

Sostenibilidad económica de sistemas agroecológicos en el centro del Valle del Cauca (Colombia): importancia del tamaño del predio y el componente pecuario

Economic sustainability of agroecological systems in central Valle del Cauca (Colombia): The importance of farm size and livestock production

Luz Elena Santacoloma-Varón^{a, c}, Jéssica Almeida-Braga^b

RESUMEN

Los sistemas de producción agroecológicos colombianos pertenecen a los microfundios y minifundios que, por su tamaño, no obtienen adecuados ingresos para los productores. No obstante, el componente pecuario puede contribuir a la sostenibilidad económica de los hogares rurales, debido a los precios que estos productos alcanzan en el mercado y la continuidad en sus ciclos productivos. Esta investigación busca identificar el grado de asociación entre la ganancia neta de sistemas agroecológicas expresada en Salarios Mínimos Legales Vigentes (SMLV) y las variables tamaño del predio y proporción dedicada a la actividad pecuaria. A partir de 27 fincas encuestadas en la zona rural del centro del Valle del Cauca, fueron seleccionadas 14 por la presencia del componente pecuario y el cumplimiento de al menos tres principios agroecológicos y de sostenibilidad económica. A estos sistemas se les determinó la ganancia neta anual, tamaño del predio y proporción del área en producción pecuaria ajustado a un modelo de regresión lineal múltiple. Se estimó que el 77,15% de la variación de los ingresos obtenidos en el sistema agroecológico son atribuibles al tamaño del predio y a la proporción dedicada a la actividad pecuaria ($p=0,000298$). El tamaño del predio y la proporción de la finca dedicada a la actividad pecuaria afectan el nivel de ingresos de los productores y contribuyen a su sostenibilidad económica.

ABSTRACT

Colombian agroecological production systems belong to the micro and small farms that, due to their size, did not receive adequate income for the producers. However, the livestock component can contribute to the economic sustainability of rural households, given the prices that these products reach in the market and the uninterrupted production cycles. This research seeks to identify the extent of the association between the net profit of agroecological systems expressed in the minimum wage and the variables size of farm and proportion dedicated to livestock activity. Out of 27 farms surveyed in the rural area of central Valle del Cauca, we selected 14 for the presence of the livestock component and compliance with at least three agroecological and economic sustainability principles. For these systems, the annual net profit, size of farm, and area share of livestock production will be fitted to a multiple linear regression model. We estimated that 77.15% of the variation in income earned in the agroecological system is attributable to farm size and the proportion given to livestock activity ($p=0.000298$). The size of the farm and the livestock proportion affect the producers' income level and contribute to their economic sustainability.

PALABRAS CLAVE: sustentabilidad; agroecosistemas; producción animal; fincas familiares.

KEYWORDS: sustainability; agroecosystems; animal production; family farms.

^a Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. ORCID Santacoloma-Varón, L. E.: 0000-0003-2731-6825

^b Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente. Pereira, Colombia. ORCID Almeida-Braga, J.: 0000-0002-8761-1415

^c Autor de correspondencia: luz.santacoloma@unad.edu.co

Introducción

Los sistemas de producción agroecológicos contribuyen al abastecimiento de alimentos de calidad, conservación del ambiente, configuración del tejido social e interacción entre campo-ciudad, mediante la generación de circuitos cortos de comercialización y acceso a productos frescos con bajo consumo de energía. Lemaire et al. (2015) exponen que las especies animales dentro de un sistema agroecológico participan en la diversificación del agroecosistema productivo y contribuyen a la generación de materia orgánica (producción de estiércol), polinización y control de arvenses. Por su parte, Funes-Monzote (2017) considera que la integración entre los componentes agrícola, pecuario y forestal cumple funciones en el cierre de ciclos de nutrientes y energía, que permiten el uso racional de los recursos disponibles, al establecer sinergias que mejoran la economía de la finca y la preservación ambiental.

Bonaudo et al. (2014) plantean que la aplicación de principios agroecológicos en el diseño de modelos de integración agricultura-ganadería es una oportunidad para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola, al incrementar la interacción entre subsistemas, diversificar la producción y proporcionar servicios ecosistémicos. Los principios agroecológicos están insertos dentro de la agricultura familiar, al respecto, Hotúa-López et al. (2021) afirman que la avicultura es una de las actividades más utilizadas dentro de estos sistemas, pues conserva características de producción tradicionales, aporta a la seguridad alimentaria y ayuda a la mitigación de la pobreza de las familias rurales.

