

Sustentabilidad de agroecosistemas en zona de influencia del Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi, Colombia

Luis Sangel Polo Perdomo¹  , Álvaro Acevedo-Osorio²  

Recibido: 18 de febrero de 2020 - Aceptado: 18 de abril de 2024 - Actualizado: 24 de abril de 2024

DOI: 10.17151/luaz.2022.55.4

Resumen

El departamento de Caquetá ha sufrido transformaciones históricas motivadas por modelos de producción no apropiados a su contexto ecosistémico de piedemonte amazónico, desencadenando complejos conflictos socioambientales. En la zona de influencia del Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi (PNN AFIW) se han desarrollado diversos programas, en el marco de la estrategia Sistemas Sostenibles para la Conservación (SSC) de la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia, con el fin de proteger la riqueza biológica y cultural del territorio. Este estudio evaluó el nivel de sustentabilidad alcanzada en cuatro agroecosistemas intervenidos y en cuatro no intervenidos por la estrategia SSC en la microcuenca alta del río San Pedro, zona de influencia del PNN AFIW. La evaluación se basó en la metodología de marco de análisis a partir de indicadores de tipo sociocultural: aplicación de prácticas agroecológicas, autosuficiencia alimentaria, habitabilidad; ambiental: índice de protección de fuentes hídricas, índice estructural del suelo, área de conservación de bosques; económico-productivo: excedente familiar integral, rentabilidad, agrobiodiversidad; y político: participación. Los datos colectados se estandarizaron y se les realizó análisis unidimensional y de componentes principales. El índice de sustentabilidad encontrado para los agroecosistemas intervenidos por la estrategia SSC es superior (1,92 en escala de 0 a 4) en comparación con los agroecosistemas no intervenidos (1,30). La estrategia SSC ha mejorado la sustentabilidad de los agroecosistemas especialmente en la dimensión ambiental.

Palabras clave: agroecosistemas, agricultura sustentable, áreas naturales protegidas, evaluación de sustentabilidad.

Agroecosystems sustainability in the Alto Fragua Indi Wasi influence area of the National Natural Park, Colombia

Abstract

The Caqueta's department has undergone historical transformations motivated by not appropriated production models to its Amazonian foothills context, triggering complex socio-environmental conflicts. In the area of influence of the Alto Fragua Indi Wasi Natural National Park (PNN AFIW), various programs have been developed within the Sustainable Systems for Conservation (SSC) framework, strategy of the National Natural Parks Unit of Colombia in order to protect the territory's biological and cultural wealth. This study evaluated the sustainability level achieved in four agroecosystems intervened and in four not intervened by the SSC strategy in the high microbasin of the San Pedro River, an area of influence of the PNN AFIW. The evaluation was based on the analysis framework methodology with socio-cultural indicators: application of agroecological practices, food self-sufficiency, habitability; environmental indicators: water source protection index, structural soil

index, forest conservation area; economic-productive indicators: comprehensive family surplus, profitability, agrobiodiversity; and political indicators: participation. The collected data were standardized and one-dimensional and principal component analysis were performed. The sustainability index found for agroecosystems intervened by the SSC strategy is higher (1.92 on a scale of 0 to 4) compared to non-intervened agroecosystems (1.30). The SSC strategy has improved the sustainability of agroecosystems especially in the environmental dimension.

Key words: agroecosystems, sustainable agriculture, protected natural areas.

Introducción

Algunas de las regiones que contienen mayor riqueza natural son a la vez las que mayor abandono estatal presentan, lo que genera escenarios adecuados para la consolidación de un poder local en manos de grupos al margen de la ley (Cadena, 2008). En efecto, el departamento del Caquetá, ubicado en el suroriente de Colombia, constituye la puerta de entrada a la región amazónica, y se reconoce por ser poseedora de una inmensa riqueza natural (Mayr, 2002; Rangel-Ch., 2015), al tiempo que históricamente ha representado uno de los mayores escenarios de guerra en el país, siendo tristemente célebre por haberse consolidado como uno de los más grandes territorios de dominio de la guerrilla de las FARC (Cadena, 2008). En estas regiones habitadas por gente pobre y minorías étnicas también prevalecen los intereses de aquellos que desean apoderarse de los ricos territorios, donde el cultivo de coca (*Erythroxylum coca* Lam.) genera algunos de los mayores conflictos socioambientales en la historia reciente del país (Uribe y Ferro, 2002), especialmente desplazamiento forzado y los efectos de las fumigaciones aéreas con herbicida glifosato para erradicación de cultivos ilícitos (Acosta y Fold, 2022).

Los orígenes de la colonización en el Caquetá responden a la dinámica de las economías extractivistas basadas en caucho y madera de la rica región amazónica (Uribe y Ferro, 2002); posteriormente la política de colonización dirigida, establecida desde finales de la década de 1950, generó una oleada de migración sin precedentes que la consolidan hacia 1975 como una de las regiones de mayor concentración de la población. El cultivo de la hoja de coca para uso comercial, que se inicia a partir de la mitad de la década de 1970, abre un nuevo ciclo del proceso de colonización mientras que los programas de desarrollo rural para la región propuestos desde el Gobierno promovieron la ganadería como estrategia productiva para sortear las bajas condiciones de fertilidad de los suelos amazónicos (Martínez, 2016).

La intensificación de este complejo conflicto socioambiental motivó a la asociación de cabildos indígenas de la etnia Inga del Caquetá, Tandachiridu Inganokuna, a establecer una estrategia para proteger la riqueza biológica y cultural de su territorio, amenazado por el avance de modelos de producción inapropiados a su contexto de piedemonte amazónico particular (Parques Nacionales Naturales, datos no publ.). Fue así como en 1999 se inició el proceso de conformación del actual Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi (PNN AFIW) que, en un área de 68 mil hectáreas en el departamento de Caquetá, se constituyó en una zona de protección especial, biológica y cultural, con miras al pleno reconocimiento de los derechos territoriales indígenas inganos (Mayr, 2002). En esta área protegida, caracterizada por ser una zona con importantes endemismos y una excelente oferta de servicios ambientales (Parques Nacionales Naturales, datos no publ.), se generan

amenazas constantes en su zona de influencia por las prácticas agropecuarias de manejo que familias colonas campesinas desarrollan, especialmente la ganadería extensiva y el cultivo ilícito de la coca con uso intensivo de insumos agroquímicos. Ambos sistemas productivos implican la deforestación de extensas áreas de bosques (Mayr, 2002) generando fragmentación del ecosistema y, con ello, pérdida de la complejidad funcional y estructural del paisaje (Numa et al., 2005; Zuluaga et al., 2011; Martínez, 2012). Las formas de manejo desarrolladas a partir de dichos modelos de producción basados en la revolución verde, han afectado los bienes naturales como el suelo, el agua, las semillas, la agrobiodiversidad; esquemas de producción que, adicionalmente, no han logrado reducir la pobreza rural, ni el hambre, convirtiéndolo en un modelo productivo insustentable en el tiempo (Restrepo, 2000; Altieri y Toledo, 2010).

