

## SUSTENTABILIDAD AGROPECUARIA DE SISTEMAS CAMPEÑINOS EN EL CORREGIMIENTO DE AYACUCHO [PALMIRA- VALLE DEL CAUCA]



## AGRICULTURAL SUSTAINABILITY OF PEASANT SYSTEMS IN THE OF AYACUCHO. [PALMIRA - VALLE DEL CAUCA]

Romero Lozada, María del Pilar; Betancourt Calderón, Patricia; Sanclemente Reyes, Óscar Eduardo; Gómez Candell, Manuel Emilio

**María del Pilar Romero Lozada**

mariap.romero@unad.edu.co

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Palmira-Colombia, Colombia

**Patricia Betancourt Calderón**

patricia.betancourt@unad.edu.co

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Palmira-Colombia, Colombia

**Óscar Eduardo Sanclemente Reyes**

oscar.sanclemente@unad.edu.co

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Palmira-Colombia, Colombia

**Manuel Emilio Gómez Candell**

manuel.gomez@unad.edu.co

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Palmira-Colombia, Colombia

### Revista de Investigación Agraria y Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

ISSN: 2145-6097

ISSN-e: 2145-6453

Periodicidad: Semestral

vol. 14, núm. 1, 2023

riaa@unad.edu.co

Recepción: 01 Abril 2022

Aprobación: 28 Junio 2022

Publicación: 17 Diciembre 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/130/1303815006/>

DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.5756>

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/about>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

**Resumen: Contextualización:** La presente investigación se enfocó en sistemas de producción campesina de la zona de ladera del municipio de Palmira [Valle del Cauca], los cuales se caracterizan por presentar pequeñas áreas productivas con especies vegetales perennes y de ciclo corto, y sistemas pecuarios con especies animales menores. Estos sistemas son de gran importancia para la seguridad alimentaria de la población por su diversa oferta para el mercado de la región.

**Vacío de conocimiento:** Los sistemas campesinos son altamente vulnerables ante diversos factores externos, como la fluctuación del mercado y la variabilidad climática que los colocan en riesgo. La presente investigación se basó en la siguiente pregunta: ¿Qué tan sustentables son los sistemas agropecuarios campesinos en la zona de ladera de Palmira Valle del Cauca?

**Propósito:** Evaluar la sustentabilidad agropecuaria de sistemas campesinos en el corregimiento de Ayacucho [Palmira, Valle del Cauca].

**Metodología:** Se cuantificaron algunos atributos de trece sistemas campesinos priorizados, empleando el marco de evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales e incorporando Indicadores de Sostenibilidad [MESMIS]. Los datos obtenidos a partir de encuestas y visitas en campo se analizaron mediante estadística descriptiva y multivariada de componentes principales, empleando el paquete estadístico R Studio versión 3.0.1. Los atributos de productividad, adaptabilidad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, equidad y autogestión se graficaron mediante diagrama tipo radar, con un rango evaluativo de 0-100 %. Los indicadores por atributo se graficaron como eigenvectores para los dos primeros componentes principales, estableciendo su grado de similitud mediante la varianza acumulada.

**Resultados y conclusiones:** El atributo estabilidad registró el valor más alto con 75.15 %, indicando fortalezas en la tenencia de la tierra y en la oferta hídrica de la zona para la producción agropecuaria. Los atributos adaptabilidad y autogestión registraron los valores más bajos, con 44.90 % y 46.15 % respectivamente, mostrando debilidades como la alta dependencia de insumos externos, desconocimiento técnico

**CÓMO CITAR:** Romero, M., Betancourt, P., Sanclemente, O. y Gómez, M. (2023). Sustentabilidad agropecuaria de sistemas campesinos en el corregimiento de Ayacucho [Palmira- Valle del Cauca]. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 14(1), 123-144. <https://doi.org/10.22490/21456453.5756>

para la integración de los componentes animal y vegetal, así como bajo nivel de asociatividad. Los resultados obtenidos, a partir de la evaluación *MESMIS*, permitieron valorar de manera holística los sistemas campesinos de la vereda Arenillo [ubicada en Palmira], y esto permitió identificar los aspectos críticos para desarrollar mejoras que permitan alcanzar la sustentabilidad de estos sistemas agropecuarios.

**Palabras clave:** sistemas productivos, atributos, indicadores, pequeños productores, zona de ladera, *MESMIS*.

**Abstract: Contextualization:** This research is focused on farmhand production systems in the hillside area of Palmira [Valle del Cauca], characterized by having small productive areas with perennial and short-cycle plants, and livestock systems with minor species. These systems are of great importance for the food security of the population, due to their diverse offer for the regional market.

**Knowledge gap:** Farming systems are highly vulnerable to various external factors, such as market fluctuations and the weather variability that place them at risk. This research was based on the following question: how sustainable are the farming systems in the hillside area of the Municipality of Palmira Valle del Cauca?

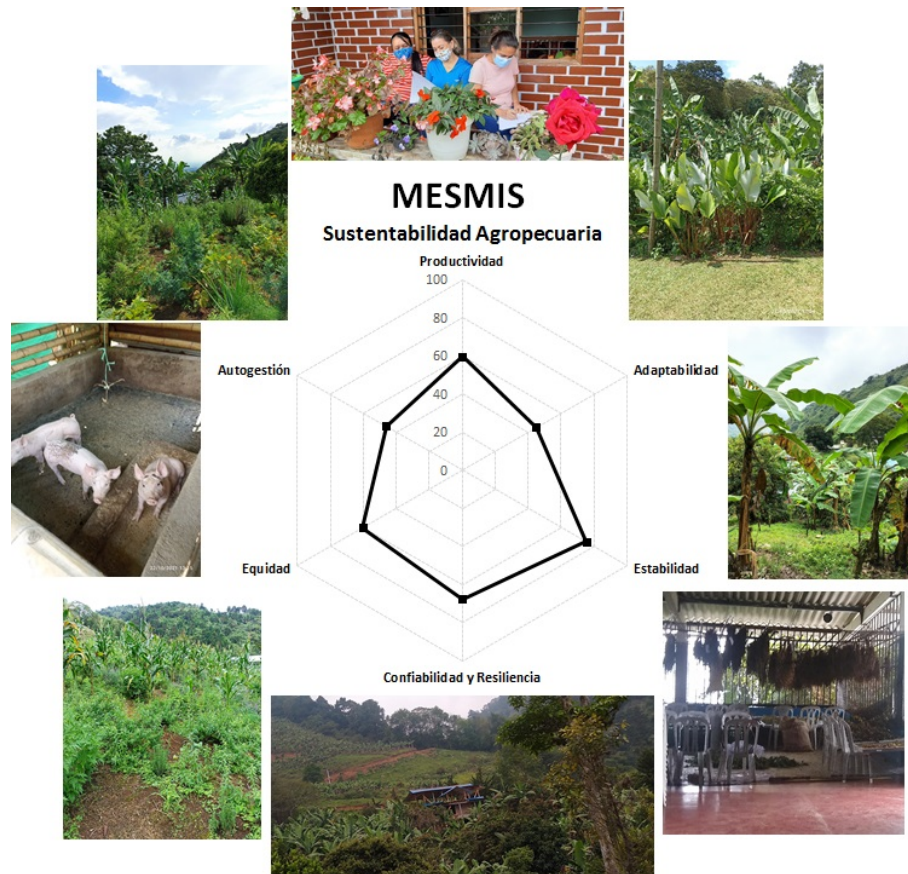
**Purpose:** Evaluate the agricultural sustainability of peasant systems in the Ayacucho district of Palmira [Valle del Cauca].

