

Artículo de investigación

## EVALUACIÓN AGROECOLÓGICA DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS AGRÍCOLAS EN LA MICROCUENCA CENTELLA (DAGUA, COLOMBIA)

**Agroecological evaluation of agricultural production systems in the Centella watershed (Dagua, Colombia)**

**Palabras clave:** cuencas hidrográficas, desarrollo sustentable, estrategias agroecológicas, sistemas productivos agrícolas.

**Keywords:** watersheds, sustainable development, agroecological strategy, agricultural production systems.

Wilmar Loaiza Cerón<sup>1</sup>

Yesid Carvajal Escobar<sup>2</sup>

Álvaro Javier Ávila Díaz<sup>3</sup>

### RESUMEN

El Índice de Sustentabilidad de Sistemas Productivos Agrícolas (ISSPA) evaluó la integridad agroecológica de los predios localizados en la microcuenca Centella (Dagua, Valle del Cauca). La evaluación tuvo en cuenta: manejo de suelos y coberturas, de agua, de residuos sólidos, aspectos socio-económicos y político-institucionales. En total se formularon 23 indicadores agrupados en las cuatro áreas de evaluación establecidas por el equipo técnico y la comunidad. Una vez se sintetizó la información de los indicadores con el ISSPA, como un conjunto de requisitos agroecológicos que permitieron comparar sistemas de producción y estimar condiciones de integridad entre los predios estudiados, se definieron umbrales mínimos de su capacidad ecosistémica para soportar usos antrópicos. Los resultados indicaron que el 38% de los predios se constituyen como faros agroecológicos, el 56% se encuentra por encima del umbral y solo el 6% está por debajo del mismo. Las fincas faro se constituyen en un ejemplo para el manejo y la conservación de los

recursos, la planificación, la promoción de técnicas que contribuyan a la integridad ecológica y la promoción del desarrollo humano sustentable en el campo.

### ABSTRACT

The Sustainability Index of Agricultural Production Systems (SIAPS) was used to assess the ecological integrity of study area in the Centella watershed (Dagua, Valle del Cauca). Four components were evaluated: soil management and hedging, water management, solid waste, and social, economic, political and institutional aspects for a total of 23 indicators. SIAPS was used to compare production systems and to estimate conditions of integrity amongst farms. The results permitted definition of minimum thresholds of ecosystem capacity for supporting anthropogenic use. 38% of the farms were constituted as best performers, 56% are “above the threshold” and only 6% were “below the threshold”. The key issue is not that farmers use the exact same techniques used by those of the “headlight”, but that they are presented as an

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos y Suelos-IREHISA, Universidad del Valle, Cali, Colombia. Autor para correspondencia: [wilmar.ceron@correounivalle.edu.co](mailto:wilmar.ceron@correounivalle.edu.co)

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos y Suelos-IREHISA, Universidad del Valle, Cali, Colombia. [yesid.carvajal@correounivalle.edu.co](mailto:yesid.carvajal@correounivalle.edu.co)

<sup>3</sup> Grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos y Suelos-IREHISA, Universidad del Valle, Cali, Colombia. [alvaro.avila@correounivalle.edu.co](mailto:alvaro.avila@correounivalle.edu.co)

<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a03>

Para citar este artículo: Loaiza Cerón W., Carvajal Escobar Y. & Ávila Díaz Á. J. (2014) Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca centella (Dagua, Colombia). *Colombia Forestal*, 17(2), 161-179.

example of the management and conservation of resources, planning and promotion of sustainable human development on farms.

## INTRODUCCIÓN

Mediante diferentes enfoques de desarrollo, la humanidad ha implementado una variedad de procesos productivos para la obtención de semillas, siembra, cosecha e intercambio y comercialización de alimentos; generando grandes impactos que se expresan en conflictos sociales y en procesos de degradación ambiental que afectan la base de la sustentación ecosistémica. Aunque en el Siglo XXI la agricultura sigue siendo motor para el desarrollo, enfrenta nuevos desafíos: la degradación de los recursos naturales, la variabilidad y el cambio climático, el libre comercio y el desarrollo de nuevas tecnologías, entre otros ([IDEAM, 2011](#)). El modelo productivo agrícola actual, heredado de la Revolución verde, está basado en la industrialización de los recursos naturales y el mercadeo de la sociedad rural; situación que promueve el crecimiento de los monocultivos, productos genéticamente modificados, la degradación de los suelos, pérdida de biodiversidad, uso intensivo de agroquímicos y un consecuente aumento de la pobreza rural y disminución de la agricultura tradicional ([Loaiza et al., 2012](#)).

Surgen en contraposición nuevas estrategias que persiguen un desarrollo sustentable de los medios de producción agrícola, con tendencia más ambientalista, que plantean la necesidad de cambiar el modelo dominante de producción agrícola, hacia otros más sustentables. Entre dichas tendencias se destacan los modos de producción campesina, generalmente basados en principios que utiliza también la agroecología, reconocida como una ciencia y un conjunto de prácticas basadas en la aplicación de la ecología al estudio, diseño y manejo de agroecosistemas sustentables; que tiene como principio fundamental: desarrollar agroecosistemas con mínima dependencia de agroquímicos e insumos de energía, lo cual conduce a una diversificación agrícola dirigida a promover interacciones biológicas y sinergias benéficas entre

los componentes del agroecosistema, de forma que permitan la recuperación de la fertilidad del suelo y el mantenimiento de la productividad y la protección de los cultivos ([Altieri & Nicholls, 2002](#)).

La agroecología maneja un concepto de respeto por la naturaleza que promueve la participación justa de los agricultores y rescata los conocimientos ancestrales. En la actualidad, la producción se percibe como un sistema mucho más amplio, con muchas partes interactuantes que incluyen componentes ambientales, económicos y sociales ([Gliessman, 2001](#); [Flora 2001](#); [Gliessman et al., 2006](#)); siendo estas interacciones complejas y su balance objeto de preocupación en las últimas décadas, que ha llevado a reflexionar sobre los agroecosistemas sustentables.

En respuesta a lo anterior, se han generado otras formas de producción que son compatibles con el medio ambiente, económicamente eficientes y socialmente equitativas; estas alternativas dependen más de un manejo agroecológico que de inversiones de capital; de recursos locales que de insumos externos y de procesos biológicos que de aplicaciones de agroquímicos ([SOCLA, 1999](#)). La agroecología se robustece con aportes teóricos y metodológicos, considerando además el conocimiento local en el cual se aplican los conceptos y principios ecológicos, sociales y económicos. Es por ello que como transdisciplina tiene la oportunidad, y tal vez la responsabilidad, de enfocarse al análisis, diseño, desarrollo y evaluación de la agricultura y sus agroecosistemas ([Ruiz, 2006](#)).

Los sistemas de producción agroecológica son una alternativa sustentable para mejorar la calidad de vida de los productores a pequeña escala, porque utilizan de manera eficiente los recursos productivos, promueven la eficiencia social y cultural y desarrollan la capacidad de gestión productiva y económica. [Altieri & Nicholls \(2002\)](#) y [Pavón \(2003\)](#) consideran que el comportamiento óptimo de los agroecosistemas depende del nivel de interacciones entre los distintos componentes bióticos y abióticos,

construyendo una biodiversidad funcional con el objeto de desencadenar sinergismos que subsidien los procesos que ocurren en el agroecosistema, proporcionando servicios ecológicos tales como la activación de la biología del suelo y el reciclaje de nutrientes, logrando sistemas biológicamente estables y económicamente viables.

Adicionalmente, [Altieri \(1999\)](#) señala que un sistema agrícola autosuficiente, de bajos insumos, diversificado y eficaz, debe considerar sistemas alternativos prácticos que se ajusten a las necesidades específicas de las comunidades agrícolas en distintas regiones agroecológicas del mundo. Los sistemas que utilizan la agroecología se basan en el manejo adecuado del suelo, agua, pastos y recursos forestales, procurando mejorar su calidad para no disminuir su potencial productivo. Por otro lado, las familias involucradas en este proceso se han transformado en sujetos capaces de mejorar la calidad de vida de sus integrantes. Asimismo, la gestión productiva y económica es eficiente, pues disponen de suficientes ingresos que les permiten sostener a sus familias y reinvertir en sus sistemas de producción agropecuaria. De esta manera, se han convertido en referentes o faros que señalan el camino hacia el desarrollo rural sustentable ([Pavón, 2003](#)).

