

# Aplicación de la metodología MESMIS para la evaluación de sustentabilidad en sistemas de producción campesina en Sumapaz, Cundinamarca

MESMIS methodology Application for the evaluation of sustainability in farmers production systems in Sumapaz, Cundinamarca

Nelson E. Fonseca-Carreño<sup>1</sup> , Carlos A. Narváez-Benavides<sup>1\*</sup> 

Cómo citar este artículo: Fonseca-Carreño N. E., y Narvaez-Benavidez, C. A. (2020). Aplicación de la metodología MESMIS para la evaluación de sustentabilidad en sistemas de producción campesina en Sumapaz, Cundinamarca. *Revista Ciencias Agropecuarias*, 6(2) 31- 47. DOI: 10.36436/24223484.318

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia).

\* Autor de correspondencia: nefonseca@ucundinamarca.edu.co

## Resumen

En este estudio se valoraron indicadores de sustentabilidad en cinco Sistemas de Producción Campesina (SPC) de la provincia del Sumapaz, a través del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) compuesto por las variables: productividad, equidad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad y autodependencia evaluados durante las prácticas agropecuarias en la producción primaria. Nuestra metodología fue participativa mediante procesos de observación, entrevistas y encuesta semiestructurada, de carácter probabilístico estratificado a través del conocimiento de la familia rural, en los cuales se identificaron las prácticas productivas y los indicadores de medición. Los resultados evidencian la interrelación de los SPC que permiten la caracterización de aspectos

**Palabras clave:** adaptación, agroecología, cambio climático, disponibilidad del agua, seguridad alimentaria.

**Keywords:** *Adaptation, Agroecology, Climate change, Food security, Water availability.*

socioeconómicos, biofísicos, componentes bióticos, de tecnología y manejo. Con base en veinte indicadores de medición, se interpreta la dinámica productiva y económica de los SPC; se obtuvieron resultados con puntajes de 64 a 70 puntos de 100 posibles, lo que establece que los SPC son “medianamente sustentables”. Se concluye que los SPC están conformados por varios componentes o subsistemas que interactúan entre sí y cumplen funciones de producción y reproducción, lo que permite a la familia campesina trabajar con escasos recursos económicos y mano de obra familiar, lo cual reduce costes y aumenta beneficios. De esta manera, se sostiene la productividad agropecuaria en el mediano y largo plazo y depende de recursos de suelo, agua y biodiversidad que se deben conservar o regenerar sosteniblemente.

## Abstract

In this study, we assessed sustainability indicators in five Rural Production Systems (RPS) through the Framework for the Evaluation of Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (FEMSISI), composed by the variables: productivity, equity, stability, resilience, reliability, adaptability, and self-reliance through agricultural practices in primary production. Our methodology was participatory including observations, interviews and a semi-structured survey classified as stratified probabilistic mode that compile the knowledge of rural family, production practices and quantitative indicators. Our results showed that interrelationship between RPS and their socioeconomic and biophysical features, biotic components, technology and management. Based on 20 measurement indicators, the productive and economic dynamics of RPS are interpreted. Results were obtained with scores of 64 to 70 points out of 100 possible, which establishes that RPS are “moderately sustainable”. It is concluded that RPS are made up of several components or subsystems that interact with each other and fulfill production and reproduction functions, allowing the peasant family to work with scarce economic resources and family labor, which reduces costs and increases benefits. In conclusion, the agricultural productivity might be threatened in the medium and long term due to resources availability including soil, water and biodiversity which need to be conserved and/or regenerated sustainably.

## Introducción

En el mundo los sistemas productivos agropecuarios ejecutan prácticas destructivas que afectan y alteran los ecosistemas, como principal causa del detrimento ambiental <sup>(1)</sup>. A estos efectos negativos ambientales, se suman los aportados por la “revolución verde” como modelo productivo dominante, el cual ha generado una degradación de prácticas productivas y pérdida irremediable de la biodiversidad, integrando el uso de tecnologías y semillas modificadas orientadas a optimizar la productividad y el rendimiento agrícola en aras del beneficio económico agrícola y la intervención humana en los ecosistemas <sup>(2)</sup>. En tal sentido, se critica dicha intervención, al considerar que no se evaluaron los efectos económicos, sociales y ambientales que soportaría el excesivo uso de insumos agroquímicos en la producción primaria, ni se razonó sobre la importancia de salvaguardar la biodiversidad de cada región; los autores mencionan que los sistemas agrícolas con modelos de revolución verde poseen una serie de prácticas que tienen efectos negativos en la agricultura que incluyen una dependencia de tecnología, materia prima e insumos externos <sup>(3)</sup>. Además, los agroecosistemas siguen deteriorándose a través de las prácticas convencionales propias de la revolución verde, que causan un deterioro del capital natural en nombre de la producción.

Sin embargo, a pesar de las consecuencias de la revolución verde, los sistemas de producción campesina (SPC), conformados por componentes o subsistemas que interactúan entre sí y cumplen funciones de producción y reproducción, han preservado prácticas ancestrales y culturales con modelos agroecológicos adaptados al medio y mantienen una alta diversidad de cultivos y baja dependencia de insumos externos, lo que permite a la familia campesina trabajar con escasos

recursos económicos y mano de obra familiar, lo cual reduce costes y aumenta beneficios <sup>(4)</sup>. De ahí que se señala que dichos modelos permiten concebir una producción sustentable gracias a la disminución de los llamados “paquetes tecnológicos” (insumos agroquímicos y material genético) para establecer un cultivo y la incorporación de prácticas agroecológicas y ecoagrícolas, tecnologías apropiadas al territorio y fuentes renovables de energía que tienen efectos en la preservación de la biodiversidad <sup>(5,6)</sup>.