**Methodology:** Some attributes of thirteen prioritized peasant systems were quantified, using the Natural Resource Management Systems Assessment Framework, and incorporating Sustainability Indicators [*MESMIS*]. The data obtained from the survey and field visits were analyzed using descriptive and multivariate statistics of main components, using the statistical package R Studio version 3.0.1. Productivity, adaptability, stability, reliability, resilience, equity and self-management attributes were plotted using a radar-type diagram, with an evaluative range of 0-100%. The indicators per attribute were plotted as eigenvectors for the first two main components, establishing their degree of similarity through the accumulated variance.

**Results and conclusions:** stability registered the highest value with 75.15%, indicating strengths in the land ownership and in the water supply in the area for agricultural production. The adaptability and self-management attributes registered the lowest values with 44.90% and 46.15%, respectively, indicating weaknesses such as high dependence on external inputs, technical ignorance about the integration of animal and plant components, as well as low level of associativity. The results obtained, using the *MESMIS* evaluation, allowed a holistic assessment of the peasant systems in the Arenillo village, and that made possible to identify critical aspects for developing improvements that lead to achieve the sustainability of these farming systems.

**Keywords:** Productive systems, attributes, indicators, small producers, hillside zone, *MESMIS*.

## RESUMEN GRÁFICO



Autores.

## 1. INTRODUCCIÓN

En países del tercer mundo, los sistemas productivos campesinos desempeñan un rol fundamental en la alimentación de comunidades locales (Altieri y Nicholls, 2012; Giraldo et al., 2018). En Colombia, gran parte de la oferta de alimentos proviene de estos sistemas que a escala local proveen a las tiendas de barrio, plazas de mercado y, en algunos casos, a grandes superficies donde los consumidores finales logran abastecerse.

En el caso del Valle del Cauca, la agroindustria de la caña de azúcar ha desplazado a estos sistemas campesinos tradicionales a las zonas de ladera y a la alta montaña donde los productores logran cultivar diversidad de alimentos, realizar la cría de animales para su autoconsumo y ofertar los excedentes al mercado (González, 2017; Sanclemente et al., 2021). Buena parte de los sistemas productivos campesinos en Palmira se encuentran en jurisdicción de las cuencas hidrográficas de los ríos Bolo, Nima y Amaime (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca [CVC], 1984), que además proveen de agua a los habitantes del municipio y otros aledaños como El Cerrito, Pradera y Candelaria, por eso es estratégico analizar estos sistemas y establecer sus niveles de sustentabilidad.

El corregimiento de Ayacucho [ubicado al suroriente de Palmira, en la unidad de paisaje colinas de piedemonte] concentra, en la parte alta, sistemas campesinos familiares (Saavedra, 2007) caracterizados por la producción agrícola y pecuaria. Ayacucho cuenta con pobladores de ascendencia caucana, nariñense y tolimense que han transformado históricamente el agroecosistema mediante prácticas tradicionales, las cuales han sido reemplazadas paulatinamente por herramientas tecnológicas. De igual forma, la población ha sido afectada históricamente por la violencia llevada a cabo por grupos armados al margen de la ley.

En la actualidad, estos sistemas son vulnerables ante los riesgos que implican, por ejemplo, la alta fluctuación de los precios de los insumos agrícolas en el mercado, la baja productividad de algunos cultivos, los impactos ambientales de las labores culturales y la baja participación de los productores en las asociaciones campesinas. Esta situación se acentúa, en gran medida, con la aparición de grandes empresas dedicadas a la masificación de procesos agropecuarios y por la inadecuada transformación que implica el uso de paquetes tecnológicos, reduciendo la relación costo/beneficio de la actividad. Todos estos aspectos que afectan a los sistemas campesinos pueden analizarse usando metodologías que integren una visión holística de los mismos, con miras a cuantificar sus fortalezas y debilidades, de modo que el análisis pueda servir de guía para tomar decisiones a fin de lograr que lleven a un verdadero desarrollo sustentable de los sistemas campesinos.

Entre estas metodologías se encuentra el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales que incorpora Indicadores de Sostenibilidad [*MESMIS*] (Masera et al., 2000), y el cual se constituye en una herramienta de valoración para los sistemas productivos agropecuarios que, mediante atributos e indicadores, permite estimar fortalezas y aspectos críticos que afectan su sostenibilidad y reproducibilidad en tiempo y espacio. Entre estos atributos se destacan: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión. A su vez, la valoración holística de estos atributos permite estimar qué tan sustentables son estos sistemas agroalimentarios campesinos e identificar cuáles aspectos necesitan fortalecerse en el tiempo. Del mismo modo, la información obtenida de la valoración sirve de línea base para los procesos futuros de autogestión de los agroecosistemas y para la adecuada formulación de planes de desarrollo territorial e intervenciones institucionales, a fin de consolidar modelos de gobernanza adecuados en la región.

Por lo tanto, teniendo en cuenta las ventajas de la metodología *MESMIS* y la importancia de los sistemas productivos campesinos en Colombia, como se mencionó antes, se realizó este estudio, que tuvo como objetivo evaluar la sustentabilidad agropecuaria de sistemas campesinos del corregimiento Ayacucho [Palmira, Valle del Cauca].

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### *Localización*

La investigación se desarrolló en la vereda Arenillo [figura 1], ubicada en el corregimiento de Ayacucho [Palmira], en el Valle del Cauca [Colombia]. Arenillo limita al norte con la vereda El Mesón, al oriente con el parque natural Las Hermosas, al sur con el municipio de Pradera y al occidente con la vereda Gualanday; y se encuentra a una altitud entre los 1400 y 1800 m.s.n.m., en la parte alta de la cuenca hidrográfica del río Aguacalara. En esta área, las unidades representativas del paisaje son colinas de piedemonte y zonas de vida compuestas por bosque húmedo premontano (Holdridge, 1996), con una precipitación media anual de 1400 mm y temperatura media de 20°C (Saavedra, 2007; Cámara de Comercio de Palmira, 2013); y los suelos predominantes de la zona son de los órdenes *Alfisol* e *Inceptisol*, con influencia de cenizas volcánicas (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC] y CVC, 2004).



FIGURA 1.  
Localización de la zona de estudio.  
Autores.

En Arenillo, el asentamiento lo constituyen aproximadamente 135 predios que cuentan en su mayoría con un área productiva menor a 5 ha (Cámara de comercio de Palmira, 2013) y la población de la vereda la conforman cerca 600 personas. En su mayoría hay comunidades campesinas dedicadas al cultivo [a pequeña escala] de plantas aromáticas, café, aguacate y frutales diversos; y, a nivel pecuario, a la producción de huevos, cría de ganado bovino, cerdos y pollos de engorde, además de piscicultura (trucha) en la parte alta (Cámara de Comercio de Palmira, 2013).