Expertos en la agricultura sustentable han diseñado una serie de indicadores para evaluar el estado de los agroecosistemas ([Sepúlveda, 2008](#); [Gómez et al., 1996](#); [De Camino & Muller, 1993](#)). Con el fin de aportar en dicha evaluación, este trabajo presenta la aplicación de un Índice de Sustentabilidad de Sistemas Productivos Agrícolas (ISSPA) en la microcuenca Centella, con el cual se evaluó la integridad ecológica de los predios estudiados, permitiendo definir unos umbrales mínimos de su capacidad ecosistémica para soportar usos antrópicos. Este modelo permite evaluar la sustentabilidad como un conjunto de requisitos agroecológicos que deben ser cumplidos por cualquier finca, contribuyendo a la planificación, promoción, manejo y conservación de los recursos, a fin de promover el desarrollo humano sustentable. Como todas las mediciones se realizan con los mismos indicadores, los resultados pueden

confrontarse y evaluarse con relación a un umbral preestablecido y comprender las razones por las cuales algunas fincas presentan una respuesta ecológica superior a otras ([Altieri & Nicholls, 2002](#); [Loaiza et al., 2012](#)).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

Paradigmáticamente la cuenca del río Dagua es estratégica en el proceso de inserción económica de Colombia al mundo y merece la atención del Gobierno Departamental y Nacional, pero al igual que la mayor parte de las cuencas del país presenta un deterioro progresivo, producto del inadecuado manejo ambiental de las actividades productivas; en especial problemas de erosión que generan movimientos masales y el vertimiento anual de 250 000 000 kg t de sedimentos a través del río, al canal de acceso a la Bahía de Buenaventura, donde se encuentra el principal puerto del País, haciendo necesaria la inversión frecuente de grandes sumas de dinero en dragado, para que barcos de gran calado puedan ingresar al puerto. Particularmente la cuenca del río Dagua contiene más de 8 zonas de vida, (lo que incluye una gran importancia ambiental, que, si no se genera una política con destino de recursos para la recuperación de la cuenca, generará grandes pérdidas, económicas, sociales y ambientales ([Loaiza et al., 2012](#); [Reyes et al., 2010](#)).

La microcuenca Centella en el municipio de Dagua (Valle del Cauca, Colombia), presenta desestabilización de la oferta ambiental, ampliación de la frontera agrícola, manejo inadecuado de los sistemas agrícolas, degradación de suelos, pérdida de calidad de agua, contaminación por agroquímicos, manejo inadecuado de la producción de cultivos como la piña en zonas de ladera y problemas sociales relacionados con la tenencia de la tierra, la eliminación del predio familiar, la concentración de los recursos y de la producción, que plantean la necesidad de orientar la toma de decisiones y las acciones en ella, hacia el desarrollo sustentable como una práctica libertaria ([Daza et al., 2012](#)). Por esta razón, fue seleccionada como zona prioritaria para la implementación en escala espacial de los indicadores ([Figura 1](#)), que fueron

evaluados en tres vertientes: La Virgen, Aguas Calientes y Centella ([Loaiza et al., 2012](#)).

### ENFOQUE METODOLÓGICO

En Europa y América Latina el uso de indicadores económicos fue desarrollado durante la segunda mitad del siglo XX ([Hartmuth, 1998](#)). Posteriormente, los indicadores sociales y medioambientales empiezan a ser utilizados a principios de la década de los setenta ([OCDE, 1976](#)). El uso reciente de los indicadores de desarrollo sustentable, parte de la difusión de los principios de sostenibilidad tras la cumbre de Río-92 ([Vera & Ivars, 2001](#)) y con la firma de compromisos de la Agenda 21; el capítulo 40, en particular, llama a desarrollar indicadores que permitan la medición y seguimiento del desarrollo sustentable, centrando su concepto en tres ejes temáticos: la economía, la sociedad y la ecología. Las funciones de estos indicadores de sustentabilidad son: a) Visualizar los objetivos y metas a futuro; b) Permitir análisis comparativos en el tiempo y el espacio; c) Proporcionar información relevante para la toma de decisiones; y d) Anticipar situaciones de riesgo o conflicto.

La Convención de Patrimonio Mundial, adoptada por la Conferencia General de la Organización

de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el año 1972, estableció la Lista de Patrimonio Mundial como un mecanismo internacional para identificar y proteger los bienes naturales, culturales y mixtos de valor universal. Respecto a la noción de sustentabilidad, la Convención establece que los bienes de Patrimonio Mundial deben tener usos ecológicos y culturalmente sustentables ([UNESCO World Heritage Centre, 2005](#)). Sin embargo, hay que tener en cuenta que las diferencias a la hora de abordar la idea de sustentabilidad corresponden al tipo de enfoque epistemológico que se adopte, el cual puede ser tecnocéntrico o ecocéntrico. El primero, argumenta que en la tecnología reside la solución de los problemas de sustentabilidad, el segundo, se inclina por una mirada ecosistémica que implica un cambio en la relación sociedad-naturaleza contrarrestando los efectos nocivos del actual modelo de desarrollo ([Paredo & Barrera, 2005](#)).

Dentro del enfoque ecocéntrico se encuentra la Agroecología; perspectiva teórica y metodológica que considera los sistemas agrarios como el resultado de la coevolución entre la sociedad y la naturaleza, donde la maximización de la diversidad sociocultural y ecológica resulta determinante ([Paredo & Barrera,](#)

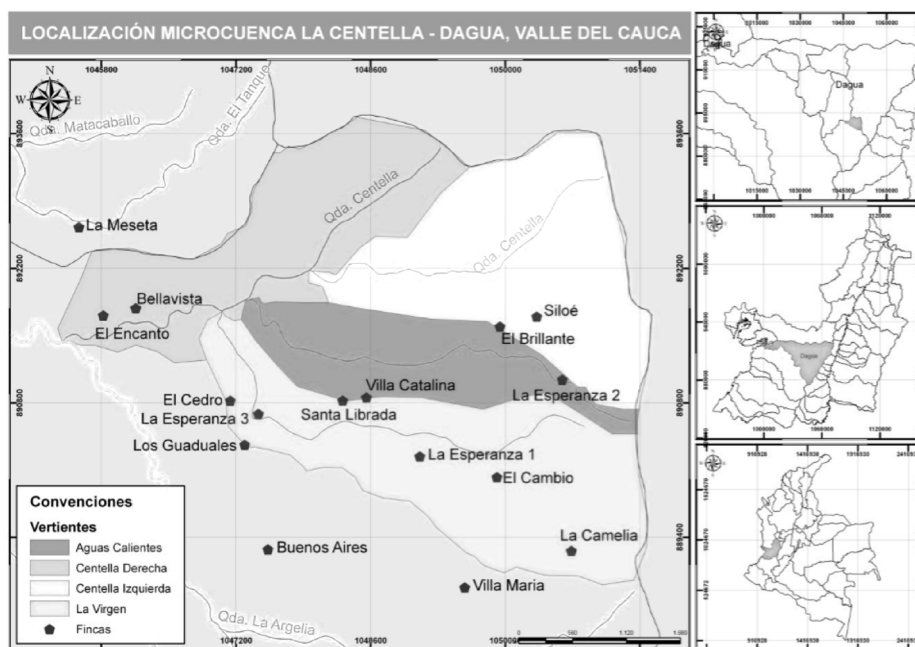


Figura 1. Localización de la microcuenca La Centella

2005). Según esta perspectiva, el patrimonio natural comprende a las fracciones de naturaleza que los seres humanos valoran y apropian, es decir, trasladan del “espacio natural” al “espacio social”, ya sea como elementos o como flujos ecosistémicos (Toledo *et al.*, 1999; Rodríguez & Duque, 2007). La sustentabilidad se define aquí desde el equilibrio entre la productividad y la integridad ecológica del sistema, de tal manera que se garantice la viabilidad ambiental, económica y sociocultural de la agricultura (Altieri, 1999; Rosset, 2000).