En efecto, se funda la necesidad de adoptar un modelo de sustentabilidad, sin disipar los beneficios de las prácticas tradicionales de los sistemas agrícolas, los cuales generan una serie de procesos productivos primarios que protegen la biodiversidad. Por tanto, se contrasta la información recolectada por medio de los diferentes instrumentos de captura con los cuales los campesinos identifican los puntos críticos del sistema (actividades o procesos que ponen en peligro o que refuerzan la productividad de los SPC) —según su modo de percibir y entender su entorno— para establecer la relación de los ecosistemas, las prácticas agroecológicas y los beneficios que se producen a partir de la identificación y medición de indicadores de sustentabilidad <sup>(7)</sup>.

De ahí que la sustentabilidad es entendida como un término en constante evolución con un origen tan antiguo que ha generado que varios autores rediseñen su concepto de acuerdo con las necesidades del entorno y a los cambios que estos tengan, ya que mide la relación entre los subsistemas familiares, agrícolas, pecuarios y agroforestales, manteniendo, al mismo tiempo, la estructura, las funciones y la diversidad de los sistemas que sustentan la vida <sup>(6)</sup>. En ese sentido, la sustentabilidad está en un proceso de evolución que requiere cambios constantes

en su definición de forma tal que se adapte a los entornos o las épocas desde las cuales se analiza <sup>(7)</sup>. Por lo tanto, el estudio pretende valorar los SPC de la provincia del Sumapaz a través del MESMIS “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad”, para determinar los beneficios recibidos y percibidos de los campesinos a través de las prácticas agropecuarias.

## Materiales y métodos

### Ubicación geográfica

La investigación se desarrolló en la provincia del Sumapaz, la cual se encuentra ubicada al suroccidente del departamento de Cundinamarca y está conformada por los municipios de Arbeláez, Cabrera, Granada, Pandi, Pasca, San Bernardo, Sylvania, Tibacuy, Venecia y Fusagasugá como su capital <sup>(8)</sup>. Todos los municipios forman parte de la cuenca hidrográfica del río Sumapaz, que nace en el páramo de Sumapaz. Se encuentra a 4° 20' 14" latitud norte y 74° 21' 52" longitud oeste, con precipitaciones medias anuales de 916 mm, altitud de 1000 a 3800 m, temperatura media de 19 °C, una superficie de 1670 km<sup>2</sup>, una población de 185 453 habitantes y una densidad de 111,05 hab/km<sup>2</sup> <sup>(7)</sup>.

### Selección de la muestra

La metodología empleada fue participativa, de carácter probabilístico estratificado a través del conocimiento de la familia rural, en la cual se identificaron las prácticas productivas desde los subsistemas familiar, agrícola, pecuario y agroforestal, así como los beneficios recibidos y percibidos de los campesinos. Se estudiaron veinte fincas y se priorizaron cinco, según los criterios: participación de género, tamaño de las

fincas, inventario de ganado bovino y especies menores, producción agrícola permanente, acceso a fuentes de agua, accesibilidad y vías de comunicación <sup>(7)</sup>.

### Procedimientos y métodos de captura de información

Se capturó información a través de métodos participativos como procesos de observación, entrevistas <sup>(9)</sup> y una encuesta semiestructurada, a partir de los componentes: a) familiar (integrantes, escolaridad, rol); b) finca (tamaño, tendencia de tierra, permanencia, instalaciones sanitarias, suministro de electricidad, fuentes de combustible); c) área sembrada; d) comportamiento del volumen de producción; e) conducta de los ingresos agropecuarios; f) componente agrícola (manejo agrícola y de suelos, prácticas culturales, manejo y disposición de residuos); g) componente forestal (usos y beneficios, inventario forestal y de especies endémicas de fauna y flora); h) componente hídrico; i) componente pecuario <sup>(7)</sup>.

### Atributos para la evaluación de los SPC a través del MESMIS

Los atributos utilizados se basan en las características de sustentabilidad de los sistemas productivos (Figura 1), los cuales son: a) **Productividad**: capacidad del sistema productivo para mantener a la familia residente mediante el abastecimiento de bienes y servicio necesarios; b) **Equidad**: capacidad de distribuir responsabilidades y beneficios entre los miembros, así como la participación de estos en la toma de decisiones referentes al sistema productivo; c) **Estabilidad**: capacidad del sistema productivo para continuar en funcionamiento durante un largo tiempo al someterse a condiciones climáticas, económicas, de mercado,

tecnológicas y mano de obra; d) **Resiliencia:** capacidad de origen del sistema productivo que le permite estar en equilibrio, después de haber estado expuesto a perturbaciones causadas por aspectos como el clima y el cambio en el mercado; e) **Confiability:** la capacidad de autorregulación del sistema productivo, es decir, que la probabilidad de modificación ante perturbaciones del ambiente sea mínima; f)

**Adaptabilidad:** capacidad del sistema productivo para realizar ajustes internos, posterior a afectaciones y alteraciones; g) **Autodependencia:** capacidad del sistema productivo para abastecerse en gran parte de los insumos, procesos y recursos, de tal manera que pueda llevar a cabo una estructura adecuada, así como un funcionamiento eficiente <sup>(10)</sup>.