#### *Caracterización de los sistemas campesinos*

La caracterización de los sistemas campesinos se realizó mediante una encuesta semiestructurada a 27 productores, luego de que fueran convocados por la junta de acción comunal de Arenillo. La encuesta indagó en los siguientes criterios: propiedad del predio, tamaño del área productiva del predio, tipo de explotación agropecuaria, composición del grupo familiar, aporte de trabajo a la finca, tiempo de permanencia en la finca y situación de desplazamiento forzado. La encuesta permitió identificar posibles perfiles de productores para la posterior evaluación de la sustentabilidad agropecuaria de los predios.

#### *Selección de los sistemas agropecuarios a evaluar*

La selección de los sistemas agropecuarios a evaluar se realizó de acuerdo con lo planteado por Sarandón (2002) y Machado-Vargas et al. (2018), empleando los siguientes criterios: propietario o copropietario del predio productivo, área productiva mayor a 0.2 ha, diversificación de la producción (agrícola y pecuaria), aporte mayoritario de trabajo del núcleo familiar y tiempo de permanencia en la finca mayor a 10 años.

#### *Evaluación de Sustentabilidad agropecuaria*

La evaluación de sustentabilidad agropecuaria se realizó mediante la metodología *MESMIS* (Mäser et al., 2000). Se seleccionaron algunos indicadores empleados en investigaciones similares de valoración de sustentabilidad agropecuaria, teniendo en cuenta las características de los sistemas productivos campesinos (Escobar, 2018; Giraldo et al., 2018; Machado-Vargas et al., 2018). Cada indicador se parametrizó por cuartiles, permitiendo valorar cuantitativamente las condiciones agroecosistémicas, técnicas productivas, sociales, económicas y ambientales de sistemas campesinos [Anexo 1]. La valoración incluyó entrevista a los productores apoyada con visitas a los sistemas productivos.

#### *Análisis de la información*

Los datos de caracterización de los sistemas campesinos se analizaron mediante estadística descriptiva, empleando el programa Excel [versión del 2020]. Los datos de sostenibilidad agropecuaria se analizaron mediante estadística multivariada de componentes principales, empleando el programa R Studio [versión 4.1.2 de 2021]. Inicialmente se adecuaron los indicadores del muestreo individual y grupal mediante las pruebas de esfericidad de Bartlett [ $<0.05$ ] y de Kaiser-Meyer-Olkin [KMO], con un único criterio de selección [ $>0.50$ ] para establecer la homogeneidad de las varianzas. Posteriormente, se seleccionaron los componentes principales que más aportaron a la variabilidad mediante el criterio de raíz latente [valores propios  $>1.0$ ]. Se destacaron aquellos indicadores con una correlación determinada [ $>0.4$ ] respecto a los componentes 1 y 2 de forma individual, así como aquellos que cumplieron con esta condición en ambos casos. Finalmente, se obtuvieron gráficos de eigenvectores para los dos primeros componentes principales, indicando el porcentaje de variabilidad observado.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### *Caracterización de los sistemas campesinos*

Las encuestas a 27 productores de la vereda apoyadas en visitas de campo permitieron caracterizar los sistemas agropecuarios campesinos con base a criterios como: propiedad del predio, tamaño del área productiva, tipo de explotación agropecuaria, composición y aporte de trabajo del grupo familiar a la finca y tiempo de permanencia en la finca [figura 2]. De acuerdo con los resultados, el 96,3 % de los encuestados indicó que el predio es de su propiedad o copropiedad familiar, destacándose la forma de obtención por herencia de padres o abuelos. La forma de parcelar y heredar la tierra pudo explicar el pequeño tamaño de los predios, ya que cerca del 41 % no supera las 0.3 ha, limitando la productividad.

A pesar de las condiciones mencionadas, el 66.7 % de los miembros de las familias trabajan dentro de las fincas en labores de elaboración, cosecha y comercialización de productos agrarios y animales. El 55.6 % de los encuestados indicó que cuentan con sistemas productivos mixtos [agrícola y pecuario] con los que maximizan el uso de la tierra y generan mayor flujo de caja, gracias a la comercialización en el mercado de sus productos. Se destaca, además, la permanencia de las familias en la zona, puesto que el 74.1 % reside hace más de 10 años en su finca, lo que afianza el sentido de pertenencia y fortalece las relaciones sociales dentro de la vereda.

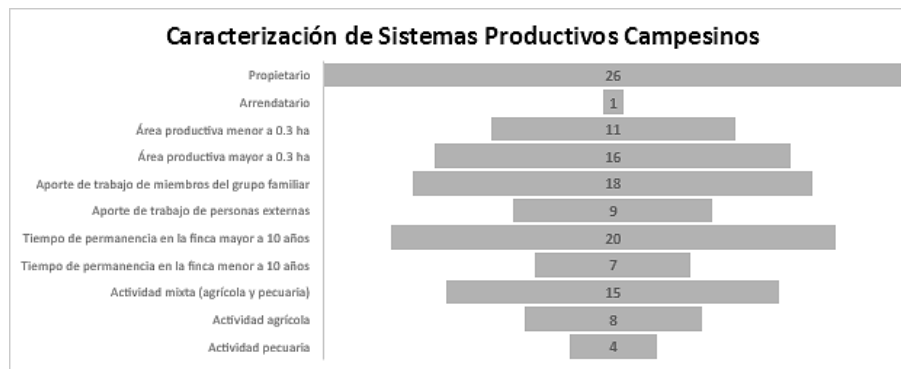


FIGURA 2.  
Resultados de caracterización de 27 sistemas productivos campesinos de la vereda El Arenillo, ubicada en Palmira (2020).  
Autores a partir de encuestas y visitas a campo.

Sobre las particularidades de este tipo de predios es necesario anotar, de acuerdo con Rosset (2016), que el acceso a la tierra y la diversificación de la producción en sistemas campesinos permiten que las nuevas generaciones permanezcan en las fincas, e incluso retornen a ellas luego de haber migrado a la ciudad con el propósito de vincularse a las diversas actividades productivas del sector rural; esto posibilita, para las mujeres, reducir el patriarcado y democratizar la toma de decisiones sobre sus terruños. Además, en estos sistemas de economía campesina predominan las relaciones de reciprocidad, cooperación y solidaridad, fundamentadas en la mano de obra familiar y/o comunitaria, a fin de lograr condiciones de bienestar y buen vivir para sus habitantes (Resolución 000464, 2017).

Por otra parte, la herencia de la tierra posibilita la consolidación de hábitos y costumbres dentro de la comunidad, los cuales influyen, en cierta forma, en los sistemas productivos; por ejemplo, los platos gastronómicos típicos determinan la diversidad vegetal y animal que se establece en las fincas. Del mismo modo, las prácticas de manejo de los cultivos y las producciones pecuarias llegan a difundirse de campesino a campesino como una forma de transferencia horizontal de tecnología (Machín et al., 2010). Estas dinámicas socioculturales facilitan que los intereses de los productores, incluso, trasciendan la unidad familiar y logren consolidar agremiaciones comunales en pro de reivindicar derechos colectivos; por ejemplo, gozar de adecuadas vías de acceso, agua potable, saneamiento básico, mercados campesinos para comercializar sus productos, instituciones educativas para la formación de sus hijos, entre otros (Parra, 2011; Landini, 2011).