La Unidad Administrativa de Áreas Protegidas, instancia oficial encargada del manejo de los Parques Nacionales Naturales en Colombia, a través de la estrategia Sistemas Sostenibles para la Conservación (SSC), gestiona distintas alternativas que reemplacen las prácticas que generan degradación y fragmentación del ecosistema, pérdida de diversidad biológica y cultural, y el resquebrajamiento de las condiciones de bienestar de los pobladores (Rojas, 2003).

Desde 2007, en la microcuenca alta del río San Pedro, zona de influencia del PNN AFIW, se han desarrollado diversos proyectos en el marco de la estrategia SSC, dirigidos al mejoramiento de la seguridad alimentaria a través del fortalecimiento de la producción agropecuaria, infraestructura agropecuaria, así como la reconversión ganadera a través de sistemas silvopastoriles y, especialmente, promoviendo iniciativas de conservación y restauración ecológica a partir del aislamiento de nacimientos y cursos de agua. Todos los proyectos han contado con procesos de formación y capacitación, promovidos principalmente por técnicos externos; adicionalmente, las instituciones participantes aportan materiales, insumos y asesoría, y en contrapartida cada familia beneficiaria aporta mano de obra durante la implementación del proyecto (Parques Nacionales Naturales, datos no publ.). Hasta el momento, se han realizado estudios que analizan los resultados económicos y ambientales de actividades productivas alternativas predominantes en la región como la ganadería bajo sistemas silvopastoriles (Sandoval et al., 2022; Suárez et al., 2022), pero no se ha adelantado análisis sobre el impacto generado por estas estrategias de conservación, sobre el estado global de sustentabilidad de agroecosistemas ubicados en la zona de influencia del PNN AFIW.

Según Francis et al. (2003), el agroecosistema es un sistema natural transformado por seres humanos con el fin de establecer una producción agrícola de acuerdo a sus necesidades. Los intereses particulares de cada grupo social a través de su cultura determinan la estructura y función de los agroecosistemas, con el objetivo de producir alimentos, fibras, combustibles y otros servicios necesarios para su sobrevivencia (Sarandón, 2002; Altieri y Nicholls, 2005; Embrapa, 2006; Konrad y Joachim, 2013; Noureddine y Charles, 2015). Sin embargo, los modelos de producción basados en las estrategias productivas de la revolución verde, por el uso irracional e ineficiente de los recursos naturales (Aronson et al., 2007; Tobón, 2013) generan conflictos socioambientales que ponen en riesgo la sustentabilidad de los agroecosistemas (Numa et al., 2005). Por lo anterior, es necesaria la migración de estos modelos productivos generadores de externalidades negativas al ambiente y la sociedad hacia sistemas más sustentables.

La sustentabilidad de la agricultura es definida como el uso de recursos biofísicos, sociales y económicos según su capacidad, en un espacio geográfico, con el fin de obtener bienes y servicios directos e indirectos de la agricultura y de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de

las generaciones presentes y futuras (Viana et al., 2023). La sustentabilidad aplicada a la agricultura se hace concreta a partir de una serie de características o atributos de los agroecosistemas, entre ellos: i) Productividad: capacidad del agroecosistema para producir bienes y servicios para el mercado o el autoconsumo (Acevedo y Angarita, 2013); ii) Resiliencia: capacidad del agroecosistema de mantener la productividad, en presencia de estrés o de una perturbación (Müller, 1996); iii) Equidad: la manera como se comparten los beneficios y los costos de los sistemas de producción (Müller, 1996); iv) Aceptabilidad: expectativas sociales y culturales con la estructura y función del agroecosistema (Acevedo y Angarita, 2013); v) Autogestión: capacidad del agroecosistema para establecer y regular interacciones con el medio exterior (Acevedo y Angarita, 2013).

Taoumi et al. (2024) plantean que para alcanzar la sustentabilidad de los agroecosistemas es necesario un equilibrio entre objetivos ambientales, sociales y económicos. Desde la perspectiva ambiental, el ecosistema en uso debe mantener a través del tiempo las características fundamentales en cuanto a componentes e interacciones en forma indefinida (De Camino y Müller, 1993). La dimensión sociocultural se refiere a aquello relacionado con las condiciones de vida (Sarandón, 2002), así como el acceso, tanto en términos intergeneracionales como intrageneracionales, entre culturas, grupos y clases sociales y a escala de individuo (Acevedo y Angarita, 2013). Desde la dimensión económica se abarca la rentabilidad del agroecosistema, la cual debe ser razonable y estable a través del tiempo para quien lo maneja (De Camino y Müller, 1993). Finalmente, la dimensión política, que consiste en la participación directa de las personas en la toma de decisiones y en la definición del futuro colectivo (Acevedo y Angarita, 2013).

La presente investigación surge por la necesidad de la incidencia que ha tenido la estrategia SSC sobre la sustentabilidad de los agroecosistemas intervenidos; lo cual permitirá a la unidad administrativa de Parques Nacionales Naturales, y demás instituciones que han apoyado el programa, profundizar o reorientar sus acciones para superar posibles aspectos críticos para la sustentabilidad. Adicionalmente, un mejor ordenamiento de los agroecosistemas desde el enfoque de la sustentabilidad, permitirá cumplir con los propósitos de conservación que son el eje de los proyectos desarrollados por las diferentes instituciones participantes.

Materiales y métodos

El área de estudio corresponde a la microcuenca del río San Pedro, localizada en el municipio de San José del Fragua, al suroccidente del departamento del Caquetá, Colombia. La zona de transición está situada entre la llanura amazónica y la Cordillera de los Andes. En la zona de influencia del PNN AFIW cubre un gradiente altitudinal entre los 320 y 1.180 msnm. Hace parte de la cuenca del río Fragua Chorroso y de la cuenca amazónica.

La zona de vida de la microcuenca alta del río San Pedro corresponde al tipo Bosque Muy Húmedo Tropical (Holdridge, 1967).