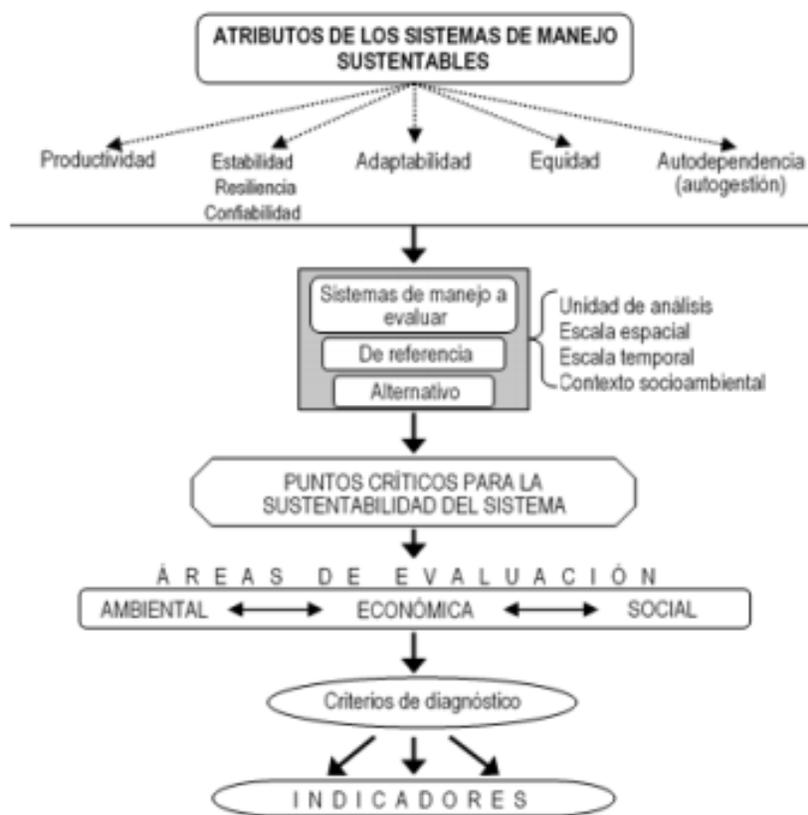


Figura 1. Atributos y dimensiones de evaluación MESMIS.

Fuente: <sup>(11)</sup>.

### Determinación de los puntos críticos e indicadores de sustentabilidad

El ejercicio participativo permite conocer las condiciones de los SPC, desde la perspectiva socioeconómica y biofísica para determinar los puntos críticos. Se utilizó el diagnóstico FODA

(Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para identificar, analizar y visualizar la situación actual de la familia rural campesina <sup>(12)</sup>. Con esta información se detectaron los puntos críticos que fueron enmarcados en cada categoría de análisis (atributos y dimensiones).

## MESMIS para la evaluación de sustentabilidad

El MESMIS se desarrolla en seis pasos secuenciales, en los cuales se determina el sistema objeto de estudio, se analizan las fortalezas y oportunidades, se seleccionan los criterios de diagnóstico e indicadores estratégicos, se evalúan y monitorean los indicadores y, así mismo, se integran los resultados en las dimensiones económicas, sociales y ambientales y, finalmente, se generan conclusiones y recomendaciones (7).

Para la validación de indicadores de sustentabilidad se utiliza el coeficiente alfa de Cronbach como índice de consistencia interna, el cual toma valores entre 0 y 1, y comprueba si los instrumentos por evaluar contienen datos o información inválida que afecte los resultados o, por el contrario, son confiables y las mediciones son consistentes; por tanto, alfa ( es un coeficiente de correlación que mide la uniformidad de preguntas: cuanto más se aproxime a 1, mayor confiabilidad tendrá. Se considera que valores por encima de 0,80 son confiables (13).

Los indicadores para seleccionar pueden tener varias unidades de medida (valores cualitativos o cuantitativos), que no permiten una comparación. Se construye una escala de valor que representa el peso de cada indicador en proporción a la realidad anhelada, y la suma total de los indicadores es equivalente al 100 %. Por tanto, cada indicador estará conformado por un conjunto de variables con situaciones propias según el criterio. Los cuales se pueden indagar a través de:

- Preguntas de frecuencia (determina la duración o el período de un indicador, con categóricos procesos productivos); la escala de calificación será de 0 a 5, y es 5 la mejor situación.
- Preguntas marca-puntaje (con múltiples opciones de respuesta), en las cuales el mejor escenario estará determinado por el mayor número de respuestas elegidas. La ponderación está dada por la ecuación, en la que:

$$P_{preg} = \left[ \frac{Fv}{n} \right] * 5$$

$P_{preg}$  = puntaje obtenido de una pregunta determinada;  
 $F_v$  = número de variables consideradas por un indicador;  $n$  = número total de variables que hacen parte de un indicador;  
 \*5 = escala de calificación.

Los resultados se agrupan a través de los indicadores propuestos en los atributos mencionados, mediante una escala de valorización. Las mediciones se establecen con rangos de 1, valor mínimo y 5 valor máximo de la evaluación (7). Haciendo uso de la escala tipo Likert, se pretende evaluar el cumplimiento de indicadores que apunten a percibir el grado de sustentabilidad. La ponderación de indicadores se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1. Escala Likert para ponderación de indicadores de sustentabilidad**

| Porcentaje de cumplimiento | Grado | Eficiencia del sistema | Definición               |
|----------------------------|-------|------------------------|--------------------------|
| Valores de 71 a 100 %      | 5     | Estable                | Sustentable              |
| Valores de 31 a 70 %       | 3     | Sensible               | Medianamente sustentable |
| Valores de 0 a 30 %        | 1     | En peligro             | No sustentable           |

Fuente: (7).