#### *Sistemas agropecuarios evaluados*

Del total de encuestados, 13 sistemas agroalimentarios cumplieron con los criterios de evaluación establecidos y sus propietarios son: Luz Marina Salazar, Mélida Quina, Adolfo Gómez, Juan Carlos Gómez, Marleni Erazo, Leonilde Salazar, Marina Gaviria, Lucero Villalba, Rubiela Campo, Martha Gómez, Olga Sarria, Esmeralda Marcellio y Milena Carmen. Con estos productores se desarrolló la evaluación de sustentabilidad agropecuaria.

#### *Sustentabilidad Agropecuaria*

La sustentabilidad agropecuaria, como propiedad emergente del sistema agroalimentario, permite la perdurabilidad en tiempo y espacio de las explotaciones primarias que realizan los productores en sus fincas; estas son influenciadas por la oferta ambiental de la zona, el manejo realizado y las condiciones del mercado de sus productos. Con relación a esto, la figura 3 muestra los valores promedios que obtuvieron los indicadores MESMIS seleccionados en los 13 sistemas productivos evaluados.

Se registraron fortalezas en indicadores como: tenencia de la tierra (TT), abastecimiento de agua para la producción agropecuaria (AA), diversidad genética de la producción agrícola (DV), bienestar animal en la

producción pecuaria (BA) e infraestructura para la producción pecuaria (IN), que obtuvieron valores de 96.2 %, 92.3%, 84.6 %, 83.1 % y 77.7 % respectivamente.

En cuanto al abastecimiento de agua, la ubicación geográfica de estos sistemas productivos en la parte media-alta de la cuenca del río Aguaclara permite el acceso a suficiente caudal de escorrentía que podría emplearse para establecer lagos de piscicultura, el riego de cultivos y pasturas y la limpieza de los restos de explotaciones porcícolas y ganaderas de la zona.

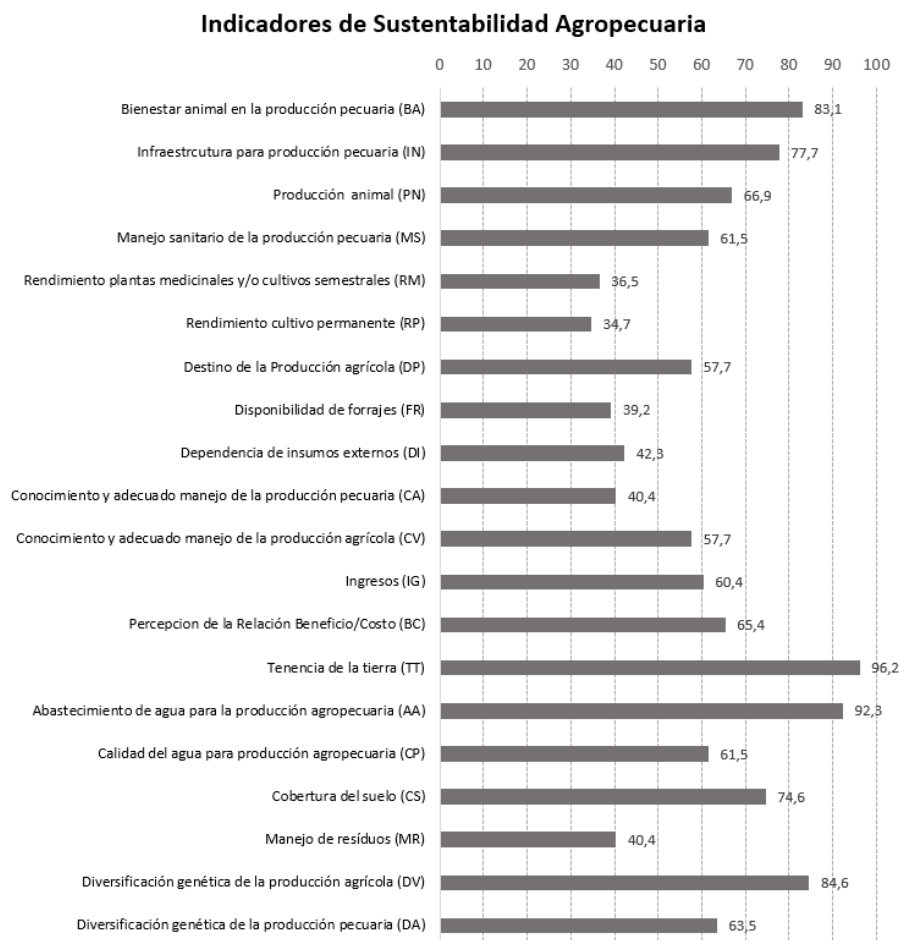
Respecto a la diversidad de la producción agrícola, es preciso anotar que el establecimiento de policultivos genera beneficios como: reducción de la aparición de plagas y enfermedades, conservación del suelo, mejora de las oportunidades de acceso al mercado y el flujo de caja, el aprovechamiento de residuos de cosecha para alimentación de rumiantes, así como el autoconsumo.

El alto porcentaje registrado en el indicador de bienestar animal (BA) permitió inferir que en los sistemas evaluados existe una adecuada relación entre los animales con su ambiente, teniendo en cuenta aspectos determinantes como: alojamiento, nutrición, prevención de enfermedades y el buen trato, lo que le permite al animal expresar su comportamiento normal; en este sentido, a los animales de estos sistemas productivos se les garantizan las cinco libertades (Ferrante et al., 2012) establecidas por la Organización Mundial de Sanidad Animal [OMSA], lo que fomenta el éxito de las explotaciones pecuarias, en especial porque cuando un animal se adapta a su ambiente, tiene un adecuado estado nutricional, está sano, protegido y libre de estrés. Sobre el particular, Fraser (2008) sugiere tres elementos básicos dentro del bienestar animal: funcionamiento adecuado del organismo [lo que entre otras cosas supone que los animales estén sanos y bien alimentados], estado emocional del animal [incluyendo la ausencia de emociones negativas tales como el dolor y el miedo crónico] y la posibilidad de expresar algunas conductas normales propias de la especie.

El indicador de infraestructura es importante para verificar la calidad de las instalaciones empleadas en la producción pecuaria, esto es fundamental porque ellas son la base para un adecuado manejo y garantía del bienestar animal, lo cual contribuye con los procesos productivos y reproductivos. Luego de verificar las instalaciones de los sistemas productivos evaluados, se encontró que 10 de las explotaciones poseen una infraestructura idónea, según el tipo de producción para la que están orientadas, estableciendo una tendencia en la zona.

Por su parte, los indicadores de rendimiento de cultivos permanentes (RP), rendimiento de plantas medicinales y cultivos semestrales (RM), disponibilidad de forrajes (FR), conocimiento y adecuado manejo de la producción pecuaria (CA), manejo de residuos (MR), dependencia de insumos externos (DI) y Asociatividad (AT) registraron los valores más bajos, con 34.7%, 36.5%, 39.2%, 40.4%, 40.4%, 42.3% y 46.2% respectivamente.