La investigación acogió el método de estudio de caso. La muestra de agroecosistemas estudiados fue no probabilística. Los agroecosistemas vinculados a la investigación se organizaron en dos

tipologías: i) Tipología A: cuatro agroecosistemas que fueron intervenidos en el periodo 2007-2015 (ocho años) con proyectos enmarcados en la estrategia SSC; ii) Tipología B: cuatro agroecosistemas no intervenidos por proyectos en el marco de la estrategia SSC.

El estudio se basó en el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad —MESMIS— propuesto por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada —GIRA— en México (Masera et al., 1999), y en la Metodología para la Evaluación de Sustentabilidad a partir de Indicadores Locales para el diseño y desarrollo de Programa Agroecológicos —MESILPA— (Acevedo y Angarita, 2013). El trabajo de campo se realizó entre abril de 2015 y marzo de 2016.

Para determinar las dimensiones e indicadores de sustentabilidad en los cuales ha incidido la estrategia SSC durante ocho años, se desarrollaron diferentes técnicas y herramientas de investigación cualitativa, como entrevistas semiestructuradas con líderes locales y técnicos del PNN AFIW y análisis con grupo focal.

La construcción del marco de análisis de la agricultura sustentable para la zona de estudio se realizó a partir de las aspiraciones de la comunidad con respecto a su agricultura, cumpliendo con los atributos de productividad, seguridad, equidad, aceptabilidad y autogestión, e integrando las dimensiones ambiental, sociocultural, económico-productiva y política en un mismo marco de análisis.

Teniendo como referencia el marco de análisis, se construyó un conjunto de 10 indicadores, cuantitativos y cualitativos, en las dimensiones ambiental, sociocultural, económico-productiva y política ([Tabla 1](#)), para luego estandarizarlos de acuerdo a las aspiraciones u objetivos de las familias campesinas (Müller, 1996). La estandarización de los indicadores adoptó la escala de valoración propuesta por Sarandón y Flores (2009), con valores de 0 a 4, siendo 0 el nivel más bajo de sustentabilidad y 4 el nivel máximo de sustentabilidad.

Del total de los indicadores evaluados, los indicadores Aplicación de Prácticas Agroecológicas (APA), Autosuficiencia Alimentaria (AA), Habitabilidad (HB), Índice de Protección de Fuentes Hídricas (IPFH) y Área de Conservación Total de bosques (ACTb) se construyeron durante la investigación, por lo tanto, se describen a continuación:

Aplicación de Prácticas Agroecológicas (APA). Toma como referencia 11 prácticas agroecológicas en los siguientes componentes: agua, suelo, bosque; producción de insumos agrícolas; producción agrícola; producción de insumos pecuarios; producción pecuaria; transformación de productos; mercadeo. Se estima a partir del porcentaje de prácticas que realiza la familia en el agroecosistema.

Autosuficiencia Alimentaria (AA). Se calcula a partir de la cantidad de alimentos producidos en el agroecosistema y que al mismo tiempo son consumidos por la familia, con respecto al total de alimentos que consume la familia.

Habitabilidad (HB). Toma como referencia ocho condiciones de habitabilidad: paredes de la vivienda, techo de la vivienda, piso de la vivienda, unidad sanitaria, distancia a la vía veredal, energía,

señal de telefonía móvil, acceso a radio o televisión. Se estima a partir del porcentaje de condiciones con los que cuenta el agroecosistema del total de condiciones posibles.

Área Total en Conservación de bosques (ACTb). Relaciona el área en bosques con respecto al área total del agroecosistema. En campo se georreferenciaron las áreas boscosas —de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover corresponde a la categoría de vegetación secundaria alta (IDEAM, 2010)—. Se halla a partir del porcentaje del área del agroecosistema con cobertura boscosa. La sistematización de la información se realizó con el programa QGIS v. 2.2 (Fundación OSGeo, 2014).

Usando estadística multivariada, la información obtenida se sometió a análisis de componentes principales usando el programa InfoStat (Di Rienzo et al., 2013), con el fin de reducir la cantidad de datos e indicadores sin perder información relevante y poder analizar la sustentabilidad independiente de la tipología a la cual pertenece cada agroecosistema.

Tabla 1. Indicadores de sustentabilidad evaluados

Dimensión	Indicador	Método de medición	Unidad de medida	Estandarización				
				0	1	2	3	4
Socio cultural	Aplicación de Prácticas Agroecológicas (APA)	$APA = \frac{\text{Prácticas Agro Aplicadas}}{\text{Total de Prácticas Agro}} * 100$ (Elaboración propia)	%	<20	21-40	41-60	61-80	81-100
	Autosuficiencia Alimentaria (AA)	$A = \frac{\text{Alimentos prod. consumidos}}{\text{Alimentos consumidos}} * 100$ (Elaboración propia)	%	<20	21-40	41-60	61-80	81-100
	Condiciones de Habitabilidad (HB)	$HB = \frac{\sum \text{Valor de cada condición}}{5} * 100$ (Elaboración propia)	%	<20	21-40	41-60	61-80	81-100
Ambiental	Índice de Protección de Fuentes Hídricas (IPFH)*	$IPFH = \frac{\text{Área Protegida}}{\text{Área reglamentada de Protección}}$ (Elaboración propia)	v. no 0-1	0-20	0,2-0,40	0,4-0,60	0,6-0,80	0,81-1
	Índice Estructural del Suelo (IES)	$IES = \frac{\%M.O}{\%(\text{arcilla} + \text{limo})} * 100$ (Pieri 1995)	%	<5	5-6,3	6,4-7,6	7,7-9	>9
	Área de Conservación Total de Bosques (ACTb)	$ACTb = \frac{\text{Área Total del agroecosistema}}{\text{Área total de bosques}} * 100$ (Elaboración propia)	%	<20	21-40	41-60	61-80	>81
Económico productiva	Excedente Familiar Integral (EFI)	$EFI = AIB + CM + RFR - RP - CD$ (Adaptado de Forero, 2002a)	SMM.LV	<0	0-1	1-2	2-3	>3
	Rentabilidad (RT)	$RT = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Inversión}} * 100$ (Phillips, 2003)	%	<0	0-33	33-66	67-100	>100
	Agrobiodiversidad (AG)	$AG = -\sum(P_i) \left(\frac{\log P_i}{\log 2} \right)$ (Shannon & Weaver, 1949)	v. no (sin rangos)	<1,5	1,5-2,1	2,2-2,8	2,9-3,5	>3,5
Política	Participación (P)	Nivel de participación basado en la escalera de participación propuesta por Geffus (2002)	v. no 1-8	0	1-2	3-4	5-6	7-8

Nota. * Según Decreto 1449 de 1977.

