		46	Rentabilidad de venta de cacao	3,91
TOTAL				100

Nota: Los indicadores subrayados han sido modificados y adaptados al lugar de estudio y a las necesidades de la investigación

Fuente: Matriz tomada de (Cordoba 2016, 181), adaptada para el caso del cacao en Shushufindi