**FIGURA 3.**  
Valoración de indicadores de Sustentabilidad Agropecuaria en 13 sistemas productivos campesinos de la vereda El Arenillo, ubicada en Palmira (2020).

Autores a partir de encuestas, visitas de campo e información secundaria del sector agropecuario.

El indicador de rendimiento de cultivos permanentes se determinó teniendo en cuenta estas cosechas: café, plátano, banano y cítricos. El rendimiento registrado del cultivo de café fue de 0.9 t/ha; inferior al del municipio de Palmira, cuyo reporte para el año 2019 alcanzó 1.25 t/ha en un área cosechada de 238 ha (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2019); los rendimientos de banano y plátano en la zona oscilaron entre 6 y 7 t/ha, presentándose como inferiores a la media reportada para el Valle del Cauca de 9.2 t/ha en 2018 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [Minagricultura], 2018a); entre los cítricos cultivados por los productores se destacan la naranja mandarina y el limón que registraron rendimientos cercanos a 13 t/ha, muy inferiores a la media regional de 23.7 t/ha en 2018 (Minagricultura, 2018b). Los bajos rendimientos de cultivos permanentes en la zona obedecen a factores como el tipo de suelos en formación y la mediana fertilidad predominantes, la baja área de siembra [entre 0.1 y 0.3 ha] y la baja capacidad de inversión en insumos que fortalezcan las prácticas culturales, lo que limita la expresión genética de las especies cultivadas. Cabe resaltar que este indicador podría ser mayor si se tuviera en cuenta la productividad por unidad de área en policultivos, debido a las asociaciones que se encuentran en algunas fincas como: café-banano y plátano-cítricos, que permiten diversificar la oferta al mercado.

El indicador correspondiente a plantas medicinales y/o cultivos semestrales en la zona obtuvo un valor bajo, similar al de cultivos permanentes. Palmira reportó en 2019, para plantas aromáticas y medicinales en estado fresco, un rendimiento de 8 t/ha, con un área cosechada de 1.8 ha (UPRA, 2019). Cabe mencionar

que los registros de producción para estos cultivos no son representativos, debido a que los volúmenes que se manejan son bajos (DNP, 2006; Consejo de Biorregión ([COBI]) y Corporación BIOTEC [CB], 2007, citados por Cardona y Barrientos, 2011); sumado a esto, la información de la producción de las plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines [PAMC] es referencial (Díaz, 2006) por la cantidad de especies (más de 200) y, porque solo se tiene datos de las especies destinadas para el mercado de exportación; además, solo se destina una pequeña porción para el mercado interno con la denominación de plantas aromáticas. Por otra parte, los cultivos semestrales que se destacan en la zona son maíz y frijol, sin embargo, no existe una producción continua por lo que no se pudo cuantificar su rendimiento anual. El maíz se cosecha tierno y es destinado al autoconsumo y a la alimentación animal, y un bajo excedente a la comercialización; el frijol que se cultiva es de tipo *Phaseolus* sp. y se destina a la comercialización y autoconsumo. En el área de estudio, un bajo número de productores conocen las bondades (beneficio) y siembran estas especies de manera intercalada, con lo que favorecen la conservación del suelo y la relación beneficio/costo (Sanclémente, 2013).

La baja disponibilidad de forrajes para la alimentación animal fue concordante con la baja productividad de plantas medicinales y semestrales. A pesar de ello, los productores reconocen que cerca de la mitad de la diversidad vegetal cultivada podría ser potencialmente incluida en las dietas para alimentación animal, como las fuentes proteicas de leguminosas *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia*, *Cajanus cajan*, *Arachis pintoi* y *Leucaena leucocephala*, y las fuentes energéticas como: maíz, caña panelera y *Trichanthera gigantea*. Sin embargo, la preparación de dietas que incluyan estas especies forrajeras requiere de conocimientos técnicos y cualificación que no poseen la mayoría de los productores y este aspecto, unido al manejo empírico en la medicación de los animales, explica el bajo valor obtenido en el indicador de conocimiento y adecuado manejo de la producción pecuaria (CA). Sobre el particular, Murgueitio et al. (2013) resaltan la importancia de emplear gramíneas y leguminosas rastreras con arbustos y árboles que tengan capacidad forrajera para complementar las dietas de los animales en las fincas, a fin de aprovechar los recursos locales, reducir los costos de producción y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Sobre lo anterior cabe anotar que los estudios en ganadería sostenible registran reducciones significativas en las emisiones de gas metano con el suministro de *Leucaena leucocephala* en la dieta, debido a una mayor eficiencia del rumen bovino (Gaviria et al., 2012; Murgueitio et al., 2013).

La alta dependencia de insumos externos como: fertilizantes de síntesis química, pesticidas, herbicidas, alimentos concentrados y medicina animal es un indicador de baja autonomía. Esa situación es consecuencia de una transferencia de tecnología basada en paquetes que dan solución a factores limitantes como: la baja fertilidad del suelo, aparición de plagas, enfermedades en los cultivos, supresión de arvenses y otros aspectos relacionados con la producción pecuaria, como el establecer dietas para lograr obtener animales listos para el sacrificio en el menor tiempo posible y obtener bajas pérdidas por morbilidad. Sin embargo, los altos precios de los insumos en el mercado y su fluctuación encarecen las actividades productivas, dejando una baja rentabilidad. Al respecto, Altieri y Toledo (2010) resaltan la importancia de adoptar prácticas agroecológicas con mínima dependencia de agroquímicos e insumos de energía en los sistemas campesinos porque conlleva al establecimiento y promoción de la agrobiodiversidad, la cual promueve interacciones biológicas y sinergias benéficas entre los componentes del agroecosistema y permite obtener beneficios como incrementar de la fertilidad del suelo, mantener una alta productividad y al tiempo proteger los cultivos. El cambio hacia esas prácticas agroecológicas implica transiciones que inician con la sustitución de insumos externos por recursos locales, el mejoramiento de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo, el establecimiento de policultivos, la integración animal con el componente vegetal y la optimización de las interacciones entre los diferentes componentes del agroecosistema (Gliessman, 1998).

Otro aspecto derivado del uso de insumos externos es la generación de residuos sólidos y líquidos. Gran parte de los insumos para control de plagas y enfermedades de los cultivos, así como medicamentos para los animales, son comercializados en envases plásticos para los que los agricultores, con posterioridad a su

uso, no realizan una adecuada separación y disposición que permita su aprovechamiento. Lo anterior refleja un desconocimiento del manejo adecuado de residuos sólidos por parte de los cultivadores, así como una mala administración del ciclo de vida de los insumos por los fabricantes y las casas comerciales, ocasionando efectos ambientales como la contaminación del suelo y los cuerpos de agua de la zona por los vertimientos y la inadecuada disposición final. Montoya et al. (2013) resaltan la importancia del adecuado manejo de los envases de agroquímicos, que incluyen conocer y acatar la normatividad vigente, así como efectuar diligentemente los procesos de transporte, almacenamiento, aplicación, separación y disposición de residuos de productos usados, no usados y vencidos; con el fin de prevenir riesgos al trabajador agrícola, favorecer la salud del consumidor final y fomentar el equilibrio ecosistémico.