### **Indicadores de desarrollo sustentable**

Los indicadores son señales que resumen información relevante sobre un fenómeno específico, lo cual no sólo hace visible o perceptible un problema de interés, sino que lo destaca cuantitativamente y comunica la información principal (Frausto *et al.*, 2006). El debate sobre los indicadores de desarrollo sustentable puede generalizarse en términos de dos corrientes. Por un lado, los conceptos institucionales de indicadores, con énfasis en la construcción de modelos de desarrollo sustentable usando indicadores clave o indicadores altamente agregados. El concepto más conocido es el modelo Presión-Estado-Respuesta (Daza *et al.*, 2012; Loaiza *et al.*, 2012), de la OCDE (1993), y el modelo de Fuerza Conducente-Estado-Respuesta, usado por la Comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable (Organización de las Naciones Unidas, 1996).

El segundo tipo de aproximaciones en la construcción de los indicadores, es el concepto de indicadores participativos de desarrollo sustentable, los cuales se generan a partir de los procesos de construcción de la Agenda 21 Local (Birkmann & Frausto, 2001; Frausto *et al.*, 2006). De acuerdo con la resolución N° 0643 de 2004, los indicadores mínimos son de tres tipos:

**1. Desarrollo sustentable:** buscan medir el impacto de la gestión ambiental orientada hacia el desarrollo sustentable, en términos de consolidar las acciones orientadas a la conservación del patrimonio natural, disminuir el riesgo de desabastecimiento de agua; racionalizar y optimizar el consumo de recursos naturales renovables, generar empleos e ingresos por el uso sustentable de la biodiversidad y sistemas

de producción sustentables, reducir los efectos en la salud asociados a problemas ambientales y disminuir la población en riesgo asociada a fenómenos naturales.

**2. Ambientales:** orientados a monitorear los cambios en la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables y el medio ambiente y la presión que se ejerce sobre ellos como resultado de su uso y aprovechamiento.

**3. Gestión:** buscan medir el desarrollo de las acciones previstas por las Corporaciones, en el manejo y administración de los recursos naturales renovables y el medio ambiente en sus Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR) y Planes de Acción Trienal (PAT).

No obstante, uno de los retos que enfrentan tanto agricultores, como extensionistas e investigadores, es conocer el estado de la integridad ecológica de los agroecosistemas. Aunque muchos agricultores poseen sus propios indicadores, el problema consiste en que son específicos del sitio o cambian según el conocimiento de los agricultores; por tal motivo no permite realizar comparaciones entre fincas. El desafío es idear indicadores coherentes con el objetivo que se busca, predictivos, sensibles a un amplio rango de condiciones, confiables, de fácil recolección, interpretación factible (no ambiguos) y robustos (que sinteticen amplia información); permitiendo comparar diferentes sistemas productivos en diferentes contextos geográficos (Flores & Sarandón, 2006; Sarandón, 2002).

### **El modelo agroecológico para la evaluación de la sustentabilidad**

Este modelo define la sustentabilidad como “un conjunto de requisitos agroecológicos que deben ser satisfechos por cualquier predio, independiente de las diferencias en manejo, nivel económico, posición en el paisaje, etc. Como todas las mediciones realizadas se basan en los mismos indicadores, los resultados son comparables, facilitando el estudio de cada agroecosistema a través del tiempo, o comparaciones entre predios en varios estados de transición. Quizás lo más importante es que una vez aplicados los indicadores, cada agricultor puede visualizar el estado de su predio, determinando para cada atributo del suelo o de las plantas el estado con relación a



un umbral preestablecido. Cuando la metodología se aplica en varios predios, resulta muy útil para los agricultores porque les permite comprender las razones por las cuales algunos predios tienen una respuesta ecológica superior a otras, y qué medidas implementar para mejorar aquellos aspectos en que los indicadores mostraron valores bajos” (Rodríguez *et al.*, 2008; Altieri & Nicholls, 2002).

Los indicadores de *manejo de suelos y coberturas* evalúan las condiciones del suelo respecto a productividad y riesgo a erosión que puedan restringir los beneficios ambientales, económicos y sociales de las comunidades, y las actividades antrópicas relacionadas con el manejo sustentable del suelo. Este indicador hace referencia al grado de erosión, inferido por la severidad de los problemas de deterioro del suelo y a la presencia de prácticas amigables de su manejo. Las observaciones, entrevistas y trabajos de campo sobre el manejo de coberturas y suelos, indagaron sobre la pérdida del suelo por erosión hídrica, presencia de deslizamientos, surcos, cárcavas y/o pérdida de cobertura, productividad del suelo, limitaciones para la producción de los cultivos, tipo de cultivo (monocultivo, policultivo), control de malezas, arvenses, plagas y enfermedades y las prácticas de conservación del suelo en el predio.

Los indicadores de *manejo del agua* enfatizan en las condiciones de calidad y cantidad del recurso hídrico, asumiendo que los bajos consumos de agua y el manejo adecuado de los residuos líquidos contribuyen a la integridad del agroecosistema. Las principales indagaciones sobre el manejo del agua fueron realizadas en torno a la calidad y cantidad de agua, los conflictos por el uso del agua, cuantificación de los requerimientos hídricos del cultivo, fuente de agua para riego y actividades para el manejo, protección y/o conservación del recurso hídrico en el predio.

Los indicadores *socioeconómicos y político-institucionales* evalúan elementos sociales e institucionales que están o podrían afectarse o afectar las prácticas agrícolas, tales como: comercialización de productos, soberanía alimentaria, relaciones comunitarias, organizaciones para la comercialización de productos, costos de la producción, organizaciones

para la conservación de recursos naturales e ingresos reportados por actividad productiva. Por último, los indicadores de *manejo y disposición de residuos sólidos* se refieren a la manipulación de los residuos domésticos y de cosecha; cuando hay un tratamiento integrado de residuos y no se producen (o se disponen adecuadamente los envases de agroquímicos), se interpreta como un indicador de integridad ecológica.

### ***Escala de evaluación de los indicadores de sustentabilidad***

Cada indicador se estimó en forma separada y se le asignó un valor de 1, 5 o 10 (siendo 1 el valor menos deseable, 5 un valor medio y 10 el valor deseado) de acuerdo con los atributos evaluados para cada indicador. Fueron seleccionados indicadores sencillos, con énfasis en cuatro categorías: manejo de suelos y coberturas, manejo del agua, aspectos socioeconómicos y político-institucionales y manejo y disposición de residuos sólidos; que permitieron comparar sistemas de producción y estimar condiciones de integridad entre los predios. En la [Tabla 1](#) se muestran los 23 indicadores seleccionados, con las características y valores correspondientes.

### ***Estructura y operatividad del diagnóstico***

La encuesta diseñada contiene 25 preguntas; inicialmente se indagó sobre la información general del encuestado (nombre, género, edad, estado civil, hijos, ocupación laboral, estudios, lugar de origen, etc.) y del predio (extensión de la finca, área disponible para cultivar, área en bosque, entre otros). Las preguntas uno (1) a ocho (8) corresponden al factor de manejo de suelos y coberturas, de la nueve (9) a la catorce (14) el factor manejo del agua, siete (7) sobre aspectos socioeconómicos y político institucionales y dos (2) sobre manejo y disposición de residuos sólidos. En la encuesta, los agricultores, en una escala de calificación de 1, 5 o 10, señalaron el uso de determinadas prácticas culturales, el grado de satisfacción con aspectos productivos, grado de conocimiento de los recursos naturales y el manejo que realizan en su predio, principalmente en los sistemas de producción agrícola; obteniendo una primera valoración del estado actual y la sustentabilidad de los sistemas productivos (Reyes, 2008).