## Resultados

### Descripción de los sistemas de producción

Los SPC interrelacionan por medio de flujos las entradas y salidas de cada subsistema, que proporcionan bienestar al núcleo familiar, en las actividades: a) agrícolas (hortalizas para consumo, plantas de vivero para el mercado y residuos de cosecha para el subsistema pecuario); b) pecuario (carne, leche y huevos

para el consumo, leche, huevos y ganado en pie para el mercado y abonos orgánicos para el subsistema agrícola); c) agroforestal (madera para construcciones, cercas y combustible y forraje para el subsistema pecuario), además, flujo de dinero por medio de venta al mercado y trabajos no agropecuarios realizados por la familia que trabajan dentro y fuera de finca. Igualmente, se caracterizaron los SPC a través de aspectos biofísicos, socioeconómicos, componentes bióticos, tecnología y manejo, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2. Caracterización de los SPC**

|            | Características    | Asocrecer      | Asoproapas       | El huerto      | Aduc           | Agromilko      |
|------------|--------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|
| Biofísicas | altura             | 2560 m         | 2180 m           | 2450 m         | 1650 m         | 2300 m         |
|            | precipitación      | 1200 mm        | 873 mm           | 873 mm         | 916            | 873 mm         |
|            | pendiente agrícola | 20 - 35 %      | 30 - 40 %        | 20 - 30 %      | 25 - 30 %      | 20 - 30 %      |
|            | pendiente pecuaria | 35 - 45 %      | 30 - 40 %        | 20 - 30 %      | 25 - 30 %      | 20 - 30 %      |
|            | tipo de suelo      | franco arenoso | franco arcilloso | franco arenoso | franco arenoso | franco arenoso |

|                     | Características          | Asocrecer                                  | Asoproapas                                 | El huerto                                  | Aduc                                       | Agromilko                                  |
|---------------------|--------------------------|--|--|--|--|--|
| Componente biótico  | producción               | agropecuaria                               | agropecuaria                               | agropecuaria                               | agropecuaria                               | agropecuaria                               |
|                     | cultivo de interés       | papa, tomate,                              | papa, cebolla,                             | hortalizas                                 | hortalizas                                 | hortalizas                                 |
|                     | especies forestales      | 8  | 7  | 5  | 5  | 5  |
|                     | tipo de bosque           | nativo, reforestación                      |
| Socioeconómico      | área finca               | 7,0 ha                                     | 1,7 ha                                     | 2,5 ha                                     | 3,5 ha                                     | 1,7 ha                                     |
|                     | integrantes              | 4  | 6  | 3  | 4  | 5  |
|                     | mano de obra familiar    | 90 %                                       | 75 %                                       | 100 %                                      | 100 %                                      | 100 %                                      |
|                     | tenencia tierra          | propia                                     | aparcería                                  | propia                                     | propia                                     | propia                                     |
|                     | destino de la producción | 100 % plazas de mercado                    | 50 % plazas y 50 % intermediario           | 70 % cliente final, 30 % plazas mercadeo   | 30 % cliente final, 70 % plazas de mercado | 50 % cliente final, 50 % plazas de mercado |
|                     | seguridad alimentaria    | 30 % excedentes de producción para consumo | 20 % excedentes de producción para consumo | 22 % excedentes de producción para consumo | 22 % excedentes de producción para consumo | 10 % excedentes de producción para consumo |
| Tecnología y manejo | arreglos productivos     | franjas, relevo, intercalado               | relevo, franjas                            | franjas, relevo, barreras vivas            | franjas, relevo, intercalado               | relevo, franjas                            |
|                     | preparación del suelo    | herramientas convencionales                | herramientas convencionales                | herramientas conservacionistas             | herramientas conservacionistas             | herramientas convencionales                |
|                     | tipo de tracción         | tracción mecánica, tracción animal         | tracción animal                            | tracción mecánica, tracción animal         | tracción mecánica, tracción animal         | tracción mecánica, tracción animal         |
|                     | uso de abonos orgánicos  | abonos orgánicos, fertilización química    | abonos orgánicos, fertilización química    | abonos orgánicos, biofertilizantes,        | abonos orgánicos, biofertilizantes,        | abonos orgánicos, biofertilizantes,        |
|                     | control de plagas        | manejo químico, control cultural           |

A partir de la determinación de los puntos críticos, se definieron criterios de diagnóstico e indicadores para evaluación, a partir de los siete atributos de MESMIS, con base en las dimensiones de la sustentabilidad (económica, social y ambiental). Este proceso garantiza una relación coherente entre los indicadores y los atributos generales, diseñados para un sistema de manejo concreto, en un lugar y tiempo

determinados, con un entorno específico. La Tabla 3 ilustra los indicadores de medición para evaluar la sustentabilidad de los SPC. Cada uno de los siete atributos de sustentabilidad está compuesto por una serie de indicadores y métodos de medición; la calificación de la escala establecida {5}, {3}, {1} representa el desempeño del indicador.