Respecto al indicador de asociatividad, a pesar de que en la vereda existen la Asociación de Campesinos del Arenillo (Asoncar) y la Asociación de Deshidratación del Arenillo (A. D. A.), este indicador tuvo resultados bajos. Cuatro de cada diez productores encuestados pertenecen a estas asociaciones encargadas de la transformación y comercialización de plantas medicinales y aromáticas, las cuales fortalecen los procesos de mercadeo y, con ello, los ingresos económicos de las familias. Sin embargo, algunos agricultores manifestaron que su negativa de pertenecer a estas asociaciones se debe a que no perciben beneficios equitativos con relación a los obtenidos por sus directivos. Pese a esto, la asociatividad ha contribuido a casos de éxito para los agricultores. Por ejemplo, las aromáticas obtenidas de las plantas medicinales se han convertido en el producto con mayor comercialización en la zona, gracias al espíritu emprendedor de algunos productores agremiados que, mediante la formulación de proyectos, se beneficiaron con la obtención de maquinaria para la transformación de estas plantas en tisanas, las cuales se comercializaron con la marca A. D. A. El Ministerio de las TIC y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] fueron los entes financiadores. Con relación a esto, Fonseca-Carreño et al. (2020), evaluó el beneficio percibido de asociatividad por productores de la Provincia del Sumapaz, mediante indicadores de productividad, equidad, estabilidad, confiabilidad, adaptabilidad y autogestión. Los agricultores registraron mejoras en la calidad de los productos ofertados e incremento de los ingresos percibidos, pudiendo adecuar su infraestructura y acceder a nuevas tecnologías que les permiten responder a los retos y oportunidades del mercado regional.

Adicionalmente, la figura 4 presenta los atributos de sustentabilidad agropecuaria de los sistemas productivos evaluados. El atributo de productividad registró una magnitud de 59,7 %, lo que indica que hay necesidad de fortalecer el rendimiento de los cultivos permanentes. Por su parte, se destacan fortalezas en los indicadores relacionados con la producción pecuaria y el rendimiento de plantas medicinales con su posterior comercialización. Esto se pudo evidenciar en el diagrama vectorial de componentes principales (figura 5-A) como lo indica el 83,6 % de la varianza acumulada (Anexo 2), en el que se correlacionaron las siguientes variables: manejo sanitario, bienestar animal, infraestructura y producción animal en el componente pecuario, así como el rendimiento de plantas medicinales y su comercialización.

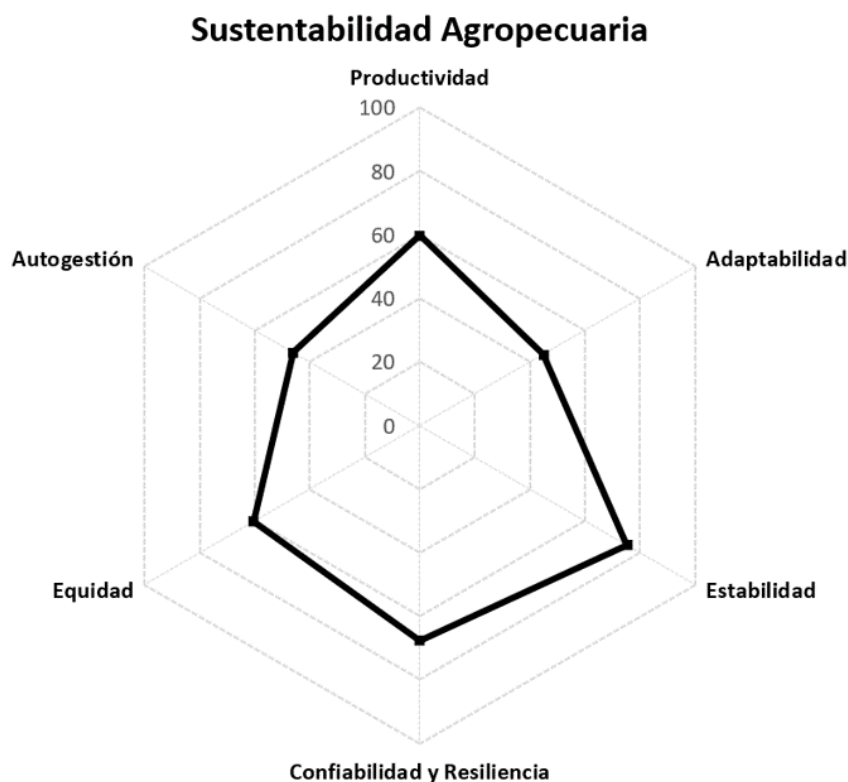


FIGURA 4.  
 Diagrama de radar para los atributos de sustentabilidad agropecuaria de 13 sistemas productivos campesinos de la vereda El Arenillo, municipio de Palmira (2020).  
 Autores.

El atributo de adaptabilidad para los agricultores de la vereda Arenillo y circunvecinos registró una magnitud de 44.9 %, lo que indica que hay debilidades en aspectos concernientes a la conectividad entre los componentes agrícola y pecuario, como las falencias en el aprovechamiento de forrajes para la nutrición animal y el bajo nivel de conocimiento técnico de las etapas reproductivas en las explotaciones pecuarias. De acuerdo con el diagrama de componentes principales para el atributo Adaptabilidad (figura 5-B), que explicó el 74,1 % de la varianza acumulada (Anexo 2), hubo correlación entre la dependencia de insumos externos y el uso de forrajes entre los productores evaluados, indicando que la adaptación de los sistemas campesinos ante amenazas externas dependerá, en buena medida, de la capacidad de incluir recursos forrajeros locales en las dietas de los animales.

De la misma forma, se registró una correlación entre el indicador de conocimiento y manejo de la producción agrícola y el de «conocimiento y manejo de la producción pecuaria», ya que ambos presentaron valores bajos. Esto reafirma la necesidad de cualificación técnica para los productores [a fin de que tomen decisiones acertadas para afrontar eventos adversos] en conocimientos como el manejo ecológico de los cultivos y los requerimientos nutricionales de las especies animales en cada una de las etapas productivas, pues son necesarios para determinar los tipos de insumos necesarios y establecer un uso adecuado que permita racionalizar los recursos locales. Lo anterior concuerda con lo propuesto por Cruz et al. (2018) quienes indican que la adaptabilidad de estos sistemas está determinada por la capacidad para lograr su productividad o provecho en extensos periodos de cambios ambientales o condiciones económicas adversas.

