



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Comparación de la resiliencia de cuatro sistemas de producción de Café (*Coffea arabica* L.), Dipilto, Nueva Segovia, 2018-2019

Autores

Br. José René Jarquín Díaz
Br. Axell Iván Valenzuela Espinoza

Asesores

Ing. MSc. Álvaro Benavides González
Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales
Ing. Armando Misael Rivas

**Managua, Nicaragua
Marzo, 2020**



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Comparación de la resiliencia de cuatro sistemas de producción de café (*Coffea arabica* L.), Dipilto, Nueva Segovia, 2018-2019

Autores

Br. José René Jarquín Díaz
Br. Axell Iván Valenzuela Espinoza

Asesores

Ing. MSc. Álvaro Benavides González
Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales
Ing. Armando Misael Rivas

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito final para optar al grado académico de Ingeniero Agrónomo

**Managua, Nicaragua
Marzo, 2020**

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

MSc. Juan Carlos Moran Centeno
Presidente

MSc. Moisés Blanco Navarro
Secretario

MSc. Jorge Gómez Martínez
Vocal

Lugar y Fecha: Sala Magna Facultad de Agronomía 23 de marzo del 2020.

DEDICATORIA

A mis padres Bernardo René Jarquín Medina y Ramona Celina Díaz Matamoros por todos sus esfuerzos y sacrificios, quienes han sido mi inspiración día a día para pensar en un mejor futuro y salir adelante ante cualquier adversidad.

A mis hermanos Bernardo Miguel Jarquín Díaz y Scarleth del Carmen Jarquín Díaz por su ayuda y consejos motivándome a mejorar y alcanzar mis metas cada día.

A mi abuela Ana Jarquín (q.e.p.d), mis tíos Rogelio Díaz, José Jarquín, Miguel Lazo y Juan Jarquín (q.e.p.d) por haberme inculcado valores, principios, perseverancia y carácter para conseguir mis objetivos.

A Daniela Vega, por estar conmigo aconsejándome y apoyándome incondicionalmente durante todos mis cinco años, sus incansables deseos de superación me motivaron en gran medida a llegar a este punto de mi vida. Infinitas gracias.

A todos mis amigos y futuros colegas, en especial quiero mencionar a Miguel González, Silvio López, Adolfo Álvarez, Samuel Úbeda, Axell Valenzuela, Emilio Arriaza, Hayners Chavarría, Bernardino Arauz, Elvin Zeledón, Kevin Talavera, Johnry Hawkins, Bryan López, Jaring Briones, Elvin Carballo, Donald Flores, Luis Cruz, Anner Tinoco, Juver Suárez, Alexander González, Jannier Laguna, Jorge Gutiérrez, Jeyson Lira, David Laguna, Evert Mendieta, Alfredo Bonilla, Harrison Tellez, Beyner Acevedo, Marelin Muñoz, Gema Palma, Belén Martínez, Leandra Suárez, Wanky Castro, Alba Ortíz, Eugenia García, Samantha Quiñonez, Hilda Ruíz, María Avendaño, Heydi Fierro, Elliot Garrido y Jenny Pravia, quienes estuvieron apoyándome incondicionalmente, aconsejando e induciéndome por el camino correcto; más que compañeros a ustedes les atesoro como a una familia, les deseo éxitos en todos los retos venideros y metas que se propongan.

A los estudiantes y/o investigadores que encuentren en estas páginas algún dato útil y/o alicientes para futuras investigaciones.

Br. José René Jarquín Díaz

DEDICATORIA

Al concluir este trayecto de formación personal he decidido brindarles homenaje a aquellas personas que han hecho posible el cumplimiento de mis aspiraciones, razón por la cual dedico este trabajo de investigación:

Primeramente, a Dios, por ser el, quien nos brinda sabiduría y fortaleza para superar cada obstáculo de nuestras vidas.

A mi padre, Jimmy Valenzuela por su sacrificio y dedicación de sacarme adelante con mis estudios y ser un ejemplo de persona. A mi madre Negda Gutiérrez y mis dos hermanas, Jilliam Valenzuela e Ivanessa Valenzuela, quienes son mi guía para poder cumplir mis objetivos de vida. De manera especial a mi abuelo Evenor Valenzuela (q.e.p.d.) quien siempre me aconsejó y estuvo para mí en todo momento. A mi abuela, Hildegart Mierich, siendo ella mi segunda madre.

Br. Axell Iván Valenzuela Espinoza

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a mis principales formadores, mis padres Bernardo René Jarquín Medina y Ramona Celina Díaz Matamoros, quienes además de regalarme la vida, me han apoyado incondicionalmente en mi formación y me han transmitido todos sus conocimientos, consejos, experiencias y dedicación que los ha regido y los caracteriza.

A todos los docentes que participaron en mi formación profesional, en especial quiero mencionar al Lic. Emilio Fajardo, Ing. Francisca Mejía, MSc. Roberto Larios, PhD. Oscar Gómez, Ing. Hellen Velásquez, MSc. Martha Gutiérrez, MSc. Trinidad Castillo, MSc. Leonardo García, Ing. Andrés López, Lic. Robín Solano, Ing. Norland Méndez, Lic. María Aburto y Lic. Dilma López, que además de brindarme sus conocimientos, me alentaron con sus consejos, enseñanzas y confianza depositada en mí.

A mis asesores MSc. Henry Duarte, MSc. Álvaro Benavides e Ing. Armando Rivas por haber aportado sus conocimientos, confianza, tiempo y paciencia en la revisión de esta tesis.

A mi compañero y colega, Br. Axell Valenzuela, por ser un gran amigo y por haber contribuido significativamente en la elaboración y revisión de nuestro trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA) y a todo su personal docente y administrativo por brindarme la oportunidad y el espacio de superación y culminación de mis estudios superiores.

A los propietarios y caficultores de las fincas donde realizamos nuestro trabajo investigativo, Javier López, Basilio Castellano, Elida Maldonado y María Maldonado por tan buena disposición y colaboración que nos mostraron, quienes con cariño y humildad permitieron que trabajáremos en sus tierras para culminar nuestra formación.

Br. José René Jarquín Díaz

AGRADECIMIENTO

A mis familiares, quienes estuvieron a lo largo del trayecto de mi formación profesional, brindándome su apoyo. A mis amigos, que me dieron su amistad y me hicieron pasar buenos momentos.

A mis compañeros de carrera, los cuales hicieron de cada asistencia al aula de clase una experiencia inolvidable.

Al Sr. Víctor Robelo, quien me apoyo constantemente a lo largo de mi carrera.

Agradezco a cada docente que compartieron sus enseñanzas y consejos, en cada semestre.

A los productores Javier López, Basilio Castellano, Elida Maldonado y María Maldonado que nos brindaron su confianza y abrieron las puertas de sus unidades de producción para poder realizar el trabajo investigativo.

Muchas gracias a los asesores MSc. Álvaro Benavides González, MSc. Henry Alberto Duarte Canales e Ing. Armando Rivas quienes fueron la guía del camino correcto en la culminación de este trabajo de tesis.

Br. Axell Iván Valenzuela Espinoza

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	vii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. El cultivo de café en Nicaragua	4
3.2. El cultivo de café en el departamento de Nueva Segovia, Nicaragua	4
3.3. Agroecosistema de café (<i>Coffea arabica</i> L.)	5
3.3.1. Condiciones agroecológicas para el cultivo de café en Nicaragua	5
3.3.2. Zonas agroclimáticas del cultivo de café en Nicaragua	6
3.4. Manejo agroecológico en café	7
3.5. Impactos y efectos del cambio climático en el café	8
3.6. Resiliencia en agroecosistemas	9
3.6.1. Resiliencia de los agroecosistemas de café al cambio climático	10
3.6.2. Metodología para evaluar la resiliencia	11
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1. Ubicación del área de estudio	13
4.2. Condiciones climáticas de Nueva Segovia	14
4.3. Relieve y tipo de suelo del departamento	14
4.4. Descripción general de las Unidades Productivas (UP) evaluadas	14
4.5. Operacionalización de la resiliencia en el marco de la investigación	19
4.6. Propuesta de los indicadores	19
4.7. Descripción y ponderación de los indicadores elegidos	20
4.8. Diseño metodológico	23
4.9. Recolección de datos	24
4.10. Plan de tabulación y análisis de datos	25
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1 Dimensión Económica (IK)	26
5.1.1. Diversificación de la producción y superficie de producción de autoconsumo	28
5.1.2. Ingreso neto mensual por grupo	29

5.1.3.	Riesgo económico	29
5.1.4.	Rentabilidad del agroecosistema	31
5.2.	Dimensión ecológica (IE)	32
5.2.1.	Enfoque de manejo del agroecosistema	35
5.2.2.	Riesgo de erosión	40
5.2.3.	Salud del suelo y el cultivo	44
5.2.4.	Manejo de la biodiversidad	50
5.3.	Dimensión sociocultural (ISc)	56
5.3.1.	Satisfacción de las necesidades básicas	58
5.3.2.	Aceptabilidad del sistema de producción	60
5.3.3.	Inclusión social	61
5.3.4.	Conocimiento tecnológico y conciencia ecológica	63
5.3.5.	Relevo generacional	64
5.4.	Índice de resiliencia general (IRg)	65
5.5	Prácticas agroecológicas que se deben tomar en cuenta en las cuatro unidades productivas a partir de los resultados	67
VI.	CONCLUSIONES	70
VII.	RECOMENDACIONES	71
VIII.	LITERATURA CITADA	72
IX.	ANEXOS	81

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Localidad, localización, nombre, área, tipo de vegetación y características edafoclimáticas de las cuatro UP evaluadas	18
2	Indicadores y sub indicadores y fórmulas utilizadas para evaluar y determinar el Índice de Resiliencia para cada dimensión agroecológica.	21
3	Recuento de la actividad biológica del suelo en las cuatro UP de las comunidades La Tablazón y Las Manos, Nueva Segovia. 2018-2019	47
4	Principales especies arbóreas identificadas en UP en las comunidades El Tablazón y Las Manos en Dipilto, Nueva Segovia. 2018-2019	53
5	Prácticas propuestas a partir de los resultados obtenidos en las cuatro UP en las comunidades El Tablazón y Las Manos, Dipilto, Nueva Segovia. 2018-2019	68

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Unidades de Producción seleccionadas en municipios del departamento de Nueva Segovia, UNA, 2017-2019.	13
2	Organigrama de las actividades a realizarse en el estudio de los sistemas de producción en Nueva Segovia. Proyecto “Evaluación de estrategias de diversificación en sistemas cafetaleros manejados por productores a pequeña escala en Mesoamérica”.	24
3	Amiba comparativa de las tendencias de los parámetros económicos en las cuatro UP evaluadas.	27
4	Amiba comparativa de las tendencias de los indicadores ecológicos en las cuatro UP evaluadas.	34
5	Velocidad de infiltración en las cuatro UP evaluadas en las comunidades La Tablazón y Las Manos, Nueva Segovia, 2018-2019.	45
6	Amiba comparativa de las tendencias de los indicadores socioculturales en las cuatro UP evaluadas.	57
7	Valores de los indicadores en las cuatro UP evaluadas, según índice económico (IK), ecológico (IE), sociocultural (ISc) y el índice de resiliencia general (IRg).	67

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Mapa de Nueva Segovia con la ubicación de las cuatro UP.	81
2	Formato de la encuesta utilizada para identificar los cambios percibidos en la finca en los últimos años.	82
3	Indicadores y sub indicadores seleccionados para evaluar la resiliencia con sus características y valores correspondientes.	82
4	Estrategia de evaluación y medición de los indicadores propuestos	88
5	Definición de los umbrales de resiliencia para cada criterio analizado.	92
6	Número de especies y familias forestales encontradas en cada finca	93
7	Usos de las principales especies forestales encontradas en las fincas evaluadas.	93
8	Número de usos totales proveídos por las especies forestales endémicas en cada finca.	95
9	Muestreo de la actividad biológica del suelo.	96
10	Evaluación de la infiltración.	96
11	Evidencia del trabajo con los productores de las fincas evaluadas.	97
12	Principales arvenses encontradas en las fincas evaluadas.	97
13	Resultados de los muestreos de plagas y enfermedades	98
14	Prueba de infiltración realizado en la UP Buena Vista, Dipilto Nueva Segovia, 2018-2019.	99
15	Prueba de infiltración realizado en la UP El Ciprés, Dipilto Nueva Segovia, 2018-2019	100
16	Prueba de infiltración realizado en la UP El Carmen, Dipilto Nueva Segovia, 2018-2019.	101
17	Prueba de infiltración realizado en la UP San Martin, Dipilto Nueva Segovia, 2018-2019.	102
18	Resultados de la evaluación de las variables Económicas, Ecológicas y Socioculturales de las cuatro UP en las comunidades El Tablazón y Las Manos, Nueva Segovia 2018-2019.	103
19	Amiba comparativa de las tendencias de los parámetros económicos separados por cada unidad productiva evaluada.	105
20	Amiba comparativa de las tendencias de los parámetros ecológicos separados por cada unidad productiva evaluada.	106
21	Amiba comparativa de las tendencias de los parámetros socioculturales separados por cada unidad productiva evaluada.	107

RESUMEN

La presente investigación se enmarca en un estudio con el fin de adaptar una metodología orientada a evaluar y comparar la resiliencia al cambio climático de cuatro agroecosistemas de café de pequeños productores en Dipilto, Nueva Segovia, conjugando indicadores que permitan evaluar aspectos económicos, ecológicos y socioculturales específicos. Se definieron, calcularon y analizaron 39 sub indicadores agrupados en 14 indicadores de estado, a cada uno se le asignó un valor ponderado de 0 a 4. La descripción de las variables biofísicas y socioeconómicas se obtuvo mediante visitas, encuestas, entrevistas semi-estructuradas, medición en campo y observación directa. El Índice de Resiliencia Económica refleja que Buena Vista, El Carmen y San Martín obtuvieron puntuaciones bajas (<2) en las variables económicas (1.6-1.8), a excepción El Cipress que resultó con una puntuación media (2.46). Para el Índice de Resiliencia Ecológica, El Carmen, El Cipress y San Martín alcanzaron puntuaciones medias (2-2.99) en los aspectos ecológicos (2.3-2.79), sin embargo, Buena Vista obtuvo una puntuación baja (1.99). El Índice de Resiliencia Sociocultural refleja que los cuatro agroecosistemas obtuvieron puntuaciones óptimas (3-4) en las variables socioculturales (3.25-3.47). El Índice de Resiliencia General indica que no pudo detectarse un faro agroecológico, puesto que los cuatro agroecosistemas resultaron con puntuaciones medias (2.3-2.72), sin embargo, El Cipress con la puntuación más alta (2.72), se ubica como la más resiliente en comparación a las demás. Estos resultados evidencian que los cuatro agroecosistemas deben atender y adoptar prácticas agroecológicas, principalmente dirigidas a aumentar y fortalecer la biodiversidad a través de la integración espacial y/o temporal de especies animales menores y vegetales (anuales y perennes), adoptar alternativas agroecológicas para el manejo de enfermedades, construcción de obras de conservación de suelo y producción en huertos familiares; estas constituirán valiosas estrategias para el desarrollo sostenible en materia de provisión de alimentos, soberanía alimentaria, minimización de riesgos, control de erosión y ahorro de insumos, contribuyendo a reducir la vulnerabilidad, potencializar funciones y servicios, y conferir posibilidades de una mayor resiliencia.

Palabras claves: Cambio climático, faro agroecológico, agroecosistemas, índice, indicadores.

ABSTRACT

This present investigation is framed in a study in order to adapt a methodology aimed at evaluating and comparing the resilience to climate change of four coffee farms in Dipilto, Nueva Segovia, combining indicators that evaluate economic, ecological aspects and specific sociocultural. 39 sub indicators grouped into 14 status indicators were defined, calculated and analyzed; each assigned a weighted value of 0 to 4. The description of the biophysical and socioeconomic variables were obtained through visits, surveys, semi-structured interviews, field measurements and direct observation. The Economic Resilience Index reflects that Buena Vista, El Carmen and San Martín obtained low figures (<2) in the economic variable (1.6-1.8), an exception El Cipress that resulted in an average score (2.46). For the Ecological Resilience Index, El Carmen, El Cipress and San Martín reached the media (2-2.99) in the ecological aspects (2.3-2.79), however, Buena Vista obtained a low score (1.99). The Sociocultural Resilience Index reflects that the four agroecosystems obtained optimal reflections (3-4) on the sociocultural variables (3.25-3.47). The General Resilience Index evidences that it could not detect an agroecological lighthouse, since the four agroecosystems resulted in medium conflicts (2.3-2.72), however, El Cipress with the highest score (2.72), ranks as the most resistant in comparison to others. These results indicate that the four agroecosystems must attend to and adopt agroecological practices, mainly aimed at increasing and strengthening biodiversity through spatial and / or temporal integration of minor animal and plant species (annual and perennial), adopting agroecological alternatives for management disease, construction of soil conservation works and production in family gardens; The needs constitute valuable strategies for sustainable development in terms of food provision, food sovereignty, risk minimization, erosion control and input savings, helping to reduce limitation, enhance functions and services, and confer possibilities of greater resilience.

Keywords: Climate change, agroecological headlight, agroecosystems, index, indicators.

I. INTRODUCCIÓN

El enfoque convencional de la agricultura en el siglo XX produjo aumentos importantes en la productividad agropecuaria y logró una cobertura significativa en la oferta de alimentos tanto en calidad como cantidad. A pesar de estos logros, este modelo evidenció que afecta negativamente los recursos naturales a diversas escalas, sin dejar a un lado los efectos nocivos sobre la salud humana y la seguridad alimentaria, siendo los más vulnerables los agricultores de recursos limitados (Gliessman, 2002).

En las últimas dos décadas han surgido diferentes teorías y propuestas encaminadas a buscar una mejor armonía entre la agricultura y el ambiente, sobresaliendo como enfoque principal la *agroecología*. Según Restrepo *et al.*, (2000), ésta muestra como unidad principal la optimización del agroecosistema, que un campo de cultivo es un ecosistema dentro del cual ocurren diversos procesos ecológicos, y que el conocimiento de la forma, dinámica y funciones de estos procesos que conducen a diversas relaciones ecológicas, permiten que el agroecosistema pueda ser mejor administrado, con menor impacto negativo sobre el medio ambiente, la sociedad y menor uso y dependencia de insumos externos.

Los efectos del cambio climático generalmente son más evidentes cuando ocurren eventos extremos, como sequías, lluvias intensas, entre otros, que muchas veces ocasionan desastres, como es el caso de la agricultura, se expresan directamente en pérdidas en los cultivos, los animales, el suelo, las instalaciones y otros componentes de la producción agropecuaria (Altieri y Nicholls, 2000).

Vásquez (2013), argumenta que debido a que el cambio climático es una realidad y que sus efectos en la producción agropecuaria son cada día más evidentes y de magnitud económica, existe la demanda de que los agricultores realicen prácticas adaptativas, de manera que los sistemas de producción sean resilientes.

Para poder proteger los sistemas de vida de los agricultores de una zona determinada, es necesario identificar los factores que incrementan el riesgo, pero más importante construir resiliencia de los sistemas productivos. Sobre este lineamiento Altieri (2013) indica que la implementación de prácticas agroecológicas incluyendo diversificación de cultivos, conservación de suelos, captación de lluvia y restauración de tierras degradadas son la base para construir agroecosistemas más complejos y estables, puesto que sistemas productivos más diversificados, suelos cubiertos y ricos en materia orgánica, serán más resilientes.

Bajo este contexto, Altieri y Nicholls (2013), mencionan que los sistemas agroecológicos son más resilientes al cambio climático que los sistemas de producción agrícola convencional, debido a que son más sensibles a las complejidades de la agricultura local. Dichos sistemas permiten abarcar la sustentabilidad, soberanía alimentaria, estabilidad biológica, conservación de los recursos, la equidad de género, así como la productividad, con el fin de promover tecnologías de producción estables y de alta adaptabilidad al cambio climático.

En los últimos años el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en Nicaragua bajo sistemas agroforestales ha constituido una alternativa y una opción interesante para mitigar y adaptarse a los efectos locales del cambio climático, estos promueven la biodiversidad como principal componente del sistema, pues se diseñan en un arreglo de estratos que generalmente van compuestos por árboles de sombra, maderables, frutales, coberturas y el café como cultivo principal. Éste es considerado como una solución ambiental y económicamente sostenible para reducir efectos adversos del clima de diversa índole, como sequías, lluvias intensas, temperaturas extremas, entre otras (Lin, 2007).

En este sentido, la presente investigación aplicó una metodología desarrollada originalmente por Altieri (2002), y en trabajos posteriores de Flores y Sarandón (2006), Flores *et al.* (2007), Sarandón *et al.* (2006a y 2006b), Abbona *et al.* (2007a), Altieri y Nicholls (2012) y Salazar *et al.* (2017) tomando como base la construcción y uso de indicadores, para la evaluación de la resiliencia. Esta fue aplicada en cuatro Unidades de Producción (UP) de café ubicadas en el municipio de Dipilto, Nueva Segovia.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar la resiliencia de cuatro Unidades de Producción (UP) de café ubicadas en la parte alta de Dipilto, Nueva Segovia.

2.2. Específicos

1. Comparar los factores económicos, socioculturales y ecológicos en las cuatro UP evaluadas que representen riesgos de vulnerabilidad hacia eventos o perturbaciones climáticas.
2. Proponer prácticas agroecológicas a las cuatro UP con bajo nivel de resiliencia que mejoren los índices económicos, ecológicos y socioculturales.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. El cultivo de café en Nicaragua

En Nicaragua existen 44,159 explotaciones dedicadas a la producción de café en una superficie de 126,622.38 ha, 77% de estas explotaciones tienen menos de 3.5 ha y en su conjunto ocupan 23% de la superficie dedicada a este cultivo y 19% cultivan entre 3.5 y 14 ha y poseen 29% de la superficie sembrada. Únicamente 4% de las explotaciones poseen fincas mayores a 35 ha, que en conjunto representan 48% de la superficie sembrada de café. Las principales zonas productoras son Jinotega (34.57%), Matagalpa (25.29%), Nueva Segovia (13.9%) y pacífico sur (6.68%) siendo el de mayor extensión el departamento de Carazo (3.7%) (IV CENAGRO, 2012).

El café es el principal rubro de exportación de Nicaragua y generador de divisas en el sector rural, su contribución al PIB nacional es significativa, representando consistentemente el 15.6% del valor total de las exportaciones del país. Los principales departamentos donde se cultiva café en la región central son: Jinotega, Matagalpa, Boaco, Nueva Segovia (Dipilto), Madriz y Estelí (Mirafior) y en la Región del Pacífico: Carazo, Managua y Granada (Mombacho) (International Coffee Organization, 2016).

Según el Índice de Riesgo Climático Global a largo plazo del German Watch (2019), Nicaragua es el sexto país del mundo más vulnerable al cambio climático, que debe adaptarse a este fenómeno para proteger, sobre todo, al sector agropecuario que genera más del 60% de las exportaciones y aporta el 18% del Producto Interno Bruto (PIB). El producto que corre mayor riesgo es el café tipo oro, de acuerdo a un informe del CATIE (2002), al año 2050 la zona dedicada al cultivo de ese producto se reducirá en un 60% por variaciones en su altitud.

3.2. El cultivo de café en el departamento de Nueva Segovia, Nicaragua

Nueva Segovia es reconocido por producir el mejor café especial en Nicaragua, exporta hasta 50 mil quintales al año a Estados Unidos, Europa, Japón y Australia (Vanegas, 2015). Según IV CENAGRO (2012), se cultivan alrededor de 17,596.71 ha de café en el departamento, y se estiman rendimientos promedios entre 10-13 qq ha⁻¹. La variedad predominante de café en la zona es Caturra, que es una de las variedades que produce café de mejor calidad y de mayor aceptación en el mercado internacional, lo que representa una alta potencialidad de exportación (Bustamante y Cisneros, 2005).

Los cafetales que se encuentran con sombra en la zona representan el 40%, y se caracterizan por el asocio con especies como guabas, cítricos y musáceas. El déficit de sombra en muchas fincas está asociado a mayores afectaciones de plagas y enfermedades como la cochinilla (Fam. Pseudococcidae), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cook), roya (*Hemileai vastatrix* Berk. & Broome), y estrés hídrico durante el verano que provocan altas defoliaciones que afectan negativamente los rendimientos. Sin embargo, a pesar de sus limitantes, el cultivo de café posee la mayor extensión de tierra cultivable y representa la principal fuente de ingresos de la población de la zona (Bustamante y Cisneros, 2005).

3.3. Agroecosistema de café (*Coffea arabica* L.)

El café es originario del sotobosque de altura de Etiopía manteniendo características de adaptación a la sombra. Según CATIE (2014) los beneficios ecológicos asociados a las plantaciones de café son:

1. Protección del suelo contra la erosión,
2. Menor dependencia de agroquímicos en relación a otros cultivos industriales,
3. Crea un microclima en la zona donde se cultiva,
4. Producción de materia orgánica,
5. Aumento de la biodiversidad,
6. Captura de dióxido de carbono
7. Conservación de suelos y agua.

3.3.1. Condiciones agroecológicas para el cultivo de café

El café se desarrolla óptimamente a alturas entre 900 y 1,000 msnm (Guharay *et al.*, 2000). Las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo son: temperaturas de 17° C a 23° C, humedad relativa entre 70% y 85%, así como precipitaciones entre 1,600 y 1,800 mm bien distribuidos durante todo el año, con un periodo seco bien definido no mayor de 3 meses. Temperaturas menores de 16° C afectan el crecimiento, lo que provoca enanismo en la planta; así mismo temperaturas mayores de 23° C aceleran el crecimiento vegetativo limitando la floración y fructificación (UNICAFE, 1996; Guharay *et al.*, 2000).

Precipitaciones anuales inferiores a 1,000 mm o mayores de 3,000 mm afectan el crecimiento y desarrollo de la planta y de los frutos en particular (UNICAFE, 1996; Guharay *et al.*, 2000). Los suelos óptimos para el cultivo de café son los francos, bien drenados, con una profundidad efectiva no menos de un metro, buena retención de humedad, ricos en humus y potasio asimilable, pH de 5 a 6.5 y pendiente entre 1% y 5% (Haarer, 1969; UNICAFE, 1996; Guharay *et al.*, 2000).

3.3.2. Zonas agroclimáticas del cultivo de café en Nicaragua

En Nicaragua el cultivo de café se cultiva tanto en zonas bajas como en zonas altas. Las zonas bajas se encuentran principalmente en la Región del Pacífico, con alturas por debajo de los 600 msnm, precipitaciones anuales entre 1,400 y 1,600 mm y temperatura promedio de 28°C con suelos profundos, moderadamente planos (UNICAFE, 1996; Guharay *et al.*, 2000). De manera general estas zonas se ven afectadas por las irregularidades en las precipitaciones, las cuales pueden llegar a ser insuficientes para cubrir los requerimientos del cultivo; también en algunas épocas del año se pueden presentar, temperaturas altas, las que también son consideradas como limitantes para el cultivo (Guharay *et al.*, 2000).

Las zonas altas se encuentran en las Regiones Norte y Central del país, ubicadas entre 600 a 1,500 msnm. Estas zonas se caracterizan por suelos de topografía quebrada, no muy profundos, temperaturas promedio entre 20° C y 22° C. También hay zonas altas y húmedas con precipitaciones anuales de hasta 1,600 mm y zonas altas consideradas secas, con precipitaciones anuales entre 800 y 1,000 mm, zonas muy altas arriba de los 1,200 msnm presentan bajas temperaturas, en algunas épocas del año lo que se considera una limitante para el cultivo. Estas zonas abarcan los departamentos de Matagalpa, Jinotega, Estelí, Nueva Segovia y Boaco (UNICAFE, 1996; Guharay *et al.*, 2000).

En general las plantaciones de café en zonas altas presentan menos limitantes para la producción cafetalera, en cuanto a temperaturas y lluvias, aunque los suelos y pendientes de estas zonas pueden presentar ciertas limitaciones. Sin embargo, existen zonas altas cafetaleras en lugares como Pueblo Nuevo y Estelí, donde la precipitación puede ser un factor limitante para el cultivo de café.

Las plantaciones de café en zonas bajas ubicadas en el Pacífico son mayormente privilegiadas por la calidad de los suelos y pendientes más adecuadas. No obstante, estas zonas presentan limitaciones de altura y lluvia. Por otro lado, zonas bajas como El Cuá en Jinotega, o Nueva Guinea, tienen limitaciones en cuanto al suelo y fertilidad, pero no en cuanto a precipitaciones (Guharay *et al.*, 2000).

3.4. Manejo agroecológico en café

En el estudio de la producción cafetalera reciente de la región Centroamericana debe tenerse presente el proceso productivo desarrollado entre 1970 e inicios de 1980, por la ejecución de los programas de tecnificación de café, estos condujeron a un proceso de reducción o eliminación de la cobertura de sombra y al mismo tiempo conllevaron al aumento de la densidad de siembra de las plantas de café (Williams-Guillen, 2014).

La implementación de los sistemas de producción tecnificada, enfocados al mayor rendimiento del café implicó cambios en los sistemas de plantación con variedades comerciales híbridas, el aumento de la densidad de la plantación, el uso de agroquímicos comerciales y la reducción de la sombra en la plantación. La producción de café aumentó entre 1980 y 2011 en un 37% y su rendimiento promedio para la región alcanzó las 0.9 t ha⁻¹, que es superior a la media mundial (Williams-Guillén, 2014).