Fuente: los autores.

Resultados

El proceso de evaluación de sustentabilidad permitió encontrar el Índice de Sustentabilidad (IS) alcanzado en cada tipología de agroecosistemas. La Tipología A (agroecosistemas intervenidos con SSC) presenta un nivel mayor de sustentabilidad —1,92— en comparación con la Tipología B (agroecosistemas no intervenidos con SSC) —1,30— ([Tabla 2](#)).

Tabla 2. Estado de la sustentabilidad por agroecosistemas y tipología a partir de indicadores

Dimensión de la sustentabilidad											
Agroecosistema	Sociocultural			Ambiental			Económico-productiva			Política	ISg
	APA	AA	HB	ACB	IPFH	IES	AG	EFI	RT	P	
Tipología A											
El Bombonal	2	4	3	1	1	4	1	1	1	3	2,1
El Vergel	2	3	4	1	1	4	0	2	2	2	2,1
El Diamante	3	3	1	1	2	2	1	1	1	2	1,7
Flandes	4	3	3	0	1	4	1	1	1	2	1,8
Media por indicador	2,2	3,2	2,7	0,7	1,2	3,5	0,7	1,2	1,2	2,2	1,92
Media por dimensión	2,75			1,83			1,88			2,25	
Tipología B											
Las Brisas	0	2	2	1	3	3	1	1	1	0	1,4
La Palma	1	2	1	3	3	2	0	0	0	0	1,2
Hidalgo	1	2	1	2	2	3	0	0	0	1	1,2
La Florida	1	0	3	1	1	4	0	2	2	0	1,4
Media por indicador	0,7	1,5	1,7	1,7	2,2	3	0,2	0,7	0,7	0,2	1,30
Media por dimensión	1,33			2,33			0,58			0,25	

Nota. ISg: Índice de Sustentabilidad general.

Fuente: los autores.

De acuerdo al análisis de componentes principales realizado para el total del conjunto de agroecosistemas, los dos primeros componentes explican el 82,6% de la variabilidad del total de los datos ([Figura 1](#)). El componente 1 contiene el 52,5% de la información, mientras el componente 2 contiene el 30,1%. Lo anterior significa que ambos componentes describen los 8 agroecosistemas evaluados y los 10 indicadores en su conjunto sin perder información importante.

El componente 1 está conformado por los indicadores RT, ACTb, IPFH, IES, HB y P, mientras que el componente 2 está conformado por los indicadores APA, AA, AG y EFI. Se evidencia que en el componente 1 se presenta una relación inversa entre los indicadores de tipo social y económico con respecto a indicadores de tipo ambiental, es decir, a medida que aumentan las condiciones de habitabilidad y rentabilidad principalmente, disminuyen las áreas de boques de los agroecosistemas y viceversa.

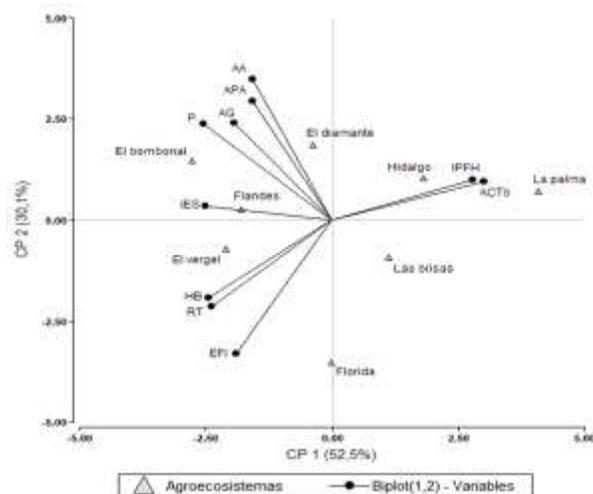


Figura 1. Análisis de componentes principales para el total de indicadores y agroecosistemas evaluados.

Nota. CP1: Componente 1; comprende los indicadores RT, ACTb, IPFH, IES, HB y P. CP2: Componente 2; comprende los indicadores APA, AA, EFI y AG.

Fuente: los autores.

Para alcanzar altos niveles sustentabilidad es necesario un equilibrio entre aspectos ambientales, sociales y económicos (Müller, 1996), que no se logra con alta expresión en todos los indicadores al tiempo ya que la mayor expresión de unos limita la mayor expresión de otros. En efecto, los agroecosistemas agrupados en la Tipología A evidencian que los niveles medios-altos de los indicadores APA y AA compensan los niveles bajos de los indicadores EFI y RT. Por el contrario, los agroecosistemas agrupados en la Tipología B evidencian que los niveles medios de los indicadores ambientales IPFH e IES compensan los bajos niveles de los indicadores RT y EFI. En este sentido, el concepto de las compensaciones o “Trade offs” (Müller, 1996; Gómez, 2001; Sepúlveda, 2008) permite comprender la manera como se relacionan los indicadores de sustentabilidad, según la cual la alta expresión de unos indicadores matiza la expresión negativa que pueden generar otros indicadores (Acevedo, 2016).

El análisis histórico visto a partir de las múltiples lógicas presentes en los diversos actores sociales (Galeano, 2004) permite hacer una aproximación a las razones por las cuales los agroecosistemas agrupados en la Tipología A presentan mayores niveles de sustentabilidad en comparación con los agrupados en la Tipología B. Inicialmente, por la naturaleza que diferencia las dos tipologías, *a priori* se podría afirmar que los proyectos de intervención realizados en el marco de la estrategia SSC son los que principalmente han incidido en la sustentabilidad de los agroecosistemas. Sin embargo, autores como Konrad y Joachim (2013) plantean que la disponibilidad de capital, la tecnología, el contexto institucional y de infraestructura, además de factores históricos, geográficos y las prácticas culturales inciden fuertemente en la sustentabilidad. A través de técnicas y herramientas de investigación cualitativa durante el proceso de la presente investigación, se comprobó que, además de los anteriores, hay otros factores que inciden fuertemente en la sustentabilidad. En ese sentido, se identifican dos factores esenciales: i) El tipo de actividades económicas que realiza la familia, y ii) La permanencia de la familia en el agroecosistema.

