

Resiliencia socioecológica en agro-ecosistemas agrícolas en Sumapaz Cundinamarca

Socioecological resilience in agricultural agro-ecosystems in Sumapaz Cundinamarca

Nelson Enrique Fonseca Carreño¹, Jorge Armando Fonseca Carreño²

Resumen

Se evaluó la resiliencia socio-ecológica en 20 agro-ecosistemas en Sumapaz Cundinamarca mediante la tipificación de indicadores de Amenaza, Vulnerabilidad y Capacidad de respuesta, según las prácticas de base agroecológica que allí se implementan. Se utilizó el concepto de Índice Holístico de Riesgo, para evaluar el nivel de resiliencia socio-ecológica bajo criterios biofísicos y socioeconómicos y el Test de Wilcoxon para contrastar diferencias entre sistemas agroecológicos y convencionales donde valores $p < 0.05$ muestran la diferencia. Por lo tanto, el grado de resiliencia se estimó a través de 21 indicadores, se presentan 8 con valores > 1 que no favorecen condiciones de resiliencia y $13 \leq 1$ que son favorables. El índice de riesgo presenta sistemas agroecológicos con valores 3.1 ± 5.0 y convencionales con valores de 0.7 ± 1.9 , lo que demuestra una alta vulnerabilidad. Se concluye que existe una transición hacia sistemas agroecológicos que reducen energía, recursos y resisten a perturbaciones y alteraciones de tipo antrópico.

Palabras Clave: Resiliencia, medio ambiente, agricultura, climatología, capital social

Abstract

This article evaluates the socio-ecological resilience in agro-ecosystems in the Province of Sumapaz, through the typification of indicators of threat, vulnerability and response capacity, according to the agro-ecological-based practices implemented there. The concept of the Holistic Risk Index was used to evaluate the level of socio-ecological resilience in 20 farmers under biophysical and socioeconomic criteria and the Wilcoxon Test contrasted differences between agroecological and conventional systems where $p < 0.05$ values show the difference. Therefore, the degree of resilience was estimated through 21 indicators, 8 are presented with values > 1 that do not favor resilience conditions and $13 \leq 1$ that are favorable. The risk index presents agro-ecological systems with values of 3.1 ± 5.0 and conventional values of 0.7 ± 1.9 ; which demonstrates high vulnerability. It is concluded that there is a transition towards agroecological systems that reduce energy and resources and resist to perturbations and alterations of the anthropic type.

Keywords: Resilience, environment, agriculture, climatology, social capital

Recepción: 09-Octubre-2023

Aceptación: 23-Noviembre-2023

¹ MSc. Docente – Investigador. Universidad de Cundinamarca. Grupo de investigación ARADO. Dirección electrónica: nefonseca@ucundinamarca.edu.co

² MSc. Profesor asociado Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Estudiante de doctorado en Ciencias Biológicas y Ambientales. Grupo de Investigación GIGASS, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá, Colombia.

1. Introducción

La variabilidad climática está ligada a diversos procesos y factores antrópicos combinados al uso de tierra, prácticas productivas, modelo de producción, comercialización y a las políticas públicas que promueven un modelo de desarrollo basados en la revolución verde [1]. De otra parte, las iniciativas generadas por la secretaria general de las naciones unidas y en su nombre la “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio” indican que en los últimos 50 años se ha acelerado la alteración de los ecosistemas por la alta presión para suplir la demanda de alimentos, agua, fibras y madera [2]. En este sentido, la “Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación” [FAO] reafirma que la capacidad de adaptabilidad de los sistemas agrícolas se ejerce a través de su capacidad de reparación ante sucesos de variabilidad climática [2]. Lo que en la práctica conlleva que frente a una perturbación de los agro-ecosistemas, los productores agrícolas acuden a recursos internos de la finca (conocimiento, experiencia) y externos (clima, políticas y mercado) para emprender acciones de adaptación, de tal forma que su disponibilidad define la capacidad adaptativa local [3].

Dentro de los hallazgos más relevantes en los últimos 50 años, [4], menciona que los campesinos no solo luchan contra la variabilidad climática, se organizan para mitigar los cambios a través de técnicas ancestrales como el uso de semillas locales, policultivos, cosecha de agua y agroforestería. De ahí que, la sapiencia local y las prácticas culturales son la base de la resiliencia de los agro-ecosistemas, los cuales utilizan habilidades para conservación de suelos, diversificación de paisaje y diversidad genética, contribuyendo así a prácticas grupales de preservación para manifestarse a la variabilidad climática, aumentando así la resiliencia socioecológica de cada territorio [5].

La resiliencia es interpretada como la capacidad de recuperación que se fomenta a través de la enseñanza, la resistencia, la cooperación y el empoderamiento [6], para contrarrestar alteraciones del sistema conservando su estructura productiva. Igualmente, se define como la capacidad que tiene un sistema para resistir a una conmoción, shocks y su velocidad de recuperación, para que un agro-ecosistema continúe proveyendo servicios ecológicos [7]. Por tanto, los agro-ecosistemas son considerados sistemas socioecológicos constituidos por prácticas agrícolas y su interrelación con los aspectos económicos y la biodiversidad, por esta razón se involucra el

capital natural, clima, suelo, agua, servicios ecológicos y estructura social para mitigar efectos adversos que incluyen inundaciones, sequías, aumento de la temperatura que puede restringir el crecimiento, producción y reproducción vegetal y animal [8].

En el plano agropecuario, se pensaría que un agro-ecosistema es estimado socio-ecológicamente resiliente si mantiene la productividad ante eventos climáticos extremos, donde la biodiversidad es un factor importante para que los ecosistemas aprovisionen servicios a la familia rural [9], además, de poder recuperar, reparar y evolucionar en respuesta al estrés o perturbación externa. Por lo tanto, la resiliencia se genera a partir de transformaciones agro-ecológicas, es decir, por medio de procesos de transición de subsistemas de producción convencional, hacia subsistemas agroecológicos que comprenden aspectos técnicos, de producción, ecológicos, sociales y económicos de la familia rural. De ahí que, la transformación debe entenderse como un proceso de adaptación que se establece a través del tiempo [10].

Bajo tal premisa, el artículo propone evaluar la resiliencia socioecológica en agro-ecosistemas agrícolas en Sumapaz Cundinamarca, Colombia, a través de la tipificación y clasificación de indicadores de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta identificados en los agro-ecosistemas, según las prácticas culturales de base agroecológica que allí se implementan.