A pesar de estos logros, en los últimos años los agroecosistemas cafetaleros han sufrido severas reducciones en su productividad manifestado en su diversidad biológica, producto del manejo convencional efectuado. Sumándose los bajos precios del café, así como los altos costos de producción en gran parte por la dependencia de agroquímicos, ejercieron sobre este modelo severos cambios, a ello se le suma la demanda cada vez mayor de café orgánico (Muschler y Bonnemann, 1997).

Actualmente, la producción de café se encuentra en un proceso de transición hacia sistemas más diversificados, incorporando árboles de sombra para lograr una producción de calidad, estable y más independiente de insumos externos, para así disminuir los costos de producción y a la vez conservar los recursos naturales, tales como suelo, agua y agrobiodiversidad (Altieri, 1995).

3.5. Impactos y efectos del cambio climático en el café

Se espera que el cambio climático tenga impactos significativos en el café. Estos impactos serán diferentes en función de la especie de café (arábica o robusta), la variedad, las características biofísicas del lugar de cultivo y del manejo. Los impactos del cambio climático se sumarán a las amenazas que sufre el café en la actualidad; difícil acceso a mercados, precios bajos del café, precios elevados de los insumos, entre otros (Viguera *et al.*, 2017).

Las plantas de café son sensibles a las condiciones ambientales, principalmente a luz, temperatura, lluvia y humedad en todas las etapas de crecimiento y producción de grano, por lo tanto, cambios en el clima y eventos extremos tienen impactos importantes en la fisiología, productividad y calidad de la cosecha, llegando a reducir la actividad e incluso provocar la muerte de las plantas. Indirectamente, los cambios en el clima incrementarán la incidencia de plagas y enfermedades, la degradación de suelos y reducirán la provisión de servicios ambientales como control de plagas y polinización (Viguera *et al.*, 2017).

El rendimiento y algunas etapas del cultivo de café en particular son sensibles a la variabilidad de la temperatura y precipitación anual e intra-anual (transición de estaciones) y a los eventos extremos. Algunos de los impactos que se esperan con las nuevas condiciones climáticas son (Viguera *et al.*, 2017).

1. Aceleración del desarrollo y maduración del fruto y degradación de la calidad del grano con temperaturas por encima del rango óptimo (21° C).
2. Reducción de la capacidad fotosintética a partir de 24° C, que resulta en un menor rendimiento de la planta.
3. Reducción de la formación de yemas florales (y posteriores frutos) a temperaturas superiores a 28° C - 30° C.
4. Daño severo a plantas, menor crecimiento, hojas amarillas, tumores en la semilla y abortos florales por encima de 30° C.
5. Floración errática o continua por falta de estacionalidad de la lluvia y defectos en el desarrollo de la flor que reduce la producción y la rentabilidad económica.
6. Purga de frutos, afeción de raíces y deslave del terreno por efecto de lluvias extremas.

7. Problemas en el llenado de grano (grano vano y grano negro) por una canícula prolongada entre las semanas 15 y 25 del desarrollo del grano.
8. Mayor impacto de la broca del café a mayores temperaturas medias. La broca del café podría alcanzar su óptimo reproductivo a 26° C.
9. Descenso de la productividad por reducción de agua disponible, a causa de una mayor aridez y el incremento de evapotranspiración debido a altas temperaturas.
10. Defoliación, caída de flores, frutos y quiebre de plantas por vientos fuertes.

3.6. Resiliencia en agroecosistemas

La definición de resiliencia depende de los objetivos y enfoques, así como del problema y contexto que aborde la investigación. La resiliencia puede centrarse en medir la velocidad de recuperación del sistema frente a una perturbación, cuando el hogar o la comunidad hayan tenido una calidad de vida o de bienestar elevados en un inicio, por lo que lo ideal sería volver a ese punto inicial (Gualteros, 2018).

Actualmente la resiliencia es un término que ha evolucionado y que no sólo abarca un gran número de variables, sino que también que se ha adaptado para analizar los problemas del desarrollo. Sin embargo, al aumentar el número de variables también aumentan los problemas para medirla, problemas técnicos, de acceso y recolección de información e incluso financieros (Gualteros, 2018).

Córdoba (2016) citado en Gualteros (2018) infiere que independientemente de los intereses que puedan influir en medir unos aspectos u otros, la resiliencia va a tener la siguiente estructura: un sistema inicial, perturbaciones de diferentes fuentes, actores y un sistema final, por lo que puede definirse, a modo general, como la capacidad de resistir, mitigar, recuperar, adaptarse o transformar situaciones adversas o críticas que se presentan producto de perturbaciones, que por lo general son contingentes.

3.6.1. Resiliencia de los agroecosistemas de café al cambio climático

El clima se va volviendo cada vez más extremo, mientras que estos sistemas agrícolas intensivos se vuelven menos resistentes y más vulnerables (Nicholls, 2013). En Nicaragua, casi no se han realizado estudios en la evaluación de riesgos, diseño y planeación de prácticas y estrategias para mejorar y construir resiliencia de los sistemas productivos locales a eventos climáticos extremos.

Mora-Betancourt (2017) estima que el 40% de las zonas cultivadas con café en Nicaragua, se verán fuertemente afectadas si no se implementan medidas para contrarrestar los efectos del cambio climático. Sin embargo, existe abundante evidencia de que los modelos de producción agroecológicos contribuyen enormemente a mitigar los efectos del cambio climático.

Altieri y Koohafkan (2008) en Nicholls (2013), reportan que muchos estudios realizados en el mundo revelan que los agricultores que utilizan practicas agroecológicas han podido afrontar e incluso prepararse para el cambio climático, minimizando las pérdidas de sus cosechas, a través de una serie de prácticas tales como el uso de variedades tolerantes a sequía, cosecha de agua, diversidad de cultivos, sistemas agroforestales, prácticas de conservación de suelo y una serie de otras técnicas tradicionales.

Un sistema de producción muy difundido que incorpora estos principios sin duda alguna son los sistemas agroforestales (SAF) con café, gran parte del área dedicada a este rubro en Nicaragua se encuentra bajo este modelo; éstos se constituyen en agroecosistemas donde suelo, cultivo, árboles, animales, biodiversidad y hombre interactúan y se interrelacionan en condiciones ambientales determinadas para cumplir con una función productiva establecida (Lin, 2007).

Los SAF con café funcionan a través de múltiples interacciones, generando un sin número de procesos biológicos y productivos relacionados con la biodiversidad, el ciclaje de nutrientes, el flujo de energía, el desarrollo de cultivos y su nivel de producción, así como efectos derivados de las condiciones ambientales y del entorno social y económico (Bermúdez, 2007).

Nicholls *et al.*, (2013) afirma que los agroecosistemas más diversos como los SAF con café tienen una gama más amplia de rasgos y funciones que le confieren la capacidad de comportarse mejor bajo condiciones ambientales cambiantes. Las investigaciones revelan que hay tres maneras como la biodiversidad se relaciona con la capacidad funcional y la resiliencia de agroecosistemas:

1. La biodiversidad incrementa la función del agroecosistema pues diferentes especies juegan roles diferentes y ocupan nichos diversos.
2. En general hay más especies que funciones en un agroecosistema diverso, por lo que existe redundancia en los sistemas.
3. La biodiversidad incrementa la función del agroecosistema porque esos componentes que parecen ser redundantes en un tiempo determinado, son importantes cuando ocurre un cambio ambiental. De esta manera las redundancias del sistema permiten que en medio de cambios ambientales el agroecosistema siga cumpliendo funciones y prestando servicios ecológicos.

3.6.2. Metodología para evaluar la resiliencia

Un desafío clave para los científicos es definir un marco conceptual y metodológico para poder descifrar, estudiar y analizar los principios y mecanismos claves que explican la resiliencia de los agroecosistemas, de manera que estos puedan ser transmitidos a otros agricultores en cada región. Por esto la urgencia de desarrollar metodologías que permitan evaluar la capacidad de los agroecosistemas a resistir y recuperarse de los eventos climáticos severos, con especial énfasis en entender los procesos que explican la resiliencia socioecológica observada (Altieri, 2013); y además, que sean capaces de adaptarse y aplicarse al entorno ambiental y socioecológico de diversos tipos de agroecosistemas.

En el marco de esta investigación se escogieron indicadores agroecológicos como herramienta metodológica de evaluación de la resiliencia. Según Sarandón (2002) un indicador es una variable, seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable.

Según Sarandón y Flores (2009) un aspecto que es necesario definir, de acuerdo al objetivo de la evaluación, es el tipo o clase de indicadores a utilizar. Se consideran tres modelos de indicadores, los indicadores de estado que aportan información sobre la situación actual de sistema; los indicadores de presión que son aquellos que indican el efecto que las prácticas de manejo ejercen sobre los indicadores de estado; y los indicadores de respuesta que indican qué se está haciendo para modificar el estado actual del sistema.

Sarandon (2002) argumenta que es muy importante tener en claro el tipo de indicadores con los que se va a trabajar debido a que no es conveniente mezclarlos. Independientemente de la clase de indicador escogido, es fundamental que la elección de los mismos cumpla con el requisito de que todos ellos se deduzcan de alguno de los objetivos o categorías de análisis elegidos. A pesar de que existe una gran variabilidad en el tipo de indicadores, se han sintetizado algunas características que estos deberían reunir:

1. Estar estrechamente relacionados con los requisitos de evaluación
2. Ser adecuados al objetivo perseguido
3. Ser sensibles a un amplio rango de condiciones
4. Tener sensibilidad a los cambios en el tiempo
5. Presentar poca variabilidad natural durante el período de muestreo
6. Tener habilidad predictiva
7. Ser expresados en unidades equivalentes por medio de transformaciones apropiadas.
8. Ser de fácil recolección, uso y confiables
9. No ser sesgados (ser independientes del observador o recolector)
10. Ser sencillos de interpretar y no ambiguos
11. Brindar la posibilidad de determinar valores umbrales
12. Ser robustos e integradores (brindar y sintetizar buena información)
13. De características universales, pero adaptados a cada condición particular

4.2. Condiciones Climáticas de Nueva Segovia

Según la clasificación de Köppen-Geiger, Nueva Segovia se caracteriza por tener un clima de sabana tropical con tendencia a seco en la parte occidental, (Santa María 800-900 mm de precipitación anual), aumentando la humedad hacia la zona de Jalapa y Murra (1,800-2,000 mm). La temperatura promedio es de unos 25° C en el valle de Ocotal, bajando a 17 °C en las altitudes de Dipilto y Jalapa (INIDE, 2007).

4.3. Relieve y tipo de suelo del departamento

La vegetación predominante es de bosque de pino en forma de rodales (Salas, 1993). Actualmente la parte más densa de la vegetación se concentra en la cordillera, debido a la sobreexplotación de pino a que ha sido sometido en el departamento (INIDE, 2007).

Según INEC (2018), este departamento posee suelos con topografía quebrada a escarpada y pendientes mayores al 30%. Las elevaciones medias sobre el nivel del mar van de 300 msnm en Wiwilí hasta 882 msnm en Dipilto. Predominan los entisol e inceptisol, suelos nada o poco evolucionados o tierras degradadas por el uso inadecuado de las tierras y encima recursos naturales degradados por el gorgojo descortezador del pino (*Dendroctonus frontalis* Z.) y la deforestación, sin embargo, debido a la variación de sus suelos, tiene una gran potencialidad para su diversificación.

Los municipios que tienen las mayores restricciones en el uso de sus tierras son Santa María, Macuelizo, Ocotal, Mozonte, San Fernando, Ciudad Antigua y Wiwilí, por la fragilidad de sus tierras, puesto que los suelos Entisol cubren más del 44% de sus territorios y el Municipio de Dipilto donde estos suelos ocupan el 30% del área INEC (2018).

4.4 . Descripción general de las Unidades Productivas (UP) evaluadas

Las cuatro UP evaluadas conforman modelos de producción de agricultura familiar, estas tienen como actividad principal la producción de café (*Coffea arabica* L.), es frecuente encontrar en este tipo de sistemas otros cultivos perennes como el cacao (*Theobroma cacao* L.) y especies forestales de diversos usos, así también tubérculos, plantas ornamentales, hortalizas y especies animales menores. A continuación, se describe cada una de las UP tomando como base la información obtenida mediante las encuestas y fichas de recolección de datos mostrados en los Anexos 2 y 3.

4.4.1 Buena Vista

La UP Buena Vista está ubicada en la comunidad Las Manos municipio de Dipilto, Nueva Segovia, a 239 km de Managua, entre las coordenadas 566484 y 1524542 a 1,158 msnm, con temperatura promedio de 17° C - 25° C y precipitaciones anuales entre 1,400 y 1,800 mm. Este agroecosistema tiene un área de 1.4 ha. Las variedades de café son: Java, Catuaí amarillo y Caturra principalmente, pero también se encuentran las variedades Typica, Maragogype, Maracaturra, Sarchi, Catimores, Parainema.

La actividad principal es la caficultura bajo un enfoque convencional, sin embargo, suele utilizar enmiendas orgánicas para el manejo de la fertilidad de sus suelos, como la pulpa del café, micorrizas y lombrihumus. El sistema de manejo del café es un arreglo con sombra, predominando especies forestales de servicios múltiples como guaba (*Inga sp.*), búcaro (*Ricinus communis L.*), cedro (*Cedrela odorata L.*), uvillo (*Eugenia haematocarpa A.*), tabacón (*Triplaris melaenodendron (Bertol.) Standl. & Steyerm.*), etc., y frutales como cítricos y musáceas.

En los últimos años el propietario Javier López, ha percibido como han cambiado las condiciones productivas en el entorno de su agroecosistema, atribuyendo como responsable al cambio climático; uno de los principales ejemplos que brindó durante la entrevista fue que en el ciclo 2017-2018 registró el peor rendimiento en los últimos 15 años (2003-2018), obteniendo rendimientos promedio de 8.5 qq oro ha⁻¹ cuando en años anteriores tuvo rendimientos que variaron entre 20 y 46 qq oro ha⁻¹. Actualmente en el ciclo 2018-2019 ha registrado un rendimiento promedio de 31 y 35 qq oro ha⁻¹.

Uno de los aspectos biofísicos que resaltó, es que en los últimos 10 años (2008-2018) ha notado como han cambiado los regímenes de precipitaciones, los cuales se han vuelto muy erráticos en cuanto en cantidad, distribución e intensidad, también la variabilidad respecto a las temperaturas, esto ha sido acompañado con aumento de plagas y enfermedades como defoliadores (*Atta cephalotes L.*), nemátodos (*Meloidogyne sp* y *Pratylenchus sp*), la roya (*Hemileia vastatrix Berk et Br*) y la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola Berk. & Cooke*), conduciendo a una disminución en la cantidad y calidad del grano de oro, que desde el 2012 se acentuó con la epidemia de la roya.

4.4.2. El Ciprés

La UP El Ciprés está ubicada en la comunidad El Tablazón en el municipio de Dipilto, Nueva Segovia, a 239 km de Managua, entre las coordenadas 552780 y 1521428 a una altura de 1,181 msnm, con temperatura promedio de 15° C - 23° C y precipitaciones anuales entre 1,400 y 1,650 mm. Este agroecosistema tiene un área de 0.7 ha. Las variedades de café son: Catimor (predomina $\geq 50\%$), Bourbon y Caturra.

La caficultura es la principal actividad generadora de ingresos para esta UP. Este rubro se maneja en un sistema agroforestal bajo un enfoque convencional. Predominan árboles de sombra como guabas (*Inga sp.*), búcaro (*Ricinus communis L.*), cedro (*Cedrela odorata L.*), cítricos y otros frutales. Para el ciclo 2018-2019 esta UP obtuvo rendimientos óptimos de 41.2 qq oro ha⁻¹ en promedio, sin embargo, estos varían año con año, causa que atribuyen al cambio climático, en los últimos años al igual que Buena Vista se ha observado como cada vez las temperaturas y precipitaciones se vuelven inconsistentes, y aunque la calidad del café se sigue manteniendo, son conscientes que cada año la producción de café se convierte en un desafío.

4.4.3. El Carmen

La UP El Carmen está ubicada en la comunidad El Tablazón en el municipio de Dipilto, Nueva Segovia a 239 km de Managua, entre las coordenadas 552727 y 1520207 a 1,250 msnm, con temperaturas promedio de 15° C-23° C y precipitaciones anuales entre 1,400 y 1,650 mm. La UP tiene un área de 2.5 ha. Las variedades de café son: Maracaturra, Marsellesa y Catuaí.

Además de la producción de café este sistema se caracteriza por la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*), la cual es comercializada en los mercados locales. El agroecosistema El Carmen es una UP que adopta muchas prácticas agroecológicas, entre ellas, el uso de insumos biológicos para el manejo de intervenciones sanitarias, técnicas culturales, principalmente dirigidas a la prevención y supresión de la antracnosis (*Colletotrichum coffeanum* Noack), roya (*Hemileia vastatrix* Berk et Br), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke) y la broca (*Hypothenemus hampei* F.).

Dentro de la biodiversidad de esta UP se encuentran pequeñas áreas de pinares y en el café predominan como sombra cacao (*Theobroma cacao* L.), búcaro (*Ricinus communis* L.), guabas (*Inga spp.*), mango (*Mangifera indica* L.), caoba (*Swietenia macrophylla* K.), roble (*Quercus robur* L.), cítricos y musáceas.

En los últimos 5 años (2013-2018), se ha evidenciado los efecto del cambio climático, en palabras de la familia reportan que el comportamiento de las estaciones climáticas es muy errático, presentándose periodos de sequía en plena época lluviosa y periodos de lluvia en la estación seca, esto se traduce en pérdidas en el rendimiento del café puesto que afecta directamente la fase de fructificación, además, esto ha sido acompañado con brotes de roya que cada año varían en cuanto a incidencia y severidad, y aunque la calidad del grano se mantiene, los rendimientos tienden a decrecer año con año, razón por la que en los últimos años se han optado por diversificar el agroecosistema introduciendo el cacao como giro de rubro.

4.4.4. San Martín

La UP San Martín está ubicada en la comunidad El Tablazón en el municipio de Dipilto, Nueva Segovia, a 239 km de Managua, entre las coordenadas 552875 y 1520266 a una altura de 1,002 msnm, con temperatura promedio de 15°C - 23°C y precipitaciones anuales entre 1,400 y 1,650. Este agroecosistema tiene un área de 0.7 ha. La única variedad de café establecida en esta UP es Catimor.

Se aplica el enfoque convencional en el manejo del café, este se encuentra bajo un sistema agroforestal, predominando especies de servicios múltiples como guabas (*Inga sp.*), búcaro (*Ricinus communis* L.), madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth ex Wallp), aguacate (*Persea americana* Mill), mango (*Mangifera indica* L.), pera (*Pyrus communis* L.), nancite (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), jocote (*Spondias purpurea* L), cítricos, entre otros. Se encuentran otros cultivos que contribuyen a la soberanía y seguridad alimentaria de la familia como chayote (*Sechium edule* (Jacq) Swartz), ayote (*Cucurbita argyrosperma* Huber), musáceas, chile (*Capsicum annuum* L.) y diversas hortalizas. Esta unidad cuenta con la crianza de algunas especies animales menores como cerdos (*Sus scrofa domesticus*) y gallinas (*Gallus gallus domesticus* L.) de patio.

Al igual que en las UP anteriores, se percibe como han variado las condiciones biofísicas del entorno, adjudicando como responsable al cambio climático, en los últimos años se ha percibido como han variado las precipitaciones y temperaturas año con año, presentándose casos de inundaciones y temperaturas por encima de lo normal y con mayor frecuencia, además se ha visto un incremento en la incidencia y severidad de la roya, sin embargo los rendimientos han variado poco, pero son conscientes de que la producción y productividad se vuelve cada año un reto.

Cuadro 1. Localidad, localización, nombre, área, tipo de vegetación y características edafoclimáticas de las cuatro UP evaluadas

Características	Nueva Segovia, Dipilto			
Comunidad	Las Manos	La Tablazón		
Nombre del productor	Javier López	Basilio Castellano	María Maldonado	Elida Maldonado
Nombre de la finca	Buena Vista	El Ciprés	San Martín	El Carmen
Área de la finca (ha)	1.4	0.7	0.7	2.5
Coordenadas	546484, 1524542	552780, 1521428	552875, 1520266	552727, 1520207
Clima	Subtropical transición a húmedo	Montano transición a húmedo		
Altitud (msnm)	1,158	1,181	1,002	1,250
Precipitación promedio (mm año ⁻¹)	1,400-1,800	1,400-1,650		
Temperatura promedio (°C)	17-25° C	15-23° C		
Tipo de suelo	Vertisoles (Navarro, 2012)			
Vegetación	La vegetación predominante es de tipo azonal, representado por tres especies de coníferas: <i>P. oocarpa Schiede ex Schltdl</i> , <i>P. maximinoi H.E Moore</i> , y <i>P. tecunumanii</i> . Eguiluz & J. P. Perry.	Según el diagrama de zonas de vida propuesto por Holdridge la zona corresponde a un bosque húmedo subtropical, constituido por una mezcla de árboles coníferos de hoja perenne y caducifolios de hoja ancha (WWF, S, f.).		
Rubro común	Cultivo de café		Cultivo de café y cacao	

4.5. Operacionalización de la resiliencia en el marco de la investigación

La resiliencia es un concepto complejo en sí mismo porque pretende cumplir en forma simultánea con varios objetivos o dimensiones: productivas, ecológicas o ambientales, sociales, culturales y económicas. Es entonces, un concepto multidimensional e interdisciplinario, por consiguiente, su evaluación debe ser abordada con un enfoque holístico y sistémico, que debe medirse, compararse y/o evaluarse bajo un enfoque multidisciplinario (Kaufmann y Cleveland, 1995).

La resiliencia se define como la capacidad de un sistema socio-ecológico para absorber perturbaciones conservando su estructura organizacional y su productividad. En otras palabras, se refiere a la capacidad de un sistema de auto-organizarse y su habilidad para adaptarse al estrés y al cambio después de una perturbación (Cabell y Oelofse, 2012 citado por Nicholls *et al.*, 2015).

Para la comparación de la resiliencia de las cuatro Unidades Productivas se utilizó el Índice de Resiliencia General (IRg), cuyo valor pondera tres dimensiones agroecológicas evaluadas por cada unidad productiva. Estas dimensiones abarcan diversos aspectos concernientes al contexto ambiental y socioeconómico de cada unidad. El valor de este índice será proporcional a su resiliencia y capacidad adaptativa al cambio climático.

Como capacidad adaptativa se entiende al conjunto de medidas, técnicas, recursos e instituciones que permitirían al agroecosistema implementar medidas de adaptación eficaces a corto y largo plazo, que incluyan componentes del manejo ambiental, planeación y administración de la finca, ajuste de sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes, uso de tecnologías de producción, etc. La adaptación implica ajustarse al clima, descartando, el hecho de si es por cambio climático, variabilidad climática o eventos puntuales.

4.6. Propuesta de los indicadores

Para el diagnóstico y evaluación de la resiliencia de las cuatro unidades de producción se propusieron 14 indicadores de estado que a su vez integran 39 sub indicadores empleados para evaluar variables de tipo económico, ecológico y sociocultural en sistemas agroforestales con café.

Los indicadores y sub indicadores se construyeron de acuerdo con la metodología y el marco conceptual propuesto por Altieri y Nicholls (2012). Se eligieron tomando en cuenta los siguientes criterios: que fueran fáciles de obtener e interpretar, que brindaran la información necesaria y que permitieran detectar tendencias en el ámbito de finca. (Sarandón *et al.*, 2006).

4.7 Descripción y ponderación de los indicadores elegidos

La aplicación del marco conceptual y la metodología para la construcción de indicadores adecuados a los objetivos buscados permitió obtener una serie de indicadores estandarizados y ponderados para las tres dimensiones analizadas (económica, ecológica y sociocultural). Los datos fueron estandarizados mediante su transformación a una escala de 0 a 4 para cada indicador y sub indicador, siendo 4 el mayor valor de resiliencia y 0 el más bajo. Todos los valores, independientemente de su unidad original, se transformaron o adecuaron a esta escala. Esto posibilitó la integración de variables de distinta naturaleza. A cada variable se le otorgó la misma importancia relativa respecto a la resiliencia.

- 1. Dimensión económica:** Recaba la información clave relacionada a la propensión del productor y su familia en invertir en el desarrollo de la UP con eficiencia y dinamismo (Salazar *et al.*, 2017).
- 2. Dimensión ecológica:** Recaba la información clave de la producción y de las prácticas de manejo de la UP y condiciones en que se encuentra como también recopila la información relacionada al medio ambiente y al manejo de recursos naturales (Salazar *et al.*, 2017).
- 3. Dimensión sociocultural:** Recopila la información sobre las dinámicas sociales del productor y su familia que está influenciadas por el sistema de la UP y su territorio (Salazar *et al.*, 2017).

En el siguiente cuadro se muestran los indicadores y sub indicadores elegidos para evaluar las tres dimensiones agroecológicas mencionadas, incluyendo las fórmulas utilizadas para determinar el Índice de Resiliencia en cada una de ellas. En el Anexo 3, se encuentran los criterios de la escala de evaluación (0-4) empleado para cada una de las variables seleccionadas.

Cuadro 2. Indicadores, sub indicadores y fórmulas utilizadas para evaluar y determinar el Índice de Resiliencia para cada dimensión agroecológica

Dimensión agroecológica	Indicador	Sub indicador	Fórmula	
Económicos	A-Diversificación de la producción		$IK = \frac{[A+B+C + (D1+D2+D3+D4)/4 + (E1+E2)/2]}{5}$	
	B-Superficie de producción para autoconsumo			
	C-Ingreso neto mensual por grupo			
	D-Riesgo económico	D1-Diversificación para la venta		
		D2-Número de vías de comercialización		
		D3-Dependencia de insumos externos		
		D4-Origen de los ingresos reportados		
E-Rentabilidad de la finca	E1-Rto promedio en pergamino seco (qq ha ⁻¹)			
	E2-Aceptabilidad del rendimiento			
Ecológicos	A-Enfoque de manejo del agroecosistema	A1-Manejo de la cobertura vegetal	$IE = \frac{[(A1+A2+A3+A4+A5+A6)/6 + (B1+B2+B3+B4+B5)/5 + (C1+C2+C3+C4+C5+C6)/6 + (D1+D2+D3+D4+D5)/5]}{4}$	
		A2-Diversificación de cultivos		
		A3-Diversificación genética de las variedades de café		
		A4-Vegetación natural		
		A5-Aprovechamiento de los recursos locales		
		A6-Sistema de manejo		
	B-Riesgo de erosión	B1-Pendiente predominante		
		B2-Cobertura vegetal		

		B3-Orientación de los surcos	
		B4-Evidencia de erosión	
		B5-Prácticas de CSyA	
	C-Salud del suelo y el cultivo	C1-Infiltración del agua	
		C2-Profundidad del suelo	
		C3-Actividad biológica	
		C4-Salud del cultivo	
		C5-Nivel de sombra	
		C6-Competencia por arvenses	
	D-Manejo de la biodiversidad	D1-Biodiversidad temporal	
		D2-Biodiversidad espacial	
		D3-Árboles de sombra	
		D4-Número de especies vegetales	
		D5-Número de especies animales	
	Socioculturales	A-Satisfacción de las necesidades básicas	
A2-Acceso a la educación			
A3-Acceso a la salud y cobertura sanitaria			
A4-Servicios			
A5-Cultura culinaria			
B-Aceptabilidad del sistema de producción			
C-Inclusión social		C1-Integración social	
		C2-Participación de la mujer	
		C3-Relaciones externas	
		C4-Cooperativas y organizaciones para la comercialización de productos	
		D1-Capacitaciones	

	D- Conocimiento tecnológico y conciencia ecológica	D2-Conciencia ecológica	
	E-Relevo generacional		

4.8 Diseño metodológico

La metodología de estudio se fundamentó en los principios de la Investigación de Acción Participativa (IAP), de tal forma que el productor adopte la práctica de evaluación y monitoreo y pueda utilizar la información obtenida y presentada para fortalecer el nivel de conocimiento de sus sistemas productivos, optimizando la toma de decisiones en aras de crear posibilidades de un mayor nivel de resiliencia.

Esta metodología se diseñó a partir de la integración de métodos de análisis multicriterio y herramientas para el estudio y la evaluación de la resiliencia propuestas el grupo de investigación. El enfoque de la misma, considerando los indicadores económicos, ecológicos y socioculturales, es mixto (cualitativo y cuantitativo) y no experimental, cuyo diseño metodológico es descriptivo y correlacional, en el cual se aplicaron diferentes metodologías y herramientas. Las etapas de desarrollo de la investigación fueron las siguientes:

Etapa inicial (Fase 1 y 2): Estas fases obedecieron al aprestamiento de la investigación, es decir, a toda esa preparación inicial, como la revisión documental, bibliográfica y consiguientemente la elaboración del proceso metodológico y selección de instrumentos. Aquí se seleccionaron las cuatro unidades productivas y se inició la redacción del anteproyecto de investigación para su posterior aprobación por autoridades de la UNA.