**Tabla 3. Atributos e indicadores de medición**

| Atributos                               | Indicadores                                | Método de medición                            | Escala   |
|---|--|---|--|
| PRODUCTIVIDAD                           | Producción por ha de cultivos              | kg/ha agrícola                                | {5} ≥ promedio nacional<br>{3} ≥ promedio departamental<br>{1} ≥ promedio regional |
|   | Carga por ha sistema ganadero              | Unidades de gran ganado (UGG)/ha              | {5} ≥ 2<br>{3} ≥ 1<br>{1} ≤ 1  |
|   | Rentabilidad                               | Utilidad/Ventas*100                           | {5} ≥ 6 %<br>{3} ≥ 5 %<br>{1} ≤ 4 %  |
| ESTABILIDAD, RESILIENCIA, CONFIABILIDAD | Educación formal y no formal de la familia | Existencia de centros educativos en la vereda | {5} ≥ 5<br>{3} ≥ 3<br>{1} ≤ 1  |
|   | Medidas de conservación de suelos          | % área con prácticas agroecológicas           | {5} ≥ 80 %<br>{3} ≥ 50 %<br>{1} ≤ 49 %   |
|   | Evolución de malezas problema              | % de potreros invadidos por gramilla          | {5} ≤ 10 %<br>{3} ≥ 20 %<br>{1} ≥ 50 %   |
|   | Grado de cobertura del suelo               | % de predio con suelo cubierto por año        | {5} ≥ 80 %<br>{3} ≥ 50 %<br>{1} ≤ 49 %   |
|   | Calidad del agua                           | Grado de potabilidad del agua                 | {5} ≥ 80 %<br>{3} ≥ 50 %<br>{1} ≤ 49 %   |
|   | Prácticas manejo de residuos               | % de envases que se reciclan                  | {5} ≥ 80 %<br>{3} ≥ 50 %<br>{1} ≤ 49 %   |

| Atributos     | Indicadores                               | Método de medición   | Escala   |
|---------------|---|--|--|
| EQUIDAD       | Toma de decisiones conjuntas              | Participación en la toma de decisiones grupales                  | {5} Núcleo familiar<br>{3} Esposos/ pareja<br>{1} Administrador                                    |
| ADAPTABILIDAD | Distribución del ingreso                  | Concentración de ingreso según rubros                            | {5} ≥ 3 rubros<br>{3} ≥ 2 rubros<br>{1} ≤ 1 rubro  |
|               | Integración vertical                      | Asociación eslabones cadena productiva                           | {5} ≥ 5 eslabones<br>{3} ≥ 3 eslabones<br>{1} ≤ 1 eslabón  |
|               | Presencia y acceso al mercado             | Grado de control sobre los precios de los productos              | {5} Fijan precios con convenios<br>{3} Posibilidad de negociación<br>{1} A través oferta y demanda |
|               | Disponibilidad mano de obra calificada    | Requerimientos mano de obra en labores de finca / agroecosistema | {5} Mano de obra familiar + jornal + minga<br>{3} Familiar + jornal<br>{1} Mano de obra jornal     |
|               | Diversidad animal presente                | Composición ganadera (inventario)                                | {5} Especies mayores y menores<br>{3} Especies menores<br>{1} Sin inventario animal                |
|               | Diversidad vegetal cultivada              | Composición agrícola   | {5} Cultivos permanentes + transitorios<br>{3} Cultivos transitorios<br>{1} Monocultivo            |
| AUTOGESTIÓN   | Capacidad financiera                      | Capital de giro  | {5} Capital propio<br>{3} Capital familiar + propio<br>{1} Entidades financieras                   |
|               | Autoabastecimiento                        | Autoabastecimiento de semillas e insumos                         | {5} De finca<br>{3} De finca y casa comercial<br>{1} Casa comercial                                |
|               | Pertenencia a grupos y redes locales      | Número de grupos asociativos que integra                         | {5} ≥ 5<br>{3} ≥ 3<br>{1} ≤ 1  |
|               | Participación actividades de capacitación | Capacitación recibida año/persona                                | {5} ≥ 5<br>{3} ≥ 3<br>{1} ≤ 1  |

Fuente: elaboración propia a partir (7).

## Presentación e integración de resultados

Los resultados se presentan en la Tabla 4, la cual contiene la puntuación respectiva según el indicador. El grado máximo de sustentabilidad se obtiene cuando todos los indicadores adquieren un valor igual a cinco. Se puede observar que los SPC independiente del municipio de origen, su desempeño general en la medición de indicadores fue calificado con tres, posiblemente por la avanzada edad de los campesinos, plantaciones y semovientes sobreexplotados, reducción en la disponibilidad de mano de obra en su entorno,

sobrecosto de insumos, fraccionamiento de tierra y crecimiento demográfico.

No obstante, los indicadores rentabilidad (relación de los beneficios que suministra la producción agropecuaria con la inversión realizada); distribución del ingreso (los SPC emplean los ingresos para educación, vivienda, salud, mantenimiento de finca y seguridad alimentaria) y la participación en actividades de capacitación (utilizadas para tecnificación de finca, asociatividad, comercialización, fortalecimiento productivo), fueron calificados con puntuaciones  $\geq 3$  y  $\leq 5$ .