Respecto al tipo de actividades económicas, se evidencia que, en el grupo de la Tipología B, su economía no depende únicamente de las actividades agropecuarias, sino también de actividades de servicios y comercio desarrolladas en el casco urbano del municipio de San José del Fragua, lo cual lleva a que la familia desarrolle su diario vivir fuera del predio y su arraigo campesino sea menos fuerte que las familias agrupadas en la Tipología A, donde las actividades económicas y su diario vivir se centra principalmente en las labores agropecuarias, creando un vínculo que fortalece su arraigo campesino.

Las intervenciones de tipo ambiental y cultural por parte de la estrategia SSC son las que han logrado perdurar a través del tiempo y, por consiguiente, son las que más se relacionan al enfoque de sustentabilidad. Dichas intervenciones se han promovido y consolidado a partir de procesos de formación y capacitación.

Las intervenciones ambientales, como aislar bordes de nacimientos y fuentes hídricas, se realizaron con el fin de promover la regeneración natural de áreas aledañas a nacimientos y fuentes hídricas en áreas que carecen de cobertura arbórea. Lo anterior con el fin de disminuir la fragmentación ecosistémica y mejorar la conectividad espacial entre parches de bosques. En ese sentido, los indicadores Área de Conservación Total de bosques e Índice de Protección de Fuentes Hídricas han tenido estrecha relación con las intervenciones anteriormente mencionadas.

Las intervenciones relacionadas con la formación y capacitación de los agricultores también han incidido en el indicador Aplicación de Prácticas Agroecológicas, principalmente en lo relacionado con reforestación o regeneración natural alrededor de nacimientos, cursos de agua y humedales, aplicación de abonos orgánicos y árboles dispersos en potreros. Con respecto a la aplicación de abonos orgánicos, se ha buscado reducir la dependencia de insumos externos y promover el uso de recursos que brinda el agroecosistema para la fertilización de los cultivos, principalmente del huerto. Por otro lado, los árboles dispersos en potreros se han promovido con el fin de mejorar las condiciones físicas y químicas de los suelos con fines ganaderos. En ambos casos, corresponde a conocimientos que los agricultores han ido adquiriendo en su proceso de participación en la estrategia SSC y por voluntad los han ido aplicando en sus agroecosistemas.

Discusión

El análisis de la agricultura y de los sistemas de manejo de recursos naturales desde el punto de vista de la sustentabilidad, requieren la comprensión de las interrelaciones que se dan entre los aspectos ambientales, económicos y socioculturales (Astier et al., 2008), así como el equilibrio entre dichos aspectos (Taoumi et al., 2024).

El bajo nivel de sustentabilidad de agroecosistemas ubicados en la zona de influencia del PNN AFIW, es producto de un proceso histórico complejo, en el cual se han involucrado distintos actores sociales, políticos e institucionales (SINCHI, 2000; Mayr, 2002). Aunque la dimensión ambiental es la que presenta mejores niveles de sustentabilidad, dos de los indicadores que la representan evidencian niveles bajos. Las áreas de conservación de bosques y el índice de protección de fuentes hídricas dejan ver que la gestión del recurso bosque presenta problemas.

En general, los ocho agroecosistemas se caracterizan por su propiedad extractiva, siendo la ganadería bajo modelos extensivos la principal causante de dicho fenómeno. Al respecto, Konrad y Joachim (2013) plantean que procesos como la siembra y cosecha, roza, tumba, quema y pastoreo, son formas de manejo que efectivamente demuestran que la propiedad extractiva de los agroecosistemas se ve representada en el manejo que los grupos culturales hacen de los recursos naturales. La realidad ambiental de los agroecosistemas estudiados está directamente vinculada con los deseos y necesidades culturales y económicas de los sujetos sociales que interactúan con el medio. En ese sentido, la marcada incidencia del ser humano en la pérdida de la complejidad estructural de los paisajes es producida principalmente por la extracción de recursos de su medio, siendo la agricultura una de las principales actividades que ha llevado a la fragmentación de los ecosistemas (Numa et al., 2005; Martínez, 2012).

Las presiones ambientales que las familias campesinas generan sobre el agroecosistema tienen un fin principalmente económico y de consumo, lo que les permite obtener un ingreso económico para suplir sus prioridades (Forero, 2002a). Necesidades como maximizar el Excedente Familiar Integral, mejorar las condiciones de Habitabilidad y el nivel de Autosuficiencia Alimentaria. Sin embargo, a pesar de los conflictos por usos del suelo causados por la ganadería extensiva y los cultivos de uso ilícito y de los esfuerzos laborales de las familias, no se evidencia una retribución económica suficiente. La relación inversa entre indicadores de tipo económicos con respecto a indicadores ambientales, resultado del análisis de componentes principales, demuestra que a medida que aumentan las condiciones de habitabilidad y rentabilidad, disminuyen las áreas de bosque, y viceversa.

La sociedad, por sus necesidades económicas y de supervivencia, transforma el territorio con sus prácticas culturales de manejo, generando presiones sobre el ecosistema en general (Konrad y Joachim, 2013). Una de las principales actividades que ha llevado a la fragmentación ha sido la agricultura, lo que implica una reducción del área de parches de bosque natural y una pérdida de la complejidad estructural del paisaje (Numa et al., 2005), causando la pérdida de especies nativas, tanto de fauna como de flora (Londoño, 2001), y de procesos básicos para el funcionamiento del sistema productivo y el ecosistema (Zuluaga et al., 2011).

El análisis de componentes principales en este estudio permitió evidenciar correlaciones entre indicadores. Se evidencian dos grupos, cuyos indicadores presentan estrecha relación. i) Autosuficiencia Alimentaria, Aplicación de Prácticas Agroecológicas y Agrobiodiversidad; ii) Habitabilidad, Rentabilidad y Excedente Familiar Integral. En el primer grupo se rescata la estrecha relación entre la agrobiodiversidad y la producción de alimentos para el consumo familiar. Varios estudios demuestran cómo la producción de alimentos para el autoconsumo en familias campesinas depende en primera instancia de la diversidad agrícola del agroecosistema (Barrera y Toledo, 2008; González, 2011). Adicionalmente, la producción de alimentos para consumo familiar depende de las prácticas culturales de manejo. Al respecto, Rivas et al. (2013) plantean que las semillas criollas son más resilientes a la variabilidad climática y a la presencia de plagas y enfermedades y, además, cuentan con características nutritivas especiales, lo cual fortalece la producción agropecuaria y garantiza la producción de alimentos nutritivos en el futuro. Otros autores como Escobar (2005) sostienen que la diversidad genética, la cual se ve representada en la práctica de cultivos asociados, provee características para adaptarse a cambios climáticos y a la aparición de plagas y enfermedades, como consecuencia mejora la producción de alimentos y la salud de los ecosistemas. En el segundo grupo, la habitabilidad se relaciona con la capacidad económica de la familia. De acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación (2014), las condiciones en las cuales vive una

familia: infraestructura, servicios y unidad sanitaria, dependen principalmente de su capacidad económica.