Segunda etapa (Fase 3 y 4): Consistió en la aplicación de la herramienta metodológica y de los instrumentos de evaluación y recolección de información. En esta etapa se realizaron visitas a las instituciones y unidades del departamento y se capacitaron a PRODECOOP (Promotora de Desarrollo Cooperativo de Las Segovias), sobre el levantamiento de datos en campo y el uso de herramientas metodológicas para realizar en el recorrido por las unidades de producción. En esta etapa se organizó la información levantada durante la etapa inicial y se diseñaron las bases de datos organizadas en Excel y SPSS.

Tercera etapa (Fase 5): En esta fase se realizó el procesamiento de la información obtenida en las fases anteriores, así como la escritura del documento final y divulgación de los resultados. Se contempla la escritura y publicación de un artículo científico a partir de los resultados obtenidos.

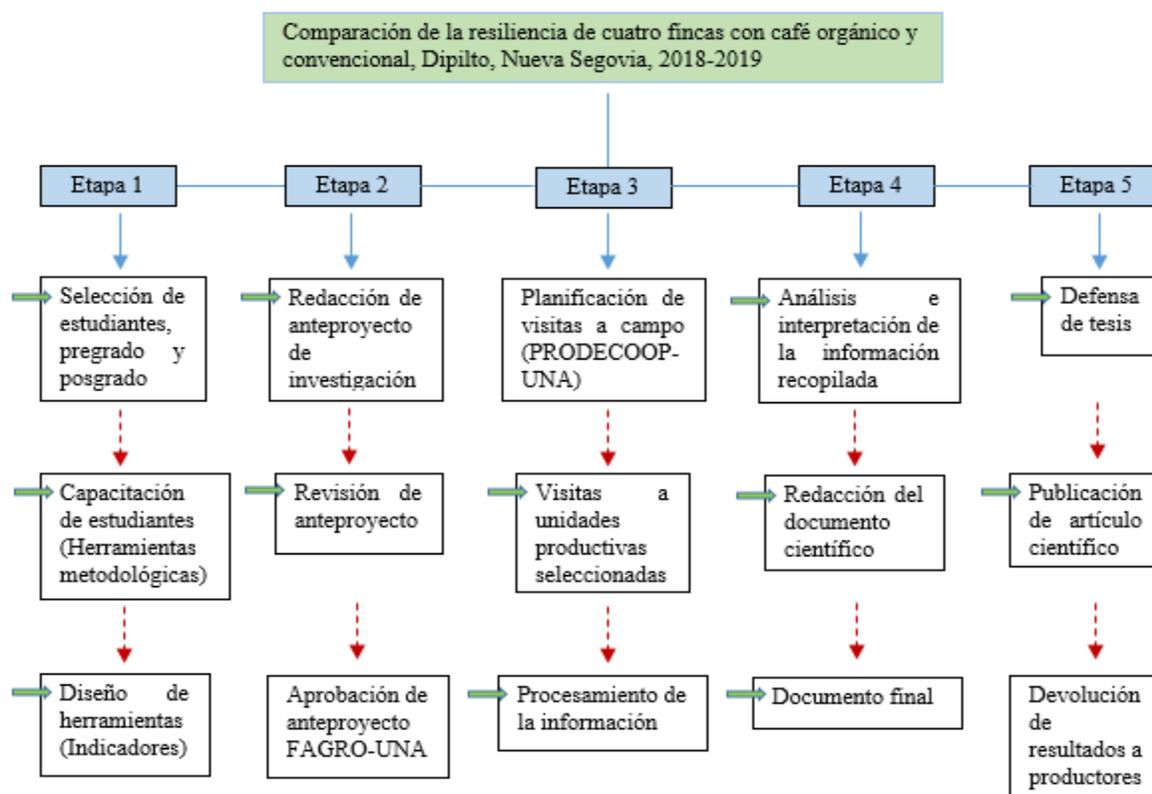


Figura 2. Organigrama de las actividades a realizarse en el estudio de los sistemas de producción en Nueva Segovia. Proyecto “Evaluación de estrategias de diversificación en sistemas cafetaleros manejados por productores a pequeña escala en Mesoamérica”.

4.9. Recolección de datos

El método a utilizar es no experimental, los ensayos se realizaron por medio de formatos de recolección de datos, mediante encuestas, entrevistas semi-estructuradas, observación directa, análisis de muestras de suelo, herramientas para medición en campo. Con respecto a los indicadores se utilizaron escalas de medición con valores de 0 a 4, basado en la metodología de evaluación de diagnósticos rápidos en cafetales propuesta por Altieri y Nicholls (2002).

4.10. Plan de tabulación y análisis de datos

Las bases de datos conformadas por variables categóricas, cuantitativas y posteriormente se procesaron y codificaron en SPSS v. 21. Así mismo, se conformaron figuras y mapas a partir de índices y digitalización de coordenadas geográficas en ArcGIS v. 10.

Con la aplicación de ésta metodología se ponderaron ciertos atributos para luego llevarlo a un valor estandarizado con el cual se realizaron los cálculos para determinar los índices de resiliencia ecológica, económica y sociocultural, surgiendo de estos tres el cuarto índice denominado Índice de Resiliencia General (IRg) para cada unidad productiva, que corresponde al promedio de las tres dimensiones evaluadas: $IRg = (IK + IE + ISc)/3$

Se definieron umbrales que debían alcanzar cada índice para comparar y considera una UP más resiliente que otra(s), la escala propuesta se encuentra descrita en el Anexo 5. Los sistemas con un valor promedio del Índice de Resiliencia General (IRg) dentro del rango óptimo (3-4) son consideradas *faros agroecológicos*. En el marco de esta investigación, un faro es considerado un sistema de producción integrado en las que se han cristalizado los conceptos de agroecología para lograr eficiencia productiva, estabilidad biológica, seguridad alimentaria y viabilidad económica (Altieri, 2000).

El aspecto clave no se debe a que los productores imiten el entorno interno y externo del productor de la unidad “faro”, sino que emulen procesos e interacciones promovidos por la infraestructura económica, ecológica y sociocultural de esa UP, que conlleven al éxito del sistema desde el punto de vista de la resiliencia. Puede ser que en una UP “faro” la clave sean factores del entorno ecológico. Los productores de los otros sistemas no necesariamente están obligados a usar el mismo tipo de prácticas o de simular las mismas condiciones, sino técnicas y medidas que estén a su alcance y que optimicen los mismos procesos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se describen y discuten los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores y sub indicadores seleccionados, agrupados en cada dimensión agroecológica evaluada a través de graficas Amiba. Tomando en cuenta toda esta información se propusieron prácticas agroecológicas de acuerdo con el entorno y necesidades de cada UP que podrían conferirles posibilidades de una mayor resiliencia. En el Anexo 18 se muestra la ficha de recolección de datos de los valores de cada variable.

5.1. Dimensión Económica (IK)

La agroecología propone una agricultura ligada con el medio ambiente que también sea económicamente viable, es decir, que pueda proveer de seguridad alimentaria, que tenga alto rendimiento, productividad y que disminuya los riesgos económicos. Esta dimensión demanda un desarrollo económicamente eficiente y equitativo, por esta razón exige definir las actividades económicas de acuerdo con las necesidades, carencias y potencialidades del agroecosistema.

En la Figura 3 se muestra los resultados obtenidos de los 6 sub indicadores utilizados para evaluar la Dimensión Económica (IK) agrupados en 5 indicadores, para cada unidad productiva. El agroecosistema Buena Vista resultó con 3 indicadores (33.33%) con valores óptimos (3-4), 2 indicadores (22.22%) con puntuaciones medias (2-2.99) y 4 indicadores (44.44%) en puntuaciones bajas (<2). Por otro lado, El Ciprés resultó con 4 indicadores (44.44%) en puntuaciones óptimas (3-4), 1 indicador (11.11%) en condición media (2-2.99) y 4 indicadores (44.44%) con puntuaciones bajas (<2).

El agroecosistema El Carmen resultó con 4 indicadores (44.44%) en puntuaciones óptimas (3-4) y 5 indicadores (55.56%) en puntuaciones bajas (<2). El agroecosistema San Martín fue quien resultó con los valores menos favorables, obteniendo 3 indicadores (33.33%) en condiciones óptimas (3-4) y 6 indicadores (66.67%) en puntuaciones bajas (<2).

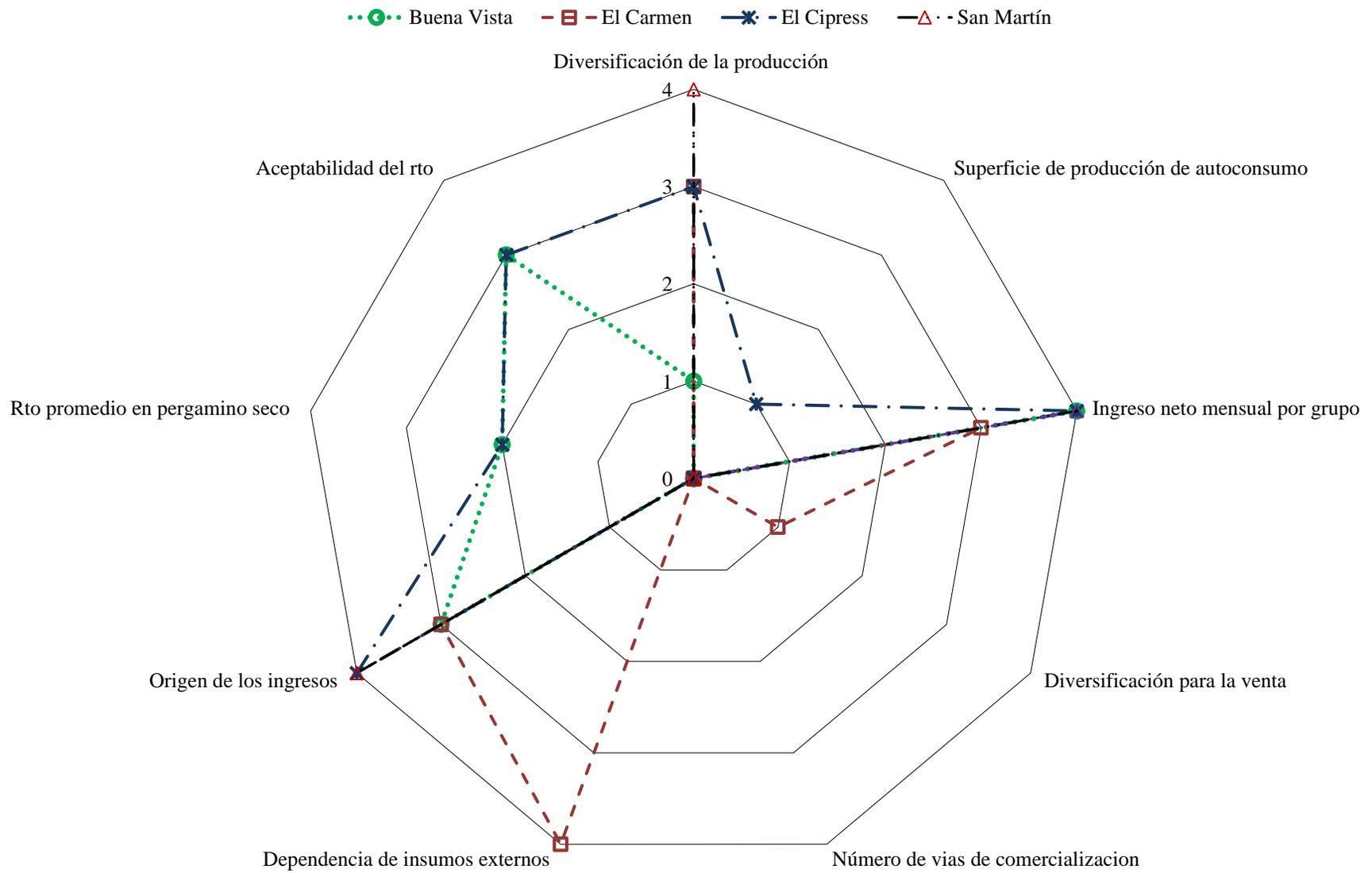


Figura 3. Amiba comparativa de las tendencias de los parámetros económicos en las cuatro unidades productivas evaluadas.

5.1.1. Diversificación de la producción y superficie de producción de autoconsumo

Según los resultados mostrados en la Figura 3, los agroecosistemas San Martín (4), El Carmen (3) y El Ciprés (3) alcanzaron puntuaciones óptimas para el indicador *A-Diversificación de la producción*, estos agroecosistemas se caracterizan por el establecimiento dentro de su predio de otros rubros principalmente para consumo familiar como frutales, hortalizas y cultivos anuales como yuca, malanga, chile, ayote y granos básicos (arroz y frijol), encontrándose una mayor tendencia en la UP San Martín. La UP Buena Vista resultó con un valor bajo (0) para este indicador, caracterizándose principalmente por la producción de café en su parcela.

En la Figura 3 se observa que la UP El Ciprés obtuvo un valor bajo (1) en el indicador *B-Superficie de producción para autoconsumo*, pues destina un área (<1000 m²) dentro de su predio para la producción de alimentos de la familia, la cual está dada principalmente por la producción de algunos cultivos hortícolas como tomate y chiltoma, cítricos, granos básicos y algunas especias. Las demás UP resultaron con un valor bajo (0), lo que indica que compran la mayoría de sus alimentos en mercados locales debido a que no destinan áreas específicas dentro de su predio para la producción de alimentos de consumo familiar.

La unidad productiva familiar no debe observarse aisladamente de la dinámica social y productiva de la finca, puesto que ésta representa el medio para garantizar y promover la seguridad y soberanía alimentaria del núcleo familiar, un pilar fundamental dentro del estudio de la resiliencia de los agroecosistemas. La diversificación de la producción es fundamental en las transiciones agroecológicas ya que contribuyen a garantizar la seguridad y autosuficiencia alimentaria y, al mismo tiempo, conservar, proteger y mejorar los recursos naturales, dispersar los riesgos económicos y potenciar la prestación de servicios ecosistémicos (Altieri y Nicholls, 2013).

5.1.2. Ingreso neto mensual por grupo

Para el indicador *C-Ingreso neto mensual*, las cuatro UP alcanzaron puntuaciones óptimas. En el caso de Buena Vista (4), El Ciprés (4) y San Martín (4) éstas registran ingresos superiores a los C\$ 8,500 por mes, por otro lado, El Carmen (3) manifestó que percibe ingresos mensuales entre C\$ 4,500- C\$ 8,500. Aunque todas las UP alcanzaron valores óptimos, resulta negativo que estos ingresos provienen solamente de la producción de café (A excepción de la UP El Carmen), puesto que cuentan con el potencial para poder comercializar otros productos o generar otras utilidades.

En el caso de la UP El Carmen, obtuvo el valor más bajo en relación a las demás debido a que es la que registra los rendimientos en qq ha⁻¹ de pergamino seco más bajos, convirtiéndose en el agroecosistema que recibe menos ingresos al depender principalmente de la producción de café. El Ciprés y San Martín al tener mayor producción por unidad de área mostraron mayores ingresos que la UP El Carmen.

El agroecosistema será más resiliente si los ingresos mensuales son capaces de satisfacer las necesidades económicas del núcleo familiar. Altieri *et al.*, (1998) citado en Calix (2017) sostienen que existen muchos casos de experiencias exitosas en el campo de la agroecología, que con el tiempo muestran niveles de producción estables, con rendimientos económicamente favorables que permiten alcanzar un nivel de vida aceptable.

5.1.3. Riesgo económico

El factor de la diversidad de la producción contribuye con el mantenimiento de una rentabilidad alta y un bajo riesgo económico pues se diversifican los ingresos; venden lo que producen en la finca y también obtienen ingresos adicionales (Silva-Laya *et al.*, 2016).

Diversificación para la venta

El sub indicador *D1-Diversificación para la venta* indica que las UP Buena Vista, El Ciprés y San Martín resultaron con valores bajos (0). La UP El Carmen que alcanzó un valor óptimo (3), debido a que es la única que además de la producción de café, se dedica a la producción de cacao sin procesar en los mercados locales, este rubro en los últimos años ha venido tomando importancia, de modo que actualmente, su venta representa al menos el 40% de los ingresos que percibe la familia, siendo el restante correspondiente a la producción de café.

Según Núñez (2010); citado por Silva-Laya *et al.* (2016) la diversificación de productos para la venta es una característica propia de un sistema productivo con tendencias a la sostenibilidad económica, por lo cual, las cuatro UP deben atender este parámetro buscando opciones para introducir sus demás rubros en los mercados locales de la zona.

Número de vías de comercialización

Los resultados del sub indicador *D2-Número de vías de comercialización* mostrados en la Figura 3, indica que las cuatro UP acopian sus productos únicamente a PRODECOOP la cual asocia a la mayoría de las cooperativas la zona, de manera que, el valor obtenido en la escala para cada una de las UP es bajo (0).

La alta variabilidad de los precios y la inestabilidad de los mercados convierten a las vías de comercialización en una alternativa para el productor de colocar sus productos en determinados segmentos de mercado, lo que contribuye a dispersar el riesgo económico al variar tanto en cantidad como calidad sus productos.

En el sector campesino se ha desarrollado una cultura de simplificar el proceso de producción, y una forma de lograrlo es teniendo una vía de mercado que garantice precios competitivos, esto simplifica el proceso; sin embargo, no consideran que estos canales de comercialización se ven amenazados por diversos factores económicos, sociales y ambientales, y al depender de uno solamente, convierte principalmente al pequeño productor vulnerable ante cualquier variación de los factores mencionados.

Dependencia de insumos externos

Un sistema con alta dependencia de insumos externos no es sustentable en el tiempo (Sarandón *et al.*, 2006). El agroecosistema El Carmen es el que menos depende de insumos puesto que fue la que registró un valor óptimo (4), por otro lado, los agroecosistemas Buena Vista, El Ciprés y San Martín, registraron valores bajos (0). La UP con el coeficiente más alto se debe a que ésta adopta mayores prácticas agroecológicas, por esta razón, la estrategia de manejo de intervenciones con productos sanitarios consiste en su mayoría en productos de etiqueta verde altamente degradativos, combinado con el uso de medidas preventivas, prácticas culturales y alternativas biológicas para el manejo de plagas y enfermedades.

Origen de los ingresos reportados

Para el sub indicador *D4-Origen de los ingresos* las cuatro UP resultaron con puntuaciones óptimas. En el caso de El Ciprés (4) y San Martín (4), manifestaron que el 100% de los ingresos que percibe el productor y su familia provienen de actividades realizadas dentro de la unidad de producción. Con respecto a las UP Buena Vista (3) y El Carmen (3) parte de los ingresos provienen de otras actividades, en el caso de Buena Vista, el productor manifestó que recibe un estipendio mensual de parte del estado, en cambio en el caso de El Carmen, algunos integrantes del núcleo familiar se dedican a actividades agropecuarias extra prediales, que sirven de ingresos adicionales a los que genera la producción de café y cacao.

La integración de esta variable pretende determinar si los ingresos percibidos por el productor y/o núcleo familiar del sistema de producción provienen de las actividades agropecuarias o de otras ajenas o no ligadas con las actividades propias de las unidades productivas. El origen de los ingresos reportados por el productor es de mucha importancia para evaluar los ingresos económicos procedentes de la unidad de producción, puesto que nos damos cuenta que si está siendo rentable o no en lo que genera cada unidad productiva.

5.1.4. Rentabilidad del agroecosistema

El análisis de la rentabilidad es un indicador fundamental para evaluar la situación económica de la unidad productiva, pues nos ayuda a revelar la calidad y eficiencia en la utilización de los recursos y mecanismos que intervienen en el proceso de producción, para posteriormente definir e implementar estrategias que contribuyan a mejorar dicho sistema y por ende el nivel de vida de la familia (Mazabel-Dominguez, 2010).

Rendimiento promedio en pergamino seco y aceptabilidad del rendimiento

Un sistema es sustentable si la producción de café, en pergamino seco, es suficiente para cubrir los costos de producción y los gastos de necesidades primarias de la familia (Márquez y Julca, 2015). Según la Figura 3 el sub indicador *E1-Rendimiento en pergamino seco (qq ha⁻¹)*, señala que los agroecosistemas Buena Vista y El Ciprés obtuvieron un valor medio (2), esto indica que la producción de café en pergamino seco alcanza rendimientos que oscilan entre 15 y 20 qq ha⁻¹. El Carmen y San Martín por otro lado, obtuvieron los valores más bajos (0) esto indica que los rendimientos promedio en pergamino seco son iguales ó menores a 10 qq ha⁻¹.

A partir de estos resultados se determina el valor del sub indicador *E2-Aceptabilidad del rendimiento*, esto consiste en comparar el rendimiento promedio de cada UP con el promedio de la zona, el cual oscila entre 15-20 qq oro ha⁻¹. Las UP Buena Vista y El Ciprés alcanzaron un valor óptimo (3), lo que indica que el rendimiento promedio en qq ha⁻¹ oscila entre el 86% y 95% del rendimiento promedio de la zona. El Carmen y San Martín, en cambio, obtuvieron valores bajos (0) lo que indica que su rendimiento promedio es menor en un 60% con respecto a la producción local de la zona.

La producción agrícola es afectada por diferentes factores asociados al cambio climático, que causan el deterioro de los procesos de autorregulación y servicios ecológicos que ocurren dentro del agroecosistema, como consecuencia, esto conduce cambios respecto a la incidencia y severidad de los agentes patógenos.

La roya (*Hemilea vastatrix* Berkeley & Broome) y la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cooke) son enfermedades fúngicas que afectan el café, siendo la especie *arabica* la más susceptible. Los agentes causales de estas enfermedades atacan las hojas y provocan defoliaciones, causando la muerte de las ramas, limitando la cantidad y afectando la calidad intrínseca de los granos de café. En el caso de una defoliación moderada pueden ocurrir pérdidas de la producción en el rango del 20% al 40%, en tanto que una defoliación severa puede provocar la pérdida total de la capacidad productiva de las plantas.

5.2. Dimensión ecológica (IE)

La dimensión ecológica exige que el desarrollo socioeconómico de la unidad de producción preserve y potencie la regeneración y complejidad del agroecosistema, sus recursos, su productividad, funciones y la biodiversidad. Esta dimensión, desde el marco de la resiliencia está condicionada por la provisión de bienes y servicios ambientales en un espacio geográfico. La Figura 4 muestra los resultados obtenidos de los 22 sub indicadores utilizados para evaluar la Dimensión Ecológica (IE) agrupados en 4 indicadores. En el caso de la UP Buena Vista, resultó con 9 indicadores (40.9%) con puntuaciones óptimas, 4 indicadores (18.2%) con valores medios y 9 (40.9%) con valores bajos

La UP El Ciprés resultó con 13 indicadores (59.1%) con valores óptimos, 4 indicadores (18.18%) con puntuaciones medias y 5 indicadores (22.72%) en puntuaciones bajas. La UP El Carmen resultó con 13 indicadores (59.1%) en puntuaciones óptimas, 5 indicadores (22.72%) con puntuaciones medias y 4 indicadores (18.18%) con puntuaciones bajas. La UP San Martín obtuvo 15 indicadores (68.18%) en puntuaciones óptimas, 4 indicadores (18.18%) en puntuaciones medias y 3 indicadores con puntuaciones bajas (13.64%).

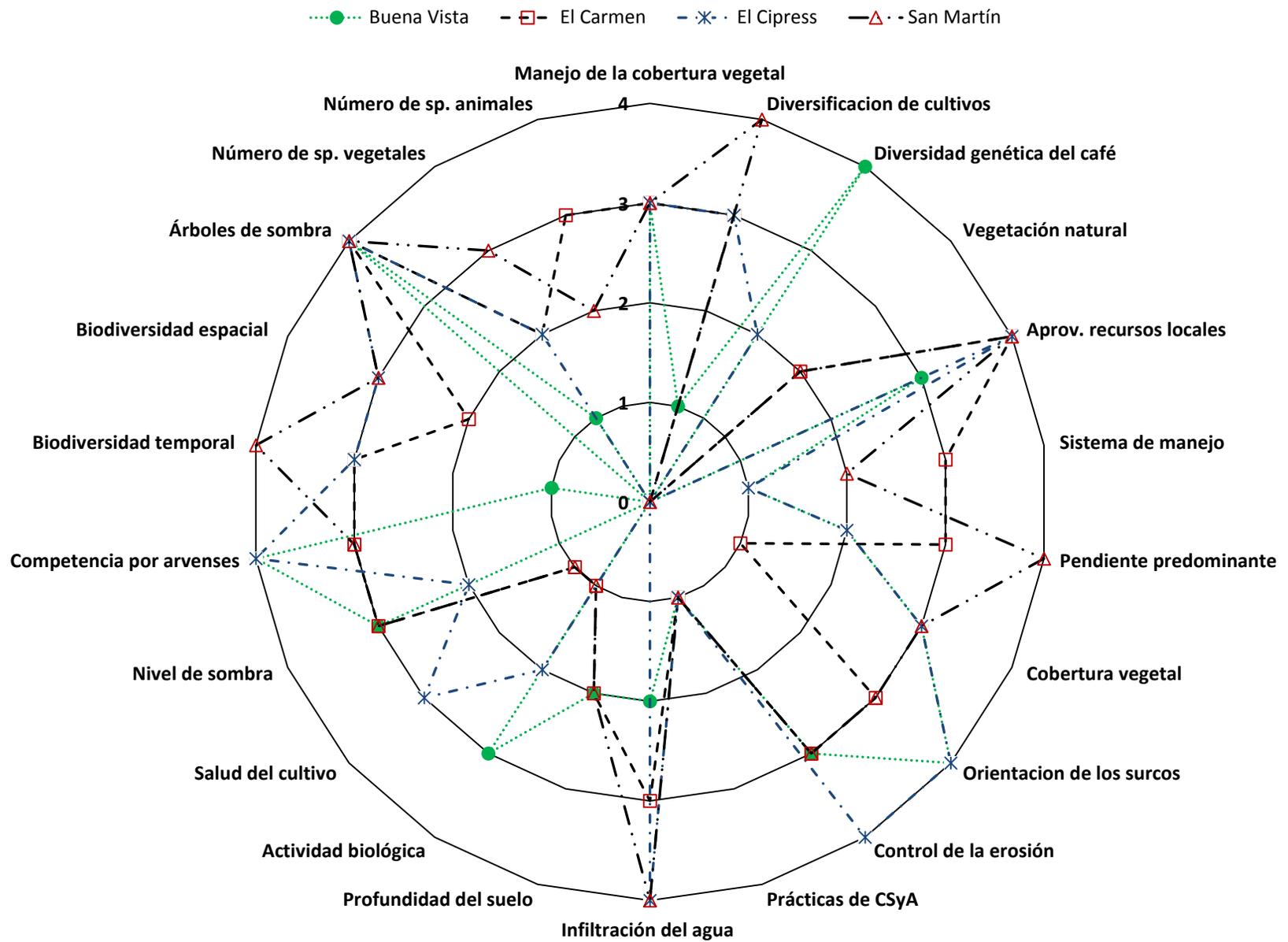


Figura 4. Amiba comparativa de las tendencias de los parámetros ecológicos en las cuatro unidades productivas evaluadas.

5.2.1. Enfoque de manejo del agroecosistema

Vázquez y Simonetti (2013), describen que los agroecosistemas son dinámicos y están sujetos a diferentes tipos de manejo, los arreglos de cultivos en el tiempo y el espacio están cambiando continuamente de acuerdo con los factores biológicos, socioeconómicos y ambientales, y tales variaciones en el paisaje determinan el grado de heterogeneidad característica de cada región agrícola, la que a la vez condiciona el tipo de biodiversidad presente y la cual puede o no beneficiar los cultivos.

Manejo de la cobertura vegetal

Los resultados del sub indicador *AI-Manejo de la cobertura vegetal* mostrados en la Figura 4, señalan que las cuatro UP obtuvieron un valor óptimo (3) en la escala, con una cobertura vegetal que oscila entre 75% y 99%. La cobertura del suelo en estos agroecosistemas está dada principalmente por residuos vegetales, debido la regulación de la sombra que proveen los árboles permite obtener entre muchos beneficios y funciones ecosistémicas, proporcionar una cobertura al suelo con el aporte de biomasa. La descomposición de los diversos residuos deja parches en la parcela para el crecimiento de diversas arvenses.

En las zonas cafetaleras de Nicaragua, las especies vegetales que crecen sobre el suelo carecen de una puntual connotación de cuan buenas o malas pueden ser, de forma que, tildarlas de dañinas sin estudios previos, resultaría inconsecuente (Espinosa y Sarukhan, 1997).

Según Inojosa (2015), la importancia de la cobertura vegetal, especialmente en zonas secas radica en el hecho de que ayuda a fijar el suelo evitando las pérdidas por erosión (física y química), como también otros beneficios ecológicos, tales como la disminución de las pérdidas de humedad por evaporación, aporte de materia orgánica y amortiguación del efecto de la alta radiación solar. Esto tiene desventajas significativas en términos de disminución de la calidad del suelo (desde el punto de vista físico, químico y biológico).

Diversificación de cultivos

Con respecto al sub indicador *A2-Diversificación de cultivos*, la Figura 4 indica que los agroecosistemas San Martín (4), El Ciprés y El Carmen (3) resultaron con valores óptimos. En cambio, Buena Vista obtuvo un valor bajo (1). Estos resultados confirman lo expuesto con el indicador económico *A-Diversificación de la producción* (Figura 3). La asociación simultánea de diversas especies es más compleja en la UP San Martín, en ésta se han establecido diversas especies de frutales y cultivos anuales que sustentan la alimentación familiar.