2. Materiales y método

2.1. Ubicación geográfica

La labor investigativa se desarrolló en la región del Sumapaz, con coordenadas $4^{\circ}1'36''\text{N } 74^{\circ}14'42''\text{O}$ localizada en la cuenca hidrográfica y Páramo del Sumapaz, entre los 1000 a 3000 m altura, con precipitaciones que oscilan entre los 1200 a 1500 mm año y temperaturas entre los 12°C y 24°C . Posee una extensión del territorio de 1808 km^2 , representando el 8% del área total del departamento de Cundinamarca. Sumapaz hace parte de las 15 provincias del departamento y está integrada por 10 municipios [11].

2.2. Selección de los Agro-Ecosistemas

Los agro-ecosistemas se seleccionaron de las fincas agrícolas más representativas de cada uno de los 10 municipios del Sumapaz, se tuvo en cuenta los criterios

planteados [12] y adaptados según: tamaño de finca de 1 a 10 ha, cultivos agrícolas permanentes encontrados (monocultivo, cultivos en asocio, forestales, huerta casera o cultivos pancojer), inventario ganadero (vacuno, bovino, porcino, caprino) con finalidad leche, carne o doble propósito, inventario de especies menores, accesibilidad a finca (capacidad de los encuestadores para acceder y utilizar de forma segura y autónoma los espacios) y vías terciarias carretables. De igual manera, se tuvo en cuenta los saberes y conocimientos ancestrales de cada territorio, cuya concepción es la producción agroecológica bajo principios sustentables, encaminados a abastecer y satisfacer la seguridad alimentaria y reducir la sumisión de materiales e insumos alimenticios externos [13]. La población se calculó mediante una muestra probabilística estratificada, se consideró una muestra de 20 agro-ecosistemas.

2.3. Técnica e instrumento para recolección de datos

El proceso de investigación se desarrolló mediante entrevistas semiestructuradas (N= 20), cartografía social (N=80) y encuestas (N= 80). Se describen 2 etapas en la toma de datos, la primera etapa caracteriza los agro-ecosistemas con base en aquellas prácticas culturales presentes, en cuanto a los aspectos socioeconómicos, prácticas de manejo agrícola, de agua, pecuario y agro-forestal; en la segunda etapa, dichas prácticas se tipifican a través de indicadores de variabilidad climática (amenazas), vulnerabilidad y capacidad de respuesta [14].

2.4. Evaluación de Resiliencia

Para establecer el grado de resiliencia se utilizó el Índice Holístico de Riesgo (IHR) [15]. La metodología propone 3 elementos para determinar los riesgos: amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta [16]. Además, [17], indica que la metodología establece el grado de resiliencia en agroecosistemas afectados por la variabilidad climática. Por lo tanto, el riesgo es producto de las relaciones entre amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta (ecuación 1).

$$Riesgo = \frac{vulnerabilidad}{capacidad\ de\ respuesta} \times amenaza \quad (1)$$

Donde, *Riesgo* = se concibe como un fenómeno natural (derrumbes, sequía, inundaciones, deslizamientos de tie-

rra), que forje cambios en el entorno de una comunidad agropecuaria rural; *Vulnerabilidad* = se determina por los aspectos biofísicos de un agro-ecosistema y aspectos socioeconómicos de la familia rural para incrementar o reducir las amenazas; *Amenaza* = exaltación de la frecuencia, permanencia e impacto del evento climático (pérdidas de rendimiento debido a fenómeno natural; *Capacidad de respuesta* = capacidad de los agro-ecosistemas para soportar y recuperarse de amenazas según los aspectos socioeconómicos de la familia rural y las características biofísicas [14]. Igualmente, se propone la evaluación de resiliencia a partir de 3 momentos:

Estimando la vulnerabilidad

En el primer momento se realizaron observaciones del paisaje de cada agro-ecosistema para determinar el nivel de vulnerabilidad (V), a través de cartografía social se consideraron variables físicas como reciclado de nutrientes, tipo de sistema de riego, disponibilidad, conservación y cosecha de agua [18].

Estimando las amenazas

En el segundo momento se identificó aquellas Amenazas (A), a través de preguntas semi estructuradas para estimar la percepción de los lugareños en torno a los cambios y efectos del clima que manifestaron los agro-ecosistemas en los últimos 10 años. Los indicadores identificados fueron: manejo de arvenses, vías de acceso, tratamientos aguas servidas, manejo de plagas y enfermedades(MIP), deforestación y erosión [19].

Estimando la capacidad de recuperación

En el tercer y último momento, se procede a identificar en finca la capacidad de recuperación de los agro-ecosistemas, a través del observación de prácticas que allí se aplicaron, como: cooperación organizacional, asistencia o extensionismo técnico, formación académica, uso de servicios públicos, labranza conservacionista, labores de protección edáfica, aplicación de fertilizantes como nutrición de plantas, manejo de instalaciones (construcción y adecuación), salubridad y bienestar para especies mayores y menores, provisión de alimentos para la ganadería y reforestación [20].

2.5. Análisis de la información

La valoración de indicadores socioecológicos se realizó en series de 0 a 5, donde 0, constituye una pequeña posibilidad de resiliencia y 5 una elevada capacidad. Para sintetizar la estimación se estableció el color rojo a los indicadores calificados entre 0 y 1, color amarillo para 2 y 3 y verde para 4 y 5, lo que significa respectivamente, condiciones de alta vulnerabilidad (baja resiliencia), vulnerabilidad media y baja vulnerabilidad (alta resiliencia) [21] (Tabla 1).

Tabla 1: Evaluación de la resiliencia a través de situación-acción [21].

Valor numérico	Situación	Acción	Color
4.0- 5.0	Alta resiliencia	Vigilancia	Verde
2.0 – 3.9	Resiliencia media	Precaución	Amarillo
0 – 1.9	Baja resiliencia	Riesgo	Rojo

Finalmente, con la conversión numérica se aplicó estadística no paramétrica con la prueba de Wilcoxon de rangos asignados para cotejar la diferencia general (a-c) entre agro-ecosistemas agroecológicos (a) y convencionales (c), por lo tanto, el valor $p < 0.05$ muestra diferencia de los métodos. Con el valor arrojado se completó la fórmula de riesgo donde un valor > 1 no favorece situaciones de resiliencia y un valor < 1 genera beneficio [14].