El atributo de estabilidad registró la magnitud más alta, con 75.15 %, indicando una alta capacidad de los sistemas campesinos para continuar con su funcionamiento a pesar de las adversidades (Fonseca y Narváz, 2020). En este estudio, la estabilidad se evaluó mediante estos indicadores: ingresos, percepción de la relación

beneficio/costo, tenencia de la tierra, abastecimiento de agua para la producción agropecuaria y calidad de agua para la producción agropecuaria. Es de resaltar que la mayoría de los agricultores [96.2 %] son dueños de la tierra, lo que genera mayor confianza a la hora de establecer cultivos y desarrollar construcciones civiles para la cría de animales. En el desarrollo de estas actividades productivas, el agua juega un papel importante y es un recurso abundante en la región, por lo que la percepción de los agricultores frente al abastecimiento del preciado líquido fue alta [92.3 %]. Adicionalmente, la comunidad de la vereda ha contado con el apoyo de instituciones como la Universidad Nacional de Colombia [Sede Palmira] a través del proyecto titulado «Construcción de un sistema de tratamiento de aguas grises-Pozo séptico y humedal artificial», con el cual los pobladores han venido mejorando sus hábitos de consumo y protección del recurso hídrico para lograr un manejo sustentable de este. En cuanto al indicador de calidad del agua para la producción agropecuaria», la percepción de los productores evaluados fue baja [61.5 %], aunque es necesario realizar monitoreos periódicos que conduzcan a establecer el estado y posteriores mejoras de la calidad de este recurso.

El atributo de confiabilidad y resiliencia registró una magnitud de 67.6 %, siendo los indicadores de diversificación genética de la producción agrícola, cobertura del suelo y alternativas de comercialización de productos agropecuarios los de mayor influencia. Este atributo indica la capacidad de autorregulación del sistema campesino para afrontar perturbaciones ambientales y garantizar la oferta permanente de productos y servicios (Fonseca y Narváz, 2020). En ese sentido, la diversidad vegetal genera confiabilidad al sistema por la variedad de productos que permite ofertar en el mercado y está influenciada por aspectos como: tenencia de la tierra, prácticas culturales ancestrales, tamaño del área productiva, entre otros, que permiten maximizar el uso del suelo y su conservación.

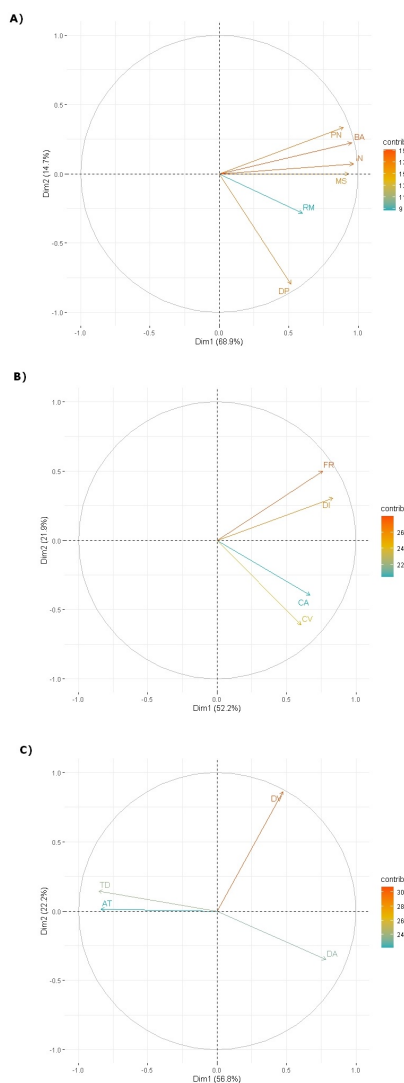


FIGURA 5.

Diagrama vectorial de los dos primeros componentes principales para los indicadores en los atributos: A) productividad, B) adaptabilidad, C) confiabilidad, resiliencia, equidad y autogestión de 13 sistemas productivos campesinos de la vereda El Arenillo, Palmira (2020). Bienestar animal en la producción pecuaria (BA), Infraestructura para producción pecuaria (IN), Producción animal (PN), Manejo sanitario de la producción pecuaria (MS), Rendimiento plantas medicinales y/o cultivos semestrales (RM), Destino de la Producción agrícola (DP), Disponibilidad de forrajes (FR), Dependencia de insumos externos (DI), Conocimiento y adecuado manejo de la producción pecuaria (CA), Conocimiento y adecuado manejo de la producción agrícola (CV), Diversificación genética de la producción agrícola (DV), Diversificación genética de la producción pecuaria (DA), Distribución de ingresos y toma de decisiones (TD), Asociatividad (AT).

Datos de salida del programa R Studio versión 4.1.2. (2021).

Lo anterior se relaciona con el indicador de cobertura del suelo, que tuvo una percepción alta entre los productores evaluados; esto, a su vez, aporta a la obtención de la soberanía alimentaria de los pobladores (Betancourt, 2020). Por otro lado, el atributo de autogestión presentó una debilidad en cuanto al manejo de residuos, específicamente en el manejo de envases de productos agroquímicos, reflejando desconocimiento de la comunidad.

Finalmente, el diagrama de componentes principales para los atributos confiabilidad, resiliencia, equidad y autogestión [figura 5-C] registró el 79,0 % de la varianza acumulada (anexo 2). Se evidenció una correlación entre la variable de asociatividad, la distribución de ingresos y la toma de decisiones, puesto que la encuesta registró baja participación de los agricultores en el tema de asociatividad por los pocos beneficios y garantías obtenidas; y a pesar de que varios miembros de las familias toman decisiones sobre los sistemas productivos, sólo el jefe del hogar es quien maneja los ingresos económicos. Lo anterior evidencia el desconocimiento de un adecuado manejo agroempresarial por parte de los productores, pero puede impulsar el mejoramiento de la economía campesina.

#### 4. CONCLUSIONES

La metodología *MESMIS*, aplicada a trece sistemas campesinos del corregimiento Ayacucho, permitió una estimación de la sustentabilidad agropecuaria. Se encontró que la tenencia de la tierra, la oferta hídrica y la agrobiodiversidad representan potencialidades para el desarrollo agrario en la zona. Por el contrario, se considera necesario fortalecer el conocimiento de los productores en los temas de integración agrícola y pecuaria y en el manejo de residuos para lograr una adecuada gestión de sus sistemas productivos.

Es importante potenciar la asociatividad en los pequeños productores, con miras a obtener beneficios colectivos de índole social, económico y técnico-productivo. Adicionalmente, la valoración de otros indicadores como el relevo generacional, el saneamiento básico, la soberanía y la seguridad alimentaria permitiría un mayor acercamiento sobre el desarrollo sustentable de las comunidades campesinas en futuros estudios de investigación.

#### MATERIALES SUPLEMENTARIOS

Anexos (pdf)

#### AGRADECIMIENTOS

Este artículo presenta resultados del proyecto de investigación titulado «Caracterización de sistemas productivos agrícolas: hacia una aproximación más sustentable», realizado en la vereda Arenillo, Palmira [Valle del Cauca], que contó con la financiación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Los autores agradecen a la comunidad campesina de las veredas Arenillo y Gualanday de Palmira por su disposición en tiempo, espacio e información.

#### LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A. y Toledo, V. M. (2010). La revolución agroecológica de América Latina: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. *El Otro Derecho*, (42),163-202. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/ilsa/20130711054327/5.pdf>
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7(2), 65-83. <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861/152301>
- Betancourt, P. (2020). *Análisis de los pilares de la soberanía alimentaria de los productores campesinos de la vereda el Arenillo, corregimiento de Ayacucho-Municipio de Palmira-Valle-2020* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].
- Cámara de Comercio de Palmira. (2013). *Anuario Estadístico 2013*.