Las UP El Carmen y El Ciprés además de la producción de café, éste se encuentra asociado con cultivos como cacao, cítricos, musáceas, pera, y algunos cultivos anuales como yuca, malanga (El Carmen), y hortícolas (en ambas). Por otro lado, la UP Buena Vista obtuvo el valor más bajo, pues que se caracteriza principalmente por la producción de café, y aunque se observaron algunos parches de musáceas y especies de cítricos, estos crecen de forma espontánea y deliberada, sin ningún interés o fin agrícola.

La capacidad de resiliencia de un ecosistema está directamente relacionada con la riqueza de especies y el traslado de las funciones ecológicas que éstas tengan. Es decir que un sistema en el cual sus integrantes tengan más diversidad, el número de funciones ecológicas que éstos generan contribuyen a que el agroecosistema sea capaz de soportar de mejor manera una perturbación específica (Labrador y Gonzálvez, 2013).

Diversificación de las variedades de café

Con respecto al sub indicador *A3-Diversidad de las variedades de café*, la Figura 4 muestra un valor óptimo (4) para Buena Vista, que maneja más de cinco variedades de café en su parcela, según el productor, esto se debe a que en los últimos años las epidemias de roya y mancha de hierro han causado graves daños a la economía de los productores de la zona, incluyendo la UP, lo que ha motivado a muchos de ellos a inclinarse por el uso de variedades con resistencia genética a diversos patógenos, y a su vez con capacidad de adaptarse a diferentes condiciones climáticas.

Los agroecosistemas El Carmen y San Martín alcanzaron un valor bajo (1) debido a que en estas UP predomina la variedad resistente a la roya catimor solamente; El Ciprés en cambio, resultó con un valor medio (2), y aunque existen más de dos variedades establecidas, una de ellas (Caturra) predomina sobre las demás.

El desarrollo de nuevas variedades surge por la necesidad de contar con cafetos de alta producción, buena calidad de taza y adaptabilidad a las variables condiciones agroecológicas de cada región cafetalera. Además, la práctica cultural de siembra de variedades con resistencia genética a enfermedades es considerada como el método más económico y beneficioso para el combate de los patógenos causantes, pues su implementación permite la reducción del uso de agroquímicos (Canet y Soto, 2016).

Vegetación natural

Los resultados del sub indicador *A4-Vegetación natural* mostrado en la Figura 4, señala que la UP San Martín obtuvo un valor medio (2), en cambio las demás UP resultaron con valores bajos (0). Estos resultados indican que San Martín a diferencia de las demás UP, es la única que en su predio posee parches dispersos de áreas vegetación natural con un área aproximada de 140-280 m². Estas áreas proveen madera, leña y plantas medicinales para familia, y además son hábitat de algunas especies de animales silvestres que utilizan para su alimentación.

Las zonas de vegetación natural incluyen bosques, cuencas, pastizales, pantanos, zonas de amortiguamiento, etc., donde no se realice ningún tipo de actividad agrícola y pecuaria ni intervención del hombre, éstas deben encontrarse delimitadas y conservadas. Estas áreas son un componente vital de cualquier estrategia de conservación y mantenimiento de la salud de los agroecosistemas, pues sirven de hospedero de necesidades sociales, culturales y económicas, y, sobre todo, cumplen funciones que pueden ser resumidas en tres grupos principales: (1) servicios ambientales, (2) beneficios socioeconómicos y (3) el mantenimiento de los ecosistemas naturales y la biodiversidad (Carey *et al.* 2000).

Aprovechamiento de los recursos locales

Según los resultados de la Figura 4, para el sub indicador *A5-Aprovechamiento de los recursos locales*, las cuatro UP resultaron con puntuaciones óptimas. En el caso de El Ciprés (4), El Carmen (4) y San Martín (4) indicaron que aprovechan el 100% de los recursos que provee y dispone la UP, ya sea para venta, consumo o uso dentro del predio. Con respecto a Buena Vista (3), el productor manifestó que el principal recurso que aprovecha de su finca es la leña y madera.

Nicholls (2013) menciona que resultados de la diversidad de los cultivos y especies vegetales como los obtenidos en las UP El Ciprés, El Carmen y San Martín, permite una mejor interacción y una estabilidad ante los embates de las variaciones climáticas, puesto que estas poseen un sistema agroforestal con el cultivo de café y una alta diversificación de árboles y arbustos, lo que permite mantener y estabilizar el microclima y aprovechar las funciones, productos y subproductos de los árboles, y en sistemas tradicionales de superficies pequeñas como éstas, la mayoría de estos beneficios son destinados al autoconsumo.

Según Prager (s.f), para garantizar la sostenibilidad ecológica a largo plazo sobre la productividad en el corto plazo, tres de los principios que el agroecosistema debe seguir son: (1) Reducir el uso de energía y recursos externos; (2) Reducir los costos e incrementar la eficiencia y viabilidad económica de las parcelas de tamaño pequeño y mediano, estableciendo un agroecosistema diverso y potencialmente más flexible; y (3) Estimular y promover el aprovechamiento de la producción y recursos locales bajo el contexto natural y socioeconómico del agroecosistema.

Sistema de manejo

Los resultados mostrados en la Figura 4 indican que la UP El Carmen obtuvo un valor óptimo (3), no alcanzó el nivel más alto en la escala debido a que según información proporcionada por el productor, en años anteriores, las afectaciones por enfermedades tuvieron su punto de inflexión a partir del ciclo 2011-2012 con la epidemia de la roya.

La utilización de productos químicos sintéticos para el manejo de la enfermedad, los cuales hasta hoy en día perduran como último recurso para el manejo de enfermedades; no obstante, es autosuficiente en la fertilización del suelo, manejo de plagas y arvenses, pues tiene un sistema integrado de producción con el manejo de la biodiversidad funcional la cual, de acuerdo con Altieri y Nicholls (2009), desempeña un papel decisivo en la sostenibilidad agroecológica de las UP. El productor afirmó que la mayoría de las intervenciones fitosanitarias se manejan utilizando productos biológicos formulados y medidas culturales.

Los agroecosistemas son depósitos de abundantes principios y medidas que pueden ayudar a reducir o aumentar la capacidad de resiliencia a perturbaciones o eventos extremos (Varela, 2010). El sistema de manejo es un indicador muy importante para determinar si las medidas y el tipo de técnicas y prácticas empleadas contribuyen y/o fortalecen a la resiliencia y sostenibilidad del agroecosistema.

El agroecosistema San Martín obtuvo un valor medio (2), al indagar sobre el sistema de manejo de esta unidad de producción se concluyó que actualmente se encuentra en un proceso de sustitución de productos sintéticos y se está integrando gradualmente el uso de alternativas biológicas y menos dañinas para el manejo fitosanitario del cultivo, debido a eso, se consideró que el sistema de manejo se encuentra en un proceso de transición.

Los agroecosistemas Buena Vista y El Ciprés obtuvieron valores bajos (1), esto se debe a que en estas UP aún se desconoce el funcionamiento integral del agroecosistema, su estructura y procesos, por consiguiente, dependen principalmente de los agroquímicos para el manejo del cultivo. Altieri y Nicholls, (1994), Swif *et al.*, (2004) citado en Sarandón y Flores, (2014), afirman que los sistemas simplificados, de baja diversidad (como estos), requieren que las funciones (debilitadas) sean suplidas mediante el empleo de insumos.

De manera general en los agroecosistemas El Carmen y San Martín las prácticas asociadas al sistema de manejo con enfoque agroecológico corresponden a un sistema de siembra sin labores de mecanización para preparación del suelo (labranza mínima, al espeque), chapia manual, el manejo agronómico del cultivo se realiza con la incorporación de biomasa orgánica al suelo (compost, ceniza, pulpa de café, residuos vegetales), y el manejo sanitario se restringe principalmente con productos de etiqueta verde, los cuales, como se mencionó previamente son de mayor uso en la UP El Carmen.

No obstante, Altieri (2002) argumenta que la idea de la agroecología es ir más allá del uso de prácticas alternativas y desarrollar agroecosistemas con una dependencia mínima de agroquímicos y subsidios de energía enfatizando sistemas agrícolas complejos en los cuales las interacciones ecológicas y los sinergismos entre sus componentes biológicos provean los mecanismos para que los sistemas subsidien la fertilidad de su propio suelo, la productividad y la protección de los cultivos.

Gliessman *et al.* (2007), suponen que un cambio en los valores y las formas de actuar de los agricultores y de los consumidores, en sus relaciones sociales, productivas y con los recursos naturales, es lo que determina el proceso de transición hacia un modelo agroecológico, y que este no ocurre nivel de UP solamente, sino de comunidad. A su vez, es importante destacar que también es un proceso político, que involucra cambios en las relaciones de poder y que atraviesa a todos los actores sociales activos en la transición agroecológica (González de Molina, 2012).

5.2.2. Riesgo de erosión

Mendoza (2016) en su trabajo sobre el uso y estado actual de los suelos de Nicaragua en el proyecto Alianza Mundial por los Suelos (AMPS), encontró que el 75% de los suelos están degradados debidos a las prácticas de manejos insostenibles. Kolsman y Vásquez, (1996) argumentan que los cultivos para su normal desarrollo requieren en primer lugar de un suelo fértil y a su vez, éste necesita estar cubierto para mantener su fertilidad natural, ello constituye una interrelación cíclica suelo-planta que permita la existencia de ecosistemas estables.

Según Altieri y Nicholls (2013), para garantizar la resiliencia de los sistemas agrícolas, el aporte de materia orgánica juega un papel supremamente importante, ésta mejora la capacidad de retención de agua del suelo, haciéndolo más resistente a las sequías, mejorando su capacidad de infiltración y evitando que sus partículas sean transportadas con el agua durante lluvias intensas.

Pendiente predominante

El sub indicador *B1-Pendiente predominante* tuvo un valor óptimo (4) para la UP San Martín, esto indica que es el agroecosistema que en promedio posee suelos más llanos, con pendientes no mayores del 5%. El Carmen también obtuvo un valor óptimo (3), lo que indica que sus suelos poseen pendientes que varían entre 5% en los lugares más llanos hasta un 15% en las áreas más irregulares; los agroecosistemas Buena Vista y El Ciprés alcanzaron un valor medio (2), lo que refleja que en sus suelos predominan pendientes que oscilan entre el 15 y 30%.

La pendiente caracteriza la desviación de la inclinación de una superficie con respecto a la horizontal expresada en porcentaje; su grado y longitud determinan la susceptibilidad del suelo a ser erosionado por agentes como el viento y el agua, por lo que este factor determina en gran medida el manejo y uso adecuado que debe proporcionarse al suelo, si se quiere mantener la productividad del mismo en el mediano y largo plazo.

Corrales (2001), argumenta que los suelos agrícolas en laderas en nuestro país representan el 75% del territorio nacional. Según Morales (1996), aquellos suelos que posean una pendiente mayor o igual al 5% deben manejarse bajo un sistema que complemente y combine prácticas y/o técnicas estructurales, agronómicas y culturales que se ajusten a la escala socioeconómica y ambiental del productor si se desea tener éxito tanto en la protección del suelo como en la productividad del mismo, puesto que contribuyen a reducir las pérdidas de suelo y permiten mejorar a corto y largo plazo su capacidad para retener agua y nutrientes y proveer servicios y funciones.

Cobertura vegetal

Los resultados del sub indicador *B2-Cobertura vegetal* (Figura 4), señala que los agroecosistemas Buena Vista, El Ciprés y San Martín obtuvieron un valor óptimo (3) y El Carmen alcanzó un valor bajo (1). La UP con menor coeficiente se debe a que posee una gran cantidad de árboles (cacao principalmente) cuya sombra no es regulada adecuadamente, de modo que, limitan la entrada de luz, lo que reduce el crecimiento de arvenses de cobertura. La cobertura del suelo en este agroecosistema está dada principalmente por el aporte de hojarasca y residuos vegetales de estos árboles. En todas las unidades se logró identificar en promedio 5 especies de arvenses que cumplen el papel de cobertura (Anexo 13).

Altieri y Nicholls (2013), afirman que el manejo de los cultivos de cobertura y abonos verdes mejoran la cobertura del suelo protegiéndolo de la erosión, pero lo más importante, adicionan biomasa, la que a su vez contribuye a un mayor nivel de materia orgánica en el suelo. Según Nicholls *et al.* (2013) al incorporar grandes cantidades de materia orgánica y realizar prácticas de conservación, se está mejorando la calidad del suelo. Estas técnicas son utilizadas por muchos agricultores incrementando la biota del suelo y por ende regeneran las características físicas y químicas del mismo.

Según Álvarez (2005), no se podría enumerar tan fácilmente, las ventajas de estas llamadas coberturas y los aportes que hacen al agroecosistema. Basta recordar que ellas son las que sujetan el suelo con su sistema radicular, mantienen la humedad del suelo, evitan la emergencia de otras plantas dañinas, etc.

Orientación de los surcos

Los cuatro agroecosistemas resultaron con valores óptimos (3-4) para el sub indicador *B3-Orientación de los surcos*. La mayoría de las zonas cafetaleras de Nicaragua están ubicadas en laderas, por lo tanto, es común en estos agroecosistemas los surcos siguiendo las curvas de nivel, esto combinado con otras técnicas como las acequias, cubas de infiltración y barreras vivas, contribuye reducir la intensidad de los procesos erosivos y mantener la productividad del suelo.

Orientar los surcos en sentido perpendicular a la pendiente siguiendo las curvas de nivel, permite acortar su longitud, esto reduce la velocidad de escorrentía y disminuye la intensidad de los procesos erosivos ocasionados por el transporte de sedimentos.

Evidencia de erosión

Los resultados del sub indicador *B4-Evidencia de erosión* mostrados en la Figura 4, indica los cuatros agroecosistemas alcanzaron puntuaciones óptimas. En la UP El Ciprés (4) no se observó evidencia de procesos erosivos del tipo laminar, surcos y/o cárcavas. Por otro lado, en los agroecosistemas Buena Vista (3), San Martín (3) y El Carmen (3), se pudo observar que existen parches dentro de las parcelas con evidencia de desplazamiento de sedimentos, principalmente en forma de erosión laminar, este tipo de erosión es la más perjudicial, debido a que generalmente el productor no la reconoce y por ende pocas veces se trata, dando como consecuencia la formación de cárcavas.

Castelan *et al.* (s.f) argumenta que el suelo es un componente natural de gran importancia en la sostenibilidad de los ecosistemas, su degradación se debe en la mayoría de los casos al mal manejo bajo condiciones de ladera, lo que disminuye su productividad y su capacidad para proveer servicios y funciones ecosistémicas. Márquez y Julca (2015) sostienen que un agroecosistema se considera más sustentable cuando conserva la cantidad y calidad de sus suelos, puesto que éste es el principal medio de producción.

La erosión del suelo es uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial, sus efectos negativos se perciben no sólo en los ecosistemas que se desarrolla, debido a que la pérdida progresiva de suelo y nutrientes constituyen un foco de contaminación difusa para otros sistemas, el ambiente y potencial biológico del suelo (FAO, 1997), por otro lado, la erosión genera pérdidas económicas considerables a nivel nacional y, sobre todo, a los actores a nivel local (Cotler *et al.*, 2001).

Prácticas de conservación de suelo y agua

Las prácticas de conservación de suelo y agua constituyen un conjunto de técnicas que el productor aplica a su área de producción a fin de reducir la intensidad de los procesos erosivos y contribuir a conservar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo para mantener su capacidad productiva a largo plazo (Gutiérrez, 2018).

Las cuatro UP resultaron con valores bajos (1) para el sub indicador *B5-Prácticas de conservación de suelo y agua*. Esto indica que las cuatro UP deben atender la importancia de realizar estas prácticas, debido a que las únicas obras que realizan son el establecimiento de plantaciones siguiendo curvas de nivel y acequias. Aunque no se observó evidencia de avanzados procesos de erosión de suelo (*B4-Evidencia de erosión*), que se pueden justificar por el hecho de todas las UP poseen un nivel adecuado de cobertura que protege el suelo, el uso de otras prácticas de conservación además de contribuir a reducir la erosión, permitirían mejorar las propiedades del suelo a mediano y largo plazo.

Altieri (2002), recalca la importancia de las obras de conservación de suelo y agua, pues en el marco de la construcción de agroecosistemas más resilientes deben diseñarse estrategias de recuperación ambiental, reducción de procesos de degradación y de manejo y conservación de los recursos naturales a nivel de microcuencas, enfatizando la conservación del suelo y la cosecha de agua.

5.2.3. Salud del suelo y el cultivo

Abi-Saab (2012), expone que la calidad del suelo es una cualidad que puede ser atribuida a diversas propiedades químicas, físicas y biológicas, que permitan al productor obtener cultivos sanos y de alto rendimiento, con el menor impacto negativo sobre el ecosistema. Adicionalmente, un suelo sano posee propiedades de regulación o amortiguación frente a perturbaciones naturales (ej. clima) o antrópicas, proporcionando un ambiente estable al crecimiento saludable de los cultivos. Evaluando la calidad del suelo es posible comprender el efecto que generan las prácticas y manejos sobre los suelos para posteriormente poder sugerir estrategias que mejoren sus propiedades.

Infiltración del agua

La capacidad de infiltración en el suelo está determinada por muchos factores naturales y otros debidos al manejo realizado en las prácticas agrícolas (Morales, 1996). Los factores naturales son; la textura, estructura, contenido de materia orgánica, contenido de humedad, grado de compactación, pendiente y la cobertura del suelo, por lo que este indicador arroja información muy importante sobre la calidad y salud del suelo.

Las UP El Cipres (4), San Martín (4) y El Carmen (3) alcanzaron puntuaciones óptimas para el sub indicador *C1-Infiltración del agua*, sin embargo, la UP Buena Vista, obtuvo un valor medio (2), esto indica que el suelo en esta finca se puede saturar rápidamente (Figura 5).

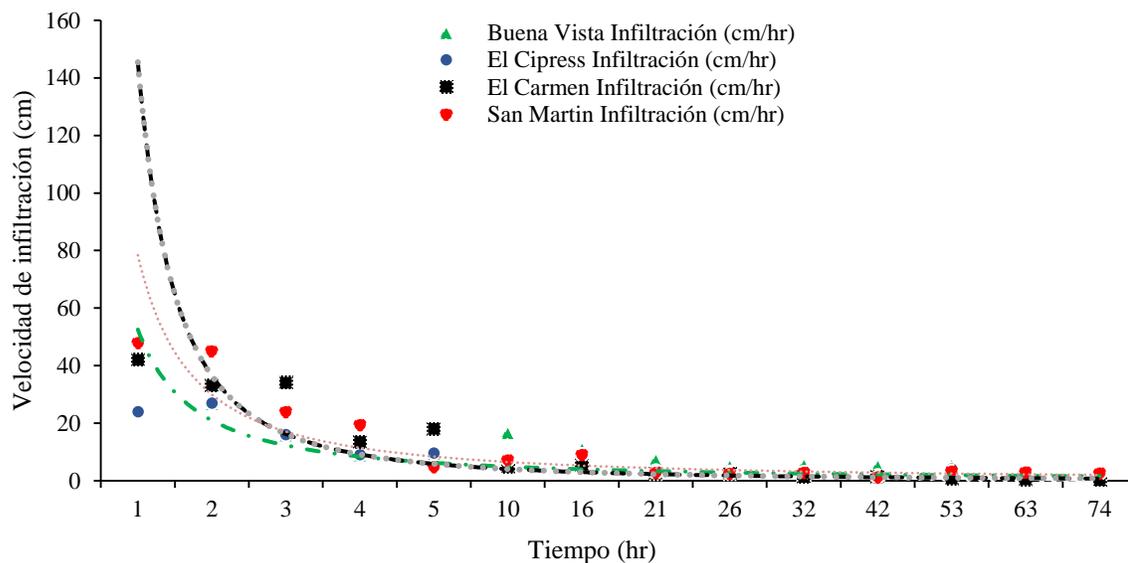


Figura 5. Velocidad de infiltración en cuatro UP en las comunidades La Tablazón y Las Manos, Nueva Segovia 2018-2019.

Profundidad del suelo

En cuanto al sub indicador *C2-Profundidad del suelo*, la UP El Ciprés obtuvo un valor bajo (0), las UP Buena Vista, El Carmen y San Martín obtuvieron un valor medio (2), lo que indica que estos suelos poseen una profundidad efectiva que oscila entre 50 y 80 cm. Según IICA (2016), la profundidad del suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrientes indispensables y, por lo cual, puedan crecer y desarrollarse adecuadamente.

Estos resultados pueden explicarse según lo planteado en la tesis de López (2008); las principales causas de la compactación del suelo (por ende, de su profundidad efectiva) son las presiones generadas por el paso de implementos agrícolas, el pisoteo animal y el reacomodamiento de las partículas del suelo en superficies donde no se realizan labores de labranza.

El café al ser un cultivo perenne y diversificado fomenta una estructura vegetativa compleja que reduce la perturbación del suelo, y al ser un cultivo que generalmente predomina en laderas cuyos suelos son pedregosos, la profundidad en estos generalmente no es muy alta, sin embargo, los datos encontrados en cada UP se encuentran dentro en un rango aceptable para el cultivo.

Actividad biológica del suelo

Los resultados mostrados en el Cuadro 3 indican que en la UP El Ciprés se observó la presencia de al menos seis especies que habitan el suelo, en cambio en las UP Buena Vista y El Carmen se observaron cinco especies. La UP San Martín fue quién registró el valor más bajo de riqueza específica con cuatro especies observadas. En todas los agroecosistemas se observó la presencia de lombrices de tierra (*Lumbricus terrestris* L.) las cuales son un buen indicador de la calidad del suelo. Sin embargo, hay mayor tendencia de encontrar poblaciones más diversas en las UP Buena Vista y El Ciprés.

El Índice de Margalef (D_{Mg}) se basa en la distribución del número diferentes especies en función del número de individuos existentes, y es usado para determinar la riqueza de especies (Ríos y Morrison citado en Ruíz, 2019). Índices de Margalef (D_{Mg}) inferiores a 2 son considerados como áreas de baja diversidad (producto de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5 son de alta diversidad (Orellana, 2009).

Al emplear este índice, las UP con el coeficiente más alto resultan ser Buena Vista (4.00) y El Carmen (1.73), en cambio la UP con el índice más bajo resultó ser San Martín (0.99). De acuerdo con la escala de evaluación y los resultados mostrados en la Figura 4 para el sub indicador *C3-Actividad biológica del suelo*, la UP Buena Vista resultó con un valor óptimo (3), seguido de El Ciprés con un valor medio (2) y finalmente, las UP San Martín y El Carmen resultaron con valores bajos (1).

Brown *et al.* (2001) citado en Salazar *et al.* (2017) menciona que la macrofauna del suelo está constituida por organismos que pasan toda o una parte de su vida sobre la superficie inmediata del suelo, troncos podridos, hojarasca superficial y bajo la superficie de la tierra.

La actividad de estas poblaciones influye significativamente en la calidad y funciones del suelo por esta razón pueden ser usados como indicadores útiles de los efectos de diversas prácticas de manejo y uso del suelo por actividades antrópicas.

Cuadro 3. Recuento de la actividad biológica del suelo en las cuatro UP de las comunidades La Tablazón y Las Manos, Nueva Segovia. 2018-2019

Nombre común	Nombre científico	Unidad productivas			
		Buena vista	El Ciprés	El Carmen	San Martín
Lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i> L.	47	2	5	11
Ciempién	<i>Scolopendra cingulata</i> Latreille.	4	1	3	1
Cucaracha de tierra	<i>Pycnoscelus surinamensis</i> L.	1	-	-	-
Gallina ciega	<i>Phyllophaga</i> spp Harris.	2	4	-	1
Araña negra	<i>Amaurobius ferox</i> Walckenaer.	1	-	-	-
Gusano alambre	<i>Agriotes lineatus</i> L.	-	2	-	-
Hormigas negras	<i>Lasius niger</i> L.	-	5	4	-
Termitas	<i>Reticulitermes lucifugus</i> Rossi.	-	4	5	8
Chicharra	<i>Cicada orni</i> L.	-	-	1	-
Número total de individuos		55	18	18	21
DMg		4.00	1.73	1.38	0.99

Es necesario puntualizar que las dos UP que presentaron el coeficiente más alto (Buena Vista y El Carmen), se observó un suelo rico en materia orgánica, esto probablemente resultado de realizar prácticas agroecológicas como las adiciones de pulpa de café y mulch, las cuales contribuyen al incremento del sustrato orgánico del suelo, aumentando la humedad, la fuente de alimento y energía para la biota del suelo, favoreciendo a las poblaciones de macro y microorganismos.

Cabrera (2014), sugiere que un manejo adecuado del suelo proporcionara una mayor variedad y cantidad de organismos edáficos que pueden ayudar a asegurar el reciclaje de nutrientes, un rápido crecimiento de las plantas y una capacidad productiva sostenible del sistema.

Salud del cultivo

Para el sub indicador *C4-Salud del cultivo*, la UP El Ciprés resultó con un valor óptimo (3). En cambio, las UP El Carmen (1), San Martín (1) y Buena Vista (0) registraron valores bajos. Los resultados del muestreo de plagas y enfermedades mostrados en el Anexo 12 indica que en las tres UP con valores bajos evidencian severas afectaciones por incidencia de roya y mancha de hierro, a los cuales el productor atribuye el mal manejo de sombra y el aplazo en aplicaciones de productos fitosanitarios preventivos y curativos.

La UP El Ciprés resultó más favorecida en este sub indicador debido a que en esta unidad el nivel de sombra es más reducido en comparación con los demás agroecosistemas, sumado al manejo cultural de las plantaciones, que a diferencia de las demás se observó que este productor aplica estrictamente un manejo de tejidos a sus cafetos, prácticas que en combinación con la fertilización adecuada, el uso de variedades resistentes (predomina catimor) y el control de arvenses contribuyen a prevenir la incidencia de enfermedades.

Un elemento clave para construir resiliencia en un agroecosistema es implementando un Manejo Integrado de Plagas (MIP), y esto se logra realizando observaciones sistémicas y periódicas sobre el estado fitosanitario del cultivo. Según Guharay *et al.* (2000) las características del suelo, los factores climáticos y los sistemas de manejo influyen sobre el desarrollo y la producción del café. Entre los factores climáticos, la cantidad y la distribución de la lluvia, por su influencia determinante sobre la fenología de la planta de café, tienen un gran impacto sobre el desarrollo del cultivo y el comportamiento de las plagas y las enfermedades.

Según Canet y Soto (2016) la producción de café enfrenta permanentemente el desafío del control de plagas y enfermedades, cuya presencia obedece a la existencia misma de la actividad productiva, es decir, todo cultivo comercial produce el alimento para las plagas, la más importante en café: la broca y el sustrato para el desarrollo de microorganismos predadores tales como los diversos hongos que causan graves daños de suma importancia: la roya.

Nivel de sombra

Para el sub indicador *C5-Nivel de sombra*, las UP Buena Vista, El Carmen y San Martín resultaron con valores óptimos (3), lo que según la literatura citada se encuentra en un rango óptimo del 40%-50%. El Ciprés obtuvo un valor medio (2), indicando que la sombra en este agroecosistema para el cultivo de café varía entre un 30% y 40%. Estos datos confirman la información proporcionada por los productores y observada en campo, puesto que, en cada una de las UP, la sombra se regula bajo un programa de adición de podas, que abarca principalmente de febrero a mayo, debido a que se caracterizan por la presencia de especies arbóreas de crecimiento rápido (Cuadro 5).

Dadas las características variables de las condiciones fisiográficas y climáticas de las regiones cafetaleras de Nicaragua, es difícil generalizar y establecer un único patrón de sombra para el café. Según Farfán (2015) es necesario plantear ajustes en el grado de sombrío de acuerdo a la especie de árbol empleado, la densidad de siembra y a las condiciones de sombrío natural o cobertura por nubosidad presente en la región.

Se ha establecido que, dependiendo de las características de la localidad, el nivel de sombrío óptimo para el café fluctúa entre 35% y 45%, cuando se emplea una sola especie de árbol y con regulación permanente de la sombra. Sin embargo, cuando el relieve es quebrado con pendientes fuertes, con suelos susceptibles a la erosión, poco profundos y poco estructurados, con bajos contenidos de materia orgánica y baja fertilidad natural, suelos con mal drenaje, baja permeabilidad y retención de humedad, los niveles de sombra pueden ser mayores del 50% (Farfán y Jaramillo, 2009).

Competencia por arvenses

El sub indicador *C6-Competencia por arvenses*, resultó con valores óptimos (3) para las cuatro unidades productivas. Estos resultados indican que en los cuatro agroecosistemas se realiza un adecuado manejo de arvenses debido a que la cobertura de éstas no supera el 30%, esto se debe principalmente al nivel de la cobertura del suelo, la cual está dada principalmente por diversos residuos vegetales que protegen y cubren el suelo, esto combinado con la sombra que proveen los árboles, reducen significativamente la emergencia, crecimiento y desarrollo de las arvenses al disminuir la penetración de la luz.