**Tabla 1.** Escala de evaluación de los indicadores

Número del indicador	Indicadores de manejo de suelos y coberturas	
	Características	Valor
1) Pérdida de suelo por erosión hídrica	Alta (Se presentan deslizamientos, corrientes superficiales en periodos de lluvia)	1
	Moderada (arrastre superficial del suelo en periodos de lluvia o cuando riega)	5
2) Presencia de deslizamientos, surcos, cárcavas y/o pérdida de cobertura	Baja (No observa ninguna de las situaciones anteriores)	10
	Presencia de cárcavas, deslizamientos, ausencia de cobertura vegetal y terrazas	1
	Presencia de pequeños surcos y zonas compactadas sin vegetación	5
	No hay presencia de cárcavas, surcos o canales profundos originados por la lluvia, ni deslizamientos, hay buena cobertura vegetal, terrazas	10
3) Productividad del suelo	Baja (No más de una (1) cosecha y se requieren prácticas muy intensivas de manejo de suelos para mejorar significativamente la baja producción)	1
	Moderada (No más de dos (2) cosechas al año de cultivos de ciclo corto y con Prácticas intensivas de manejo de suelos para mejorar su producción)	5
	Alta (Es posible realizar hasta tres (3) cosechas de cultivos de ciclo corto al año y tener buenos rendimientos)	10
4) Limitaciones para la producción de los cultivos	Debe ararse el suelo y/o es indispensable aplicar altas dosis de fertilizantes	1
	Debe hacerse una labranza simple y/o aplicar bajas dosis de fertilizantes	5
	No presenta ninguna limitación	10
	Menos de 2 prácticas sustentables para conservación del suelo, de las 10 detectadas en la región	1
5) Prácticas de conservación del suelo en la finca	Entre 2 y 4 prácticas para conservación del suelo, de las 10 detectadas en la región	5
	Más de 4 prácticas para conservación del suelo, de las 10 detectadas en la región	10
6) Tipo de cultivo (monocultivo, policultivo)	Un solo cultivo (Monocultivo)	1
	Dos cultivos en el mismo lote	5
	Más de tres cultivos en el mismo lote (Policultivo)	10
7) Control de malezas y arvenses	Control con herbicidas y/o manual con azadón	1
	Control manual con machete o guadaña	5
	Disminución en distancias de siembra entre plantas y surcos, usando coberturas muertas	10
8) Control de plagas y enfermedades	Control químico solamente	1
	Control biológico: hongos y bacterias y/o introduce o libera insectos benéficos o control físico con trampas, mallas finas, cintas plásticas con aceites	5
	Plantas repelentes (Alelopatía) o preparados vegetales o realiza un manejo integrado con control físico, biológico y químico	10
<b>Indicadores de manejo del agua</b>		
9) Calidad del agua	Mala	1
	Regular	5

**Cont. Tabla 1.** Escala de evaluación de los indicadores

Número del indicador	Indicadores de manejo de suelos y coberturas Características	Valor	
10) Cantidad de agua	Buena	10	
	Poca	1	
	Media	5	
11) Conflictos por el uso del agua	Buena	10	
	Tuvo conflictos por calidad y cantidad del agua que llega a la finca	1	
	Tuvo conflictos por calidad o cantidad del agua que llega a la finca	5	
12) Cuantificación de los requerimientos hídricos del cultivo	No tuvo conflictos	10	
	No cuantifica o utiliza las mismas cantidades	1	
	Considera al menos una de las siguientes características: suelo, variación del clima o etapa vegetativa del cultivo	5	
13) Fuente de agua para riego	Tiene en cuenta dos o más de las siguientes características: suelo, variación del clima o etapa vegetativa del cultivo	10	
	Acueducto	1	
	Acueducto y fuente natural	5	
14) Actividades para la protección y/o conservación del recurso hídrico en la finca	Fuente natural	10	
	Implementa menos de tres (3) actividades	1	
	Implementa entre tres (3) y seis (6) actividades	5	
15) Comercialización de productos	Implementa más de seis (6) actividades	10	
	16) Soberanía alimentaria	Los productos son vendidos o comercializados en un solo mercado	1
		Los productos son vendidos a más de un mercado y menos de tres	5
Los productos son vendidos a más de tres mercados		10	
17) Relaciones comunitarias	Agricultores que compran todo en supermercados o a sus vecinos	1	
	Agricultores que consumen lo que producen y compran a los supermercados	5	
	Agricultores consumen lo que producen, compran a sus vecinos y en menor proporción a los supermercados	10	
18) Organizaciones comunitarias para la comercialización de productos	Los vecinos son competencia	1	
	Los vecinos no son competencia	5	
	Los vecinos son colaboradores y/o socios	10	
	No existen organizaciones comunitarias en las que participen los agricultores para comercializar sus productos	1	
19) Costos de producción en las fincas (CPF)	Existen una (1) o dos (2) organizaciones comunitarias para la producción y comercialización de un solo producto	5	
	Existen una (1) o más organizaciones comunitarias para la producción y comercialización de tres o más productos	10	
	CPF presentan mayor porcentaje en: fertilizantes agroquímicos, compra de combustibles o alquiler y/o compra de maquinaria	1	
19) Costos de producción en las fincas (CPF)	CPF presentan mayor porcentaje en: compra de semillas, alquiler y/o compra de herramientas o riego (servicio de acueducto)	5	
	Fincas en las que los costos de producción presentan mayor porcentaje en: pago de mano de obra	10	



**Cont. Tabla 1.** Escala de evaluación de los indicadores

Número del indicador	Indicadores de manejo de suelos y coberturas	Valor
<b>Características</b>		
20) Organizaciones para la conservación de recursos naturales	Menos de 2 organizaciones dedicadas a la conservación de recursos naturales	1
	Entre 3 y 5 organizaciones dedicadas a la conservación de recursos naturales	5
	Más de 5 organizaciones dedicadas a la conservación de recursos naturales	10
21) Origen de los ingresos reportados	Los ingresos reportados son principalmente por negocios o trabajos asalariados	1
	Los ingresos reportados son principalmente por actividades agropecuarias	5
	Los ingresos reportados se deben a actividades agropecuarias y en menor proporción por negocios adicionales o trabajos asalariados	10
<b>Indicadores de manejo y disposición de residuos sólidos</b>		
22) Manejo de residuos de podas, cosechas y hojarascas	Se arrojan los residuos al río, quebrada u otra fuente de agua o los queman	1
	Los residuos se arrojan a un basurero dentro de la finca	5
	Los residuos se incorporan al suelo o se dejan sobre la superficie del suelo	10
23) Manejo de residuos sólidos domésticos	Disposición a cielo abierto, quemas, enterramientos inadecuados	1
	Separación en la fuente, quemas, enterramientos inadecuados	5
	Separación en la fuente, reciclaje y compostaje	10

Posteriormente, los resultados de cada una de las calificaciones dadas por los encuestados se contrastaron con las evaluaciones realizadas por parte del equipo técnico (observación directa, trabajos de campo, análisis de suelos y agua y análisis espacial por medio de Sistemas de Información Geográfica), con el propósito de valorar el cumplimiento de cada característica evaluada en la encuesta y obtener un Índice de Sustentabilidad por área de evaluación. Para cada indicador se obtuvieron dos respuestas, las cuales fueron ponderadas por un panel de expertos, que se reunió a fin de emitir un juicio colectivo y consensado sobre cada uno de los indicadores. La evaluación se desarrolló en dos etapas: 1. En la que se ponderaron los indicadores dentro de cada área de evaluación; y 2. En la que se dio un porcentaje a la respuesta dada por el agricultor y al resultado del equipo técnico para cada indicador.

En las [Tablas 2](#) y [3](#) se presenta un ejemplo de la evaluación del panel de expertos.

La información por parte del equipo técnico para verificar el cumplimiento, se utilizó con el propósito de evaluar por análisis comparativo el nivel de sustentabilidad de los indicadores construidos, a partir de la información cualitativa y cuantitativa ([Reyes, 2008](#)). Según las experiencias previas obtenidas por [Loaiza et al., \(2012\)](#), esta información es importante porque permite que el agricultor se autoevalúe y conozca no solo sus puntos débiles sino también sus potencialidades.

La evaluación del panel de expertos respecto a los indicadores del área de evaluación en manejo de suelos y coberturas, se presentan a continuación en la [Tabla 3](#).