3. Resultados

3.1. Caracterización de agro-ecosistemas

Dentro de la valoración los agro-ecosistemas son de tipo minifundista y microfundista (menos de 1 ha), de ahí que el 15 % de la muestra cuenta con la dimensión de Unidad Agrícola Familiar (UAF), para la región del Sumapaz fluctúa entre 6 a 10 ha (Resolución 041 de 1996, Instituto Colombiano para la Reforma Agraria), como se muestra en la Tabla 2, donde se presentan algunas características.

3.2. Medición nivel de Vulnerabilidad (V)

A través de la prueba de Wilcoxon de rangos asignados, se contrastaron los valores (a-c), donde valores $p < 0.05$ manifiestan diferencias entre agro-ecosistemas agroecológicos (a=4.0) y convencionales (c=2.5). En

definitiva, se muestra en la Tabla 3, una diferencia relevante entre las vulnerabilidades de los 2 sistemas de producción, que puede corresponder a los contextos de cada territorio, las condiciones geológicas, de topografía y atmosféricas similares de los municipios evaluados. De ahí que, los 5 indicadores presentan valores < 1 , los cuales favorecen las condiciones de resiliencia.

3.3. Medición nivel de Amenaza (A)

La percepción de los campesinos en las variaciones climáticas durante la última década, manifiesta aumento de temperaturas y disminución de lluvias, es probable, que se deba a la transición del uso de suelo, pasando de actividades agrícolas a extensiones ganaderas, lo cual conlleva a que los agro-ecosistemas presenten alteraciones edáficas y de tipo antrópico relacionado con el manejo y uso inadecuado de la capa arable del suelo, el inadecuado manejo de plagas y enfermedades y una excesiva deforestación de bosques que causan erosión del suelo. En la Tabla 4, se muestran las dos alternativas, con una diferencia considerable entre el manejo agroecológico (3.9) respecto al manejo convencional (1.6). Se presentan los 5 indicadores con valores > 1 que no son favorables para generar condiciones de resiliencia.

3.4. Capacidad de respuesta o recuperación (CR)

Se evaluaron los aspectos socioeconómicos, agrícolas, hídricos, pecuario y agroforestal de los agro-ecosistemas y las estrategias de manejo que utilizan los campesinos para reducir el riesgo que pueda causar la variabilidad climática, asimismo, la forma de resistencia, recuperación y permanencia en el territorio con los perjuicios causados por dichos eventos. La capacidad de recuperación o respuesta se representa a través de 11 indicadores de prácticas culturales que contribuyen a la protección de los agro-ecosistemas socioecológicos. En la Tabla 5, se expresan los valores que manifiestan diferencias entre el manejo agroecológico (3.9) respecto al manejo convencional (2.8), las cuales indican que los agro-ecosistemas agroecológicos manejan estrategias de protección y conservación del suelo, plantas y animales, fomentado por la formación académica. Dicha concepción les genera mayor capacidad de respuesta a las variables climáticas, ya que 8 indicadores presentan valores < 1 , los cuales benefician los entornos de resiliencia.

Tabla 2: Agro-ecosistemas priorizados para Sumapaz Cundinamarca

Municipios	Agro-ecosistema	Acrónimo	Tamaño (ha)	Tenencia de tierra	Tiempo permanencia (años)
Arbeláez	“Asproagro”	“A”	7.0	Propia	35
Cabrera	“Asocrecer”	“B”	9.0	Propia	12
	“Asoganac”	“C”	10.0	Propia	28
Fusagasuga	“Amted”	“D”	1.2	Propia	12
	“Manos unidas”	“E”	1.0	Propia	15
	“Renacer”	“F”	1.4	Propia	12
	“Santillana”	“G”	2.2	Propia	5
Granada	“Huerto Eduardo”	“H”	2.5	Propia	45
	“Agromilkco”	“I”	2.6	Propia	17
Pandi	“El caracol”	“J”	0.8	Propia	25
Pasca	“Asoproapas”	“K”	1.7	Propia	32
	“Aprostep”	“L”	2.5	Propia	7
San Bernardo	“San bernardo”	“M”	2.7	Propia	5
	“Aducj”	“N”	3.2	Propia	9
Silvania	“Amesil”	“O”	1.5	Propia	28
	“Asoparfrutas”	“P”	1.8	Propia	11
Tibacuy	“Asodet”	“Q”	0.9	Propia	16
	“Apatat”	“R”	1.0	Propia	22
Venecia	“Paradise Garden”	“S”	1.0	Arriendo	3
	“Cacprolave”	“T”	2.7	Propia	17

Tabla 3: Indicadores de Vulnerabilidad

	Agroecológicos (a)	Convencionales (c)	(a-c)	$\frac{a-c}{c}$
Reciclado nutrientes	4.1	2.4	1.7	0.7
Disponibilidad hídrica	4.0	2.4	1.6	0.7
Conservación de agua	4.1	2.5	1.6	0.6
Cosecha y almacenamiento de agua	4.1	2.6	1.5	0.6
Sistema de riego	3.9	2.7	1.2	0.4
Promedio	4.0	2.5	1.5	0.6

Tabla 4: Indicadores de Amenaza

	Agroecológicos (a)	Convencionales (c)	(a-c)	$\frac{a-c}{c}$
Vías de acceso	3.2	2.4	1.7	1.1
Manejo de arvenses	4.4	1.9	2.5	1.3
Manejo plagas y enfermedades	4.4	2.0	2.4	1.2
Tratamiento aguas servidas	4.0	1.5	2.5	1.7
Deforestación y erosión	3.5	1.0	2.5	2.5
Promedio	3.9	1.6	2.3	1.6

3.5. Evaluación del índice de Riesgo (R)

Para la generación del índice de riesgo se empleó la media del valor numérico del indicador vulnerabilidad, amenaza y capacidad de respuesta. Como se muestra en la Figura 1, los agro-ecosistemas agroecológicos alcanzaron valores de 3.1 ± 5.0 . Los campesinos señalan que la producción agropecuaria es destinada a la subsistencia y comercialización para el bienestar de la familia rural,

con características determinadas que proceden del flujo e interacción de energía, baja dependencia de insumos externos, eficiencia económica e integración tecnológica. Los agro-ecosistemas convencionales obtuvieron valores de 0.7 ± 1.9 , lo que demuestra una alta vulnerabilidad que posiblemente se deba a que no hubo una evolución de prácticas de tipo convencional (revolución verde) hacia prácticas agroecológicas (conservación y equilibrio ecológico de los sistemas de producción).