Los productores de las UP El Carmen y El Ciprés manifestaron que el manejo de arvenses se basa principalmente en chapoda manual y que se limitan al uso de herbicidas sintéticos, en cambio en Buena Vista y San Martín expresaron que además de la chapoda manual adoptan el uso de herbicidas para controlar las arvenses, principalmente post emergentes para el control de zacates (gramíneas), ciperáceas y bejucos (malezas de hoja ancha).

Según Martínez (1997), las arvenses juegan un importante papel en el agroecosistema, como indicadores del suelo y su estado y las aplicaciones de pesticidas, por lo cual se cuestionan en la actualidad los términos que hacen referencias al daño que producen. Sin embargo, el término se utiliza para referirse a todas aquellas especies vegetales que interfieren con el cultivo, afectando negativamente el sistema productivo. La interferencia se conoce como la suma de la competencia y la alelopatía. (Salazar e Hincapié, s.f).

En el cafeto, por ser un cultivo perenne, el control de arvenses tiene sus particularidades, máxime cuando la plantación está en suelos con pendientes, siendo muy frágiles los ecosistemas, y un error en el control de las arvenses podría traer resultados desastrosos. Por esto se hace necesario buscar alternativas de manejo de arvenses, donde una vía adecuada sería el uso de coberturas sobre el suelo (Álvarez, 2005).

Resultados experimentales hechos por Salazar e Hincapié (s.f) indican que plantaciones mayores de 4.5 años toleran niveles de cobertura de arvenses entre un 30% y 40%, sin embargo, esto representa una reducción en los rendimientos que puede ser de hasta un 35%.

En el mismo estudio mencionan que cuando el nivel de cobertura alcanza un 75% y predominan arvenses como *Paspalum paniculatum* L., *Commelina spp.*, *Bidens pilosa* L. y *Emilia sonchifolia* L., los rendimientos pueden decrecer hasta en un 66% si no se realiza un manejo adecuado.

5.2.4. Manejo de la biodiversidad

Vásquez (2014); citado por Salazar *et al.*, (2017), argumentan que en la agricultura de sistemas de producción y las bases agroecológicas, la biodiversidad constituye un recurso natural esencial que se puede diseñar, planificar y manejar por el propio agricultor para favorecer su conservación y los procesos ecosistémicos que contribuyan a la eficiencia del sistema de producción.

Biodiversidad temporal y espacial

Con respecto a los resultados de los sub indicadores *D1-Biodiversidad temporal* y *D2-Biodiversidad espacial* mostrados en la Figura 4, la UP San Martín obtuvo valores óptimos (4 y 3 respectivamente) para ambos sub indicadores. El Carmen también resultó con valores óptimos (3) para ambos sub indicadores y El Ciprés obtuvo valores que oscilan entre medios y óptimos (3 y 2) para cada sub indicador respectivamente. En el caso de Buena Vista, obtuvo valores bajos y medios (0 y 2) para ambos sub indicadores.

En San Martín, el inventario de biodiversidad vegetal (Anexo 6) mostró 21 tipos de plantas diferentes en 21 familias botánicas, con más de 70 tipos de usos. Dado que la UP tiene un área de 7,026 m², en los cuales en su totalidad hay un asocio de diversas especies vegetales entre ellas plantas medicinales, árboles y frutales perennes de servicios múltiples, hortalizas y granos básicos principalmente. Es importante resaltar la alta cantidad de especies y también de familias botánicas registradas, pues esto favorecerá la diversidad a nivel de UP, resultando en equilibrio las poblaciones de plagas y enfermedades o incluso su exclusión de acuerdo con lo que reporta la literatura (Altieri y Nicholls, 2009).

Las UP El Carmen y El Ciprés con una superficie de 25,000 m² y 7,026 m² respectivamente, poseen alrededor de 14 especies vegetales (Anexo 7) y 2 especies animales para la UP El Carmen. Se observaron principalmente especies de servicios múltiples asociados al café como guabas (*Inga sp.*), búcaro (*Ricinus communis L.*), cedro (*Cedrela odorata L.*), naranja (*Citrus sinensis L.*) cacao (*Theobroma cacao L.*), búcaro (*Ricinus communis L.*), guabas (*Inga sp.*), mango (*Mangifera indica L.*), caoba (*Swietenia macrophylla K.*), roble (*Quercus robur L.*), plátano y banano (*Musa sp.*), entre otras.

Los resultados de la UP Buena Vista para este sub indicador sostiene los resultados que ha obtenido con los indicadores y sub indicadores *A-Diversificación de la producción*, *D1-Diversificación para la venta* (Figura 3) y *A2-Diversificación de cultivos* (Figura 4) expuestos anteriormente; pues este agroecosistema se caracteriza principalmente por la producción de café, sin embargo se encuentran asociados de manera deliberada principalmente con especies como guaba (*Inga sp.*), búcaro (*Ricinus communis L.*), cedro (*Cedrela odorata L.*), uvillo (*Eugenia haematocarpa A.*), tabacón (*Triplaris melaenodendron* (Bertol.) Standl. & Steyerl.) y algunos frutales.

Altieri y Nicholls (2013), manifiestan que los sistemas donde se encuentre una alta diversidad de especies propician resiliencia y estabilidad para enfrentar las variaciones climáticas y que una alta complejidad estructural sirve como amortiguador frente a grandes fluctuaciones de temperaturas, manteniendo así el cultivo principal más cerca a sus condiciones óptimas.

Según Gliessman (2002) los sistemas con una alta biodiversidad están indefectiblemente asociados a los principios agroecológicos puesto que estos permiten una captura más eficiente de energía solar, favorece la adsorción, retención y reciclaje de nutrientes, manteniendo al sistema en equilibrio. Bajo este lineamiento Altieri y Nicholls (2000) argumentan que una finca compleja por sus distribuciones y arreglos le permite disponer de mayor alimento, estabilidad ante variaciones climáticas y un equilibrio en sus elementos, pues las interacciones entre estos, determinan en gran medida la salud del agroecosistema.

Árboles de sombra

Los resultados del sub indicador *D3-Árboles de sombra* mostrados en la Figura 4, muestra que los cuatro agroecosistemas resultaron con valores óptimos (4), lo que indica cuentan con más de 70 árboles ha⁻¹, predominando especies leñosas de servicios múltiples, las cuales se mencionan en el Cuadro 5.

Los cafetales tradicionales tienen una estructura vertical de uno hasta cuatro estratos de sombra, compuestos por una variedad de especies que cumplen diversas funciones (Detlefsen y Somarriba, 2015). Diversos estudios reafirman que cuando el cultivo se desarrolla bajo sombra expresa mejores y mayores rendimientos que el que está establecido a plena exposición solar. Altieri y Nicholls (2013) sostienen que, una complejidad estructural determinada por un diverso estrato arbóreo, ayuda como amortiguador de las variaciones climáticas, manteniendo al cultivo cerca de sus condiciones óptimas.

En el siguiente cuadro se muestra las principales especies arbóreas encontradas en las cuatro unidades de producción distribuidas en las comunidades El Tablazón y Las Manos. Dicho inventario se realizó en base a consultas realizadas a los productores y observaciones directas efectuadas en campo.

Cuadro 4. Principales especies arbóreas identificadas en UP en las comunidades El Tablazón y Las Manos en Dipilto, Nueva Segovia. 2018-2019

Nombre común	Nombre científico	Familia	Buena Vista	El Ciprés	El Carmen	San Martín
Guaba roja	<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae	X	X	X	X
Guaba negra	<i>Inga punctata</i> Willd.	Fabaceae	X	X	X	X
Búcaro	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	Fabaceae	X	-	-	X
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	X	-	-	X
Uvillo	<i>Eugenia haematocarpa</i> Alain.	Myrtaceae	X	-	-	-
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	X	-	-	-
Tabacón o vara blanca	<i>Triplaris melaenodendron</i> (Bertol.) Standl. & Steyerl.	Polygonaceae	X	-	-	-
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i> L.	Rutaceae	-	-	X	-
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> L.	Rutaceae	-	-	-	X
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	-	-	-	X
Limón	<i>Citrus lemon</i> L.	Rutaceae	-	X	X	-
Limón real	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	Rutaceae	-	X	-	-
Ciruelos	<i>Prunus domestica</i> L.	Rosaceae	-	X	-	-
Jocote	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	-	X	-	X
Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae	-	X	X	X
Dátiles	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Arecaceae	-	X	X	-
Cacao	<i>Theobroma cacao</i> L.	Malvaceae	-	X	-	-
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	Rosaceae	-	-	-	X
Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	Malpighiaceae	-	-	-	X
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Kunth ex Wallp.	Fabaceae	-	-	-	X
Roble	<i>Quercus robur</i> L.	Fagaceae	-	-	X	X
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Meliaceae	-	-	X	-

Granadillo	<i>Hypericum canariense</i> L.	Hypericaceae	X	-	-	X
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Fabaceae	X	-	-	-
Pino	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex. Schlttdl.	Pinaceae	-	-	X	X
Aguacate canelo	<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez.	Lauraceae	-	-	-	-
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	-	-	-	-
Gavilán	<i>Pentaclethra macroloba</i> Willdkuntze.	Fabaceae	X	-	-	X
Chilamate	<i>Ficus insípida</i> Willd.	Moraceae	-	X	-	-
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) D.C.	Bignoniaceae	X	X	-	X
Limoncillo	<i>Capparis verrucosa</i> Jacq.	Capparaceae	-	-	-	X
Helequeme	<i>Erythrina hondurensis</i> L.	Fabaceae	-	X	X	X
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavon) Oken.	Boraginaceae	X	-	-	-
Sangregado	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	Fabaceae	-	-	X	-
Chaperno	<i>Lonchocarpus parviflorus</i> Benth.	Fabaceae	X	X	-	-
Níspero	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen.	Sapotaceae	-	-	X	X
Quebracho	<i>Lysiloma divaricatum</i> Jacq.	Fabaceae	-	-	X	X
Madroño	<i>Arbutus unedo</i> L.	Ericaceae	-	X	X	X

En estudios desarrollados por Farfán (2003) en el cultivo de café, se realizaron mediciones del grado de sombra desde los dos hasta los cinco años variando la densidad de siembra de los árboles, se encontró que en sistema cafetalero la cantidad de árboles adecuada oscila entre 70 y 123 árboles ha⁻¹, puesto que, con un sistema de podas adecuado, la sombra variará en un rango óptimo entre el 30% y 50%.

Avelares *et al.*, (2003), consideran que la integración de árboles a los sistemas agropecuarios conlleva a seleccionar especies en función de las necesidades y requerimientos de la unidad de producción; cabe recalcar que no existen recomendaciones rígidas, pero si se deben considerar las siguientes consideraciones para seleccionar las especies: utilidad, rusticidad, enraizamiento, velocidad de crecimiento, tipo y forma de crecimiento, facilidad de asociación, tipo de fuste y calidad de la madera.

Número de especies vegetales y animales

Los resultados de los sub indicadores *D4-Número de especies vegetales* y *D5-Número de especies animales* indican que en las UP El Carmen y San Martín obtuvieron los valores que oscilan entre medios y óptimos (2 y 3), para cada sub indicador respectivamente. En los casos de Buena Vista y El Ciprés, ambos sistemas obtuvieron un valor bajo (0) para el sub indicador *D5-Número de especies animales* y resultaron con valores que se ubican entre bajos y medios (1 y 2) para el sub indicador *D4-Número de especies vegetales* respectivamente.

En las UP El Carmen y San Martín respecto a las especies animales, ambas experiencias cuentan con la crianza de cerdos (*Sus scrofa domestica* L.) y aves de patio (*Gallus gallus* L.), los cuales son alimentados y mantenidos con desperdicios de cocina y productos proveídos por la misma finca (frutas, hortalizas, raíces, granos, etc.).

En los sistemas agrícolas, la biodiversidad de especies proporciona el vínculo entre el estrés y la resiliencia. Cuando se producen cambios ambientales, la redundancia construida por varias especies vegetales y animales, permiten al agroecosistema continuar funcionando y proporcionando servicios.

Según Kolmans y Vásquez (1999), la integración de animales, crianzas, árboles, arbustos, hortalizas y cultivos dentro de la finca es un modo de maximizar la productividad por unidad de área. Productos que provienen de diversos rubros internos sirven como insumos; desperdicios agrícolas pueden ser usados en áreas marginales para hacerlas más productivas.

Márquez (2013), resalta la importancia de la producción animal en el agroecosistema, al inferir que aquellas fincas con diseños donde integran los componentes de plantas y animales con el ambiente, buscan aumentar la eficiencia biológica general, preservar la biodiversidad y mantener la capacidad productiva y auto regulatoria de los agroecosistemas.

5.3. Dimensión Sociocultural (ISc)

La dimensión sociocultural apunta a la satisfacción de las necesidades humanas básicas, la alimentación y la vivienda, así como a necesidades sociales y culturales de más alto nivel, como la seguridad, la equidad, la integración social, la educación, salud, etc. Holt (2006) señala que el desarrollo de los recursos humanos es la piedra angular de cualquier estrategia dirigida a aumentar las opciones de la población rural y, especialmente, de los campesinos de escasos recursos. La Figura 6 muestra los resultados obtenidos de los 11 sub indicadores empleados para evaluar la Dimensión Sociocultural (ISc) agrupados en 5 indicadores.

La UP Buena Vista, resultó con 11 indicadores (84.62%) con puntuaciones óptimas y 2 indicadores (15.38%) con puntuaciones bajas. La UP El Ciprés resultó con 10 indicadores (76.92%) con valores óptimos, 2 indicadores (15.38%) en puntuaciones medias (2-2.99) y 1 indicador (7.69%) con puntuación baja (<2). La UP El Carmen resultó con 10 indicadores (76.92%) en puntuaciones óptimas (3-4) y 3 indicadores (23.07%) con valores medios (2-2.99). Con respecto a la UP San Martín, resultó con 11 indicadores (84.61%) con valores óptimos (3-4) y 1 indicador (7.69% respectivamente) con valores medios (2-2.99) y bajos (<2).

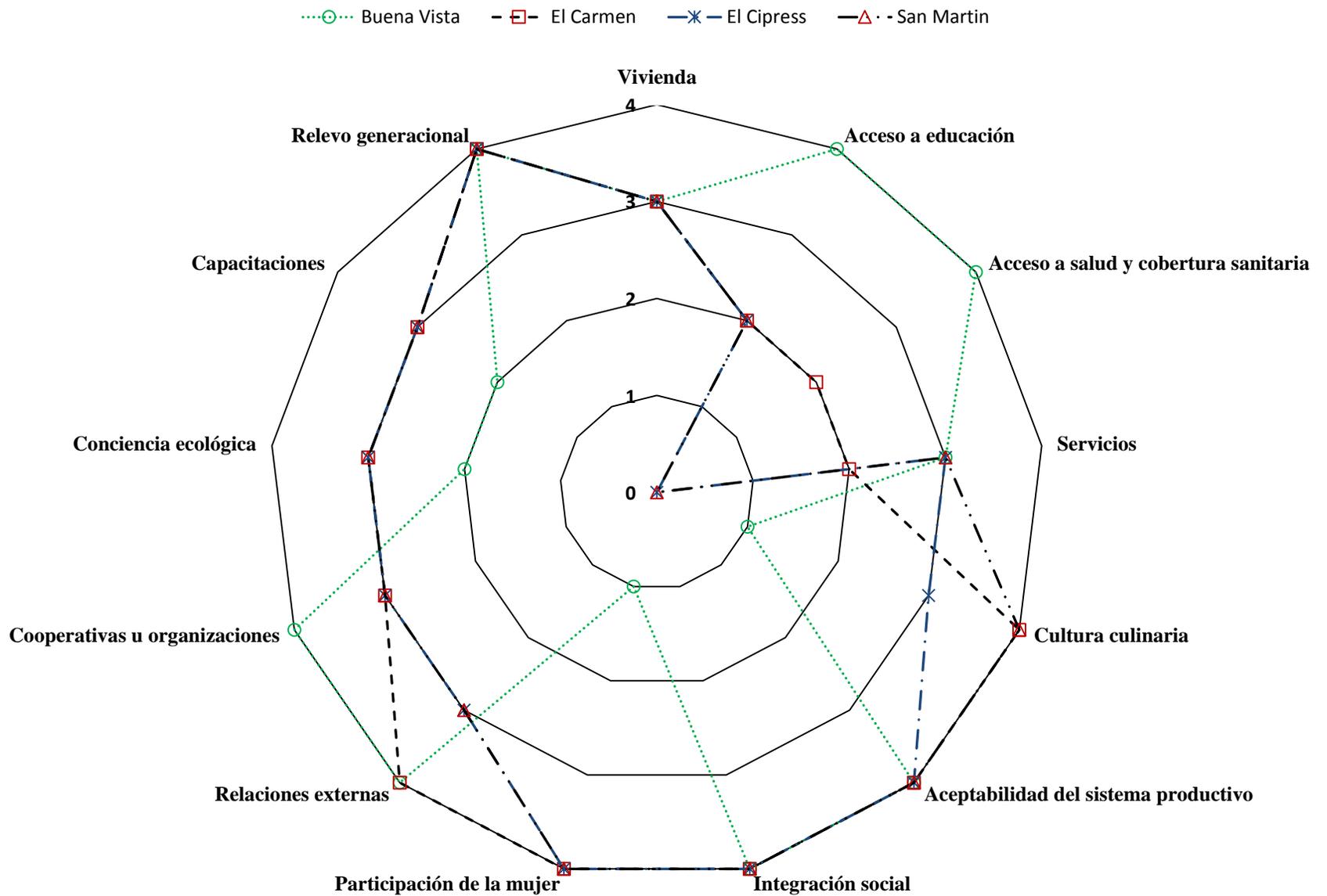


Figura 6. Amiba comparativa de las tendencias de los parámetros socioculturales en las cuatro unidades productivas evaluadas.

5.3.1. Satisfacción de las necesidades básicas

En los países en desarrollo, la dimensión social del agroecosistema apunta fundamentalmente a la satisfacción de las necesidades y capacidades humanas básicas (Barbier, 1987). La calidad de vida pasa por tanto a ser un objetivo y no un medio para la resiliencia (Foladori, 2002).

Vivienda

Los resultados del sub indicador mostrados en la Figura 6 indican que las cuatro UP obtuvieron valores óptimos (3-4) para el indicador *A1-Vivienda*. Estos resultados indican que todas cuentan con viviendas de calidad, construidas con materiales pétreos y metálicos principalmente, y son lo suficientemente grandes para reducir la sensación de hacinamiento, proveen complementos que mejoran la calidad de vida del núcleo familiar, como lavaderos, letrinas, cocina, sistemas de plomería y espacios públicos. Sin embargo, ciertas áreas de la estructura de las mismas están construidas con materiales vegetales (madera principalmente) que necesitan mantenimiento y en los techos algunas muestran evidencia de daños y corrosión.

El enfoque agroecológico no sólo responde a las condiciones ambientales y procesos productivos, también enfatiza en mejorar la calidad de vida del productor y su familia, y uno de los factores que condiciona este parámetro, es la calidad de la vivienda. El marco conceptual para evaluar este componente son factores técnicos de la misma, tales como la calidad de los materiales con la que fue construida y la calidad de los servicios que ofrece a los que la habitan en ella.

Acceso a la educación, salud y cobertura sanitaria

Con respecto a los sub indicadores *A2-Acceso a la educación* y *A3-Acceso a la salud y cobertura sanitaria*, la UP Buena Vista obtuvo un valor óptimo (4) para ambos sub indicadores. Por otro lado, El Carmen resultó con un valor medio (2) para ambos. La UP El Ciprés obtuvo puntuaciones medias (2) y bajas (1) para cada sub indicador respectivamente. En el caso de San Martín, resultó con una puntuación media (2) y baja (0) para cada sub indicador respectivamente.

La UP Buena Vista obtuvo las puntuaciones más altas debido a que al estar a pocos metros de la carretera cuenta con mejor y más rápido acceso al municipio de Dipilto, el cual se encuentra a 11 km de la finca, por lo que la familia tiene la disponibilidad asistir a colegios y universidades (privadas o públicas), centros de salud y hospitales más especializados de la zona, por esta razón, cuenta con mejor acceso a diferentes niveles de atención y especialización en materia de servicios, educación y cobertura sanitaria

En el caso de las demás UP, el acceso a estos servicios se encuentra más restringido, al estar ubicadas en la comunidad rural La Tablazón, no cuentan con fácil acceso a centros educativos ni hospitales, puesto que no poseen carreteras adecuadas ni servicios de transporte que les faciliten el traslado hasta Dipilto, el cual se encuentra a 18 km de la comunidad, por lo tanto los únicos centros educativos y de salud son de carácter público y no están al acceso de todos los comunitarios debido a su lejanía. Según información proporcionada por los productores y sus familias, estos no cuentan con equipos ni personal especializado.

El acceso a la cobertura sanitaria es clave para disminuir la brecha generacional, la despoblación e impulsar el desarrollo rural. Por otro lado, según Grigsby (2012), la educación es la principal estrategia de desarrollo social, cultural y económico con que cuenta un país para socializar e integrar a todas las personas en igualdad de condiciones a todas las dimensiones del desarrollo sostenible. Bajo este lineamiento, la educación alimenta la agroecología, ésta es necesaria no sólo para conocer y comprender las alternativas (productos, servicios, etc.) que ofrece, sino para entender el tipo de sociedad y de relaciones humanas que propone.

Servicios

Los resultados del sub indicador *A4-Servicios* mostrados en la Figura 6, señala que los agroecosistemas Buena Vista y San Martín alcanzaron valores óptimos (3), lo que indica que estos tienen acceso a servicios de agua y luz adecuados, con restricciones a algunos servicios como teléfono e internet. Los agroecosistemas El Ciprés y El Carmen obtuvieron valores medios (2), esto indica que poseen instalaciones eléctricas, no obstante, el acceso a agua potable se ve restringido, debido a que sus principales fuentes son ríos, ojos de agua y pozos aledaños a las UP.

El agua y la energía son dos recursos escasos, esenciales para la vida e indispensables para la producción, éstos son una condición básica para superar la pobreza que aqueja a cientos de miles de comunidades rurales. El acceso a estos servicios básicos de calidad es determinante en el grado de aceptación y satisfacción del productor con su finca, además de contribuir a mejorar la calidad de vida de la familia, abren la posibilidad de introducir y adoptar nuevas tecnologías en aras de aumentar su productividad (Maestu, 2014).

Cultura culinaria

El sub indicador *A5-Cultura culinaria*, resultó con valores óptimos (4) para las UP San Martín y El Carmen; estas manifiestan producir más del 80% de sus alimentos de consumo diario en sus predios respondiendo a sus tradiciones alimenticias y a la necesidad de consumir alimentos sanos, al mismo tiempo que cuidan el ambiente.

En el caso de la UP El Ciprés, esta obtuvo un valor óptimo (3), lo que indica que entre el 60 y 80% de los alimentos que consume el núcleo familiar son producidos en la misma UP. Por otro lado, la UP Buena Vista fue la menos favorecida para este indicador, resultando con un valor bajo (1), este valor señala que en esta finca alrededor del 90% de los alimentos de consumo diario son comprados en mercados locales.

En el marco de esta investigación la cultura culinaria es aquella que trata de apoyar e incrementar la producción local familiar diversificada, recuperando, validando y divulgando modelos tradicionales de producción agropecuaria. Es decir, que promuevan los modelos de desarrollo agropecuario endógeno y el derecho a producir y consumir sus propios alimentos.

5.3.2. Aceptabilidad del sistema de producción

Al investigar sobre cómo perciben su calidad de vida vinculada a la aceptación de su sistema de producción, en las cuatro UP los productores respondieron que se encuentran muy satisfechos y que no cambiarían su actividad económica (caficultura) por ninguna otra, ni su modo de producción. Manifiestan estar muy contentos con lo que hacen y no se dedicarían a otra actividad, aunque esta le reportara mayores ingresos económicos. Por esta razón, el indicador *B-Aceptabilidad del sistema de producción* resultó con un valor óptimo (4) de resiliencia en las cuatro UP.

La satisfacción del productor está directamente relacionada con el grado de aceptación del sistema productivo (Sarandón *et al.*, 2006). El productor se siente más feliz y conforme con su sistema de producción cuando comprende el funcionamiento de su entorno económico, ambiental y social, puesto que así convierte su gestión en un proceso dinámico y activo siendo un actor principal en este proceso.

5.3.3. Inclusión social

Nicholls *et al.* (2013), afirma que el desarrollo de una agricultura más apropiada y productiva bajo circunstancias cambiantes y diversas será más exitoso en la medida en que se involucre más activamente a la población rural para estructurar y manejar el proceso. La organización activa, participativa e inclusiva de las comunidades y familias rurales es imperativa para la construcción de procesos, conocimientos y acciones organizadas que optimizan la productividad y aumenten el nivel de resiliencia no solo a nivel de finca sino también de comunidad.

Integración social

En lo referente al sub indicador *C1-Integración social*, la Figura 6 señala que las cuatro UP alcanzaron el valor óptimo (4), al recopilar esta información, el núcleo familiar de cada UP manifestó que una de las principales razones a los que atribuyen que poseen una alta integración social, es al ámbito relacionado a la penetración y difusión de los medios de información y comunicación, puesto que estos elementos se han convertido en factores claves de cambios sociales, económicos, políticos y culturales de la zona.

Según Gómez (2000), hasta hace unos años, cuando se estudiaba la sociedad rural, se partía de una concepción de lo rural como diferente de lo urbano, con sistemas productivos y estilos de vida diferentes entre sí, debido en parte, al aislamiento geográfico-espacial, y en muchas ocasiones también cultural. Actualmente no es posible estudiar las comunidades rurales sin hacerlo desde la perspectiva de la sociedad global en la que se encuentra integrada. La penetración de los medios de información y comunicación, las nuevas funciones del espacio rural, la movilidad de población y el crecimiento de los intercambios comerciales está modificando las costumbres y expectativas de la gente del campo.

Participación de la mujer

Los resultados del sub indicador *C2-Participación de la mujer* muestra que las UP, sobresaliendo El Carmen (4) y San Martín (4) y El Ciprés (3) alcanzaron puntuaciones óptimas. En cambio, la UP Buena Vista resultó con una puntuación baja (1). Las UP con las puntuaciones más altas se caracterizan porque el rol de la mujer es parte fundamental de la gestión y manejo del agroecosistema, participando activamente en la administración de recursos y actividades, toma de decisiones y aporte de fuerza laboral. En el caso de Buena Vista, la participación de la mujer se limita a aportar fuerza laboral en actividades no agropecuarias y destinadas principalmente al cuidado del hogar y la familia.

Las mujeres siempre han participado en actividades relacionadas con la producción, comercialización y consumo de productos agrícolas. Sin embargo, debido a las relaciones de poder desiguales, en la mayoría de los casos, sus conocimientos y experiencias no se reconocen en la familia. Sus reivindicaciones y demandas se quedan atrás, disminuyendo su autonomía personal, financiera y participativa (MAELA, 2009). La participación de la mujer es eje transversal del proceso de transformación del sistema de sociedad actual, el enfoque agroecológico demanda que todos los grupos sociales deben ser sensibles y actores principales del manejo de su entorno ambiental, social, político y económico.

Relaciones externas, cooperativas u organizaciones para la comercialización de productos

Los sub indicadores *C3-Relaciones externas* y *C4-Cooperativas u organizaciones para la comercialización de productos*, resultaron con valores óptimos (4-3) para las cuatro UP.

La UP Buena Vista obtuvo la puntuación más alta (4) para ambos indicadores, al estar localizada en un punto con fácil acceso a vías de comunicación, transporte y unidades urbanas, tiene mayor acceso y facilidad a establecer relaciones con instituciones privadas o gubernamentales de la zona, que promueven y mejoran el proceso de producción y los canales de comercialización. Al investigar sobre estos indicadores, el productor respondió que tiene a sus alrededores seis cooperativas para acopiar y comercializar sus productos y tiene a su disposición acceder a programas de capacitación e incentivos a productores impulsados por instituciones públicas, principalmente.

El Carmen y El Ciprés obtuvieron la puntuación más alta (4) seguido de San Martín (3) para el sub indicador *C3-Relaciones externa*. Al indagar sobre este indicador, los productores de las UP mencionaron que han participado activa y colectivamente en diversas organizaciones del municipio que los han beneficiado con capacitaciones, incentivo de precios de venta, compra de insumos, etc.

Para el sub indicador *C4-Cooperativas u organizaciones para la comercialización de productos*, las tres UP resultaron con un valor de 3. Aunque representa una puntuación óptima, los productores de estas fincas mencionaron que el acceso unidades urbanas y mejores vías de comunicación limitan el asocio y acuerdos con otras cooperativas y gremios de la zona, sin embargo, actualmente cuentan con relaciones con colectivos locales y cooperativas, principalmente PRODECOOP que es quien maneja el acopio de productos agropecuarios de la zona.

Una medida de fortalecimiento en los sistemas de producción es la creación y participación del productor en organizaciones y cooperativas que promueven y mejoren los canales de comercialización, capacitación y divulgación de información y conocimiento, y sobre todo que incentiven la autodeterminación de los productores.