De otro lado, el estado medio-alto de la sustentabilidad de algunos indicadores compensa con el estado bajo-medio de otros indicadores al interior de los agroecosistemas intervenidos con la estrategia SSC. Por su parte, Acevedo (2016) en un análisis de la multifuncionalidad de sistemas de fincas encontró que la producción de alimentos para el autoconsumo compensa los bajos ingresos económicos de las familias; lo cual significa que, aunque los ingresos económicos no son suficientes de acuerdo a sus aspiraciones, otros aspectos como la producción de alimentos para el consumo familiar y las formas de manejo de los recursos naturales en las actividades agropecuarias, permiten un mejor balance económico de la familia al tiempo que se fortalece sus identidad como agricultores autónomos, logrando así la permanencia y relación constante de la familia con los demás componentes de los agroecosistemas, lo cual es fundamental en el proceso hacia una agricultura sustentable (Petersen, 2003).

Con respecto a las compensaciones que se dan al interior del conjunto de agroecosistemas no intervenidos con la estrategia SSC, los niveles medios de algunos indicadores ambientales compensan los bajos niveles de los indicadores económicos, lo cual es diferente al planteamiento de Gardner et al. (1993), quienes dicen que el crecimiento económico compensa la degradación ambiental, es decir, una relación inversa a la que se presenta en este grupo de agroecosistemas, donde los excedentes económicos presentan mejores condiciones de sustentabilidad que los aspectos ambientales. Es evidente que, de acuerdo a las aspiraciones de los agricultores de este grupo, los ingresos económicos no son suficientes, como tampoco lo son las condiciones socioculturales, por lo cual no pueden compensar los bajos ingresos económicos con la producción de alimentos para autoconsumo o la habitabilidad, tal como ocurre con los agroecosistemas de la Tipología A. Como consecuencia, deben realizar otras actividades diferentes a las agropecuarias, que les permita alcanzar ingresos económicos suficientes de acuerdo a sus deseos y necesidades. Este fenómeno corresponde a lo que Schneider (2003) señala como una característica propia de las agriculturas del campesinado y que denomina como pluriactividad de la agricultura.

En Resumen, se identificaron tres elementos que hacen diferencia entre la Tipología A de la Tipología B: i) su economía depende exclusivamente de las actividades agropecuarias desarrolladas, ii) la familia tienen una estrecha relación con el agroecosistema y habita permanentemente en él, y iii) las familias llevan un proceso de ocho años (2007-2015) de implementación de proyectos productivos-ambientales en el marco de la estrategia SSC.

Inicialmente, el hecho de depender económicamente solo de la producción agropecuaria desarrollada al interior del agroecosistema, les ha permitido tener una más estrecha relación de dependencia con este. Desde el punto de vista social, por sus condiciones de habitabilidad, el agroecosistema es al mismo tiempo su espacio de producción y su escenario de reproductividad social, pues no solo es el refugio de una familia, sino que también forma parte de su vida misma y muchas veces representa su único patrimonio (Acevedo-Osorio y Schneider, 2020). Desde el punto de vista cultural, el agroecosistema permite desarrollar las distintas prácticas de manejo de los bienes naturales, las cuales son producto de su acervo cultural, conocimiento y concientización (Sarandón y Flores, 2014). Desde el punto de vista ambiental, los bosques brindan productos madereros, productos forestales no madereros y servicios forestales, lo cual satisface necesidades de alimentos, energía, vivienda y salud (FAO, 2014), además de cumplir con múltiples funciones de

tipo ambiental como la regulación climática, captura de carbono, regulación de la erosión y calidad del agua y microclimas (Balvanera, 2012).

Las intervenciones que han logrado permanecer a través del tiempo están directamente relacionadas con la dimensión ambiental y cultural, especialmente las intervenciones en aislamientos y la regeneración natural de bordes de nacimientos y fuentes hídricas, y los árboles dispersos en potreros y la aplicación de abonos orgánicos, como lo muestran los indicadores de APA, IES, ACTb e IPFH. Es posible que los aportes de estos indicadores ambientales incidan indirectamente en otros aspectos de tipo económico, productivo, lo que a largo plazo puede tener repercusiones en la mejoría de las condiciones de vida de las familias desde el enfoque de sustentabilidad. Esto refuerza la idea de Suárez et al. (2022), respecto a la necesidad de que proyectos de esta naturaleza no se enfoquen solo en aspectos ambientales y económicos, sino que también incluyan el componente sociocultural de una manera central, es decir, que sean pensados desde una lógica de sustentabilidad general y no parcial de los sistemas finca.

Por su parte, los agroecosistemas agrupados en la Tipología B difieren de los elementos que caracterizan la Tipología A; es decir que i) su economía no depende exclusivamente de las actividades agropecuarias desarrolladas al interior del agroecosistema; ii) la familia no tiene una estrecha relación con el agroecosistema y no habita permanentemente en él, y iii) no llevan un proceso de ocho años (2007-2015) de desarrollo de proyectos productivos-ambientales en el marco de la estrategia SSC. La economía de estas familias no depende únicamente de las actividades productivas desarrolladas al interior del agroecosistema, por el contrario, desarrollan otras actividades económicas en el casco urbano del municipio de San José del Fragua. Al respecto, Grammont (2009) argumenta que se trata de una estrategia de adaptación a fenómenos macroestructurales en la agricultura, en respuesta a la modernización técnico-productiva, la disminución de los ingresos agrícolas, los cambios en los mercados de trabajo y las políticas de desarrollo rural. Esta multiactividad del espacio agropecuario es principalmente una consecuencia de la pobreza económica rural, la cual se debe a limitaciones en el acceso a la tierra y al capital (Forero, 2002b), lo que ha llevado a que las familias no habiten el agroecosistema y, por lo tanto, la relación con este sea menos intensa en comparación con los agroecosistemas de la Tipología A. Todo lo anterior, repercute en la realidad ambiental del agroecosistema, que se evidencia en aspectos como las áreas de bosques que son mayores en comparación con las áreas de bosques de la Tipología A. Esto explica las razones por las cuales los agroecosistemas de la Tipología B presentan índices de sustentabilidad mayores en indicadores ambientales como el ACB y el IPFH, en comparación con el grupo de agroecosistemas de la APA Tipología A.