Tabla 5: Indicadores de Amenaza

	Agroecológicos (a)	Convencionales (c)	(a-c)	$\frac{a-c}{c}$
Participación organizacional	3.2	2.4	1.7	1.1
Asistencia técnica	4.4	1.9	2.5	1.3
Formación académica	4.4	2.0	2.4	1.2
Acceso servicios públicos	4.0	1.5	2.5	1.7
labranza de conservación	4.0	1.5	2.5	1.7
protección suelo	4.0	1.5	2.5	1.7
fertilización y nutrición vegetal	4.0	1.5	2.5	1.7
manejo de instalaciones	4.0	1.5	2.5	1.7
sanidad y bienestar animal	4.0	1.5	2.5	1.7
reforestación	4.0	1.5	2.5	1.7
Promedio	4.0	1.5	2.5	1.7

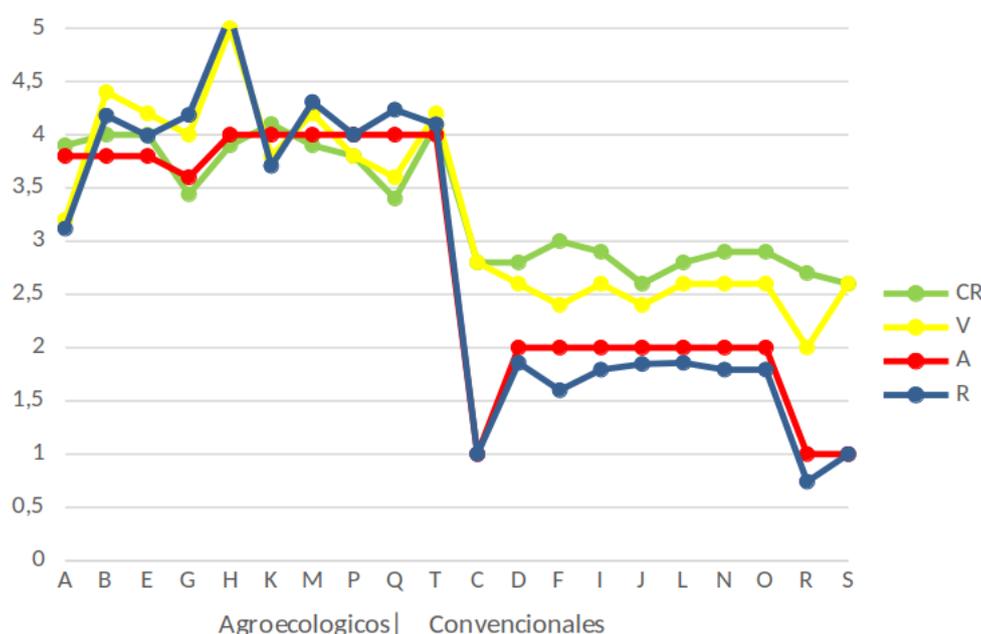


Figura 1: Medición índice de riesgo en agro-ecosistemas del Sumapaz. *Las letras representan los agro-ecosistemas evaluados: Agroecológicos (A, B, E, G, H, K, M, P, T) y convencionales (C, D, F, I, J, L, N, O, R, S). CR: Capacidad de respuesta; V: Vulnerabilidad; A: Amenaza; R: Riesgo.

4. Discusión

Se evidencia en el Sumapaz una alta resiliencia relacionadas a la condición de propiedad, ya que el 95 % de la muestra evidencia que la tenencia de tierra en propia, a excepción del 5 % en el cual se trabaja bajo la propiedad de acuerdo de aparcería. Dicha situación de posesión de terreno es significativa ya que la familia rural conoce y está familiarizada con el paisaje, la fertilidad, condiciones del suelo, cobertura vegetal y fuentes hídricas [22]. Estas variables generan probabilidades de resiliencia, conexas con la sapiencia del territorio, los períodos climáticos y tipos de ecosistemas.

No obstante, dentro de las amenazas de los agro-ecosistemas está el tamaño de tipo minifundista y microfundista, que es un factor de baja resiliencia [23], ya que el campesino relaciona el tamaño del terreno con diversidad vegetal y animal, aumento y rendimiento del sistema productivo. Igualmente, existe una limitación en la optimización de recursos (infraestructura, insumos, material vegetal) y la eficacia del rendimiento de las prácticas y faenas productivas, lo cual disminuye el abastecimiento de alimentos, materia prima, energía y empleabilidad, lo que conlleva a agro-ecosistemas vulnerables [24]. Lo anterior indica que, el tamaño es

proporcional a la capacidad de promover la producción de alimentos y establecer un sistema de fuerza de trabajo acondicionado a las condiciones biofísicas y las necesidades de cada territorio.

4.1. Nivel de Vulnerabilidad

Para los agro-ecosistemas del Sumapaz el reciclaje de nutrientes es fundamental. Los agro-ecosistemas agroecológicos realizan prácticas como rotación de cultivos, generación de policultivos y sistemas silvopastoriles, propiciando un aporte de materia orgánica a los suelos, lo que permite mayor productividad minimizando el uso de insumos externos y fertilizantes de síntesis química. Dicha incorporación, dinamiza la actividad biológica y mejora las características físicoquímicas del suelo [25], de ahí que incrementa la capacidad de retención de agua, evitando que se pierdan las partículas del suelo por escorrentía [26].

Con respecto a las prácticas culturales del manejo de agua, los agro-ecosistemas cuentan con disponibilidad del recurso hídrico del río Sumapaz, Guavio y Batán, que emergen del páramo del Sumapaz, el cual representa una fuente hídrica para la provisión y reserva de agua que son aprovechadas como riego en cultivos, consumo animal y soporte de vida. Adicionalmente, los sistemas agroecológicos generan prácticas de cosecha y acumulación de agua, a través de la excavación de pozas, cimentación de diques, sombríos, cauces de desagüe, desviación y gradientes, como mecanismo de resistencia y estrategias elementales para ampliar la resiliencia ante escenarios críticos [27]. Igualmente, los agro-ecosistemas utilizan sistemas de riego para el suministro del vital líquido (riego con manguera, por aspersión y fertirriego), dicho mecanismo, da origen a sistemas agro-hidráulicos adaptados a condiciones ambientales y socioeconómicas de cada territorio. Por tanto, este factor juega a favor de la resiliencia en los agro-ecosistemas analizados, ante eventos extremos en función del acceso al agua en casos de sequía y regulación del flujo hídrico [28].