**Tabla 4. Resultados indicadores de sustentabilidad en los SPC en Sumapaz, Cundinamarca**

| Atributo                                      | Indicador                         | SPC       |            |           |      |           |
|---|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|------|-----------|
|   |                                   | Asocrecer | Asoproapas | El huerto | Aduc | Agromilko |
| PRODUCTIVIDAD                                 | Producción por ha de cultivos     | 3         | 5          | 3         | 5    | 3         |
|   | Carga por ha sistema ganadero     | 3         | 5          | 3         | 5    | 3         |
|   | Rentabilidad                      | 5         | 5          | 3         | 5    | 3         |
| ESTABILIDAD,<br>RESILIENCIA,<br>CONFIABILIDAD | Educación formal y no formal      | 3         | 3          | 5         | 3    | 5         |
|   | Medidas de conservación de suelos | 3         | 5          | 3         | 3    | 3         |
|   | Evolución de malezas              | 3         | 5          | 3         | 3    | 3         |
|   | Grado de cobertura del suelo      | 3         | 3          | 3         | 3    | 3         |
|   | Calidad del agua                  | 3         | 3          | 3         | 3    | 3         |
|   | Prácticas manejo de residuos      | 3         | 3          | 3         | 3    | 3         |
| EQUIDAD                                       | Toma de decisiones conjuntas      | 5         | 3          | 5         | 3    | 5         |
| ADAPTABILIDAD                                 | Distribución del ingreso          | 5         | 5          | 5         | 3    | 3         |
|   | Integración vertical              | 1         | 1          | 1         | 3    | 3         |
|   | Presencia y acceso al mercado     | 3         | 3          | 3         | 3    | 3         |
|   | Disponibilidad mano de obra       | 3         | 3          | 3         | 3    | 3         |
|   | Diversidad animal presente        | 3         | 3          | 3         | 3    | 1         |
|   | Diversidad vegetal cultivada      | 3         | 3          | 5         | 3    | 3         |

| Atributo    | Indicador                                 | SPC       |            |           |      |           |
|-------------|---|-----------|------------|-----------|------|-----------|
|             |   | Asocrecer | Asoproapas | El huerto | Aduc | Agromilko |
| AUTOGESTIÓN | Capacidad financiera                      | 3         | 3          | 3         | 3    | 3         |
|             | Autoabastecimiento                        | 1         | 3          | 5         | 3    | 3         |
|             | Pertenencia a grupos locales              | 3         | 1          | 3         | 1    | 3         |
|             | Participación actividades de capacitación | 5         | 5          | 5         | 5    | 5         |
|             | PUNTAJE TOTAL                             | 64        | 70         | 70        | 66   | 64        |

Con base en los indicadores de medición, se interpreta la dinámica productiva y económica de los SPC. En la Tabla 4, se aprecia la evaluación de indicadores en la cual se obtuvieron resultados con puntajes de 64 a 70 puntos de 100 posibles; es decir, que los SPC son “medianamente sustentables”. Los resultados indican la importancia del análisis y estudio de los SPC, a partir de la identificación de indicadores de sustentabilidad <sup>(6)</sup>, que permitan indagar las principales falencias que afectan negativamente la agricultura, según la carencia de cada territorio, para satisfacer las necesidades presentes sin perturbar las posibilidades futuras y así fortalecer la economía del sector primario a través de una producción agroecológica, con efectos positivos para la familia rural, con precios justos y razonables, tanto en la compra como la venta <sup>(13)</sup>.

## Discusión

Con relación a los resultados de la investigación, el 100 % de los SPC fueron evaluados como “medianamente sustentables”; posiblemente, se deba a la tenencia de tierra, prácticas agropecuarias instauradas, saberes culturales y área de terreno establecido para la producción agropecuaria. Según estudios <sup>(6)</sup>, está comprobada

la precisión de los indicadores seleccionados y medidos por los propios agricultores. En este sentido, se sostiene que la producción campesina opera con pocos recursos de tierra, mano de obra, capital e información <sup>(16)</sup>.

En cuanto a los indicadores que determinan la sustentabilidad de los SPC, se menciona que existen una serie de cualidades ecológicas, ambientales y culturales que contribuyen a una producción sustentable <sup>(14)</sup>, por esto, se evaluaron los atributos del MESMIS como la productividad, en la cual la provincia del Sumapaz establece una producción agropecuaria diversificada en hortícola y frutícola como arveja, papa, fríjol, tomate de árbol y mora de castilla, cultivos representativos con producción superiores al promedio nacional <sup>(6)</sup>; de ahí que, los sistemas agrícolas representan uno de los sectores que más incidencia tiene en el PIB de un país, especialmente el caso de Sumapaz, donde el sector agropecuario es punta de lanza para la economía regional <sup>(6)</sup>. Por tanto, la agricultura se posiciona como una de las actividades más atractivas financieramente, dada su participación en la generación de recursos en todas sus dimensiones (ambientales, económicas y sociales) <sup>(13)</sup>.

En los atributos estabilidad, resiliencia y confiabilidad, los SPC adoptan mecanismos de contingencia que garantizan un flujo permanente de oferta y demanda de productos y servicios en cada subsistema. Dicha adaptación e implementación de prácticas agropecuarias se retribuye en la mejora de los procesos productivos, aumentando la cantidad, calidad y frecuencia de sus productos, lo cual genera un aumento de ingresos, adecuación de infraestructura, compra de tecnología, materia prima e insumos agropecuarios entre otros, además, de brindar bienestar a los asociados y núcleos familiares<sup>(16)</sup>.

La percepción de los campesinos indica la presencia de conflictos, los cuales están asociados a épocas de sequía e insuficiencia hídrica, que restringe la producción agropecuaria y sitúa en riesgo la permanencia de los SPC. Dichos riesgos se relacionan con acontecimientos adversos generados por fuertes precipitaciones que provocan derrumbes y dificultan el transporte y la comercialización de los productos agropecuarios<sup>(10)</sup>. De igual manera, los efectos antrópicos causados por la ampliación de la frontera agrícola, que ocasionan erosión y deforestación en zonas de ladera, cerros y relictos de bosque <sup>(17)</sup>.