Entre tanto, Altieri (2016) señala que, al realizar un análisis nutricional de sistemas agroecológicos para una familia típica, una vez se suple el 95% de sus necesidades alimenticias, queda un superávit de 250% de proteína, 80% de vitamina A, 550% de vitamina C y 330% de calcio. Para Pomboza et al. (2017), el componente pecuario de los sistemas agroproductivos andinos con especies como el cuy (*Cavia porcellus* Erxleben) constituye no solo una fuente de ingresos significativa, sino un aporte agrícola y cultural, expresado en alimentación, medicina tradicional y relaciones sociales, que motivan la conservación de estas tradiciones.

Lermanó (2015) considera que en regiones como la pampeana en Argentina, la integración de agricultura y ganadería pastoril en sistemas agroecológicos genera condiciones que promueven un incremento en las especies cultivadas, mayores rotaciones de cultivos en tiempo y espacio, y disminución de arvenses con potencial dañino para los cultivos. En Colombia, los sistemas agroforestales compuestos de pasturas y altas densidades de arbustos forrajeros, árboles y palmeras son un ejemplo de esta integralidad agropecuaria que puede disminuir los efectos negativos de la temporada de sequía (Rivera et al., 2019). Del mismo modo, Telles-Antonio et al. (2020) reportan que la implementación de sistemas agroforestales no afecta la producción de biomasa forrajera al compararla con sistemas convencionales, debido al mayor aprovechamiento del espacio vertical tanto aéreo como subterráneo.

En consecuencia, la utilización de especies pecuarias en sistemas agroecológicos es un elemento fundamental que coadyuva a la sostenibilidad económica, esta última, una medida crítica toda vez que la agricultura familiar se caracteriza por la reducida participación en la cadena productiva, restringido el acceso a mercados justos, escasa asistencia técnica, deficiente infraestructura de apoyo y bajo acceso a la tierra (Cevallos et al., 2019). En consecuencia, Zarta (2018) define la sostenibilidad económica como la capacidad de mantener en el tiempo criterios de rentabilidad en un sistema productivo. Cortés et al. (2018) plantean que los agricultores familiares deben subsistir económicamente y competir en mercados que, usualmente, no les permiten participar en condiciones justas; en consecuencia, regularmente reciben bajos ingresos por sus productos y tienen desventajas al momento de la negociación.

El componente pecuario como subsistema de la producción agroecológica es relevante en la composición de ingresos para los productores por el valor económico que tienen sus productos en el mercado, por el aprovechamiento de la energía y la materia orgánica que los animales transfieren a las praderas y cultivos (Fonseca-Carreño, 2019). Ante lo expuesto, Pérez et al. (2019) sostienen que este tipo de sistemas como la ganadería en sistemas agroforestales son una buena opción, ya que es posible sacar al mercado ejemplares en tiempo de crisis o comprar

en momentos de excedentes. Esto permite generar recursos económicos favorables para reinvertir en procesos productivos de la finca y en el mejoramiento de la calidad de vida de los productores.

Dentro de las ventajas de la cría de animales en sistemas agroecológicos según Silva-Laya et al. (2016), la diversidad de la producción contribuye al mantenimiento de la rentabilidad con bajo riesgo económico por la diversificación de ingresos. Dentro del componente pecuario también es importante destacar la generación de ingresos derivado de la agroindustria láctea y cárnica, la cual es frecuente entre familias productoras de ganado de leche o poseedoras de fincas muy pequeñas, que se dedican fundamentalmente a la transformación del producto (Angarita et al., 2013).

Los productos pecuarios regularmente son comercializados en pequeñas redes de mercadeo local, en las que se promueven relaciones complejas de interacción social, procesos educativos, intercambio efectivo de información y baja dependencia. Por tanto, el componente pecuario desempeña un papel crucial en el diseño e implementación de sistemas agroecológicos, no solo por la función que cumplen en la sostenibilidad económica, sino en el fortalecimiento del tejido social, mediante la integración agricultura-ganadería-agroindustria.