Sin embargo, el páramo ha tenido afectaciones por las actividades antrópicas de los sistemas convencionales, como el uso de maquinaria agrícola en los ecosistemas de la región, extensión de la frontera agropecuaria, pérdida de endemismos, quemas indiscriminadas, ganadería extensiva, sedimentación, acumulación de residuos orgánicos en fuentes hídricas, deterioro de las vías de comunicación que conectan con los demás municipios y

concentración de población humana dentro del mismo [29].

4.2. Medición del nivel de Amenaza (A)

Con relación a las vías de acceso, los agro-ecosistemas presentan dificultades para el transporte de materia prima, insumos y productos agropecuarios, ya que las vías terciarias escarpadas, con inclinaciones superiores al 30 %, no cuentan con mantenimiento adecuado y en época de invierno se vuelven intransitables. Este es un factor de alta vulnerabilidad, ya que los campesinos admiten enfrentarse a la adversidad para comercializar sus productos y garantizar la seguridad alimentaria de la familia rural [30]. En efecto, la infraestructura vial requiere una intervención integral, preventiva, oportuna y eficiente para la consolidación de la apuesta productiva del Sumapaz y para articular de manera integrada los servicios demandados por el territorio y el sistema productivo, ya que las alteraciones presentadas por la variabilidad climática han cambiado radicalmente el régimen de temperatura y lluvia, comprometiendo así la seguridad alimentaria tanto a nivel regional como nacional [22]. La construcción, mejora y mantenimiento de la red vial facilitará la conectividad entre el sector rural y urbano y se incrementarán los niveles de competitividad de los municipios.

En cuanto al control de arvenses y manejo de plagas y enfermedades (MIP), los sistemas convencionales utilizan herbicidas tipo Glifosato, además, fungicidas, insecticidas y nematocidas para control de plagas y enfermedades, con aplicaciones indiscriminadas según época o incidencia de plagas en el cultivo. Dichas prácticas inadecuadas ponen en riesgo la salud y bienestar de los campesinos por la exposición de agroquímicos y la posible intoxicación aguda de tipo accidental o intencional por el uso indebido en la manipulación del agrotóxico [31], sumado a la alta vulnerabilidad por la degradación del suelo, contaminación de agua y resistencia por el uso indiscriminado.

Al contrario, los sistemas agroecológicos no utilizan materiales sintéticos o agroquímicos (herbicida) para el manejo de arvenses, sino que se realiza a través de un manejo cultural con deshierba sectorizada con azadón o palín y coberturas o mulching, que pueden ser naturales con plantas de porte bajo y cascarilla de arroz, las cuales ayudan al control de arvenses y competencia por agua, luz y nutrientes [32]. Igualmente, para el MIP (libre de insecticidas y fungicidas), el manejo se realiza

a través de trampas con feromonas para plagas de un color específico: amarillo (pulgón, mosca blanca, mosca minadora, mosca de la fruta, palomilla); azul (trips) y color blanco (ácaros), en áreas establecidas cada 5m², con monitoreo semanal. Este tipo de prácticas no dejan residuos tóxicos en el cultivo, son ecológicas y requieren poco mantenimiento. En efecto, [31], recomienda para minimizar umbrales de infestación diversificar la vegetación, diseñar sistemas de pronóstico del riesgo para abatir precozmente la población, empleando trampas con feromonas para ahuyentar adultos o la fagodisuasión de larvas.

Con relación al tratamiento de aguas servidas, los sistemas convencionales no realizan ningún tratamiento para las aguas residuales, están introduciendo productos degradantes que contaminan el agua superficial por el vertimiento de residuos sólidos de las actividades agropecuarias, además de efluentes de líquidos domésticos, fuga de colectores, alcantarillas y fosas sépticas deterioradas. Igualmente, los fertilizantes aplicados en cultivos con compuestos nitrogenados y fosforados, son lavados y arrastrados del suelo por lluvias y escorrentías que los transportan a cauces de ríos favoreciendo su eutrofización. De ahí que, el vertimiento genera una alta vulnerabilidad a los agro-ecosistemas por la contaminación de aguas superficiales y posibles enfermedades con el consumo y contacto de agua [33]. Por otro lado, los sistemas agroecológicos conciben prácticas para purificar el agua residual como la laguna de oxidación o estabilización, la cual comprende el método más simple para el tratamiento de las aguas residuales existentes, su construcción comprende una excavación poco profunda limitada por talud de tierra de forma geométrica. La sedimentación de desechos se utiliza como abono orgánico y el agua en suspensión para recirculación y riego de cultivos [26].

Los municipios del Sumapaz presentan problemas de deforestación y de erosión del suelo, debido a la ampliación de la frontera agrícola para siembra de monocultivos de frutas y hortalizas como frijol, tomate de árbol, granadilla, uchuva y papa. Los sistemas convencionales utilizan los productos maderables para construir cercas, como tutor de plantas, remodelación de infraestructura y leña para cocción de alimentos. Por lo tanto, existe una alta vulnerabilidad por disipación de variedades de especies de flora que contribuye a la variabilidad climática, ya que la pérdida de masa forestal modifica el comportamiento hídrico del territorio, con el desplazamiento

hacia otras partes con vegetación [32]. Según datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), del año 2000 a 2018 se reportaron en Sumapaz 517 hectáreas deforestadas. ratificando que los ecosistemas presentes alteran su capacidad para facilitar servicios ambientales y beneficios a la población del territorio, los cuales suplen demanda de productos de origen vegetal para satisfacción alimenticia, agua potable para consumo humano y animal, madera y fibra para construcción, fuentes de ingreso y combustión. Estos servicios contribuyen al bienestar humano, pero trae consigo efectos ecológicos, económicos y sociales, alterando prácticas agro-ecológicas, eco agrícolas y con estas, la variedad de cultivos, especies, semillas, conocimientos y saber cultural [34].