En el atributo equidad, los integrantes de cada SPC realizan toma de decisiones conjuntas, se expresa la vinculación de la familia rural a organizaciones comunitarias, en las cuales el 100 % de los SPC pertenece a juntas de acción comunal y asociaciones sin ánimo de lucro. Por esto, se forjan uniones temporales de la comunidad para procesos agropecuarios internos y externos en la finca, se mantienen lazos de unión y se favorece la participación de los agricultores en varios sucesos culturales, que generan resiliencia mediante la incorporación de prácticas y saberes ancestrales en el

conocimiento geográfico de la zona, limitaciones y potencialidades <sup>(18)</sup>.

En el atributo adaptabilidad, el 100 % de los SPC distribuye los ingresos para mejoramiento de infraestructura, optimización de capital (materia prima, insumos, infraestructura), adquisición de tecnología y nuevas especies vegetales y animales, las cuales producen y comercializan en los grupos asociativos de trabajo con presencia en mercados regionales y nacionales; dichos productos agropecuarios tienen como finalidad la venta de los excedentes para salvaguardar su estabilidad socioeconómica <sup>(15)</sup>, lo cual minimiza el abastecimiento de alimentos externos y empleo por jornal, haciendo a estos sistemas productivos menos vulnerables<sup>(6)</sup>.

Así mismo, se evidencia una diversificación de los sistemas de producción agrícola, al pasar de monocultivos a cultivos asociados, en los cuales se observan estrategias para el manejo y uso del suelo como la labranza mínima y las prácticas de incorporación de materia orgánica, a través de la implementación de policultivos, sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles, presentando así un cambio sustancial en transición de nuevas variedades de cultivos, fechas de siembra y diversificación de la producción<sup>(20)</sup>.

En cuanto a la producción pecuaria, Sumapaz presenta un inventario de ganadería bovina de carne, leche y doble propósito, ganadería porcícola, avicultura de postura y engorde; sin embargo, la ganadería tradicional está ligada a la producción intensiva, que genera un manejo inadecuado y ocasiona degradación en las praderas, compactación del suelo y contaminación de fuentes hídricas, lo cual refuerza la necesidad de evaluar la eficiencia de los sistemas de producción agropecuarios en relación con la sustentabilidad <sup>(19)</sup>. No obstante, el subsistema pecuario manejado en óptimas

condiciones permite el aprovechamiento de la energía y la materia orgánica, ya que los abonos y residuos producidos por la carga animal se transfieren a praderas y cultivos <sup>(21)</sup>.

Finalmente, el atributo autogestión, en el cual el 100 % de los SPC participa con diferentes instituciones como el Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), la Universidad de Cundinamarca, las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), la Asociación de Productores Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol) y los comités de cafeteros. Estas instituciones realizan apoyo a los productores locales con asistencia técnica y formación complementaria en actividades de producción y transformación <sup>(13)</sup>, las cuales mejoran las condiciones de vida de la familia rural <sup>(6)</sup>.

## Conclusiones

Los SPC del Sumapaz se caracterizan por conservar prácticas culturales adaptadas al medio, alta diversidad de cultivos y baja dependencia de insumos externos; el estudio evidencia que, con sus modos de vida tradicional y saberes culturales, la influencia externa de tecnología, cambios socioculturales, políticas regionales y nacionales desfavorables, y la falta de acceso al mercado, generan una alta dependencia externa de productos o servicios y trae consigo consecuencias ecológicas, económicas y sociales. Estas prácticas culturales desaparecen y con estas la diversidad de cultivos, especies, semillas, conocimiento y saberes culturales.

En este sentido, la investigación evaluó la sustentabilidad de los SPC de la región del Sumapaz en Cundinamarca y su impacto económico, social y productivo, identificando

factores claves que les permiten utilizar la eficiencia de cada sistema de producción como herramienta para afrontar los cambios en los procesos de transición de prácticas convencionales a agroecológicas, dinamismo de los mercados y adopción de nuevas formas de producción con criterios de sustentabilidad.

La evaluación de los indicadores de sustentabilidad a través de los atributos productividad, equidad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad y autodependencia manifiestan una proyección agroempresarial para los SPC, en los cuales se destaca la transformación de ideas en negocios, mayor bienestar y progreso social, poder de negociación con clientes y proveedores, disminución de costes, mejoramiento de la productividad, mayor eficacia y eficiencia de los sistemas productivos, facilidad de acceso a tecnología y mejoramiento y aprovechamiento del proceso de aprendizaje, lo que se traduce en mejoramiento de las condiciones de vida de la familia campesina y por ende un crecimiento económico de la región.

En definitiva, el MESMIS es una estructura flexible y adaptable a diferentes condiciones económicas, técnicas y de acceso a información, ya que parte de un enfoque sistémico y multidimensional. Los SPC fueron evaluados con siete atributos y veinte indicadores, lo cual permitió identificar los diferentes subsistemas y sus respectivas interrelaciones, ya que se tiene a la familia como unidad de control, lo cual genera interacción de flujos internos y externos de autoabastecimiento y la medición de sustentabilidad. La integración y presentación de los resultados de los indicadores permitió observar los criterios de diagnóstico y atributos agrupados, en los que se puede apreciar el progreso o retroceso en finca y la dinámica e interdependencia de las variables en el sistema.