Si bien el aporte del componente pecuario en la diversificación de ingresos de los sistemas de producción agroecológica (SPA) es significativo, no hay que olvidar que las economías campesinas (minifundios y microfundios) no cuentan con una adecuada disponibilidad del recurso tierra. En consecuencia, estas economías tienen escasas posibilidades de lograr los niveles de ingresos necesarios para la Unidad Agrícola Familiar (UAF). Vasco y Bilsborrow (2016) plantean que la escasez de tierra en países de Latinoamérica constituye un factor de presión que obliga a los miembros de los hogares rurales a trabajar como jornaleros agrícolas. Esta variable, sumada al capital, infraestructura y políticas públicas desfavorables, genera condiciones de presión para que los campesinos abandonen la actividad productiva de su predio.

Para analizar la sostenibilidad económica de estos sistemas de producción familiar agroecológica, es necesario tener en cuenta los costos, las ganancias y las

inversiones, para determinar la rentabilidad, además del mercadeo y comercialización. Sin embargo, el tamaño del predio surge como variable importante, ya que el acceso a la tierra constituye un aspecto muy sensible de la producción campesina en Colombia, por el tipo de estructura agraria que ha perdurado en el país a través de su historia (Machado et al. 2015). Otra variable importante es la proporción (%) o área de la finca destinada a la actividad pecuaria, ya que los productos y subproductos derivados de esta actividad tienen alta inserción en los mercados locales. Este último es un rubro de ingresos importante para el sistema finca, que se integra con los componentes agrícola y forestal.

Por lo anterior, el objetivo del trabajo evalúa el grado de asociación entre los parámetros Ganancia Neta Anual (GNA), como variable *proxy* de la sostenibilidad económica en la producción agroecológica, y las variables tamaño del predio y proporción de área dedicada a la producción pecuaria. De igual manera, fue necesario previamente caracterizar los SPA objetos del estudio, presentes en el centro del Valle del Cauca, al suroccidente de Colombia.

Materiales y métodos

El estudio implementó la metodología de investigación mixta, que permitió recolectar información por medio de métodos cualitativos, a través de entrevistas en profundidad y recolección de datos, y variables cuantitativas. Las técnicas cualitativas fueron utilizadas en la caracterización de los SPA y las cuantitativas se utilizaron para evaluar la significancia de la producción pecuaria en la GNA. Al respecto, Sánchez-Gómez et al. (2020) consideran que los modelos mixtos de investigación facilitan el análisis comparativo de manera más profunda e interpretativa, y proporcionan mejor comprensión de los problemas de investigación que el enfoque separado.

Área de estudio

Los SPA analizados hacen parte de la cadena de montañas de la cordillera Central, con pendientes de moderadas a fuertes, laderas largas y coluviales, con predominancia de la vegetación arbustiva y matorrales. Estos ecosistemas son altamente intervenidos por actividades antrópicas que han reducido

sustancialmente las zonas de cobertura boscosa: vegetación en diferentes grados de sucesión, bosques secundarios, bosques con individuos en estado juvenil y parches de bosque natural. Todo esto es consecuencia de la actividad ganadera y agrícola.

De acuerdo con la clasificación de Holdridge, las zonas de vida predominante son el bosque seco premontano y bosque húmedo premontano, entre altitudes de 1550 y 1700 msnm, precipitación anual de 1000 a 2000 mm, predominancia de clima medio con temperaturas de 21-24 °C (CVC, 2018). El régimen de lluvias es variado con la máxima precipitación en octubre y mínima en julio, lo que determina la planificación de los cultivos y unido a otros factores climáticos como la evaporación media multianual que alcanza entre los 1047 y 1104 mm/año y 87-92 mm/mes.

Los SPA se encontraron en los corregimientos de Moralia, Venus, La Diadema, Monteloro, San Rafael y La Iberia en el municipio de Tuluá; Ceilán en el municipio de Bugalagrande, y en el municipio de Buga, Miraflores y Los Bancos, todos dentro de la vertiente occidental de la cordillera Central de los Andes colombianos, región suroccidental del país, margen derecha del valle del río Cauca, entre las coordenadas geográficas 902.500-954.700 N y 1.091.600-1.138.600 E.