4.3. Capacidad de respuesta o recuperación (CR)

Dentro de los aspectos socioeconómicos el 95 % de los agro-ecosistemas tienen predominio familiar y el 75 %, supera los 10 años de permanencia de sus habitantes. Por esta razón, los pobladores conocen el comportamiento de la biodiversidad relacionados con el clima, por varios años de observación de la familia rural. Por otra parte, se halló una elevada vinculación de los campesinos a organizaciones comunitarias, donde integrantes de 16 agro-ecosistemas pertenecen a asociaciones sin ánimo de lucro y juntas de acción comunal, forjando sinergias para el cumplimiento de prácticas agropecuarias dentro y fuera de la finca, se mantienen lazos de unión y se favorece la participación de los campesinos en varios sucesos culturales que conciben la resiliencia a través de la incorporación de saberes ancestrales dentro del conocimiento geográfico del territorio, restricciones y potencialidades.

Igualmente, se observó cooperación de diversos institutos como la Corporación Autónoma Regional (CAR), el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), Asohfrucol, Comité de Cafeteros y la Universidad de Cundinamarca. Por tanto, el 100 % de los agro-ecosistemas reciben el apoyo de las instituciones mencionadas con formación complementaria y asistencia técnica, las cuales a través de los conocimientos e implementación de técnicas a nivel de sistema productivo, mejoran los medios de vida de la familia rural y reducen los posibles efectos sobre los ecosistemas y la población, ya que dependerán de los conocimientos de los campesinos para contrarrestar la intensidad y fre-

cuencia de las variables climáticas, así como la manera de afrontarlos, fortaleciendo la premisa que ante eventos climáticos extremos, a menor preparación académica de los pobladores, serán mayores los efectos negativos [32].

Por otra parte, los agro-ecosistemas cuentan con el servicio público de acueductos veredales, alcantarillado y energía eléctrica municipal y solamente el 10 %, goza del servicio de gas domiciliario. Se demuestra que la mayor brecha generada en el sector agrícola y zona rural se presenta por el déficit en el hábitat humano (residencia y servicio público domiciliario), apenas si cuentan con el acceso a los servicios públicos, favoreciendo escenarios de pobreza (señalada en términos de ingreso y derechos), escasa transformación productiva por la limitada fuente de energía y exclusión de vitrinas comerciales a nivel local y regional por la restringida conectividad [35]. En efecto, el 90 % de los agro-ecosistemas no cuentan con los servicios de gas (propano GLP, natural), implica que la familia rural dependa de fibras naturales como madera y leña para satisfacer sus insuficiencias energéticas, lo que concibe presiones sobre masas de vegetación arbórea y arbustiva, favoreciendo a la deforestación, deteriorando entornos de salud, resistencia y, en definitiva, reduciendo su capacidad de resiliencia [32].

Con respecto a las prácticas culturales relacionadas con el manejo agrícola, los agro-ecosistemas agroecológicos realizan labranza de conservación o labranza mínima, actividad que retarda el desarrollo de arvenses y minimiza el desyerbe manual, generando resiliencia para el mantenimiento de los suelos y propiciando mayor humedad por las arvenses presentes. Igualmente, efectúan prácticas de protección del suelo, con la siembra de gramíneas, plantas de cobertura, mantenimiento de mulch o acolchado, para controlar la erosión de los suelos. Adicionalmente, los campesinos con una base de conocimiento y sapiencias tradicionales cuentan con ventaja para su adaptación frente a los efectos de la variabilidad climática con el recurso al interior de cada predio. Esto evidenció que los sistemas agroecológicos incorporan de 3 a 5 t. ha⁻¹ de materia orgánica de origen animal y vegetal para fertilización y nutrición vegetal, con el fin de mejorar la calidad de los suelos, logrando una actividad biológica y características físicas óptimas (textura, consistencia, estructura, profundidad efectiva) [34].

Por otra parte, en cuanto a las prácticas culturales relacionadas con el manejo pecuario, se observa que todos

los agro-ecosistemas manejan adecuadamente las instalaciones ganaderas. Los corrales están edificados en madera, material no tóxico para la ganadería y están apropiadamente cubiertos disminuyendo así la temperatura externa y protegiendo al ganado de las condiciones climáticas adversas. Sumado a esto, los sistemas agroecológicos acuden a faenas ganaderas para proteger la salud, optimizar la eficiencia productiva y el bienestar animal, implementando corrales con diseños para alojar ganado según condiciones fenotípicas y genotípicas como raza, edad, peso y estado productivo. La implementación se realiza teniendo como referente las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), que se sustentan reglamentariamente en el manuscrito CONPES 3676 de 2010, donde se describen las políticas sanitarias y de inocuidad para los hatos ganaderos, integrado a través de diversas resoluciones generadas en el sector pecuario por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) [36] y el Decreto 2113 de 2017, el cual instaura el reglamento del sector administrativo agropecuario, pesquero y de desarrollo rural.

Finalmente, en las prácticas culturales relacionadas con el manejo Agroforestal, todos los agro-ecosistemas presentan un inventario forestal con especies representativas del territorio como el chusque (*Chusquea* spp.), laurel (*Nectandra* spp.), cucharo (*Clusia multiflora*), yarumo (*Cecropia teleincano*) y aliso (*Alnus jorullensis*). En consecuencia, el beneficio de los bosques se representa en nutrición del suelo, actúan como sumidero de carbono y acueductos naturales, proporciona alimento y albergan el 80 % de la biodiversidad del planeta [37]. Igualmente, la integración sincrónica y de cultivos perennes con árboles maderables para biomasa y consumo de la ganadería, donde el 85 % de los agro-ecosistemas mezclan árboles leñosos perennes con pastos, leguminosas y arvenses como suplemento de la dieta alimenticia [39]. No obstante, sólo los sistemas agroecológicos realizan procesos de reforestación con especies aptas para las condiciones de la zona, como el nogal cafetero (*Cordia alliodora*), cedro (*Cedrela montana*), guayacán trébol (*Platymiscium hebestachyum*) y árbol encenillo (*Weinmannia tormentosa*), los cuales presentan mayor productividad (crecimiento, producción, resistencia) [38] y tienen un efecto esponja en la vegetación, de tal manera que a nivel de finca se pueden abastecer los requerimientos demandados, sin comprometer la protección generada de los recursos genéticos que allí se encuentran [40].