5.3.4. Conocimiento tecnológico y conciencia ecológica

Según INATEC (2018), el proceso de extensión es un instrumento eficaz para promover el desarrollo económico y social de las familias rurales, éste promueve un proceso de educación y capacitación de carácter permanente que ayuda a las familias rurales a identificar sus problemas, a conocer las potencialidades y limitantes en la finca y reforzar actitudes positivas en cuanto a la adopción de mayores formas de aprovechamiento de los recursos existentes en la unidad productiva, en el uso de herramientas (facilitar la transmisión y la adopción de tecnologías) que permiten dar solución a los problemas que más se presentan en el medio rural.

Capacitaciones y conciencia ecológica

Los resultados de los sub indicadores *D1-Capacitaciones* y *D2-Conciencia ecológica* mostrados en la Figura 6, señalan que las UP Buena Vista, El Carmen y San Martín resultaron con puntuaciones óptimas (3). Estos resultados indican que estos agroecosistemas reciben asistencia técnica ocasionalmente, principalmente en forma verbal y/o empírica, lo que evidencia su conciencia ecológica, puesto que, al indagar sobre este componente, se detectó que los productores manejan ciertos principios de ecología, sobre los efectos nocivos del uso irracional de productos químicos y los beneficios de prácticas agro-conservacionistas.

El agroecosistema El Ciprés obtuvo valores óptimos (4 y 3 respectivamente) para cada sub indicador, según la información obtenida, en esta UP hay un gran interés y una activa participación en escuelas de campo y transferencia de información y conocimientos. El productor manifestó que recibe constante asesoramiento y asistencia técnica (verbal y escrita) en pro de mejorar la productividad de su finca.

Es importante desarrollar programas de capacitación continua con participación activa de los productores que incentiven y promuevan el desarrollo de buenas prácticas agrícolas de carácter multidimensional, así se modificaría la forma en que los pequeños agricultores invierten, producen, comercializan, administran sus activos; se organizan, comunican y relacionan con sus asociados, esto ampliaría su percepción del conocimiento tecnológico, conciencia ecológica y de su entorno en general.

5.3.5. Relevo generacional

Respecto al indicador *E-Relevo generacional*, las cuatro UP evaluadas resultaron con valores óptimos (4) de resiliencia, por ende, se encontró que en el trabajo de estos agroecosistemas hay una alta intervención de mano de obra y ayuda familiar, que fomenta un ambiente de transición generacional.

Según Perrachón (2011), el relevo generacional es un proceso gradual, evolutivo y muchas veces imperceptible, compuesto de varias etapas, existiendo dos procesos muy claros e imprescindibles para concretar este cambio, que son: la entrega de la herencia, integrada por el capital, y el traspaso de la sucesión, que corresponde al control del capital y sucede cuando el trabajo de la familia continúa en la misma línea, por lo que trae aparejado también un traspaso de experiencias, conocimientos, vivencias, dudas, inquietudes, etc.

A medida que se consolida la gestión del agroecosistema alrededor de un núcleo familiar, la economía de éste consigue autogestionarse a partir de lo que produce, haciendo de la finca el centro mismo de desarrollo, de generación de ingresos y abastecimiento de la familia (Comunidad Andina, 2011).

5.5. Índice de Resiliencia General (IRg)

El Índice de Resiliencia Económica (IK) muestra resultados que se ubican entre valores bajos y medios para El Ciprés (2.3) y San Martín (1.8), mostrando fortalezas en los indicadores y sub indicadores *A-Diversificación de la producción*, *C-Ingreso neto mensual*, *D4-Origen de los ingresos* y *E2-Aceptabilidad del rendimiento* (A excepción de San Martín).

En los indicadores y sub indicadores *B-Superficie de producción de autoconsumo*, *D1-Diversificación para la venta*, *D2-Número de vías de comercialización* y *D3-Dependencia de insumos externos* estos dos agroecosistemas evidencian fragilidad, que incide negativamente sobre el resultado de la dimensión económica afectando principalmente a San Martín. Los agroecosistemas Buena Vista y El Carmen resultaron con valores bajos (1.65 y 1.6) respectivamente.

El Índice de Resiliencia Ecológica (IE) muestra niveles medios para los agroecosistemas San Martín (2.79), El Ciprés (2.51) y El Carmen (2.46). En el caso de Buena Vista que obtuvo el valor más bajo (1.99) los principales indicadores que afectan negativamente el índice son en su mayoría los relacionados a la biodiversidad.

Altieri (2013) reafirma la importancia de atender estos componentes, puesto que el manejo de la biodiversidad no solamente constituye una herramienta para el seguimiento del avance en la transición hacia la resiliencia, sino que permite determinar la capacidad de respuesta ante eventos extremos del cambio climático, por lo que este factor pone en encrucijada la resiliencia de este sistema en el tiempo.

El Índice de Resiliencia Sociocultural (ISc) muestra un balance positivo en la satisfacción de los aspectos socioculturales, las cuatro unidades mostraron valores óptimos en los resultados, sobresaliendo El Carmen (3.47), seguido de San Martín (3.38), El Ciprés (3.34) y Buena Vista (3.25). Sin embargo, El Carmen, San Martín y el Ciprés expresaron inconformidades respecto al acceso y calidad de servicios básicos como educación y salud, los cuales por su localización se ven limitados en ciertas situaciones. Con respecto a Buena Vista, la falta de conciencia y conocimiento ecológico reflejados en los resultados de estos índices repercuten claramente en el deterioro de los recursos debido al efecto sobre la biodiversidad.

El Índice de Resiliencia General (IRg) permitió tener una idea general de las características y estado de la integridad de las UP estudiadas. En todos los agroecosistemas tanto los objetivos económicos como ecológicos (principalmente) presentaron niveles medios (2-2.99) de resiliencia. Esto incide negativamente sobre el índice general, debido a que ninguna UP alcanzó el valor óptimo de resiliencia, por esta razón no pudo detectarse una '*finca faro*'. Sin embargo, las UP promisorias con valores que se aproximan al óptimo (faro agroecológico) fueron El Ciprés (2.72) y San Martín (2.66), siendo el agroecosistema El Ciprés el que se considera más resiliente por tener el coeficiente más alto.

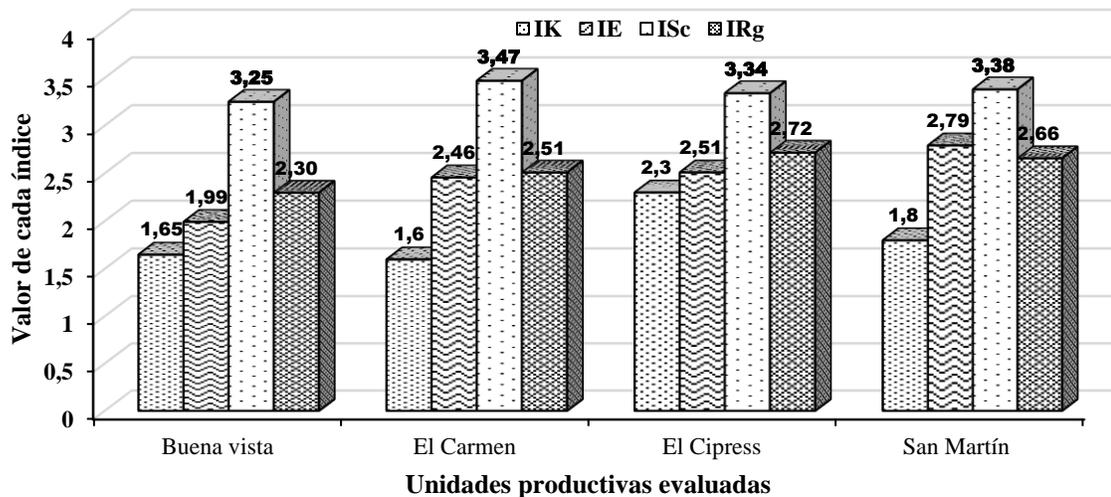


Figura 6. Valores de los indicadores en las cuatro UP evaluadas, según índice económico (IK), ecológico (IE), sociocultural (ISc) y el índice de resiliencia general (IRg).

5.6. Prácticas agroecológicas que se deben de tomar en cuenta en las cuatro UP a partir de los resultados

Es fundamental indagar sobre las percepciones que los productores tienen sobre el cambio climático y sus efectos, esto acompañado de una pertinente evaluación agroecológica determinará la adopción de recomendaciones técnicas responsables de mitigar sus efectos y mejorar el funcionamiento de la unidad productiva. Para el caso concreto de las cuatro UP evaluadas, las percepciones de los productores encuestados muestran una sensibilización y una comprensión de los problemas ambientales, a su vez, manifiestan que la adopción de prácticas agroecológicas puede reducir la severidad de sus efectos en sus agroecosistemas.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observaron debilidades en aspectos económicos y ecológicos principalmente, por consiguiente, en el Cuadro 5 se proponen 18 prácticas, que en conjunto consolidan, refuerzan y recuperan el estado de estas dimensiones. Se hace énfasis en prácticas dirigidas al aumento de la biodiversidad, pues como lo ha planteado la agroecología, sistemas diversificados son más resilientes a las perturbaciones, dado que se recuperan más rápido de las transformaciones ambientales, logrando minimizar los riesgos en la economía campesina y reducir la incertidumbre ante la variabilidad climática.

La agricultura familiar como la de estas cuatro UP, son modelos de producción que tienen un papel doblemente loable sobre la agricultura nacional, puesto que, contribuyen decisivamente en la soberanía alimentaria del país, al participar en más de un 80% en la agricultura nacional (Salmerón y Valverde, 2016); y representan unidades para desarrollar y sistematizar experiencias a nivel local que pretendan contribuir y reducir los efectos nocivos sobre suelo, agua y biodiversidad. Aún en condiciones marginales la agroecología provee la sólida base para construir holísticamente agroecosistemas más resilientes.

Cuadro 5. Prácticas propuestas a partir de los resultados obtenidos en las cuatro UP en las comunidades El Tablazón y Las Manos, Dipilto, Nueva Segovia. 2018-2019

Número	Prácticas propuestas	Unidades productivas			
		Buena Vista	El Ciprés	El Carmen	San Martín
1	Diversificación de variedades de café	x			
2	Rotación de cultivos	x			
3	Asociación de cultivos	x			
4	Cercas vivas	x	x	x	x
5	Barreras vivas				
6	Curvas de nivel				
7	Construcción y mantenimiento de pequeñas áreas de biodiversidad	x			
8	Integración animal	x			
9	Cultivos de cobertura	x			
10	Abonos verdes	x	x	x	x
11	Mulching		x		
12	Aplicación de abonos orgánicos	x			
13	Medidas culturales para la prevención de plagas y enfermedades	x			
14	Utilización de productos orgánicos y biopreparados	x			
15	Cosecha de agua		x	x	x
16	Producción de área dirigidas al consumo familiar	x			
17	Monitoreo sistemático de plagas y enfermedades	x	x	x	x
18	Integración de mayor especies perennes de leguminosas	x	x	x	

Altieri y Nicholls (2000), señalan que el movimiento agroecológico y sus prácticas conforman un nuevo enfoque de desarrollo agrícola, y un nuevo modelo de desarrollo rural en el cual son consideradas las complejidades de las agriculturas locales, y que se propone ampliar los objetivos agrícolas para alcanzar mayores niveles de sustentabilidad, sostenibilidad y resiliencia; una perspectiva que además rompe con el enfoque jerárquico que opone al técnico, campesino y que fomenta el diálogo de saberes entre productores, al igual que aborda la producción agrícola con un enfoque holístico del sistema agropecuario (Guzmán *et al*, 2000, en Sevilla y Soler, 2009).

VI. CONCLUSIONES

El Índice de Resiliencia Económica (IK) reflejó que las unidades productivas Buena Vista, El Carmen y San Martín resultaron con puntuaciones bajas, en cambio El Cipress obtuvo una puntuación media. El Índice de Resiliencia Ecológica (IE) reflejó que El Carmen, El Cipress y San Martín resultaron con puntuaciones medias, en cambio Buena Vista obtuvo una puntuación baja. El Índice de Resiliencia Sociocultural (ISc) indica que las cuatro unidades productivas resultaron con puntuaciones óptimas. El Índice de Resiliencia General (IRg) demostró que no pudo detectarse un faro agroecológico debido a que todas las unidades productivas obtuvieron puntuaciones medias, sin embargo, El Cipress con la puntuación más alto, se ubica como la más resiliente.

Se propusieron 18 prácticas agroecológicas para las cuatro unidades productivas, éstas involucran acciones de manejo a corto y mediano plazo y están principalmente dirigidas a aumentar y fortalecer la biodiversidad (vegetal y animal), a fin de contribuir con el incremento de los niveles de los indicadores económicos y ecológicos.

VII. RECOMENDACIONES

Fortalecer las capacidades de las entidades locales para la introducción y divulgación de buenas prácticas agrícolas que contribuyan al rescate de la biodiversidad (vegetal y animal) y la implementación del manejo integrado de plagas.

Promover y divulgar cambios de comportamientos y prácticas a favor de la adaptación al cambio climático.

Sistematizar indicadores ambientales que permitan determinar vulnerabilidad de los sistemas productivos y su relación con los ecosistemas naturales, así como evaluar medidas de adaptación.

Para mejorar el estado de los indicadores de que presentaron niveles bajos de resiliencia, en cada UP se deben ejecutar las prácticas agroecológicas de manejo recomendadas a corto y mediano plazo.

Iniciar actividades de capacitación con los productores sobre la protección ambiental y mejoramiento de procesos productivos con enfoque agroecológico.

Realizar un análisis químico de suelo para descartar problemas relacionados a deficiencias y antagonismos entre nutrientes que pueden repercutir negativamente en la producción de café y que permita poder proporcionar una adecuada recomendación para el manejo eficiente de la nutrición del cultivo.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abbona, E., Sarandón, S. y Marasas, E. (2006). Aplicación del enfoque sistémico para la comparación de dos agroecosistemas (viñedos) en Berisso, Argentina, *Revista Brasileira de Agroecología* 1(1): 1433-1436.
- Abi-Saab, N. (2012). *Evaluación de la calidad del suelo, en el sistema productivo orgánico la estancia, Madrid, Cundinamarca, 2012. Utilizando indicadores de Calidad de Suelos.* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Bogotá, Colombia.
- Alemán F. (2004). *Manejo de Arvenses en el Trópico.* Managua, Nicaragua: UNA.
- Alonzo, E. (2013). *Evaluación temporal y espacial en el bosque de Pinus oocarpa Schiede y su impacto sobre la fijación de Carbono en el municipio de Dipilto* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Sitio web de <http://repositorio.una.edu.ni/1182/1/tnk10a454.pdf>.
- Altieri, M. (2000). The ecological impacts of transgenic crops on agroecosystem health. *Ecosystem Health*. 6. 13-23
- Altieri, M. (2013). Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. En: *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático.* (pp. 94-104) Medellín, Colombia.
- Altieri, M. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture.* Boulder: WestviewProcess.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2000). *Teoría y práctica para una agricultura sustentable.* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Sitio web de: <http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2%5B1%5D.pdf>
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2009). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas:* ICARIA
- Altieri, M.; Nicholls, C. (2013). *Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas.* Universidad de Antioquia, Ciudad de la Robledo, Medellín, Colombia: Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California, Berkeley.
- Altieri, M y Nicholls, C. (2002). *Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad en cafetales.*64:17-24
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2012). *Agroecology scaling up for food sovereignty and resiliency:* Springer Science+Business. Sitio web de https://www.researchgate.net/publication/285246565_Agroecology_Scaling_Up_for_Food_Sovereignty_and_Resiliency
- Álvarez, R. (2005). *Manejo de arvenses para cafetales de Cuba.* La Calera. 5(5): 6-9.

- Avelares J, Salmerón F, Cuadra M. (2003). *Texto básico de agroecología*. Managua, Nicaragua: UNA
- Barbier, E. (1987). *The concept of sustainable economic conservation*. Environ Conserv, 14: 101-110.
- Bermúdez, M. (2007). *Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Bustamante, S; Cisneros, J. (2005). *Estudio de prefactibilidad para la creación de una oficina de información de la producción en el municipio de Dipilto, Nueva Segovia*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua.
- Cabrera, G. (2014). *Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en cuba*. La Habana: LAU
- Cadena Agroindustrial del café. (2004). *Cadena agroindustrial del café*. Sitio web de <http://www.renida.net.ni/renida/iica/e14-j60-ca.pdf>
- Calix, M. (2017). *Caracterización agroecológica de cuatro agroecosistemas de café (Coffea arabica L.) en Madriz y Nueva Segovia, Nicaragua, 2016-2017*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Canet, G. y Soto, C. (2016). *La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y El Caribe*. San José, Costa Rica: IICA
- Carey, C., N. Dudley y S. Stolton. (2000). *Threats to protected areas. Squandering paradise? The importance and vulnerability of the world's protected areas*. Gland, Suiza: World Wide Fund for Nature International.
- Castelan, R.; López, L.; Tamariz, V.; Linares, G.; Cruz, A. (S.f.) Erosión y pérdida de nutrientes en diferentes sistemas agrícolas de una microcuenca en la zona periurbana de la ciudad de Puebla, México. *Terra Latinoamericana*. 35(3):229-235.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, CATIE. (2014). Ensayos de largo plazo de Sistemas Agroforestales con café. Sitio Web de <http://www.catie.ac.cr/es/en-quetrabajamos/> 2013-08-26-22-56-13/agro-cafe/proyectos-agroforesteria/ensayos-saf-con-cafe.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, CATIE. (2002). *Estudio de factibilidad para la implementación de seguros basados en Índices climáticos en el cultivo de café en Honduras y Nicaragua*. San José, Costa Rica: CATIE
- Censo Nacional Agropecuario, CENAGRO. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario*. Managua, Nicaragua: MAGFOR.
- Comunidad Andina. (2011). *Agricultura Familiar Agroecológica Campesina en la Comunidad Andina Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad*.

Sitio web de http://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2011610181827revista_agroecologia.pdf

- Corrales, D. (2001). *Evaluación de tres especies de barreras vivas sobre el control de la erosión, ingresos económicos y la producción de maíz (Z. mays L.) y frijol (P. vulgaris L.)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Coste, R. (1975). *El café*. Barcelona, España: Blume.
- Cotler, H., C. A. López y S. Martínez-Trinidad. (2001). ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México. *Ciencia y política pública*. 3(1), 31-43.
- Descamps, P. (2017). *Técnicas para la producción sostenible de café frente al cambio climático*. San José, Costa Rica: INTA
- Detlefsen, G., y Somarriba, E. (2015). Producción agroforestal de madera en fincas agropecuarias de Centroamérica. *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales, Serie técnica. Informe técnico*, 402, 21-43.
- Espinosa, F., y Sarukhán, J. (1997). *Manual de Malezas del Valle de México*. México. *Acta botánica mexicana*. 43: 67-68.
- Food and Agriculture Organization, FAO. (1997). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. Roma, Italia.
- Farfán, F. (2003). *Producción de café en Sistemas Agroforestales*. Colombia: CENICAFE.
- Farfán, F. (2015). *Instrumentos para estimar el porcentaje de sombra en el cafetal*. Colombia: CENICAFE.
- Farfán, F.; Jaramillo, A. (2009). *Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región*. Colombia: CENICAFE.
- Flores, C., y Sarandón, S. (2002). ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina. *La Plata*, 105(1). Sitio web de <http://revista.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/article/view/196/114>.
- Foladori, G. (2002). Avances y límites de la sustentabilidad social. *Economía Sociedad y Territorio*, 3(11). Sitio web de <https://www.redalyc.org/pdf/111/11112307.pdf>.
- Foladori, G.; Tomassino, H. (2000). El enfoque técnico y el enfoque social de la sustentabilidad. *Revista Paranaense de Desarrollo*. 98. Sitio web de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4813415>.
- Funes-Monzote, F.R. (2009). *Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF "Indio Hatuey".

- García, A.; Murillo, G.; Lara, M., y Rodríguez, D. (2015). *Gestión sustentable de empresas agroalimentarias factores clave de estrategia competitiva*. Quevedo. Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- German Watch. (2019). Índice de Riesgo Climático Global 2017. Sitio web de https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/Indice%20de%20Riesgo%20Climatico%20Global%202019%20-%20Resumen_0.pdf
- Gliessman S, Rosado-May F, Guadarrama-Zugasti C, Jedlicka J, Cohn A, Mendez V, Cohen R, Trujillo L, Bacon C, Jaffe R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*. 16 (1): 13-28.
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, Costa Rica: Eric Engles
- Gómez, A; Sweete, K; Syers J; Coughlan. (1996). *Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level*. In: *Methods for assessing soil quality*. Madison, Wisconsin: SSSA Special.
- Gómez, C. (2000). Estructura social y familiar en el medio rural. *Revista Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario*. 4(1), 19-47.
- González de Molina, M. (2012). Algunas notas sobre agroecología y política. *Agroecología* 6(1): 9-21.
- Grigsby, C. (2012). *La Educación Rural en Nicaragua*. Managua, Nicaragua: IEEP.
- Gualteros, J. (2018). *Resiliencia alimentaria en fincas con sistema agroforestal bajo el modelo de alianzas productivas en el municipio de Muzo, Boyacá*. (Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia
- Guharay, F. (2000). ¿Cómo manejar las plagas y enfermedades en cafetales con sombra? *Agroforestería en las Américas*. 8(29):33-36.
- Gutiérrez, M. (2018). *Conservación de suelos y agua. Practicas agro conservacionistas*. Managua, Nicaragua: UNA
- Haarer, A. (1969). *Producción moderna de café*. La Habana, Cuba: CECOSA.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. (2016). *Manual de prácticas de conservación de suelo y agua*. Managua, Nicaragua: IICA
- INATEC. (2018). *Manual del Protagonista de Extensión Rural*. Managua, Nicaragua: INATEC.
- INEC. (2018). III censo nacional agropecuario. Sitio web de: <http://www.inide.gob.ni/cenagro/perfiles/05%20Nueva%20Segovia.pdf> Ecu red.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER. 2012. Clima de Nicaragua [en línea]. Sitio web de <https://servmet.ineter.gob.ni/Meteorologia/climadenicaragua.php>.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE. (2007). Nicaragua: Estimaciones y Proyecciones de Población Nacional. 1950-2050. Revisión 2007.

- Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal, INIFOM. (2000). Segunda edición de las Caracterizaciones Municipales. Managua, Nicaragua.
- Inojosa, M. (2015). *Evaluación de la cobertura del suelo en agroecosistemas irrigados de zonas áridas*. Iglesia, San Juan, Argentina.
- International Coffee Organization. (2016). Café de Nicaragua. Sitio web de <http://www.ico.org/documents/cy2015-16/Presentations/national-coffee-policies-nicaragua-march-2016.pdf>
- Kaufmann, R. y Cleveland, C. (1995). Measuring sustainability: needed-and interdisciplinary approach to an interdisciplinary concept. *Ecological Economics* 15:109-112.
- Kolmans, E. y Vásquez, D. (1999). *Manual de agricultura ecológica. Grupos de agricultura orgánica*. Habana, Cuba: ACTAF
- Kolsman E., y Vásquez, D. (1996). *Manual de agricultura ecológica, una introducción a los principios básicos y su aplicación*. Habana, Cuba :ACTAF
- Labrador, J; González. (2013). *Resiliencia y agricultura ecológica en España. En: C. Nicholls, L. Ríos y M. Altieri (Eds.), Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. (pp. 149-158). Medellín, Colombia: CYTED.
- Lara, L., Stoian, D., Arguello, J., Gaitán, T., y González C. (2011). *Estudio de factibilidad para la implementación de seguros basados en Índices climáticos en el cultivo de café en Honduras y Nicaragua*. Costa Rica: CATIE.
- Lin, B. (2007) Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology* 144, 85–94
- López, K. (2008). *Evaluación de la calidad del establecimiento y efecto de las prácticas de conservación de suelo y agua sobre localidad del suelo en laderas de Nicaragua*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Movimiento Agroecológico de América Latina y el Caribe, MAELA (2009). *Agroecología con igualdad de género*. Bolivia. MAELA.
- Maestu, F. (24 de enero de 2014). El acceso al agua y la energía, condición básica para superar la pobreza. *El país*. Sitio web de https://elpais.com/elpais/2014/01/13/planeta_futuro/1389606854_541241.html
- Márquez Girón, S. (2013). Propuesta de conversión agroecológica para alcanzar la resiliencia en sistemas ganaderos. En C. Nicholls, L. Ríos y M. Altieri (Eds),- *Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático* (Pp. 158-180). Medellín, Colombia: CYTED.
- Márquez, F., y Julca, A. (2015). Indicadores para evaluar la sustentabilidad en fincas cafetaleras en Quillabamba. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*. 2(1). Sitio web de <http://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/45>.

- Martínez, E. (1997). Producción de Café Sostenible en México. Bases ecológicas para el diseño de estándares de producción. Curso-Taller “Café Orgánico”. Material Didáctico de apoyo. ACAO. 19-31 de enero. La Habana.
- Mazabel-Dominguez, D. (2010). Indicadores sociales de las unidades productivas para el desarrollo rural en Argentina. *RA.Ximhai*, 6(2), 321-322
- Mendoza, B. (2016). *Retos y desafíos de la agroecología en Nicaragua*. Managua: UNA.
- Molina-Murillo, S., Barrientos, G., Bonilla, M., Garita, C., Jiménez, A., Madriz, M., Paniagua, J., Rodríguez, J., Rodríguez, L.; Treviño, J., y Valdés, S. (2017). ¿Son las fincas agroecológicas resilientes? Algunos resultados utilizando la herramienta SHARP-FAO en Costa Rica. *Revista Ingeniería* 27(2):25-39.
- Monterrey, J., Monterroso, D., y Staver, C. (2000). *Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de Café*. Managua, Nicaragua. CATIE.
- Mora-Betancourt, J. (2017). *Resiliencia climática del café en Centroamérica*. Sitio de <http://cac.foodsecurityportal.org/content/resiliencia-clim%C3%A1tica-del-caf%C3%A9-en-centroam%C3%A9rica>.
- Morales, J. (1996). *Conservación de suelos y agua*. Managua, Nicaragua: UNA.
- Muschler, R. (1999). *Árboles en cafetales. Módulo de enseñanza Agroforestal N°5*. Turrialba, Costa Rica. CATIE-GTZ.
- Muschler, R. y Bonnemann, B. (1997). *Shade orsun for ecologically sustainable coffee productions: a simmary of environmental key factor*. Turrialba, Costa Rica: CATIE
- Navarro, S. (2012). Tipos de suelo en Nicaragua, química y formación de suelos. Estelí: UNI.
- Nicholls, C. (2013). Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. En: *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. (pp. 18-29) Medellín, Colombia.
- Nicholls, C., Altieri, M., Henao, A., Montalva, R., y Talavera, E. (2015). *Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático*. CYTED. Sitio web de https://ecomercadogranada.org/sites/default/files/biblioteca/Agroecolog%C3%ADa_Dise%C3%B1o%20de%20sistemas%20agrícolas%20resilientes.pdf
- Nicholls, C; Altieri, M. (2013). *Agroecología y Cambio Climático Metodologías para evaluar resiliencia en comunidades rurales*. Sitio web de <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/REDAGRESlibro2.pdf>.
- Nicholls, C; Ríos, L; Altieri, M. (2013). *Agroecología y resiliencia socioecológica adaptándose al cambio climático*. Medellín, Colombia: CYTED.
- Orellana, L.J. (2009). *Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Vale de Sacta*. (Tesis de pregrado), Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