- Cardona, J. O. y Barrientos, J. C. (2011). Producción, uso y comercialización de especies aromáticas en la región Sumapaz, Cundinamarca. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5(1), 114-129. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias\\_hortícolas/article/view/1258/0](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/1258/0)
- Consejo de Biorregión [COBI]. y Corporación BIOTEC [CB]. *Plan de la Estrategia Biorregión Valle del Cauca 2019*. [http://www.archivodelosddhh.gov.co/saia\\_release1/almacenamiento/APROBADO/2018-03-26/418370/anexos/1\\_1522112044.pdf](http://www.archivodelosddhh.gov.co/saia_release1/almacenamiento/APROBADO/2018-03-26/418370/anexos/1_1522112044.pdf)
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca [CVC]. (1984). *Estudio sobre el uso potencial del suelo cuencas, Bolo, Fraile, Desbaratado*.
- Cruz, J. F., Almansa, J. E., Cepeda, L. F., León, G. G. y Uribe, M. (2018). Evaluación de la sostenibilidad de sistemas Ganaderos bovinos Colombianos de la Cuenca baja del Río Negro (Cundinamarca–Colombia) usando una adaptación de La metodología MESMIS. En E. Arnés y M. Astier. (Coord.). *Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos* (pp. 63-80). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Díaz, J. A. (2006). Estrategia para tres sectores de biocomercio con estudios de mercado específicos. [Volumen VII]. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Escobar, C. (2018). Innovaciones a la metodología MESMIS para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de vida: Propuesta para incidir en la política pública del Estado Boliviano. En E. Arnés y M. Astier. (Coord.). *Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos* (pp. 35-60). Universidad Nacional Autónoma de México. [https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook\\_file/MESMIS.pdf](https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/MESMIS.pdf)
- Ferrante, D., Oliva, G., Puig, S. & Williams, M. (2012). Sustainable sheep management using continuous grazing and variable stocking rates in Patagonia: a case study. *The Rangeland Journal*, 34(3), 285-295. <https://doi.org/10.1071/RJ12016>
- 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. <https://doi.org/10.36436/24223484.318>
- Fonseca-Carreño, N. E., González, M. R. y Narvárez, C. A. (2020). Asociatividad para la administración los sistemas de producción campesina. *Revista Estrategia Organizacional*, 9(1), 1- 17. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7830616>
- Fraser, D. (2008). *Understanding Animal Welfare: The Science in its Cultural Context*. Wiley Blackwell.
- García, X. (2003). *La Soberanía Alimentaria: un nuevo paradigma*. Veterinarios sin Fronteras. <http://www.oda-alc.org/documentos/1341449192.pdf>
- Gaviria, X., Sossa, C. P., Montoya, C., Chará, J., Lopera, J. J., Córdoba, C. P. y Barahona, R. (2012, noviembre). Producción de Carne Bovina en Sistemas Silvopastoriles Intensivos en el Trópico Bajo Colombiano. *VII Congreso Latinoamericano De Sistemas Agroforestales Para La Producción Animal Sostenible*, Belén, Brasil.
- Giraldo, R., Nieto, L., Quiceno, A. y Sanclemente, O. E. (2018). Evaluación de sustentabilidad en agroecosistemas campesinos del corregimiento de San Isidro, Pradera, Valle del Cauca, Colombia. *Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos*. Ecuador ISBN: 978-92-3-300101-5 ed.: UNESCO, v., p.125 – 150. En E. Arnés y M. Astier. (Coord.). *Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos* (pp. 125-150). Universidad Nacional Autónoma de México. [https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook\\_file/MESMIS.pdf](https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/MESMIS.pdf)
- Gliessman, S. R. (1998). *Agroecology: ecological process in sustainable agriculture*. Lewis Publishers.
- González, G. (2017). *No todo es dulce cuando se habla de azúcar. Efectos del monocultivo de caña de azúcar en las prácticas agrícolas tradicionales: el caso del corregimiento de la palmera (Tuluá, Valle del Cauca)* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. CRAI-USTA.
- Holdridge, L. (1996). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC] y Corporación Autónoma del Valle del Cauca [CVC]. (2004). *Levantamiento de suelos y zonificación de tierras del departamento de Valle del Cauca*.
- Landini, F. (2011). Racionalidad económica campesina. *Mundo Agrario*, 12(23), 1-27. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3859906>



- Machado-Vargas, M. M., Nicholls-Estrada, C. I. & Ríos-Osorio, L. A. (2018). Social-ecological resilience of small-scale coffee production in the Porce river basin, Antioquia (Colombia). *Idesia*, 36(3), 141-151. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005001801>
- Machín, B., Roque, A. M., Ávila, D. A. y Rosset, P.M. (2010). Revolución agroecológica: El movimiento de Campesino a Campesino de la ANAP en Cuba. Asociación Nacional de Agricultores Pequeños.
- Masera, O., Astier, M. y López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS*. México: Mundi-Prensa México.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [Minagricultura]. (2018). Indicadores e instrumentos: Cadena Plátano. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2018-10-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [Minagricultura]. (2018). Cadena de cítricos: Indicadores e instrumentos. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2018-10-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Montoya M. L., Restrepo F. M., Moreno, N. y Mejía, P. A. (2013). Impacto del manejo de agroquímicos, parte alta de la microcuenca Chorro Hondo, Marinilla, 2011. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 32(2), 26-35. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/14094>
- Murgueitio, E., Chará, J., Solarte, A., Uribe, F., Zapata, C. y Rivera, J. (2013). Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26, 313- 316. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324845>
- Parra, W.G. (2011). *La racionalidad campesina frente a la producción agropecuaria en el municipio de Garagoa* [Tesis de Maestría en Desarrollo Rural, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio PUJ.
- Resolución 000464. (2017, 29 de diciembre). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Diario oficial No 50.505. <https://www.minagricultura.gov.co/Documents/lineamientos-acfc.pdf>
- Rosset, P. M. (2016). La reforma agraria, la tierra y el territorio: evolución del pensamiento de La Vía Campesina. *Mundo Agrario*, 17(35), 1-21. <https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/MAe021>
- Sanclemente, O. E. (2013). Efecto de *Mucuna pruriens* asociada a una gramínea, sobre la actividad simbiótica rizosférica y la movilización de N y P, en un sistema de cultivo: maíz (*Zea mays* L.) y soya (*Glycine max* L.) [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21770>
- Sanclemente, O. E., Ararat, M. C., Gallo, P. I. y García, M. (2021). Relación de microorganismos funcionales del suelo, en algunos sistemas de cultivo de zona plana del Valle del Cauca. En O. Sanclemente. (Ed.). *Relaciones agroambientales en sistemas productivos rurales*. 23- 46. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/5042>
- Saavedra, C. (2007). Diagnóstico ambiental de la subcuenca Río Aguaclara en el marco de la formulación del plan de ordenación y manejo de la cuenca del Río Bolo [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Occidente]. CRAI Biblioteca. <http://red.uao.edu.co//handle/10614/6018>
- Sarandón, S. J. (2002). *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2019). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales [EVA] 2019*. <https://www.upra.gov.co/web/guest/eva-2019>

## ENLACE ALTERNATIVO

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/5756> (html)

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/5756/5956> (pdf)