5. Conclusiones

La resiliencia socioecológica se enmarca en la perspectiva que tienen los campesinos del Sumapaz frente a la estabilidad de los agro-ecosistemas, ya que continuamente están sometidos a fenómenos climáticos y alteraciones de tipo antrópico. Por ende, las prácticas agroecológicas permiten absorber dichas perturbaciones, encontrar los estados de equilibrio, estabilidad ideal y la capacidad para amortiguar los eventos climáticos adversos. La adaptación de los agro-ecosistemas para alcanzar una resiliencia a eventos extremos, es progresiva, donde se establecen prácticas culturales como iniciativa de los pobladores que incursionan en programas educativos dirigidos al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria y al fomento del ejercicio como ciudadanos ambientales.

Los resultados derivados expresan que los agro-ecosistemas agroecológicos de la Provincia del Sumapaz son más resilientes que los convencionales por las prácticas culturales implementadas y los saberes ancestrales frente a las modificaciones originarias de la inestabilidad climática. Dichas tácticas generan capacidades de resiliencia establecida en la adaptabilidad de la familia agropecuaria a través de métodos de transición de conocimientos y prácticas convencionales a prácticas agroecológicas y así mitigar aquellas externalidades logradas a través de la productividad, adaptabilidad, autogestión, gestión focal y planeación para la compra de materia prima e insumos, adquisición de tecnología, comercialización de la producción y distribución de excedentes alimenticios para salvaguardar la seguridad alimentaria de la familia rural, asimismo, el resguardo, salud, bienestar e integridad generada en parte por factores propicios tanto por las condiciones de posesión de la tierra, arraigo al territorio, participación comunitaria y el tiempo de permanencia generacional.

Dentro de los modos de vida tradicional y saberes culturales de los pobladores del Sumapaz, la influencia de tecnología, cambios socio-culturales, políticos y el escaso acceso a mercados competitivos, generan una alta dependencia externa de productos o servicios y trae consigo consecuencias ecológicas, económicas y sociales. Igualmente, las prácticas primarias tradicionales tienden a desaparecer y con estas la diversidad de cultivos, especies, semillas, conocimiento y saberes culturales, ya que se articulan con la implementación de técnicas de la agricultura moderna, basada en la “especialización y mecanización productiva”, ocasionando disminución y pérdida de biodiversidad.

6. Agradecimientos

La investigación se realizó con el apoyo y financiamiento de la Universidad de Cundinamarca, a través de proyectos de investigación de convocatoria interna.

Declaración de conflicto de interés: Los autores manifiestan no tener conflictos de interés.

Referencias

- [1] G. Montoya-Rojas, and M. Rivera-Marroquín, “Los componentes ambientales de la cuenca Torca: un insumo para el análisis de los escenarios de variabilidad climática en la ciudad de Bogotá, Colombia”. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, vol. 24, no 1, pp. 1-11, 2021. <http://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1833>
- [2] S. Molina-Murillo, “¿Son las fincas agroecológicas resilientes? Algunos resultados utilizando la herramienta SHARP-FAO en Costa Rica”, *Revista Ingeniería*, vol. 27, no 2, pp. 25-39, 2017. <https://doi.org/10.15517/RI.V27I2.27859>
- [3] C. Nicholls, et al., “Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático”, *Agroecología*, vol. 10, no 1, pp. 7-31, 2015. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711>
- [4] M. Kutschbach, “Contribuciones de los agroecosistemas campesinos y sistemas territoriales de agricultura familiar al desarrollo de los territorios rurales ya la seguridad alimentaria: conceptos medulares y cuestiones actuales”, *Enfoque Rural*, vol. 1, no 1, pp. 58-80, 2020. <https://hemeroteca.uaemex.mx/index.php/enfoque/article/view/15472>
- [5] B. Walker, et al., “Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems”, *Ecology and society*, vol. 9, no 2, pp. 1-11, 2004. <https://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/inline.html>
- [6] T. Barrón et al., “Resiliencia organizacional: una revisión teórica de literatura”, *Estudios Gerenciales*, vol. 38, no 163, pp. 235-249, 2022. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232022000200235
- [7] S. Chingay, et al., “Resiliencia y competitividad empresarial: una revisión sistemática, período 2011–2021”, *Revista de ciencias sociales*, vol. 3, pp. 306-317, 2022. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8526459>
- [8] J. Cabell, and M. Oelofse, “An indicator framework for assessing agroecosystem resilience”, *Ecology and Society*, vol. 17, no 1, pp. 1-13, 2012. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04666-170118>
- [9] W. Medina, et al., “Mamíferos de la Reserva Rogitama Biodiversidad: un hogar en rehabilitación en la Cordillera Oriental de Colombia”. *Mammalogy Notes*, vol. 7, no. 2 pp 1-10, 2021. <https://mammalogynotes.org/ojs/index.php/mn/article/view/258>
- [10] L. Vázquez, and H. Martínez, “Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica”, *Agroecología*, vol. 10, no 1, pp. 33-47, 2015. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300721>
- [11] N. Fonseca, “Valoración de los servicios ecosistémicos de provisión en agroecosistemas campesinos. Caso: Provincia de Sumapaz, Cundinamarca”, *SUMMA. Revista Disciplinaria En Ciencias económicas Y Sociales*, vol. 4, no 1, pp. 1-18, 2022. <https://doi.org/10.47666/summa.4.1.15>