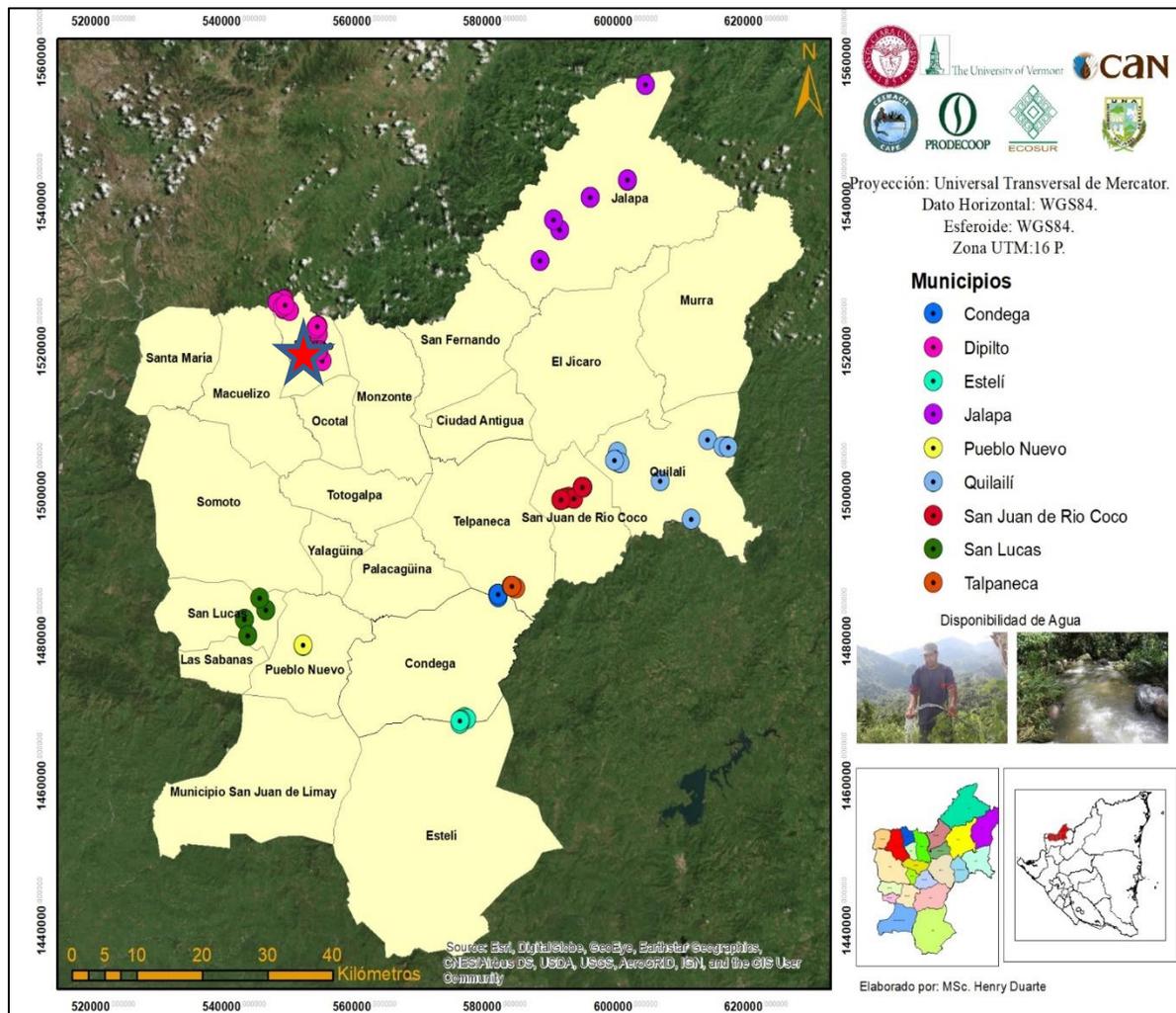
- Perfecto, I., Vandermeer, J., Mas, A., y Pinto, L. (2005). Biodiversity yield, and shade coffee certification. *Ecol. Econ.* 54(1): 435–446.
- Perrachón, J. (2011). *Relevo Generacional en predios ganaderos del Uruguay*. (Tesis de maestría). Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Porras, C. (2006). *Efecto de los sistemas agroforestales de café orgánico y convencional sobre las características de suelos en el Corredor Biológico Turrialba–Jiménez, Costa Rica*. (Tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Agricultura y Enseñanza, Costa Rica.
- Prager, M. (S.f.). *La Unidad de Estudio: El Agroecosistema*. República Dominicana.
- Querol, D. Benavides González, A., Morán Centeno, J.; Nieto Reyes, F.; Schouppenlehner, T., y Yepes Pérez, F. (2014). *Cambiando Mentes y Estructuras: Manual del curso Diagnóstico Participativo Integral Rural*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Restrepo, J., Angel, D., y Prager, M. (2000). *Agroecología*. Santo Domingo, República Dominicana: CEDAF.
- Ríos-Osorio, L., Salas-Zapata, W., y Espinoza-Alzate. (2013). Resiliencia socioecológica de los agroecosistemas. Más que una externalidad. En C. Nicholls, L. Ríos y M. Altieri (Eds), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 60-77). Medellín, Colombia: CYTED.
- Rogé, P., y Astier, M. (2013). Previniéndose para el cambio climático: una metodología participativa. En: C. Nicholls, L. Ríos y M. Altieri (Eds), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 124-149). Medellín, Colombia: CYTED.
- Ruíz, M. (2019). *Caracterización de 170 unidades de producción con enfoque agroecológico en nueve municipios del Norte de Nicaragua, 2017-2018*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Salas, E. (1993). *Árboles de Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente.
- Salazar, A., Altieri, M; Nicholls, C. (2017). *Herramienta didáctica para la planificación de fincas resilientes*. Colombia. SOCLA.
- Salazar, D., García, L., Rodríguez, H., Calero, A., Morales, M., y Valverde, L. *Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con granos básicos en Diriamba y dos en Chinandega*. Managua, Nicaragua: UNA.
- Salazar, D., García, L., Rodríguez, H., Calero, C., Morales, M., y Valverde, L. (2017). *Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con ganado bovino en Las Lagunas, Boaco*. Managua, Nicaragua: UNA.
- Salmerón, F., y Valverde, O. (2016). *Agricultura sostenible para enfrentar los efectos del Cambio Climático en Nicaragua*. Managua, Nicaragua: UNA

- Sánchez, O., y Muñoz, Á. (2018). *Análisis de sistemas de producción agrícola en tres municipios del departamento de Nueva Segovia, 2017-2018*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Sarandón, S., Marasas, M., Dipietro, F., Belaus, A., Muiño, W. y Oscares, E. (2006a). Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La Pampa, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Brasileira de Agroecología*, 1(1): 497-500.
- Sarandón, S. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: S. Sarandón (Ed), *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. (pp. 393-414): ECA.
- Sarandón, S., y Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*. (4):19-28.
- Sarandón, S., y Flores, C. (2014). *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de La Plata.
- Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L., y Negrete, E. (2006b). *Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores*. En: J. Egea (Ed.), *Agroecología: El camino hacia una agricultura Sustentable*. (pp. 19-28). La plata, Argentina.
- Sevilla, E. y Soler, M. (2009). *Del desarrollo rural a la agroecología hacia un cambio de paradigma*. Sevilla, España: LAE
- Sicard, T. (2013). Desafíos de una ciencia ambiental en construcción. *Agroecología*, 1(4). Sitio web de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4115007>.
- Silva, N. (1987). Riego por goteo del *Coffea Arabica*. Resultados preliminares. *Ciencia y tecnología agrícola*. 100(9): 35-45.
- Silva-Laya, S., Pérez-Martínez, S., y Ríos-Osorio, L. (2016). Evaluación agroecológica de sistemas hortícolas de dos zonas del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 20(2): 355-366.
- Téllez, E., y Rivera, J. (2005). *Análisis de la afectación a dueños de aserríos y carpinterías de seis municipios de Nueva Segovia, como consecuencia del ataque del descortezador del pino (Dentroctonus frontalis Zimm.) ocurrido en el período 1999-2001*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- UNICAFE. (1996). *Manual de caficultura de Nicaragua*. Managua, Nicaragua: CENACOR.
- Vanegas, L. (2 de julio de 2015). Nueva Segovia, cuna de cafés especiales. *El Nuevo Diario*. Sitio web de <http://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/363725-nueva-segovia-exporta-50-mil-quintales-cafe-especi/>.

- Varela, M. (2010). *Evaluación de sistemas de producción agroecológicos incorporando indicadores de sostenibilidad en la Sabana de Bogotá* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Vásquez, L. (2013) Diagnostico de la complejidad de los diseños y manejos de biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. *Agroecología*, 8 (1): 33-42. Sitio web de <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/18291/12441>
- Vázquez, L. (2013). Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. En: C. Nicholls, L. Ríos y M. Altieri (Eds), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* Medellín, Colombia: CYTED.
- Vázquez, L., y Simonetti, A. (2013). *Sistema Biofincas: Proceso participativo de diagnóstico, aprendizaje e innovación para el diseño y manejo agroecológico de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria*. La Habana, Cuba: INISAV.
- Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M.R., Donatti, C.I., Harvey, C.A y Alpízar, F. (2017). Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. Turrialba, Costa Rica: CATIE
- Viteri, O. (2013). Evaluación de la sostenibilidad de los cultivos de café, cacao en las provincias de Orellana y Sucumbíos - Ecuador. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.
- Williams-Guillén, K. (2014). *Market-Based Incentives for the Conservation of Ecosystem Services in Agricultural Landscapes*. USA.
- World Wildlife Fund, WWF. (2019). Boreal & temperate forests. Sitio web de https://wwf.panda.org/our_work/forests/importance_forests/boreal_temperate_forests/.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Nueva Segovia con la ubicación de las cuatro UP.



Anexo 2. Formato de la encuesta utilizada para identificar los cambios percibidos en cada UP en los últimos años.

Percepción sobre los cambios en la finca					
Nombre del propietario:					
Municipio/comunidad:					
Nombre de la finca:					
Tamaño total de la finca:					
1. Cambios		2. Efectos			
¿El clima ha cambiado en su finca?		Efectos relacionados con las plagas			
Si	No	Aumento ¿Cuál?			
¿Cómo se manifiesta este cambio?		Disminución ¿Cuál?			
		Plaga nueva ¿Cuál?			
Más lluvia	Menor temperatura	Efectos relacionados con las enfermedades			
Más temperatura	Menos lluvia	Aumento ¿Cuál?			
Inundaciones	Derrumbes	Disminución ¿Cuál?			
Más vientos		Enfermedad nueva ¿Cuál?			
¿Por qué cree que se da ese cambio?		Efectos relacionados con el suelo			
		Erosión	Inundación		
		Compactación	Otros ¿Cuál?		
		Derrumbes			
		¿Cómo ha cambiado la producción?			
		Aumentó			
		Disminuyó			
		Varían constantemente			
		Calidad	Mejóro		Empeoró

Anexo 3. Indicadores y sub indicadores seleccionados para evaluar la resiliencia con sus características y valores correspondientes.

Indicadores y sub indicadores		Estandarización de los indicadores
DIMENSIÓN ECONÓMICA		
A1- Diversificación de la producción		(4): Más de 9 productos; (3): 7-9 productos; (2): 3-5 productos; (1): 2-3 productos; (0): Menos de 2 productos
A2- Superficie de producción para autoconsumo		(4): Más de 1 ha; (3): 0.5-1 ha; (2): 0.3-0.5 ha; (1): 0.1-0.3 ha; (0): ≤0.1 ha
B- Ingreso neto mensual por grupo		(4): >8,500 mensual; (3): 4,500-8,500; (2): 2,500-4,500; (1): 1,000-2,500; (0): ≤ 1,000 mensual
C- Riesgo económico	C1- Diversificación para la venta	(4): ≥6 productos; (3): 4-5 productos; (2): 3 productos; (1): 2 productos; (0): 1 producto
	C2- Número de vías de comercialización	(4): ≥ 5 canales; (3): 4 canales; (2): 3 canales; (1): 2 canales; (0): 1 canal
		(4): 0-20%; (3): 20-40%; (2): 40-60%; (1): 60-80%; (0): 80-100%

	C3- Dependencia de insumos externos	
	C4- Origen de los ingresos reportados	(4): 100% a actividades agropecuarias ; (3): 80% actividades agropecuarias 20% otros negocios o trabajos asalariados; (2): 50% actividades agropecuarias 50% otros negocios o trabajos asalariados ; (1): 40 % actividades agropecuarias 60% depende de otras actividades; (0): $\geq 80\%$ ingresos provienen de otras actividades
D- Rentabilidad del agroecosistema	D1- Rto promedio en pergamino seco (qq/ha)	(4): >25 qq/ha; (3): 20.1-25 qq; (2): 15.1-20 qq; (1): 10.1-15 qq; (0): ≤ 10 qq/ha
	D2- Aceptabilidad del rendimiento	(4): $\geq 95\%$ de la producción local; (3): 86-95%; (2): 71-85%; (1): 60-70%; (0): $<60\%$ de la producción local
DIMENSIÓN ECOLÓGICA		
A- Enfoque de manejo del agroecosistema	A1- Manejo de la cobertura vegetal	(4): 100% cobertura; (3): 75-99%; (2): 50-75%; (1): 25-50%; (0): $<50\%$
	A2- Diversificación de cultivos	(4): Totalmente diversificado asociación de cultivos y vegetación natural; (3): Alta diversificación, con asociación media; (2): Diversificación media, baja asociación; (1): Poca diversificación, sin asociaciones; (0): Monocultivo
	A3- Diversidad de variedades de café	(4): >5 variedades, ninguna domina el 50%; (3): 5 variedades, pero una domina más del 50% ; (2): 3-5 variedades, al menos una domina el 50%; (1): 2 variedades, una domina más del 50%; (0): 1 sola variedad
	A4- Vegetación natural	(4): $>6\%$ del área de la finca es vegetación natural; (3): 4.1-6%; (2): 2-4% en forma de corredores, parches dispersos; (1): $<2\%$; (0): No hay áreas naturales
	A5- Aprovechamiento de los recursos locales en la parcela	(4): 90-100%; (3): 70-90%; (2): 40-70%; (1): 20-40%; (0): No se aprovechan los recursos locales
	A6- Sistema de manejo	(4): Orgánico diversificado; (3): Mixto; (2): Transición a orgánico, sustituye insumos; (1): Usa productos biológicos de vez en cuando,

		poco diversificado, depende de agroquímicos; (0): Monocultivo convencional, manejado con agroquímicos
B- Riesgo de erosión	B1- Pendiente predominante	(4): 0-5%; (3): 5-15%; (2): 15-30%; (1): 30-45%; (0): >45%
	B2- Cobertura vegetal	(4): 100% de cobertura; (3): 75-99%; (2): 50-75%; (1): 25-50%; (0): 0-25% de cobertura
	B3- Orientación de los surcos	(4): Curvas a nivel o terrazas; (3): Perpendiculares a la pendiente; (2): 60° respecto a la pendiente; (1): 30°; (0): Paralelos a la pendiente
	B4- Evidencia de erosión	(4): Ausencia de erosión; (3): 5-20% presenta cárcavas o canales, erosión laminar incipiente; (2): 5-20% presenta cárcavas o canales, 25-50% horizonte A se ha perdido; (1): 20-40% presenta cárcavas o canales, 50-75% horizonte A se ha perdido; (0): >40% presenta cárcavas o canales, 75-100% horizonte A se ha perdido
	B5- Prácticas de CSyA	(4): >6 prácticas; (3): 4-6 prácticas; (2): 2-4 prácticas; (1): 1-2 prácticas; (0): No realiza
C- Salud del suelo y el cultivo	C1- Infiltración del agua en el suelo	(4): ≤0.5-2 cm/h; (3): 3-5 cm/h; (2): 6-12 cm/h; (1): 13-25 cm/h; (0): >25 cm/h
	C2- Profundidad del suelo	(4): >1.5 m; (3): 0.90-1 m; (2): 0.80 m; (1): 0.60-0.50 m; (0): ≤0.50 m
	C3- Actividad biológica	(4): Mucha actividad biológica, abundantes lombrices, artrópodos y otro tipo de invertebrados, hay presencia de hongos y MO en distintos grados de descomposición; (3): Presencia de lombrices, artrópodos y diversidad de otros invertebrados; (2): Se ven algunas lombrices, hay presencia de insectos y hongos; (1): No se observan lombrices, sin embargo hay presencia de actividad de insectos y hongos; (0): Sin signos de actividad biológica, no se ven lombrices o invertebrados (insectos, arañas, centípidos, etc.)
	C4- Salud del cultivo	

		(4): Planta sana; (3): 3% del área foliar afectada; (2): 10% del área foliar afectada; (1): 30% del área foliar afectada; (0): 60% del área foliar afectada
	C5- Nivel de sombra	(4): 50-60%; (3): 40-50%; (2): 30-40%; (1): 20-30%; (0): <20%
	C6- Competencia por arvenses	(4): 1-20% de cobertura; (3): 20-30%; (2): 30-50%; (1): 50-70%; (0): >70% de cobertura
D- Manejo de la biodiversidad	D1- Biodiversidad temporal	(4): Incorpora abonos verdes y siembra o renueva diversos cultivos (árboles, anuales, bianuales) en la parcela de café en cada año como mínimo; (3): Siembra diversos cultivos en la parcela como musáceas, gramíneas, árboles de servicios múltiples, etc.; (2): Predomina el café en la parcela, se observan algunas especies principalmente árboles perennes de servicios múltiples; (1): El cultivo de café predomina en la parcela, se observan algunos parches dispersos en la misma formada por vegetación principalmente perennes; (0): El café predomina como monocultivo
	D2- Biodiversidad espacial	(4): Totalmente diversificado, con asociaciones y vegetación natural; (3): Alta diversificación, asociación media; (2): Diversificación media, baja asociación; (1): Poca diversificación, sin asociaciones; (0): Monocultivo
	D3- Árboles de sombra	(4): > 70 árboles/ha; (3) 50-70 árboles/ha; (2): 30-50 árboles/ha; (1): 15-30 árboles/ha; (0): < 15 árboles/ha
	D4- Número de especies vegetales	(4): > 35 especies observadas; (3): 25-35 especies; (2): 15-25 especies; (1): 10-15 especies; (0): <10 especies observadas
	D5- Número de especies animales	(4): > 5 especies observadas; (3): 3-5 especies; (2): 2 especies; (1): 1 especie; (0): No tiene especies animales en producción
	DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL	
A- Satisfacción de las necesidades básicas	A1- Vivienda	(4): De material terminada. Muy buena; (3): De material terminada. Buena; (2): Regular, sin terminar y deteriorada; (1): Mala, sin terminar, deteriorada y piso de tierra; (0): Muy mala
	A2- Acceso a la educación	(4): Acceso a educación superior y/o cursos de capacitación; (3): Acceso a escuela secundaria; (2): Acceso a escuela primaria y secundaria con restricciones; (1): Acceso a escuela primaria; (0): Sin acceso a la educación
		(4): Centro sanitario con médicos permanentes e infraestructuras adecuadas; (3): Centro sanitario con personal temporario

	A3- Acceso a la salud y cobertura sanitaria	medianamente equipado; (2): Centro sanitario mal equipado con personal temporario; (1): Centro sanitario mal equipado y sin personal idóneo; (0): Sin centro sanitario
	A4- Servicios	(4): Instalaciones completas de agua, luz y teléfono cercano; (3): Instalación de agua y luz; (2): Instalación de luz y agua de pozo; (1): Sin instalación de luz y agua de pozo; (0): Sin luz y sin fuente de agua cercana
	A5- Cultura culinaria	(4): >80% de los alimentos son producidos en la finca ; (3): 60-80% de los alimentos son producidos en la finca, el resto se compra a vecinos y mercados locales; (2): 60-80% de los alimentos son comprados a vecinos y mercados locales, se producen solamente algunas frutas, hortalizas y especias ; (1): 90% de los alimentos son comprados; (0): 100% de todos los alimentos se compran mercados y/o supermercados
B- Aceptabilidad del sistema de producción		(4): Está muy contento con lo que hace. No haría otra actividad aunque ésta le de más ingresos; (3): Está contento, pero antes le iba mucho mejor; (2): No está del todo satisfecho, se queja porque es lo único que sabe hacer; (1): Poco satisfecho con ésta forma de vida, anhela vivir en la ciudad y ocuparse de otra actividad; (0): Está desilusionado con la vida que lleva, está esperando una oportunidad para dejar la producción
C- Inclusión social	C1- Integración social	(4): Muy alta; (3): Alta; (2): Media; (1): Baja; (0): Nula
	C2- Participación de la mujer	(4): Componente fundamental del desarrollo administra y gestiona recursos en los sistema de producción ; (3): Interviene en la toma decisiones, aporta en algunas actividades con su fuerza laboral; (2): Conformar la mano de obra utilizada, no interviene en la gestión de la finca; (1): Conformar una pequeña parte de la mano de obra; (0): Poca o nula intervención
	C3- Relaciones externas	(4): Relaciones con instituciones públicas o privadas; (3): Relaciones con realidades colectivas locales; (2): Participación en las realidades colectivas locales; (1): Medios de comunicación; (0): Relación con los consumidores

	C4- Cooperativas u organizaciones para la comercialización de productos	(4): ≥ 3 cooperativas en la zona que acopian la producción, regulan, mejoran e incentivan los canales de comercialización; (3): 1-2 cooperativas; (2): Organizaciones normalizadas entre productores de la zona a fin de promover la producción y comercialización de uno o más rubros; (1): Pequeñas asociaciones entre productores a fin de mejorar apoyo crediticio, caminos y divulgación de conocimiento; (0): No existen organizaciones en la zona
D- Conocimiento tecnológico y conciencia ecológica	D1- Conciencia ecológica	(4): Tiene conocimientos sobre el manejo agroecológico de la finca y los aplica ; (3): Maneja ciertos principios de ecología como reducen en la finca uso de agroquímicos mas practicas conservacionistas ; (2): Ha escuchado que el manejo agroecológico integral de la finca ayuda a mejorar su sistema pero no lo aplica ; (1): No conoce de ecología ni percibe las consecuencias que pueden estar perjudicando al medio ambiente; (0): Realiza una práctica agresiva al medio por causa del desconocimiento de estas
	D2- Capacitaciones	(4): Participación en escuelas de campo, recibe constante asesoramiento y asistencia técnica (verbal y escrita) en pro de mejorar su sistema; (3): Recibe asistencia técnica de vez en cuando; (2): Utiliza libros, guías y manuales para comprender y mejorar su sistema; (1): Pone en práctica la información divulgada por sus vecinos en cuanto a nuevas estrategias de manejo combinado con su experiencia personal; (0): No recibe capacitaciones ni considera las experiencias ajenas de sus vecinos, utiliza sus propios conocimiento sin importar la situación presente
E- Relevo generacional		(4): $\geq 90\%$ del núcleo familiar trabajando en la finca; (3): 70-89% del núcleo familiar trabajando en la finca; (2): 50-70% del núcleo familiar trabajando en la finca; (1): 25-49% del núcleo familiar trabajando en la finca; (0): 0-20% del núcleo familiar trabajando en la finca

Anexo 4. Estrategia de evaluación y medición de los indicadores propuestos.

Criterios del diagnóstico	Indicador de evaluación	Descripción	Herramienta de medición
Contexto económico	Diversificación de la producción	Número de productos que forman parte de la producción agropecuaria de la finca	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Superficie de producción de autoconsumo	Tamaño en ha del área dedicada a la producción de alimentos para autoconsumo	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Ingreso neto mensual por grupo	Valor promedio de los ingresos percibidos (C\$) por el núcleo familiar	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Diversificación para la venta	Número de productos que comercializa	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Número de vías de comercialización	Número de canales de comercialización para vender sus productos	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Dependencia de insumos externos	Grado de dependencia de insumos externos según criterio del productor	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Origen de los ingresos reportados	Identificar si los ingresos vienen de las actividades agropecuarias o de otras ajenas a la finca	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Rto promedio en pergamino seco (qq/ha)	Valor promedio de al menos las dos últimas cosechas en qq/ha	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores. Consulta de literatura.
	Aceptabilidad del rendimiento	Comparación del promedio del rto de la finca con el promedio de la zona o región	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.

Contexto ecológico	Manejo de la cobertura vegetal	% de cobertura del suelo	Marco metálico de 1 m ² , % de cobertura del suelo de hojarasca y/o vegetación.
	Diversificación de cultivos	Grado y número de especies asociadas junto a la vegetación natural de la zona	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Diversidad genética	No. de variedades de café utilizadas y su respectiva predominancia	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Vegetación natural	Tamaño de las zonas con vegetación natural en relación al área total de la finca	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Aprovechamiento de los recursos locales	Grado de utilización de los recursos proveídos por la finca	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Sistema de manejo	Enfoque de producción con el que es manejada la finca	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Pendiente predominante	% de la pendiente	Utilización de aparato A.
	Cobertura vegetal	% de cobertura por vegetación benéfica para la planta	Marco metálico de 1 m ² , % de cobertura del suelo por coberturas nobles.
	Orientación de los surcos	Angulo de orientación de los surcos en relación a la pendiente del terreno	Evaluación visual.
	Evidencia de erosión	Evidencia de procesos erosivos en forma laminar, de surcos o cárcavas	Escala de evaluación de los indicadores y medición directa.

	Prácticas de CSyA	Número de prácticas de conservación de suelos y agua empleadas	Escala de evaluación de los indicadores y medición directa.
	Infiltración del agua en el suelo	Cantidad y velocidad del agua que penetra en el suelo	Doble cilindros y escala de evaluación de indicadores. Metodología del doble anillo infiltrómetro de Muntz.
	Profundidad del suelo	Profundidad hasta la roca madre o un obstáculo que impida penetrar más	Calicata, escala de evaluación de indicadores de sostenibilidad y medición directa
	Actividad biológica	Cantidad de lombrices, insectos, arañas y otros organismos	En un área de 1 x 1 m y escala de evaluación de indicadores de sostenibilidad. Se utilizó como criterio de evaluación el índice de Margalef
	Salud del cultivo	% de hojas afectadas por bándola y planta	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores. Metodología del CATIE.
	Nivel de sombra	Porcentaje de sombra en los sitios de muestreo	Escala de evaluación de los indicadores y medición directa
	Competencia por arvenses	% de cobertura por arvenses	Marco metálico de 1 m ² , % de cobertura del suelo por arvenses
	Biodiversidad temporal	Período de descanso o intervalo de siembra de diferentes especies en la parcela	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Biodiversidad espacial	Grado de asociación en la parcela de muestreo	Escala de evaluación de los indicadores y medición directa.
	Árboles de sombra	Número de árboles de sombra en las parcelas de muestreo	Escala de evaluación de los indicadores y medición directa.
	Número de especies vegetales	Número de especies asociadas o rotadas en las parcelas muestreo	Escala de evaluación de los indicadores y medición directa.

	Número de especies animales	Número de especies animales (menor o mayor) utilizadas en la producción agropecuaria de la finca	Escala de evaluación de los indicadores y medición directa.
Contexto sociocultural	Vivienda	Se evaluará la calidad de la vivienda y el grado de satisfacción del núcleo familiar en ella	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Acceso a la educación	Grado de acceso y disponibilidad de escuelas y/o universidades	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Acceso a la salud y cobertura sanitaria	Acceso en calidad de servicios de salud, sea en equipos, instalaciones y personal idóneo	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Servicios	Nivel de acceso a servicios básicos de calidad ya sea energía eléctrica y agua potable	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Cultura culinaria	Grado de autosuficiencia alimentaria del productor y su familia	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Aceptabilidad del sistema de producción	Grado de satisfacción que siente el productor con lo que hace y produce en su finca	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Integración social	Nivel de participación y acción del núcleo familiar en la finca	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Participación de la mujer	Grado de relevancia de las actividades en la finca realizadas por mujeres	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Relaciones externas	Nivel de organización y cooperación con vecinos y organizaciones locales	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.

	Cooperativas u organizaciones para la comercialización de productos	Número de cooperativas, asociaciones u organizaciones locales que incentivan, mejoran y regulan los canales de comercialización	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Conciencia ecológica	Grado de conocimiento de su entorno ambiental y responsabilidad sobre el manejo de éste	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Capacitaciones	Nivel de asesoramiento, asistencia técnica y/o documentación recibida en pro de comprender y mejorar el sistema de producción	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.
	Relevo generacional	Número de familiares que trabajan y/o aportan en las actividades y gestión de la finca	Ficha de recolección de datos y escala de evaluación de los indicadores.

Anexo 5. Definición de los umbrales de resiliencia para cada criterio analizado.

Índice	Rangos		
	Óptimo	Medio	Bajo
IK	3-4	2-2.99	<2
IE	3-4	2-2.99	<2
ISc	3-4	2-2.99	<2
IRg	3-4	2-2.99	<2

IK: Índice económico; IE: Índice ecológico; ISc: Índice sociocultural; IRg: Índice de resiliencia general.

Anexo 6. Número de especies y familias forestales encontradas en cada UP evaluada.

Cantidad de especies forestales por UP	
Unidad productiva	Número de especies
Buena Vista	13
El Ciprés	14
El Carmen	14
San Martín	21

Familias forestales por Unidad productiva				
Familias	Buena vista	El Ciprés	El Carmen	San Martín
Fabaceae	6	4	5	7
Lauraceae	1	-	-	1
Myrtaceae	1	-	-	-
Meliaceae	1	-	1	-
Polygonaceae	1	-	-	-
Rutaceae	-	3	3	2
Rosaceae	-	1	-	1
Anacardiaceae	-	1	-	2
Arecaceae	-	1	1	-
Malvaceae	-	1	-	-
Malpighiaceae	-	-	-	1
Fagaceae	-	-	1	1
Hypericaceae	1	-	-	1
Pinaceae	-	-	1	1
Moraceae	-	1	-	-
Bignoniaceae	1	1	-	1
Capparaceae	-	-	-	1
Boraginaceae	1	-	-	-
Sapotaceae	-	-	1	1
Ericaceae	-	1	1	1
TOTAL	13	15	16	21

Anexo 7. Usos de las principales especies forestales encontradas en las UP evaluadas.