**Tabla 2.** Evaluación panel de expertos para el Indicador 1. Pérdida de suelo por erosión hídrica

EVALUADORES	RESULTADO DE PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA (%)	
	AGRICULTOR	TÉCNICOS
Nº 1	30	70
Nº2	20	80
Nº3	60	40
Nº4	40	60
Nº5	30	70
Nº6	30	70
<b>PROMEDIO</b>	<b>35</b>	<b>65</b>

**Tabla 3.** Evaluación panel de expertos de los indicadores del área de evaluación en manejo de suelos y coberturas

Número y nombre de los Indicadores manejo de suelos y coberturas	Calificación de Cada evaluador (%)					Promedio (%)
	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	
1. Pérdida de suelo por erosión hídrica	7	15	15	15	10	12.4
2. Presencia de deslizamientos, surcos, cárcavas y/o pérdida de cobertura	7	12	10	15	5	9.8
3. Productividad del suelo	10	15	10	15	10	12.0
4. Limitaciones para la producción de los cultivos	10	10	10	15	10	11.0
5. Prácticas de conservación del suelo en la finca	18	15	20	10	15	15.6
6. Tipo de cultivo (monocultivo, policultivo)	12	12	10	10	10	10.8
7. Control de malezas y arvenses	18	12	10	10	20	14.0
8. Control de plagas y enfermedades	18	9	15	10	20	14.4
<b>TOTAL</b>						<b>100</b>

### CONSTRUCCIÓN Y MEDICIÓN DE LOS INDICADORES

En la construcción de indicadores a partir del diagnóstico, el objetivo es lograr una medición que refleje en forma global la sustentabilidad del sistema (predios), en sus diferentes dimensiones y el efecto de las prácticas de manejo sobre algunos componentes o recursos del sistema productivo agrícola. Para el logro de éste propósito se trabajó a partir de indicadores parciales, que son agregados, a fin de obtener la medición global. Se consideró el indicador como un conjunto de características, seleccionadas y cuantificadas que hacen clara una tendencia, que de otra forma no es fácilmente detectable (Reyes, 2008). De la combinación de la valoración de los agricultores con la valoración técnica, se obtiene la evaluación de la sustentabilidad en términos de indicadores. Después de asignar los valores a los

indicadores, estos se promediaron por cada área de evaluación y, finalmente, se obtiene el ISSPA.

Los predios con valores inferiores a cinco (5) se encuentran por debajo del umbral de sustentabilidad y por tanto requieren un manejo que permita mejorar los aspectos en los cuales los indicadores tienen valores bajos; los predios con promedios entre cinco (5) y siete (7) se consideran por encima del umbral de sustentabilidad y aquellos predios cuyos promedios son mayores a 7 se consideran “faros agroecológicos” (Altieri & Nicholls, 2002). Estos promedios se graficaron, permitiendo visualizar el estado de los predios en relación al umbral 5 del índice. Lo anterior permite identificar las fincas que presentan promedios ponderados altos, en las cuales se pueden estudiar las interacciones y sinergias ecológicas que explican el adecuado funcionamiento del sistema.

El aspecto clave no se debe a que los agricultores utilicen las técnicas que usa el agricultor en la finca “faro”, sino que emulen procesos e interacciones promovidos por la infraestructura ecológica de esa finca, que conllevan al éxito del sistema desde el punto de vista de la sustentabilidad. Puede ser que en una finca “faro” la clave sea la alta actividad biológica o la cobertura viva del suelo. Los agricultores de otras fincas cercanas no necesariamente están obligados a usar el mismo tipo de prácticas o compost que el agricultor de esta finca, sino técnicas que estén a su alcance y que optimicen los mismos procesos.

Los resultados se integraron mediante el diagrama de amebas o radiograma, el cual permitió visualizar los resultados, contrastándolos con los umbrales previamente definidos, para identificar puntos críticos que comprometen o aportan a la integridad del sistema. Esto permite visualizar el estado general de las características evaluadas, considerando que mientras más se aproxime la ameba al diámetro del círculo (valor 10) más sustentable es la finca. La “ameba” también permite observar en que aspectos hay debilidades (valores menores a 5), lo cual ayuda a priorizar el tipo de intervenciones agroecológicas necesarias para corregir ciertos atributos del suelo, del agua, del cultivo o del agroecosistema. La recolección de información se llevó a cabo mediante la ejecución de varios trabajos de campo:

1) La campaña de aforos y calidad de agua: actividad que tuvo como objetivo recolectar las muestras para los análisis de calidad de agua en seis bocatomas de la microcuenca, tres en la quebrada La Virgen (El Palmarcito, Las Brisas y El Palmar) y tres en la quebrada Centella (Centella alta, Centella baja y Villa Hermosa); se trabajó con las recomendaciones y parámetros del análisis de agua para riego, del manual de laboratorio del IGAC; los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Aguas y Suelos Agrícolas, LASA, de la Universidad del Valle. El caudal se estimó por medio de dos métodos, flotador-sección transversal y por el método del cubo.

2) Aplicación de encuestas: la actividad se desarrolló con el objetivo de identificar las diferentes prácticas en los sistemas de producción agrícola de la cuenca alta del río Dagua, que permitieran

evaluar el equilibrio entre la productividad y la integridad ecológica del sistema. Esta encuesta constó de 25 preguntas, que permitieron verificar 23 indicadores agrupados en las cuatro áreas de evaluación mencionadas anteriormente. Durante el primer y segundo semestre de 2012 se recolectaron 21 encuestas pilotos, con las cuales se perfiló y mejoró la encuesta final, aplicada en los 16 predios seleccionados.

## RESULTADOS

Se compararon los diferentes sistemas productivos evaluados, agrupando los predios por umbrales, de acuerdo con la evaluación de los 23 indicadores bajo la escala del ISPPA, como se muestra en la [Tabla 4](#). El manejo de suelos y coberturas presentó la mayor cantidad de indicadores, haciendo énfasis en esta área, debido a que constituye un aspecto que da cuenta de la estructura y dinámica del sistema, por ejemplo, permite determinar la relación entre la diversidad vegetal y control de plagas, asociación de cultivos y uso de fertilizantes, etc. Los resultados a nivel gráfico se aprecian en la [Figura 2](#), de los diferentes predios analizados, adicionalmente se establecen las fincas “faro” señalizadas por medio de flechas. Como se presenta en la [Figura 2](#), el 38% de las fincas evaluadas se pueden identificar como “faros agroecológicos”, el 56% se encuentra “por encima del umbral de integridad ecológica” y tan solo el 6% está “por debajo del umbral”, es decir, su integridad ecológica está siendo afectada por prácticas agrícolas no sustentables. Los diagramas radiales o amebas, integran los resultados obtenidos por cada agricultor y permiten observar las características de las fincas en cada área de evaluación.

Las fincas “faros” son sistemas donde el manejo del agua, residuos sólidos y manejo de suelos y coberturas presentan las mejores condiciones, propiciando interacciones y sinergismos ecológicos que expresan un adecuado funcionamiento del sistema productivo; de esta forma se previenen y controlan procesos de degradación ambiental y se garantiza un sostenimiento económico medio para los agricultores, [Figura 3](#). En general son predios de tamaño variable, que presentan una extensión entre 2 y 8 ha, en las cuales se ha reservado algún porcentaje

para protección del bosque en la cuenca Centella; el caso más representativo lo constituye la Finca La Camelia, la cual ha reservado un 25% del área total del predio para la protección y conservación del bosque (2 ha), y la finca Santa Librada con una hectárea de bosque protegido.

El aspecto clave en estas fincas se presenta en el manejo del agua y el manejo integrado de residuos de podas, cosechas y hojarascas, que se incorporan al suelo o se dejan sobre la superficie del mismo, y los residuos domésticos se separan en la fuente, reciclan y compostan. También es frecuente la siembra de cultivos en sentido contrario a la pendiente y el uso de abonos orgánicos o enmiendas, el empleo de coberturas vivas, abonos verdes y la labranza mínima, lo cual redundan en el manejo adecuado de la sucesión vegetal permitiendo controlar plagas y susceptibilidad a la erosión. No obstante, en estos predios se presentan dificultades y/o contradicciones por el control de malezas, arvenses, plagas y enfermedades, que generalmente se realiza con químicos solamente y con guadaña. Aunque se propende por la eliminación del uso de insecticidas/fungicidas, se encuentran diferencias en el consumo de insumos (herbicidas y abonos), dependiendo de los objetivos y estrategias de producción. El 83%

de los “faros” registrados utilizan dos cultivos en el mismo lote, con un tamaño promedio de 4.6 ha, de las cuales 3.1 están cultivadas; generalmente el mismo agricultor es propietario de la finca. En todos los casos se presenta una pérdida considerable de suelo por erosión hídrica, a excepción del predio El Brillante; sin embargo los análisis de suelo identifican una alta capacidad del suelo para producir hasta 3 cosechas de cultivos de ciclo corto al año con buenos rendimientos, por ello es necesario la implementación y capacitación de agricultores en control de la erosión y manejo integrado de cultivos y parcelas agroecológicas.

En cuanto al manejo del agua, no se presentan mayores conflictos por calidad o cantidad del agua en las fincas “faro”, generalmente realizan la cuantificación de los requerimientos hídricos teniendo en cuenta las condiciones del suelo, la variación del clima y la etapa vegetativa del cultivo. Cabe destacar que se realizan actividades para el manejo adecuado y la conservación del recurso hídrico, relacionadas con la reutilización del agua, uso de coberturas vegetales para la retención de humedad en el suelo, participación en la junta de aguas de su vereda, regulación de aguas de exceso (escorrentía natural o riego) y participación en campañas de limpieza de ríos o quebradas.