Conclusiones

El proceso de evaluación de sustentabilidad de agroecosistemas ubicados en la zona de influencia del Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi, permitió encontrar que el índice alcanzado en la tipología de agroecosistemas intervenidos con la Estrategia de Sistemas Sostenibles para la Conservación (SSC) presenta un nivel mayor de sustentabilidad (1,92) especialmente en las dimensiones sociocultural, económico-productiva y política en comparación con la tipología de agroecosistemas no intervenidos con la misma estrategias (1,30), que destacó indicadores de sustentabilidad con alto desempeño en indicadores de la dimensión ambiental.

Aunque los indicadores de la dimensión económico-productiva mostraron bajo desempeño en ambas tipologías de agroecosistemas, se evidenciaron compensaciones derivadas de una mayor expresión de indicadores de sustentabilidad en otras dimensiones. Para los agroecosistemas intervenidos por la estrategia SSC, los niveles medio-altos de los indicadores Aplicación de Prácticas Agroecológicas y Autosuficiencia Alimentaria compensan los niveles bajos de los indicadores Excedente Familiar Integral y Rentabilidad. Por el contrario, los agroecosistemas no intervenidos por la estrategia SSC evidencian que los niveles medios de los indicadores ambientales como el Índice de Protección de Fuentes Hídricas e Índice Estructural del Suelo, compensan los bajos niveles de estos mismos indicadores económico-productivos.

Las intervenciones de tipo ambiental y cultural por parte de la estrategia SSC son las que han logrado perdurar a través del tiempo y, por consiguiente, son las que más se relacionan al enfoque de sustentabilidad. En lo ambiental, el aislamiento de bordes de nacimientos y fuentes hídricas se realizaron con el fin de promover la regeneración natural de áreas aledañas a nacimientos y fuentes hídricas en áreas que carecen de cobertura arbórea, con el fin de disminuir la fragmentación ecosistémica y mejorar la conectividad ecológica. Por su parte, las intervenciones relacionadas con la formación y capacitación de los agricultores también han incidido en el indicador Aplicación de Prácticas Agroecológicas, principalmente en lo relacionado con reforestación o regeneración natural alrededor de nacimientos, cursos de agua y humedales, aplicación de abonos orgánicos y árboles dispersos en potreros.

Un mejor ordenamiento de los agroecosistemas desde el enfoque de la sustentabilidad plena y no parcial, permitirá cumplir con los propósitos de conservación que son el eje de los proyectos desarrollados en la zona de influencia de los Parques Naturales en Colombia.

Agradecimientos

Agradecimientos especiales a la organización Patrimonio Natural, al programa “Socios para la Conservación de la Amazonia Colombiana” y al proyecto “Conservación y Gobernanza en el Piedemonte Amazónico”, por el apoyo económico para el desarrollo de esta investigación. Al equipo de trabajo del Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi por su colaboración en la fase de campo. A las familias de la microcuenca alta del río San Pedro por su apoyo incondicional en el desarrollo de la fase de campo del proyecto.

Potencial conflicto de intereses

Los autores del artículo declaran que no existe ningún potencial conflicto de intereses.

Fuentes de financiación

La presente investigación fue financiada por el programa “Socios para la Conservación de la Amazonia Colombiana” y el proyecto “Conservación y Gobernanza en el Piedemonte Amazónico”.

Referencias

- Acevedo, O. (2016). Monofuncionalidad, multifuncionalidad e hibridación de funciones de las agriculturas en la cuenca del río Guaguarco, sur del Tolima. *Luna Azul*, 43, 251-285.
- Acevedo, O. y Angarita, L. (2013). *Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos - MESILPA*. Uniminuto.
- Acevedo-Osorio, Á. y Schneider, S. (2020). Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria: una perspectiva renovada del campesinado para la construcción de paz en Colombia. *Luna Azul*, 50, 132-155. <https://doi.org/10.17151/luaz.2020.50.7>
- Acosta, N. y Fold, N. (2022). The coloniality of power on the green frontier: commodities and violent territorialisation in Colombia's Amazon. *Geoforum*, 1218, 192-201. doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.11.025
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2005). *Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture*. PNUMA.
- Altieri, M. y Toledo, V. (2010). La revolución Agroecológica de América Latina, rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. *El otro derecho*, 42, 163-202.
- Aronson, J., Renison, D., Rangel-Ch., J., Levy-Tacher, S., Ovalle, C. y Del Pozo, A. (2007). Restauración del capital natural: sin reservas no hay bienes ni servicios. *Ecosistemas*, 16(3), 15-24.
- Astier, M., Masera, O. y Miyoshi, Y. (2008). *Evaluación de la sustentabilidad: Un enfoque dinámico y multidimensional*. SEAE.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2), 136-146.
- Barrera, B. y Toledo, V. (2008). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria.
- Cadena, J. (2008). Geografía, Conflictos y poder en Colombia. *Revista de relaciones internacionales, estrategias y seguridad*, 3(2), 179-227.

De Camino, R. y Müller, S. (1993). *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores*. IICA.

Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Misión para la transformación del campo: Diagnóstico de las condiciones sociales del campo colombiano*. https://lc.cx/w2_vOW

Di Rienzo, J., Balzarini, M., Gonzales, L., Casanoves, F., Tablada, M. y Robledo, C. (2013). InfoStat (versión estudiantil).

Embrapa. (2006). Marco Referencial em Agroecología. <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/EMBRAPA-Marco-Referencial-Agroecologia.pdf>

Escobar, M. (2005). Valoración de la Agrobiodiversidad. Una aproximación desde la economía ecológica. *Geografía agrícola*, (35), 7-22.

FAO. (2014). *El estado de los bosques en el mundo, potenciar los beneficios socioeconómicos de los bosques*. FAO.

Forero, A. (2002a). *Sistemas de producción rurales en la región andina colombiana, análisis de su viabilidad económica, ambiental y cultural*. Pontificia Universidad Javeriana.

Forero, A. (2002b). La economía campesina colombiana 1990-2001. Cuadernos de Tierra y Justicia N° 2. ILSA.

Fundación OSGeo. (2014). QGIS (versión 2.2).