Nombre común	Nombre científico	Usos						
		Autoconsumo	Árbol (sombra)	Frutal (Venta)	Medicinal	Ornamental	Forraje	Madera
Guaba roja	<i>Inga vera</i> Willd.		X		X			X
Guaba negra	<i>Inga punctata</i> Willd.	X	X					X
Búcaro	<i>Erythrina fusca</i> Lour.		X		X	X	X	X
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	X	X	X	X			
Uvillo	<i>Eugenia haematocarpa</i> Alain.		X		X			X
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.		X		X			X

Tabacón o vara blanca	<i>Triplaris melaenodendron</i> (Bertol.) Standl. & Steyerf.		X		X	X		X
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i> L.	X		X	X			
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> L.	X		X	X			
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	X		X	X			
Limón	<i>Citrus lemon</i> L.	X		X	X			
Limón real	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	X		X	X			
Ciruelos	<i>Prunus domestica</i> L.	X		X	X			X
Jocote	<i>Spondias purpurea</i> L.	X		X	X		X	X
Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i> L.	X		X	X			
Dátiles	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	X		X		X		X
Cacao	<i>Theobroma cacao</i> L.	X		X	X			
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	X		X				X
Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	X		X	X		X	X
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Kunth ex Wallp.		X		X		X	X
Roble	<i>Quercus robur</i> L.		X		X	X		X
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.				X			X
Granadillo	<i>Hypericum canariense</i> L.				X	X		
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.		X		X		X	X
Pino	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex. Schltdl.				X	X		X
Aguacate canelo	<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez.		X			X		X
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.		X		X	X		X
Gavilán	<i>Pentaclethra macroloba</i> Willd kuntze.		X		X	X		X
Chilamate	<i>Ficus insipida</i> Willd.		X		X			X
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) D.C.		X		X	X		X
Limoncillo	<i>Capparis verrucosa</i> Jacq.					X		X
Helequeme	<i>Erythrina hondurensis</i> L.		X		X	X		
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavon) Oken.		X		X		X	X
Sangregado	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.		X					X
Chaperno	<i>Lonchocarpus parviflorus</i> Benth.					X		X
Níspero	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen.	X			X		X	X
Quebracho	<i>Lysiloma divaricatum</i> Jacq.		X		X			X
Madroño	<i>Arbutus unedo</i> L.	X			X	X	X	X

Anexo 8. Número de usos totales proveídos por las especies forestales endémicas en cada UP.

UP	Usos							
	Autoconsumo	Árbol (Sombra)	Frutal (Venta)	Medicina	Ornamental	Forraje	Madera	Total
Buena vista	2	8	1	11	6	3	11	42
El Ciprés	9	4	7	10	5	2	8	45
El Carmen	7	6	4	11	5	2	10	45
San Martín	10	10	7	18	8	6	14	73

Anexo 9. Muestreo de la actividad biológica del suelo.



Anexo 10. Evaluación de la infiltración.



Anexo 11. Evidencia del trabajo con los productores de las UP evaluadas.



Anexo 12. Principales arvenses encontradas en las UP evaluadas.

Nombre científico	Familia	Buena Vista	El Ciprés	El Carmen	San Martín
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	X	X	X	X
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Poaceae	X	X		X
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	-	-	X	X
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae	X	-	-	X
<i>Ipomoea spp.</i> L.	Convolvulaceae	X	X	X	X
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	Asteraceae	-	X	X	X
<i>Uncaria tomentosa</i> (Willd)	Rubiaceae	-	-	X	X
<i>Panicum máximum</i> Jacq.	Poaceae	X	X	X	-
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Malvaceae	X	X	-	-
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Astereaceae	-	-	-	
<i>Rytidostyllis ciliata</i> (Cogn.) Kuntze	Cucurbitaceae	X	-	X	-
<i>Panicum trichoides</i> SW.	Poaceae	-	-	X	X
<i>Melampodium divaricatum</i> (L. C. Rich.) DC.	Asteraceae	X	X	X	-
<i>Melanthera aspera</i> (Jacq.) Small.	Asteraceae	X	-	-	-

Anexo 13. Resultados de los muestreos de plagas y enfermedades.

FORMATO PARA RECUENTO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES. CULTIVO CAFÉ.																																	
FINCA: Buena Vista																																	
PLANTIO: _____ FECHA: _____																																	
Plagas/Enfermedades	Estación #1	Estación #2			Estación #3			Estación #4			Estación #5			Estación #6			Estación #7			Estación #8			Estación #9			Estación #10			Plantío o Lote	Total	%		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
Hojas Totales	Est. 1	13	5	13	7	8	7	16	12	13	18	12	7	6	7	8																290	
	Est. 2	10	9	8	5	8	14	18	8	29	8	8	8	3	8	4																	
Hojas con Roya	Est. 1	5	2	6	1	4	4			7	1	3	2	1	3	3	8															91	31.4
	Est. 2	2	3	6	3	3	4			1		3	5	4	2	4	1																
Hojas con Mancha Hierro	Est. 1	2		6	2	5	5	1	3			8		6	4	7																85	29.3
	Est. 2	1	3	5	3	4	4		1			3	3	3	1	4	1																
Hojas con Antracnósis	Est. 1																															1	0.30%
	Est. 2													1																			
Hojas Dañadas/Picudo	Est. 1	1						7	4																							21	7.24
	Est. 2							3	4		1			1																			

FORMATO PARA RECUENTO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES. CULTIVO CAFÉ.																																	
FINCA: El Carmen																																	
PLANTIO: _____ FECHA: _____																																	
Plagas/Enfermedades	Estación #1	Estación #2			Estación #3			Estación #4			Estación #5			Estación #6			Estación #7			Estación #8			Estación #9			Estación #10			Plantío o Lote	Total	%		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
Hojas Totales	Est. 1	20	18	5	13	8	21	8	5	7																						199	
	Est. 2	19	15	4	6	7	13	9	8	13																							
Hojas con Roya	Est. 1					3	8		2																							28	14.1
	Est. 2						2	3	2	8																							
Hojas con Mancha Hierro	Est. 1					4	2	1																								30	15.08
	Est. 2			1	4	3	3	4	2	6																							
Hojas con Antracnósis	Est. 1		1			1	6																									8	4.02
	Est. 2																																
Hojas con Fumagina	Est. 1			2																												2	1
	Est. 2																																
Hojas con Minador	Est. 1	1																														1	0.5
	Est. 2																																
Hojas Dañadas/Picudo	Est. 1	3	10		8	8				4																						49	24.62
	Est. 2	4	7			5																											

FORMATO PARA RECUENTO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES. CULTIVO CAFÉ.																																	
FINCA: El Cipress																																	
PLANTIO: _____ FECHA: _____																																	
Plagas/Enfermedades	Estación #1	Estación #2			Estación #3			Estación #4			Estación #5			Estación #6			Estación #7			Estación #8			Estación #9			Estación #10			Plantío o Lote	Total	%		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
Hojas Totales	Est. 1	8	8	8	2	6	8	11	10	10																						188	
	Est. 2	9	16	10	11	8	10	25	19	9																							
Hojas con Roya	Est. 1									2																						2	1.06
	Est. 2									1																							
Hojas con Mancha Hierro	Est. 1					2																										6	3.19
	Est. 2				1	1	1																										
Hojas con Antracnósis	Est. 1									1																						2	1.06
	Est. 2	1																															
Hojas con Ojo de Gallo	Est. 1				2																											10	5.32
	Est. 2				2		1	2	1	2																							
Hojas con Fumagina	Est. 1																															5	2.66
	Est. 2						5																										
Hojas con Minador	Est. 1									1																						2	1.06
	Est. 2				1																												
Hojas Dañadas/Picudo	Est. 1			3			2	1																								16	8.51
	Est. 2			3	2		1	4																									

FORMATO PARA RECUENTO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES. CULTIVO CAFÉ.																																	
FINCA: San Martín																																	
PLANTIO: _____ FECHA: _____																																	
Plagas/Enfermedades	Estación #1	Estación #2			Estación #3			Estación #4			Estación #5			Estación #6			Estación #7			Estación #8			Estación #9			Estación #10			Plantío o Lote	Total	%		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3								
Hojas Totales	Est. 1	7	11	8	10	5	6	10	8	6																						165	
	Est. 2	13	7	6	18	6	5	18	8	13																							
Hojas con Roya	Est. 1			1		6				3																						25	15.15
	Est. 2			3		10	2																										
Hojas con Mancha Hierro	Est. 1	1		2	4	3		1	4																							34	20.61
	Est. 2	2	3		7			4	1	2																							
Hojas con Antracnósis	Est. 1									1																						1	0.61
	Est. 2																																
Hojas con Ojo de Gallo	Est. 1						2																									2	1.21
	Est. 2																																
Hojas Dañadas/Picudo	Est. 1	4	3	1	2	2	2	2	4	2																						46	27.88
	Est. 2	6		2	2	4	5	3	4																								

Anexo 14. Prueba de infiltración realizado en la UP Buena Vista, Dipilto, Nueva Segovia, 2018-2019.

Tiempo	Intervalo entre lecturas (min)	Tiempo acumulado (min)	Lectura (cm)	Diferencia	Infiltración Acumulada cm	Infiltración (cm/hr)
10:10	---	---	16	---		---
10:11	1	1	14.8	1.2	1.2	72
10:12	1	2	13.9	0.9	2.1	27
10:13	1	3	13.1	0.8	2.9	16
10:14	1	4	12.5	0.6	3.5	9
10:15	1	5	11.7	0.8	4.3	9.6
10:20	5	10	8.9	2.8	7.1	16.8
10:21	---	11	16	---		---
10:26	5	16	13	3	3	11.3
10:31	5	21	10.4	2.6	5.6	7.4
10:36	5	26	8.1	2.3	7.9	5.3
10:37	---	27	16	---		---
10:42	5	32	13	3	10.9	5.6
10:52	10	42	9.3	3.7	14.6	5.3
10:53	----	43	17	---		---
11:03	10	53	12	5	19.6	5.7
11:13	10	63	8	4	23.6	3.8
11:14	---	64	14.2	---		---
11:24	10	74	9.7	4.5	28.1	3.6

Anexo 15. Prueba de infiltración realizado en la UP El Ciprés, Dipilto, Nueva Segovia, 2018-2019.

Tiempo	Intervalo entre lecturas (min)	Tiempo acumulado (min)	Lectura (cm)	Diferencia	Infiltración Acumulada cm	Infiltración (cm/hr)
1:10	---	---	10.2	---		---
1:11	1	1	9.8	0.4	1.2	24
1:12	1	2	8.9	0.9	2.1	27
1:13	1	3	8.1	0.8	2.9	16
1:14	1	4	7.5	0.6	3.5	9
1:15	1	5	6.7	0.8	4.3	9.6
1:20	5	10	5.9	0.8	5.1	4.8
1:21	---	11	11	---		---
1:26	5	16	8.6	2.4	7.5	9.0
1:31	5	21	7.4	1.2	8.7	3.4
1:36	5	26	6.1	1.3	10	3.0
1:37	---	27	10	---		---
1:42	5	32	8.5	1.5	11.5	2.8
1:52	10	42	7.3	1.2	12.7	1.7
1:53	----	43	10	---		---
2:03	10	53	6.4	3.6	16.3	4.1
2:13	10	63	5.3	1.1	17.4	1.0
2:14	---	64	10.3	---		---
2:24	10	74	9.7	0.6	18	0.5

Anexo 16. Prueba de infiltración realizado en la UP El Carmen, Dipilto, Nueva Segovia, 2018-2019.

Tiempo	Intervalo entre lecturas (min)	Tiempo acumulado (min)	Lectura (cm)	Diferencia	Infiltración Acumulada cm	Infiltración (cm/hr)
3:10	---	---	10.3	---		---
3:11	1	1	9.6	0.7	1.2	42
3:12	1	2	8.5	1.1	2.3	33
3:13	1	3	6.8	1.7	4	34
3:14	1	4	5.9	0.9	4.9	13.5
3:15	1	5	4.4	1.5	6.4	18
3:20	5	10	3.6	0.8	7.2	4.8
3:21	---	11	10	---		---
3:26	5	16	8.5	1.5	8.7	5.6
3:31	5	21	7.6	0.9	9.6	2.6
3:36	5	26	6.5	1.1	10.7	2.5
3:37	---	27	10.2	---		---
3:42	5	32	9.5	0.7	11.4	1.3
3:52	10	42	8.5	1	12.4	1.4
3:53	---	43	10	---		---
4:03	10	53	9.3	0.7	13.1	0.8
4:13	10	63	8.9	0.4	13.5	0.4
4:14	---	64	10.2	---		---
4:24	10	74	9.9	0.3	13.8	0.2

Anexo 17. Prueba de infiltración realizado en la UP San Martin, Dipilto, Nueva Segovia, 2018-2019.

Tiempo	Intervalo entre lecturas (min)	Tiempo acumulado (min)	Lectura (cm)	Diferencia	Infiltración Acumulada cm	Infiltración (cm/hr)
8:10	---	---	12	---		---
8:11	1	1	11.2	0.8	1.2	48
8:12	1	2	9.7	1.5	2.7	45
8:13	1	3	8.5	1.2	3.9	24
8:14	1	4	7.2	1.3	5.2	19.5
8:15	1	5	6.8	0.4	5.6	4.8
8:20	5	10	5.6	1.2	6.8	7.2
8:21	---	11	12.6	---		---
8:26	5	16	10.2	2.4	9.2	9.0
8:31	5	21	9.2	1	10.2	2.9
8:36	5	26	8.1	1.1	11.3	2.5
8:37	---	27	13	---		---
8:42	5	32	11.5	1.5	12.8	2.8
8:52	10	42	10.6	0.9	13.7	1.3
8:53	----	43	13.5	---		---
8:03	10	53	10.6	2.9	16.6	3.3
9:13	10	63	7.5	3.1	19.7	3.0
9:14	---	64	13	---		---
9:24	10	74	9.7	3.3	23	2.7

Anexo 18. Resultados de la evaluación de las variables Económicas, Ecológicas y Socioculturales de las cuatro UP en las comunidades El Tablazón y Las Manos, Nueva Segovia 2018-2019.

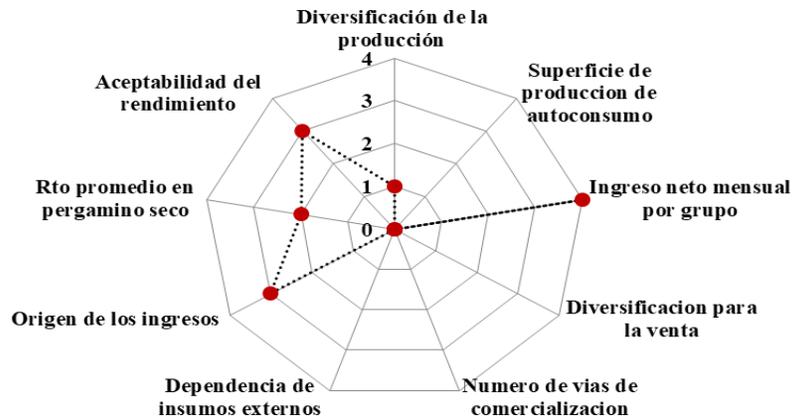
Indicadores	Buena Vista	El Carmen	El Cipres	San Martín
DIMENSION ECONOMICA				
A-Diversificación de la producción	Yellow	Green	Green	Green
B-Superficie de producción de autoconsumo	Red	Red	Red	Red
C-Ingreso neto mensual por grupo	Green	Green	Green	Green
D1-Diversificación para la venta	Red	Red	Red	Red
D2-Numero de vías de comercialización	Red	Red	Red	Red
D3-Dependencia de insumos externos	Red	Green	Red	Red
D4-Origen de los ingresos	Green	Green	Green	Green
E1-Rto promedio en pergamino seco	Yellow	Red	Yellow	Red
E2-Aceptabilidad del rendimiento	Green	Red	Green	Red
DIMENSIÓN ECOLÓGICA				
A1-Manejo de la cobertura vegetal	Green	Green	Green	Green
A2-Diversificación de cultivos	Red	Green	Green	Green
A3-Diversidad genética del café	Green	Red	Yellow	Red
A4-Vegetación natural	Red	Yellow	Red	Yellow
A5-Aprovechamiento de los recursos locales	Green	Green	Green	Green
A6-Sistema de manejo	Red	Green	Red	Yellow
B1-Pendiente predominante	Yellow	Green	Yellow	Green
B2-Cobertura vegetal	Green	Red	Green	Green
B3-Orientación de los surcos	Green	Green	Green	Green
B4-Control de la erosión	Green	Green	Green	Green
B5-Prácticas de conservación de suelo y agua (CSyA)	Red	Red	Red	Red
C1-Infiltración del agua en el suelo	Yellow	Green	Green	Green
C2-Profundidad del suelo	Yellow	Yellow	Red	Yellow
C3-Actividad biológica	Yellow	Yellow	Green	Green
C4-Salud del cultivo	Red	Red	Green	Green
C5-Nivel de sombra	Green	Green	Yellow	Green
C6-Competencia por arvenses	Green	Green	Green	Green
D1-Biodiversidad temporal	Red	Green	Green	Green
D2-Biodiversidad espacial	Red	Yellow	Green	Green
D3-Árboles de sombra	Green	Green	Green	Green

D4-Número de especies vegetales	Rojo	Naranja	Naranja	Rojo
D5-Número de especies animales	Rojo	Verde	Rojo	Naranja
DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL				
A1-Vivienda	Verde	Verde	Verde	Verde
A2-Acceso a la educación	Verde	Naranja	Naranja	Naranja
A3-Acceso a la salud y cobertura sanitaria	Verde	Naranja	Rojo	Rojo
A4-Servicios	Verde	Naranja	Naranja	Verde
A5-Cultura culinaria	Rojo	Verde	Verde	Verde
B-Aceptabilidad del sistema de producción	Verde	Verde	Verde	Verde
C1-Integración social	Verde	Verde	Verde	Verde
C2-Participación de la mujer	Rojo	Verde	Verde	Verde
C3-Relaciones externas	Verde	Verde	Verde	Verde
C4-Cooperativas u organizaciones	Verde	Verde	Verde	Verde
D1-Conciencia ecológica	Verde	Verde	Verde	Verde
D2-Capacitaciones	Verde	Verde	Verde	Verde
E-Relevo generacional	Verde	Verde	Verde	Verde

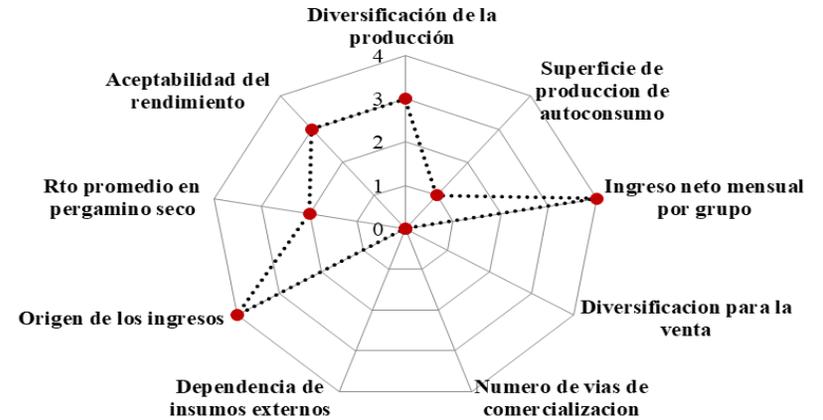
Óptimo = Verde, Medio = Naranja, Bajo = Rojo

Anexo 19. Amiba comparativa de las tendencias de los parámetros económicos separados por cada unidad productiva evaluada.

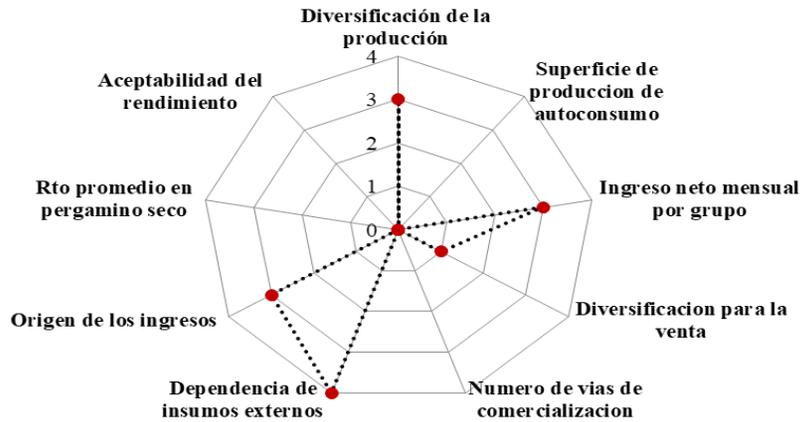
Finca Buena Vista



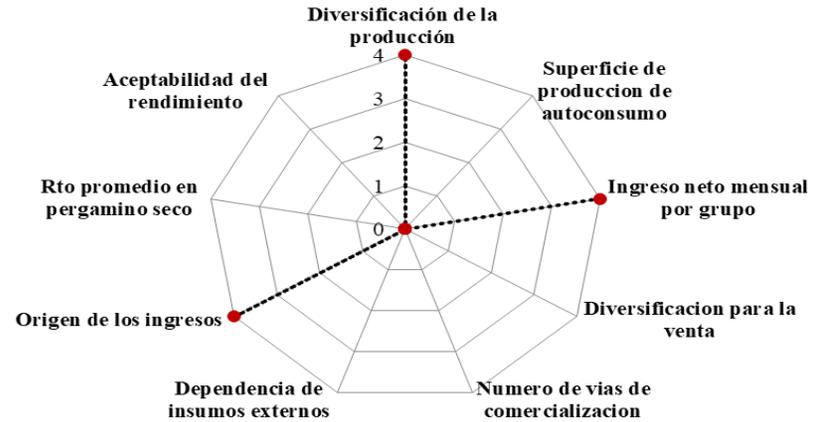
Finca El Cipres



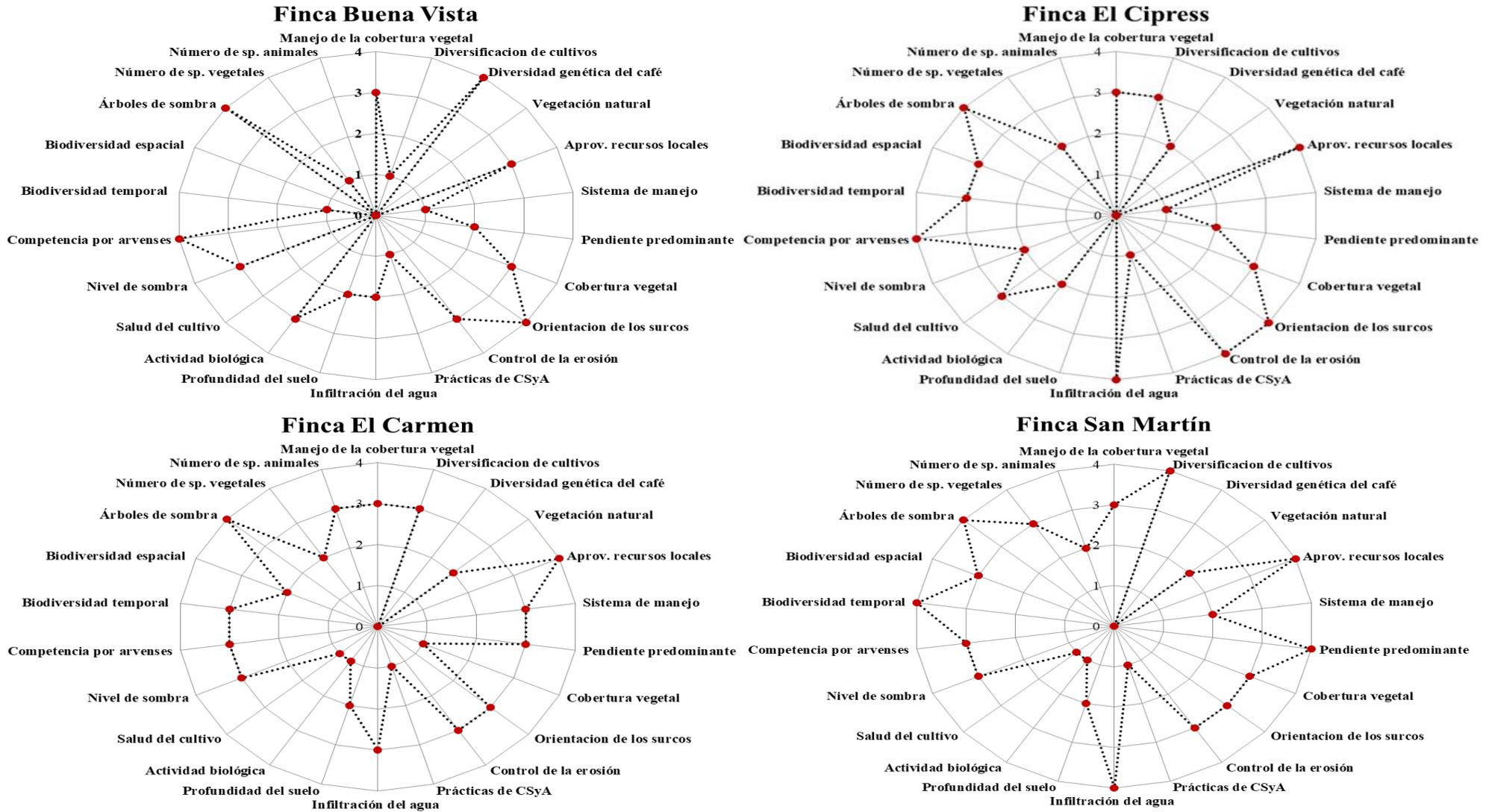
Finca El Carmen



Finca San Martín

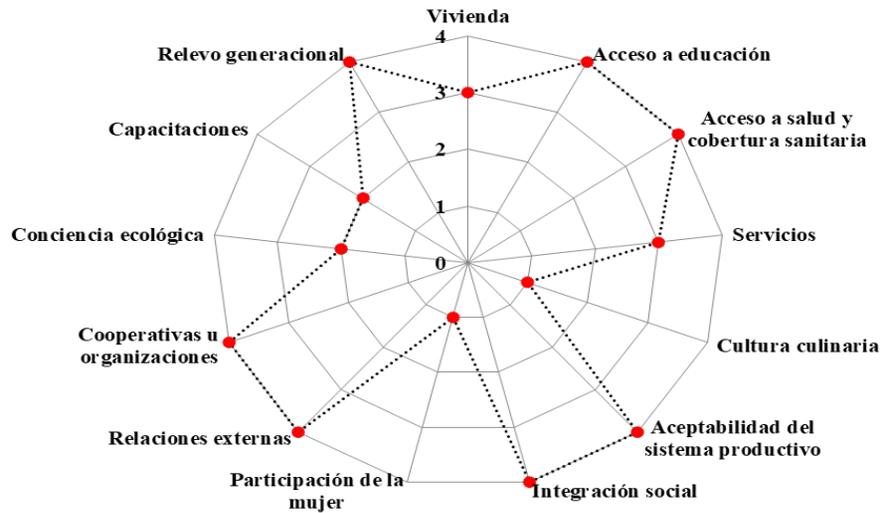


Anexo 20. Amiba comparativa de las tendencias de los parámetros ecológicos separados por cada unidad productiva evaluada.

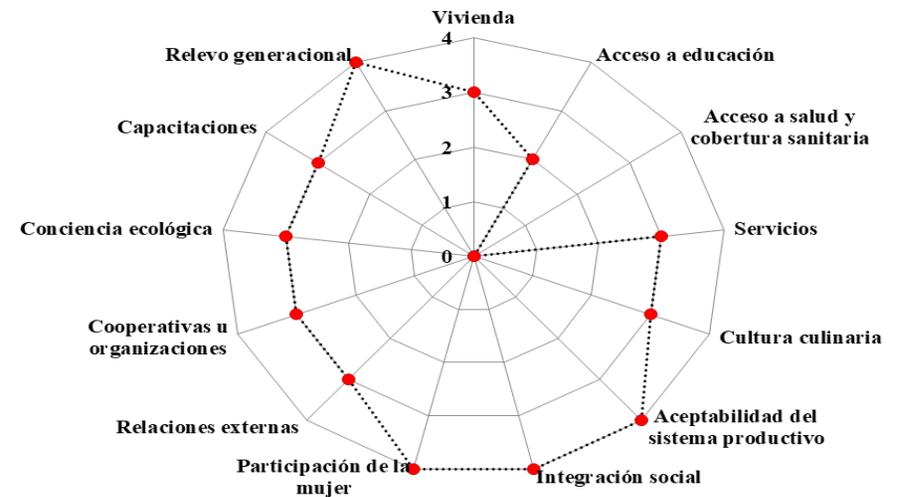


Anexo 21. Amiba comparativa de las tendencias de los parámetros socioculturales separados por cada unidad productiva evaluada.

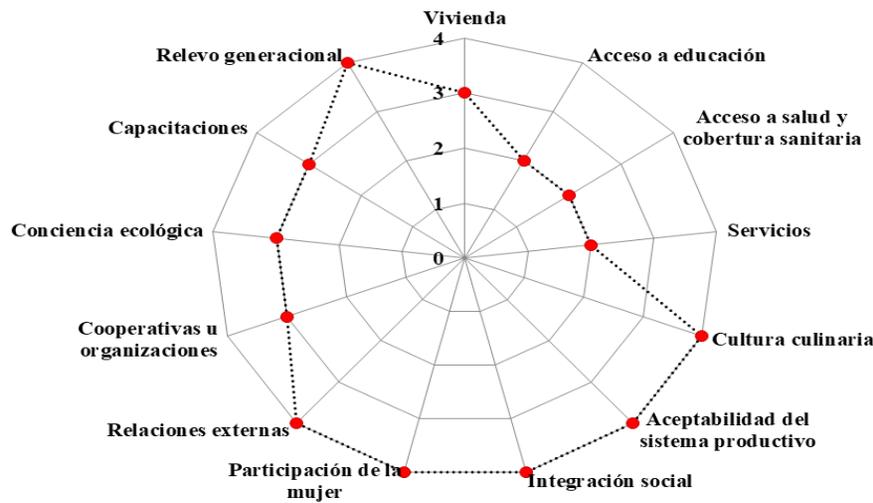
Finca Buena Vista



Finca El Cipres



Finca El Carmen



Finca San Martín