- [12] W. Yamamoto, et al., "Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua", *Agricultural Systems*, vol. 94, no 2, pp. 368-375, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.10.011>
- [13] M. Altieri, and V. Toledo, "The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants", *Journal of Peasant Studies*, vol. 38, no 3, pp. 587-612, 2011. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1060.1696&rep=rep1&type=pdf>
- [14] A. Salazar, "Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en Los Andes Colombianos", *Agroecología*, vol. 8, no 1, pp. 85-91, 2013. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/183031>
- [15] L. Mora, and G. Andrade, "Construcción de vulnerabilidad en humedales altoandinos integrados con sistemas ganaderos. Evidencia a través de un modelo socioecológico de cambio entre 1980 y 2010, en el valle de Sibundoy, Putumayo, Colombia", *Biodiversidad en la Práctica*, vol. 4, no 1, pp. 2-29, 2019. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/BEP/article/view/662>
- [16] R. Montalba, et al., "Utilización del Índice Holístico de Riesgo (IHR) como medida de resiliencia socioecológica a condiciones de escasez de recursos hídricos. Aplicación en comunidades campesinas e indígenas de la Araucanía, Chile", *Agroecología*, vol. 8, no 1, pp. 63-70, 2013. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182991>
- [17] S. Kutschbach, "Síntesis del Foro Desarrollo Territorial Rural", *Revista Perspectivas del Desarrollo*, vol. 6, no 1, pp. 154-162, 2021. <https://camjol.info/index.php/RPDD/article/view/12435>
- [18] C. Hardy, et al., "Comprensión de la resiliencia local y su evaluación ante incendios forestales", *Retos de la Dirección*, vol. 16, no 1, pp. 157-177, 2022. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-91552022000100157
- [19] B. Silva, et al., "Intersecciones entre resiliencia y calidad de vida en mujeres rurales: estudio de métodos mixtos", *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, vol. 30, pp. 1-13, 2022. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.5671.3558>
- [20] J. Albarracín-Zaidiza, et al., "Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz", *Ciencia y Agricultura*, vol. 16, no 2, pp. 39-55, 2019. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n2.2019.9139>
- [21] M. Borràs-Escayola, et al., "Evaluación de la resiliencia socioecológica en seis fincas de la provincia de Sancti Spíritus, Cuba", *Pastos y Forrajes* vol. 44, pp. 1-11, 2021. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942021000100026
- [22] Y. Maqueira, et al. "Respuestas adaptativas de comunidades campesinas ante los efectos del cambio climático, Parque Nacional Viñales", *Avances*, vol. 22, no 3, pp. 373-387, 2020. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/558>
- [23] J. San Agustín, et al., "Elaboración del zacahuil: Saber-hacer e insumos en relación con los agroecosistemas de la Huasteca", *Revista de Geografía Agrícola* vol. 68, pp. 09-24, 2022. <https://chapingo-cori.mx/geografia/geografia/article/view/r.ga.2021.68.01>
- [24] N. Fonseca, "La agroecología y la ecoagricultura, estrategias sustentables en los sistemas de producción campesina", *Cuadernos de Desarrollo Rural*, vol. 18, pp. 121. 2021. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr18.aees>
- [25] L. Bravo, and S. Rodríguez, "Patrones de distribución de orquídeas en un relicto de bosque altoandino, Cundinamarca-Colombia", *Colombia forestal*, vol. 23, no 1, pp. 5-19, 2020. <https://doi.org/10.14483/2256201X.14816>
- [26] H. Muñoz, "Calidad de la descarga de aguas servidas de las lagunas de tratamiento de aguas residuales al río carrizal" *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, vol. 5, no 1, pp. 232-256, 2020. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1222>
- [27] L. Rincón, "Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo", *Ingeniare*, vol. 19, pp. 127-136, 2015. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.19.530>
- [28] M. Torres, et al., "Efecto del uso del suelo en la capacidad de almacenamiento hídrico en el páramo de Sumapaz-Colombia", *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, vol. 67, no 1, pp. 7189-7200, 2014. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179930032006.pdf>
- [29] K. Bover-Felices, and J. Suárez-Hernández, "Contribución del enfoque de la agroecología en el funcionamiento y estructura de los agroecosistemas integrados", *Pastos y Forrajes*, vol. 43, no 2, pp. 102-111, 2020. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942020000200102
- [30] U. Bernaola, et al., "Validez y confiabilidad de la Escala Breve de Resiliencia Connor-Davidson (CD-RISC 10) en estudiantes universitarios de Lima Metropolitana", *Ciencias Psicológicas*, vol. 16, no 1, pp. 1-14, junio de 2022. <https://doi.org/10.22235/cp.v16i1.2545>
- [31] L. Hilje, "En busca de un enfoque preventivo para el manejo del barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*)", *Revista de Ciencias Ambientales*, vol. 54, no 2, pp. 211-229. 2020. <https://doi.org/10.15359/rca.54-2.13>
- [32] V. Martínez, et al., "Percepción de citricultores ante el efecto del cambio climático en Campeche", *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 11, no 4, pp. 727-740, 2020. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.1898>
- [33] F. Chiriboga-Mendoza, et al., "Desarrollo sostenible agroecológico y sociedad resiliente" *Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE*, vol. 5, no 10, pp. 27-33, 2022. <https://doi.org/10.56124/sapientiae.v5i10.0052>
- [34] P. Motta-Delgado, and H. Ocaña-Martínez, "Caracterización de subsistemas de pasturas braquiarias en hatos de trópico húmedo, Caquetá, Colombia", *Ciencia y Agricultura*, vol. 15, no 1, pp. 81-92, 2018. <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7759>
- [35] J. Torres, et al., "Adaptación de sistemas naturales y sociales al cambio climático en el Ecuador: una revisión". *Bosques Latitud Cero*, vol. 12, no 1, pp. 54-71, 2022. <https://doi.org/10.54753/blc.v12i1.1300>
- [36] M. Simanca et al., "Gestión del conocimiento en cadenas productivas: El caso de la cadena láctea en Colombia", *Información tecnológica*, vol. 27, no 3, pp. 93-106, 2016. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000300009>

- [37] P. Castiblanco, “La Educación para la Conservación: Una alternativa para el reconocimiento de la ecología de los Bosques Altoandinos desde el Jardín Botánico de Bogotá”. *Bio-grafía* vol. 15, no 29, pp. 1-15, 2022. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/16918>
- [38] M. Martínez, et al., “Efecto del fertirriego y labranza de conservación en propiedades del suelo y el rendimiento de maíz”, *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 5, no 6, pp. 937-949, 2014. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5n6/v5n6a3.pdf>
- [39] C. Vargas, and T. Card, “Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima (Cundinamarca-Colombia)”, *Agroecología*, vol. 8, no 1, pp. 21-32, 2013. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182931>
- [40] F. González & N. Carreño, “Identificación y Caracterización de Agroecosistemas en el Municipio de Pasca en la Provincia del Sumapaz en Cundinamarca” en *propuestas y resultados de investigación transmoderna, translocal y digital*. Ed Universidad de Cundinamarca, 2022, pp. 12-18. <https://repositorioctei.ucundinamarca.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=institucional#page=13>