## Agradecimientos

En estudio se realizó gracias al apoyo de la Universidad de Cundinamarca, mediante el proyecto de investigación titulado “La sustentabilidad de la Agricultura Familiar Agroecológica (AFA) frente a la variabilidad climática en Sumapaz (Cundinamarca)”.

## Referencias

1. Fonseca-Carreño JA, Cleves-Leguizamo JA, León-Sicard T. Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*. 2016;13(1):29-47. <https://doi.org/10.19053/01228420.4804>
2. Fonseca-Carreño NE, Moreno MR, Benavides CA. Asociatividad para la administración los sistemas de producción campesina. *Revista Estrategia Organizacional*. 2020;9(1). <https://doi.org/10.22490/25392786.3644>
3. Carreño N. Sustentabilidad en la agricultura familiar agroecológica: mora de castilla en Sumapaz. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*. 2019; 11(11):12-22. <https://doi.org/10.22463/24221783.2516>
4. Carreño NE, Baquero ZY. Propuesta de indicadores para evaluar la sostenibilidad en agroecosistemas agrícola-ganaderos en la región del Sumapaz. *Pensamiento Udecino*. 2019;2(1). Disponible en: [http://200.14.47.231/index.php/Pensamiento\\_udecino/article/view/38](http://200.14.47.231/index.php/Pensamiento_udecino/article/view/38)
5. Salomón AB. Construcción de indicadores agrarios para medir la sostenibilidad de la producción de cacao en El Oro, Ecuador. 2018. Tesis doctoral. Universidad de La Coruña. Disponible en: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/20304>
6. Albarracín-Zaidiza J, Fonseca-Carreño NE, López-Vargas LA. Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz. *Ciencia y Agricultura*. 2019;16(2):39-55. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n2.2019.9139>

7. Altieri M, Toledo V. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*. 2011;38(3):587-612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>
8. Bermúdez C, Arenas NE, Moreno V. Caracterización socioeconómica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*. 2017;20(1):99-208. <https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n1.2017.76>
9. Geilfus F. 80 herramientas para el desarrollo participativo. IICA, 2002. Disponible en: <http://beu.extension.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/209/80%20herramientas%20para%20el%20desarrollo%20participativo..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Carreño NE, Baquero ZY. Sostenibilidad como estrategia de competitividad empresarial en sistemas de producción agropecuaria. *Revista Estrategia Organizacional*. 2019;8(1):9-26. <https://doi.org/10.22490/25392786.3168>
11. Masera O, Astier M, López-Ridaura S. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. 2000. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Marta\\_Astier/publication/41516515\\_Sistematizacion\\_y\\_analisis\\_de\\_los\\_estudios\\_de\\_caso\\_MESMIS\\_lecciones\\_para\\_el\\_futuro/links/57068c3f08ae0f37fee1e16a.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marta_Astier/publication/41516515_Sistematizacion_y_analisis_de_los_estudios_de_caso_MESMIS_lecciones_para_el_futuro/links/57068c3f08ae0f37fee1e16a.pdf)
12. Carreño NE. Caracterización de agroecosistemas campesinos en el municipio de Cabrera en la provincia del Sumapaz (Cundinamarca). *Pensamiento Udecino*. 2019;3(1):49-60. <https://doi.org/10.36436/23824905.157>
13. Vargas C, Sicard T. Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en Anolaima, Cundinamarca (Colombia). *Agroecología*. 2013;8(1):21-32. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182931>
14. Simanca M, Montoya L, Bernal CA. Gestión del conocimiento en cadenas productivas. El caso de la cadena láctea en Colombia.

Información Tecnológica. 2016;27(3):93-106. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000300009>

15. Pita YX, Rodríguez BY, Carreño JA. Caracterización y tipificación de los atributos ecosistémicos de la agricultura familiar campesina en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 2018;9(2):49-62. <https://doi.org/10.22490/21456453.2134>
16. Carreño N, Merchán J, Baquero Z. La agricultura familiar agroecológica, una estrategia de desarrollo rural incluyente. Una revisión. *Temas Agrarios*. 2019;24(2):96-107. <https://doi.org/10.21897/rta.v24i2.1356>
17. Hilje, L. En busca de un enfoque preventivo para el manejo del barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*). *Revista de Ciencias Ambientales*. 2020;54(2):211-229. <https://doi.org/10.15359/rca.54-2.13>
18. Escobar EA, *et al.* Memorias IV Congreso Internacional en Gestión Organizacional. La Empresa del Siglo XXI. 2020. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12558/3246>
19. Carreño NE, Salazar HK, Niño YS. Evaluación de sustentabilidad en agroecosistemas campesinos en el municipio de Cabrera, provincia del Sumapaz. *Pensamiento Udecino*. 2020;4(1):49-66. <https://doi.org/10.36436/23824905.261>
20. Carreño N. Evaluación de los servicios ecosistémicos de provisión bajo criterios de sostenibilidad financiera y sustentabilidad ambiental en la provincia del Sumapaz, departamento de Cundinamarca. *Revista Ciencias Agropecuarias*. 2019;5(1):1-2. <https://doi.org/10.36436/24223484.189>
21. Fonseca-Carreño NE, Vega-Baquero ZY, Rodríguez-Padilla MY. Sustentabilidad en la agricultura familiar agroecológica, estudio de caso: mora de Castilla en la provincia del Sumapaz. *Revista Eficiencia*. 2019;1(4):23-32. Disponible en: <http://ediciones.ascolfa.edu.co/index.php/eficiencia/article/view/30>