Galeano, M. (2004). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Universidad EAFIT.

Gardner, J., Anderson, V., Schatz, B., Carr, P. y Guldán, S. (1993). Overview of current sustainable agriculture research. *Oradía*, 6(2), 77-91.

Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. IICA.

Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T., Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L., Helenius, J., Rickerl, D., Salvador, R., Wiedenhoef, M., Simmons, S., Allen, P., Altieri, M., Flora C. y Poincelot, R. (2003). Agroecology: The Ecology of Food Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22(3), 99-118.

Gómez, A. (2001). Aspectos ecológicos de los sistemas agrícolas. Las dimensiones del desarrollo. En J. Labrador y M. Altieri (Eds.), *Agroecología y Desarrollo* (pp. 83-119). Mundi Prensa.

González, C. (2011). Climate change, food security, and agrobiodiversity: toward a just, resilient, and sustainable food system. *Medio ambiente*, 22, 493-521.

- Grammont, H. (2009). La pluriactividad en el campo latinoamericano. En H. Grammont y V. Martínez (Eds.), *La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos* (pp. 273-207). FLACSO.
- Holdridge, L. (1967). *Life zone ecology*. Tropical Science Center, Costa Rica.
- IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. IDEAM.
- Konrad, M. y Joachim, S. (2013). *Agroecology*. Springer.
- Londoño, C. (2001). *Cuencas hidrográficas: bases conceptuales, caracterización, planificación y administración*. Universidad del Tolima.
- Martínez, M. (2012). Vínculo entre la conectividad social y la conectividad ecológica en los corredores biológicos: el caso de San Juan la Selva y Volcánica Central Talamanca, Costa Rica (tesis de maestría). CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Martínez, S. (2016). Más allá de la gubernamentalidad: políticas de colonización y desarrollo rural en el piedemonte caqueteño (1960-1980). *Universitas Humanística*, (82), 135-162.
- Masera, O., Astier, M. y López, R. (1999). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: El marco de evaluación MESMIS*. GIRA.
- Mayr, J. (2002). Nuevo Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi. *La Tadeo*, (67), 80-88.
- Müller, S. (1996). *¿Cómo medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de la agricultura y los recursos naturales*. IICA.
- Noureddine, B. y Charles, F. (2015). Agroecology Applications in Tropical Agriculture Systems. En B. Noureddine (Ed.), *Agroecology, Ecosystems, and Sustainability* (pp. 201-219). CRC Press.
- Numa, C., Verdú, J. y Sánchez, P. (2005). Phyllostomid bat diversity in a variegated coffee Landscape. *Biological Conservation*, (122), 151-158.
- Petersen, P. (2003). Evaluando la sustentabilidad: estudios de caso sobre impactos de innovaciones agroecológicas en la agricultura familiar de diferentes países latinoamericanos. *Leisa*, (19), 64-67.
- Phillips, J. (2003). *Return on investment in training and performance improvement programs*. Butterworth-Heinemann.
- Pieri, C. (1995). Long-term soil management experiments in semi-arid Francophone Africa. En L. Rattan y B. Steward B. (Eds.), *Soil Management: experimental basis for sustainability and environmental quality* (pp. 225-266). CRC Press.

- Rangel-Ch., J. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(151), 176-200.
- Restrepo, J., Ángel, D. y Prager, M. (2000). *Agroecología*. CEDAF.
- Rivas, P., Rodríguez, C., Padilla, C., Hernández, H. y Suchini, R. (2013). Bancos Comunitarios de Semillas Criollas: una opción para la conservación de la agrobiodiversidad. <https://www.catie.ac.cr/guatemala/attachments/article/17/bancos-comunitarios-de-semillas-criollas.pdf>
- Rojas, A. (2003). *Proyecto desarrollo sostenible ecoandino, conceptos y metodología*. Gente Nueva.
- Sandoval, D. F., Florez, J. F., Enciso, K. J., Sotelo, M. F. y Burkart, S. (2023). Economic-environmental assessment of silvo-pastoral systems in Colombia: An ecosystem service perspective. *Heliyon*, 9(8), e19082. doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19082
- Sarandón, S. (2002). *Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas.
- Sarandón, S. y Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Revista agroecología*, (4), 19-28.
- Sarandón, S. y Flores, C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. Universidad Nacional de La Plata.
- Schneider, S. (2003). Teoría social, agricultura familiar e pluriatividad. *Revista brasileira de ciencias sociais*, 18(51), 99-121.
- Sepúlveda, S. (2008). *Gestión del desarrollo sostenible en territorios rurales: Métodos para la planificación*. IICA.
- Shannon, C. y Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University Illinois Press.
- SINCHI. (2000). *Caquetá: Construcción de un territorio amazónico en el siglo XX*. Tercer Mundo Editores.
- Suárez, A., Sachet, E., Chavarro, M. J. y Escobar, M. P. (2022). Becoming a 'good producer' in the agri-environmental project economy. *Journal of Rural Studies*, 96, 207-216. doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.10.025
- Taoumi, H., Elouahbi, K., Adnane, I. y Lahrechc, K. (2024). Sustainable crop production: Highlights on economic, environmental and social life cycle thinking. *Science of The Total Environment*, 916, 170267. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170267

Tobón, R. (2013). Metabolismo social para el manejo sostenible de los recursos naturales. El agua en la Cuenca Alta del Río Bogotá (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Uribe, G. y Ferro, J. G. (2002). Las marchas de los cocaleros del departamento del Caquetá, Colombia: contradicciones políticas y obstáculos a la emancipación social. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, (49), 59-84.

Viana, C. M., Freire, D., Abrantes, P., Rocha, J. y Pereira, P. (2022). Agricultural land systems importance for supporting food security and sustainable development goals: A systematic review. *Science of The Total Environment*, 806, 150718. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150718

Zuluaga, A., Giraldo, C. y Chará, J. (2011). *Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad*. CIPAV.

1 Esp. en Teledetección y SIG. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: lpolo@agro.uba.ar - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7449-9180> - Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=RQDEEDUAAA&hl=es>

2 PhD. en Agroecología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: aacevedo@unal.edu.co - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2132-4891> - Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=H36u3KwAAA&hl=en>

Para citar este artículo: Polo, L. S. y Acevedo, Á. (2022). Sustentabilidad de agroecosistemas en zona de influencia del Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi, Colombia. *Revista Luna Azul* (En Línea), 55, 38-55. <https://doi.org/10.17151/luaz.2022.55.4>

Esta obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Código QR del artículo