**Tabla 4.** Resultados áreas de evaluación del ISSPA

Vereda	Finca	Manejo Suelos y coberturas	Agua	Residuos	Socio-económicos	ISSPA
Centella	El Brillante	5.6	7.5	10.0	5.3	7.1
Las Brisas	Santa Librada	4.4	6.6	10.0	6.2	6.8
Palo Alto	La Camelia	4.5	5.4	10.0	6.8	6.7
El Palmar	El Limón	4.8	5.9	10.0	5.9	6.6
Villa Hermosa	El Encanto	2.6	8.1	10.0	5.9	6.6
El Palmar	Los Guadales	4.5	6.1	10.0	5.5	6.5
Puerto Cozón	La Esperanza 3	3.9	5.4	10.0	5.9	6.3
La Virgen	La Esperanza 1	4.7	7.7	7.3	4.5	6.0
Puerto Cozón	El Cedro	3.4	4.9	10.0	5.3	5.9
La Virgen	El Cambio	4.3	6.1	10.0	2.8	5.8
Villa Hermosa	Bellavista	3.3	3.7	10.0	6.0	5.8
Centella	Siloé	3.7	6.6	7.3	5.0	5.6
Centella	La Esperanza 2	4.5	5.7	7.3	3.4	5.2
Villa Hermosa	La Meseta	2.7	6.5	7.3	4.2	5.2
La Pulida	Buenos Aires	4.7	4.5	7.3	4.2	5.2
La Virgen	Villa María	3.4	6.1	5.1	5.0	4.9

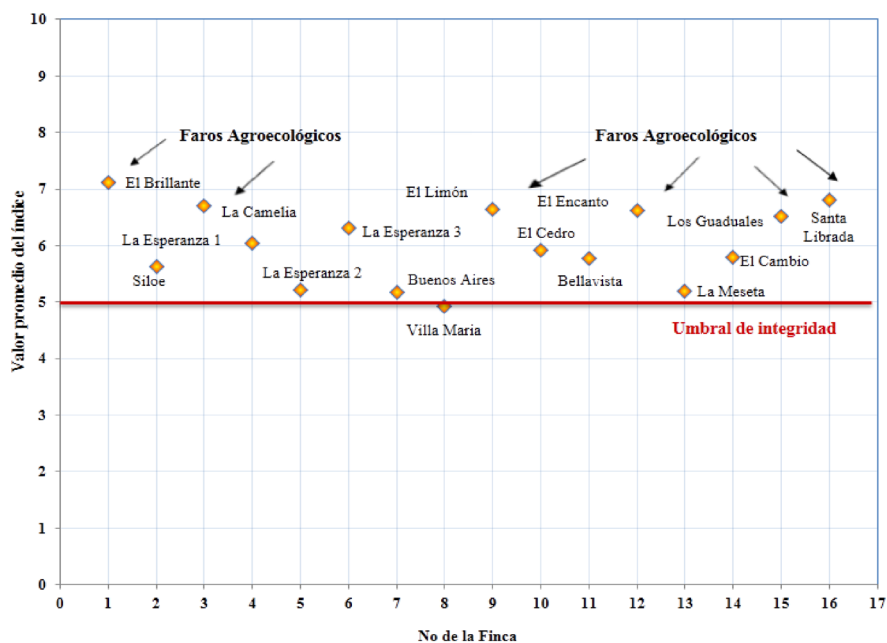


Figura 2. Índice de Sustentabilidad de Sistemas Productivos Agrícolas – ISSPA

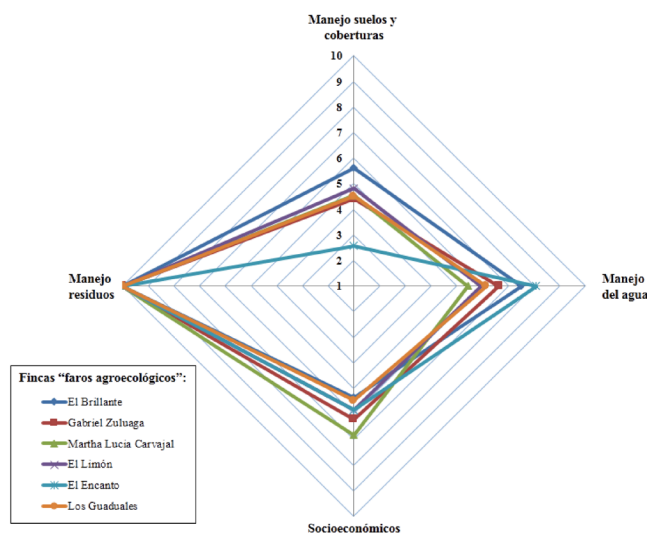


Figura 3. Comparación de la integridad ecológica en las fincas "Faros"

No obstante, estas fincas "faros" siguen presentando dependencia económica para la comercialización de sus productos, utilizando generalmente la venta a mayoristas, intermediarios y acaparadores; además, no cuentan con más de una organización para la comercialización de sus productos, la única entidad en la que encuentran apoyo para esta actividad es el Comité de Cafeteros y en algunos casos la Cooperativa Café Occidente. Sin embargo, las fincas "faros" se caracterizan por presentar una alta soberanía alimentaria, obteniendo la mayoría

de sus alimentos de la producción de sus fincas o de los agricultores de la zona.

Además, los costos de producción para el 50% de los productores "faro" están representados por el pago de la mano de obra, mientras que el otro 50% de agricultores invierte la mayor cantidad de su dinero en fertilizantes agroquímicos, combustible y alquiler y/o compra de maquinaria. Por otra parte, la mayoría de los agricultores identifican la presencia de 3 a 5 organizaciones en la microcuenca, que



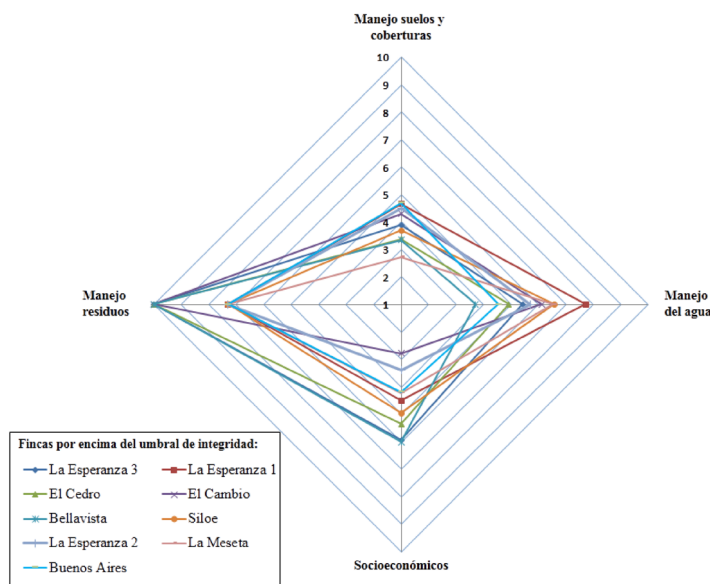
desarrollan y participan en actividades para la conservación de los recursos naturales. Asimismo, los ingresos reportados por los agricultores están relacionados principalmente con actividades agropecuarias y en menor proporción por negocios adicionales o trabajos asalariados, lo que indica que el trabajo agrícola supera los ingresos no agrícolas de estas fincas.

Por otro lado, las fincas “por encima del umbral de integridad” se caracterizan por cumplir un mínimo de requisitos de manejo ambiental, sin embargo, en ellas persisten actividades degradantes, generalmente asociadas con la contaminación por agroquímicos, consumo de agua para riego del acueducto, deficiente manejo y disposición de residuos sólidos domésticos, pocas actividades para la conservación del recurso hídricos y pérdida del suelo por erosión. Los predios tienen tamaños que van desde 1.3 hasta 7.7 ha, en las cuales muy pocos agricultores han reservado alguna parte para la protección del bosque, como el caso de la finca La Esperanza 3, El Cedro y El Cambio, en las cuales el bosque cubre entre 1 y 2 ha del total de la finca, sin embargo, el promedio indica que la mayoría de estos predios no tienen zonas para protección de ecosistemas y el área cultivada supera el 50% del total de la finca.

Los puntos críticos en estas fincas están relacionados con el manejo de suelos y coberturas y el desarrollo económico de los sistemas productivos, mientras los puntos críticos positivos son el manejo del agua y los residuos sólidos domésticos y de cosechas, como se presenta en la [Figura 4](#). De continuar la tendencia, algunas fincas pueden quedar por debajo del umbral de integridad (Fincas La Esperanza 2, La Meseta y Buenos Aires), o por el contrario, mejorando sus procesos pueden convertirse fácilmente en “faros agroecológicos”, como en el caso de la finca La Esperanza 3.

### DISCUSIÓN

La estimación de la integridad agroecológica de los sistemas productivos agrícolas es una preocupación prioritaria de muchos investigadores agrícolas. Se han propuesto gran cantidad de indicadores para evaluar la productividad, estabilidad, resiliencia, y adaptabilidad de los agroecosistemas ([Maser et al., 1999](#)), pero existen pocas metodologías prácticas, rápidas y sencillas, que usen pocos indicadores y que puedan ser utilizadas por agricultores con el propósito de determinar el estado de sus sistemas productivos. Además los resultados le permitirán tomar decisiones de manejo para superar las limitantes detectadas en las diferentes áreas de evaluación analizadas ([Altieri, 1995](#); [Gliessman, 1998](#)).



**Figura 4.** Comparación de la integridad ecológica en fincas por encima del umbral de integridad

La metodología permite medir la sostenibilidad en forma comparativa o relativa, ya sea confrontando la evolución de un mismo sistema a través del tiempo o contrastando dos o más agroecosistemas con diferentes manejos y/o estados de transición (Altieri & Nicholls, 2002). La comparación de varios sistemas permite a los agricultores identificar los sistemas más sustentables, que los convierte en una especie de modelos demostrativos, donde los agricultores e investigadores intentan descifrar los procesos e interacciones ecológicas que posibilitan el mejor comportamiento de estos sistemas. Estos resultados se traducen en prácticas específicas que optimizan los procesos deseados en las parcelas que presentaron los valores por debajo del umbral.

En síntesis, se subraya que el 93% de las fincas evaluadas superan el umbral de integridad ecológica. En materia de uso de suelos y coberturas solo el 6% de los predios presentan adecuados manejos, la finca La Esperanza 3 es la única que no presenta problemas de erosión y aplica más de 4 prácticas “amigables” para la protección del suelo. Si bien existen otras fincas que aplican una gran cantidad de prácticas de conservación, los problemas erosivos necesitan atenderse adecuadamente para lograr detenerlos; se destaca que en la mayoría de los predios se tienen prácticas de reciclaje, compostaje y/o lombricultura a partir de los residuos domésticos y de cosecha. En general todas las fincas reportan asociación de cultivos y sombrío, pero no hay un control integrado de plagas, enfermedades y arvenses; los resultados generales por área de evaluación indican que el “manejo de suelos y coberturas” constituye el factor que atenta contra la integridad ecológica de los sistemas productivos agrícolas de la microcuena.

De acuerdo con los resultados, en los predios se presentan buenas prácticas de manejo de suelo y coberturas relacionadas con la rotación de cultivos, labranza mínima, residuos de cosecha en superficie, siembras en sentido contrario a la pendiente y uso de abonos orgánicos o enmiendas; sin embargo, el potencial para el desarrollo de procesos erosivos es muy alta y en algunos casos se presentan problemas por presencia de cárcavas, zonas de deslizamiento y compactadas sin vegetación, a esta situación se

suma el control químico de plagas y enfermedades en los cultivos, generando mayor contaminación en suelos y recursos y el deficiente control de malezas y arvenses por medio de herbicidas y guadaña.

Lo que respecta al manejo del recurso hídrico, a pesar de contar con disponibilidad hídrica suficiente y una calidad de agua buena, las prácticas desarrolladas para su conservación son limitadas, los agricultores no implementan más de una actividad para su conservación y protección; algunas de esas actividades están relacionadas con la participación en la junta de aguas, almacenamiento de aguas lluvias, uso de coberturas vegetales, planificación de la aplicación de riego para los cultivos y restricción de siembra las zonas de protección de río dentro de su finca. No obstante, presentaron resultados significativos en el marco de la sustentabilidad. El 81% de las fincas evaluadas están por encima del umbral, la calidad y cantidad del agua es muy buena y no se presentan mayores conflictos de vecindad por el uso de la misma; sin embargo, para mejorar la integridad del sistema es importante mejorar procesos como la cuantificación de los requerimientos hídricos y el cambio de la fuente del agua para riego, actualmente, se utiliza el agua potable del acueducto para el riego e implementar una mayor cantidad de actividades para la protección y conservación del recurso hídrico.

En cuanto al diagnóstico económico, se identifica que el 70% de los agricultores invierten el mayor porcentaje de sus ingresos en la compra de agroquímicos para sus actividades de producción, la comercialización de sus productos se realiza principalmente con mayoristas, intermediarios y acaparadores, además de presentar problemas de soberanía alimentaria, pues sus fincas no cubren las necesidades alimenticias básicas. Es importante resaltar que los agricultores presentan buenas relaciones comunitarias y sus ingresos reportados están representados principalmente por actividades agropecuarias, y, en menor proporción, por negocios adicionales o trabajos asalariados; por ello es necesario potenciar las actividades agropecuarias, para mejorar las condiciones económicas de la población y así evitar la continua migración del campo a la ciudad. Para lograr esto, es necesario

mejorar algunos indicadores como los procesos de comercialización de productos y el desarrollo de organizaciones que promuevan estos procesos.

En términos generales, se señala que un aspecto negativo recurrente en la mayoría de los predios analizados tiene que ver con el manejo del suelo y coberturas. Estos predios presentan problemas por erosión hídrica, aparición de pequeños deslizamientos, surcos, cárcavas y/o pérdida de cobertura vegetal, limitaciones para la producción de los cultivos, consumo de herbicidas y otras prácticas de control de plagas, enfermedades, malezas y arvenses muy inadecuadas para la preservación del suelo; por lo tanto, se recomienda que el manejo de coberturas vegetales, incluyendo el control integrado de plagas y enfermedades, sea uno de los puntos clave al que se le dedique atención en el proyecto de estrategias agroecológicas para la sostenibilidad y adaptación a la variabilidad y el cambio climático en la cuenca alta del río Dagua. Otro evento no tan generalizado, pero particularmente grave, lo constituyen los problemas para la cuantificación de los requerimientos hídricos, la fuente del agua para riego y las actividades para la conservación y protección de la misma.

Cabe destacar que no todas las fincas con promedios superiores a 5 (fincas “faro” y “por encima del umbral de integridad”) poseen las mismas estrategias de manejo ambiental; las cuales dependen de la oferta natural, de la extensión del predio y de los recursos y conocimientos con que cuentan los productores. En este sentido, el mejoramiento ambiental debe tender a no homogenizar las prácticas de manejo, sino a promover técnicas que permitan optimizar procesos que contribuyan a mantener la integridad ecológica y que a la vez estén al alcance de los productores y las familias, por lo cual es primordial valorar el conocimiento experimental y la capacidad de innovación de los productores ([Altieri & Nicholls, 2002](#)).

Bajo este contexto, se puede concluir que es posible producir de otra manera (diversificando e integrando subsistemas) condiciones de vida dignas en el ámbito rural, con rentabilidad y equidad social; no obstante, para que estos resultados se

generalicen y no queden como meras excepciones, necesariamente deben articularse acciones entre los productores, la sociedad civil, las ONG, el sector científico-tecnológico y el Estado en sus distintos niveles, para generar políticas públicas en las que la agroecología juegue el rol central para el desarrollo humano sustentable ([Spiaggi & Ottmann, 2010](#)).

## CONCLUSIÓN

El Índice de Sustentabilidad de Sistemas Productivos Agrícolas (ISSPA) permitió tener una idea general de las características de integridad ecológica de los predios estudiados y definir unos umbrales mínimos de su capacidad ecosistémica para soportar usos antrópicos. Adicionalmente, se compara el estado del patrimonio natural en diferentes agroecosistemas. Con la valoración de panel de expertos y la ponderación de los indicadores de las cuatro áreas de evaluación, se obtiene un Índice con mejores resultados que un promedio sencillo de indicadores, evitando su enmascaramiento. A partir de esto, se encontró que el 93% de los predios supera el umbral de integridad ecológica, es decir, poseen sistemas productivos agrícolas sustentables. En estos, se destaca la recurrencia de prácticas sustentables de manejo de agua y de residuos sólidos domésticos y de cosecha, con valores de integridad aceptables en el 81 y 100% de los predios, respectivamente. Cabe resaltar que las prácticas tradicionales de los agricultores encuestados constituyen valiosas estrategias para el desarrollo sustentable de los sistemas productivos en materia de provisión de alimentos, soberanía alimentaria, minimización de riesgos, control de erosión, manejo de coberturas, residuos y ahorro de insumos, así no reporten beneficios monetarios directos por acceso a “mercados verdes”; por ello, es necesario que, en el desarrollo de iniciativas y estrategias agroecológicas para la sustentabilidad y competitividad de sistemas productivos, sea valorado el conocimiento experimental y la capacidad de innovación de los agricultores, tratando de no homogenizar las estrategias productivas y de promover técnicas que contribuyan a la integridad ecológica, pero que a su vez, estén al alcance de los agricultores y sus familias.

## AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigaciones y al Grupo IREHISA de la Universidad del Valle por la financiación a través del Proyecto Estrategias Agroecológicas para la sostenibilidad y adaptación a la Variabilidad y el Cambio climático en la Cuenca del río Dagua. A la Maestría en Desarrollo Sustentable de la Universidad del Valle y al Programa de Jóvenes Investigadores e Innovadores de COLCIENCIAS 2012.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M.** (1995). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Santiago de Chile: Clades. pp. 154-155.
- Altieri, M.** (1999). Agroecología bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan-Comunidad. 36 p.
- Altieri, M., & Nicholls, C.** (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo Integrado de Plagas, 64 (3), 17-24.
- Birkmann, J., & Frausto, O.** (2001). Indicators for Sustainable Development for the Regional and Local Level: Objectives, Opportunities and problems: Case Studies from Germany and Mexico. Regional Development, 9.
- Daza, M., Reyes, A., Loaiza, W., & Fajardo, M.** (2012). Índice de sostenibilidad del recurso hídrico agrícola. Gestión y Ambiente, 15 (2), 47-58.
- De Camino, R., & Müller, S.** (1993). Sostenibilidad de la Agricultura y los Recursos Naturales. Bases para establecer indicadores. San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (eds). 133 p.
- Flora, C.** (2001). Interactions between agroecosystems and rural communities. Book Series Advances. In Agroecology. Boca Raton: CRC Press. 273 p.
- Flores, C., & Sarandón, S.** (2006). Desarrollo de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas a escala regional. Brasileria de Agroecología, 1 (1): 353-356.
- Frausto, O., Rojas, J., & Santos, X.** (2006). Indicadores de Desarrollo Sostenible a Nivel Regional y Local: Análisis de Galicia, España, y Cozumel, México. En: Guevara, R (eds). Estudios multidisciplinares en turismo (pp. 175-197). México: SECTUR.
- Gliessman, S.** (1998). Agroecology: ecological processes in sustainable agricultura. Michigan: Ann Arbor Press.
- Gliessman, S.** (2001). Agroecosystem sustainability: developing practical strategies (eds). Book Series Advances In Agroecology. Boca Raton : CRC Press.
- Gliessman, S., Guadarrama-Zugast, C., Mendez, E., Trujillo, L., Bacon, C., & Cohen, R.** (2006) Agroecología: un enfoque sustentable de la agricultura ecológica. ¿Qué es la agroecología? Recuperado de <http://doctoradoagroecoudea.files.wordpress.com/2013/03/gliessman-que-es-agroeco-1.pdf>
- Gómez, A., Sweye, D., Syers, J., & Coughlan, K.** (1996). Measuring sustainability of agricultural Systems at the farm level. Methods for assessing soil quality. Soil Science Society of America. Special Publication, 49, 401-410.
- Hartmuth, G.** (1998). Ansätze und konzept einer umweltbezogenen gesellschaftlichen Monitoring. En L. Kruse-Graumann, G. Hartmuth y K. Erdmann (eds.), Ziele, Möglichkeiten und Probleme eines gesellschaftlichen Monitorings, MAB-Mitteilungen, 42, 9-33.

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM].** (2011). Monitoreo y seguimiento al fenómeno de la deforestación en Colombia,” Programa de Monitoreo de deforestación del IDEAM. Recuperado de <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=1901>
- Loaiza, W., Reyes, A., & Carvajal, Y.** (2012). Aplicación del Índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico en la Agricultura (ISRHA) para definir estrategias tecnológicas sostenibles en la microcuenca Centella. *Ingeniería y Desarrollo*, 3 (2), 160-181.
- Masera, O., Astier, M. & López-Ridaura, S.** (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. México: Mundiprensa.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU].** (1996). Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies. Nueva York: ONU.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE].** (1976). Measuring Social Well-Being: A Progress Report on the Development of Social Indicators. París: OCDE.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE].** (1993). Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment. Environment Monographs, 83.
- Paredo, S., & Barrera, C.** (2005). La monoculturización del espacio natural y sus consecuencias socioculturales en una comunidad indígena rural del sur de Chile. *Antropología Experimental*, 5, 1-10.
- Pavón, J.** (2003). La sostenibilidad de la producción agroecológica. Estudio realizado en predios de Toacazo y Pimampiro, Ecuador (Msc tesis). Tamuco: Universidad Técnica de Ambato. 82-84 p.
- Reyes, A.** (2008). Metodología para la integración social del conocimiento en el marco de las buenas prácticas agrícolas del sector hortifrutícola en cinco municipios del valle del Cauca (Msc tesis). Cali: Universidad del Valle. 45 p.
- Reyes, A., Barroso, F., & Carvajal, Y.** (2010). Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas. Cali: Universidad del Valle. 1-90.
- Rodríguez, D. & Duque, A.** (2007). Los sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* L.): formas ingeniosas del patrimonio natural y cultural. En C. Saldarriaga (eds), Memorias foro regional “Estado actual y perspectivas de la gestión cultural ambiental en el marco del ordenamiento sostenible del territorio”. (En prensa).
- Rodríguez, D., Duque, A. & Carranza, J.** (2008). El enfoque agroecosistémico como herramienta de análisis patrimonial en paisajes culturales. El caso del paisaje cultural cafetero de Colombia. I SEMINARIO DE PATRIMONIO AGROINDUSTRIAL Paisajes Culturales del Vino, el Pan, el Azúcar y el Café. 13 al 15 de Mayo 2008 - Mendoza, Argentina. 10p.
- Rosset, P. M.** (2000). La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. *Clades*, 11/12, 2-12.
- Ruiz, R. O.** (2006). Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplina. *Intercencia*, 31 (2), 140-145.
- Sarandón, S.** (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Sarandón,



S.J. Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Buenos Aires: Científicas Argentinas. 393-414.

**Sepúlveda, S.** (2008). Biograma: Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA. 49 p

**Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología [SOCLA].** (1999). Alternativas a la agricultura moderna convencional para enfrentar las necesidades de alimentos en el próximo Siglo. Informe de la Conferencia sobre agricultura sostenible: Evaluación de nuevos paradigmas y modelos tradicionales de producción. Bellagio, Italia. Recuperado de <http://www.agroeco.org/socla/2.html>.

**Spiaggi, E. & Ottmann, G.** (2010). Evaluación agroecológica mediante la utilización de indicadores de sustentabilidad de cinco establecimientos productivos de la provincia de santa fe, argentina. Ponencia presentada

al VIII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural, Porto Galinhas 2010.

**Toledo, V., Alarcón, P. & Barón, L.** (1999). Estudiar lo rural desde la perspectiva interdisciplinaria: una aproximación al caso de México. Estudios agrarios, 12, 55-90.

**UNESCO World Heritage Centre.** (2005). Operational guide lines for the implementation of the world heritage convention. Directrices prácticas para la aplicación de la Convención de Patrimonio Mundial. Recuperado de <http://whc.unesco.org/en/guidelines>

**Vera, J. & Ivars, J.** (2001). Una propuesta de indicadores para la planificación y gestión del turismo sustentable, V Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid, España. En Frausto, O., Rojas, J., & Santos, X. (2006). Indicadores de Desarrollo Sostenible a Nivel Regional y Local: Análisis de Galicia, España, y Cozumel, México. Estudios multidisciplinares en turismo. SECTUR. 175-201.