Recolección de datos

Se realizaron visitas y observación participante a través de entrevistas a profundidad en diferentes escenarios: casa del productor, participación de reuniones y caminatas en la zona. Se identificaron las condiciones geomorfológicas, composición florística, fuentes hídricas y características socioeconómicas

prevalecientes en la producción agroalimentaria, en concordancia con lo expresado por Etter (2011, p. 25): “El desarrollo de las sociedades humanas ha estado íntimamente ligado el contexto geográfico y ecológico en el cual se desarrollan, al tiempo que también [se] transforman los ecosistemas que lo componen”.

El diálogo con la comunidad y los recorridos en la zona permitieron evidenciar los rasgos particulares de sus condiciones sociales, características familiares, dinámica económica, entre otros, propios de los sistemas de producción agroecológicos. Esto permitió obtener una visión de conjunto de los fenómenos que los identifica como grupo de interés.

Se identificaron en el área de estudio veintisiete (27) predios ubicados en la parte alta de la pendiente, en condiciones edafoclimáticas homogéneas y aplicación de principios agroecológicos y sostenibilidad económica. De este universo de fincas fueron seleccionadas catorce (14), mediante muestreo (no probabilístico) por conveniencia, en el cual se tuvo en cuenta el cumplimiento de al menos tres de los principios agroecológicos (tabla 1), así como la presencia del subsistema pecuario. Esta selección permitió identificar las unidades de análisis que mejor representan las características de manejo agroecológico e inclusión del componente pecuario.

Dentro de los principios de sostenibilidad económica se enfatizó en la economía campesina descrita por Van Der Ploeg (2010), cuyas características son: pertenecer a circuitos cortos de comercialización, mano de obra familiar, venta de productos derivados del SPA y autoconsumo, relaciones de reciprocidad con otros productores y tenencia de la propiedad familiar.

Tabla 1. Criterios agroecológicos y de sostenibilidad económica en la selección de sistemas de producción agroecológica.

Agroecológicos	Sostenibilidad
Aplicación de sistemas de reciclaje de nutrientes.	Circuitos cortos de comercialización.
Alto uso de agrobiodiversidad (vegetal y animal) e integración entre subsistemas.	Uso de mano de obra familiar.
Sistemas de conservación de suelos (adición de materia orgánica) y aguas.	Obtención de productos de la finca para el autoconsumo y venta.
Aplicación de insumos biológicos: fertilizantes, abonos e insecticidas.	Relaciones de reciprocidad con otros productores.
Control de la erosión: coberturas vegetales u obras físicas de conservación.	Propiedad familiar de la tierra.

Fuente: elaboración propia.

Se aplicó la evaluación económica propuesta por Forero et al. (2016) para calcular el área dedicada a cada subsistema (agrícola, forestal o pecuario), producción anual de cultivos y semovientes (t/ha/año), ingreso total año (ITA), de acuerdo con el precio recibido en el punto de venta (PMM), y la proporción correspondiente al autoconsumo familiar.

En los costos totales de producción (CTP) se tuvieron en cuenta factores como la mano de obra, insumos biológicos, transporte, mantenimiento de herramientas y equipos. El costo por kilogramo de cada producto (CPP) se incluyó dentro del costo doméstico (CD), equivalente al salario que la familia campesina requiere para desarrollar sus actividades diarias y no incurrir en pagos monetarios; además, se contempló el costo monetario (CM) que se requiere para mantener su SPA produciendo, en el que se incluyen rubros tales como jornales, bio-abonos o herramientas. No se incluyeron costos de comercialización, toda vez que fueran circuitos cortos de comercialización con el apoyo del municipio.

La ganancia neta anual (GNA) fue calculada a partir de la diferencia entre los ingresos totales/año (ITA) y los costos totales de producción (CTP) (1).

$$GNA = ITA - CTP \quad (1)$$

La base para la conversión a Salario Mínimo Legal Vigente de Colombia (PSMLV) fue el año 2019 (2).

$$PSMLV = GNA * 100/SMLV \quad (2)$$

Análisis de datos

A través del modelo de regresión lineal múltiple se determinó el grado de asociación entre las variables tamaño de la finca (ha) y proporción de la finca dedicada a la producción pecuaria (%), en relación con la GNA del sistema productivo. Se verificaron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk), homocedasticidad (Breusch-Pagan) y autocorrelación (D-W Statistic) ($p < 0,05$). Una vez verificado el cumplimiento de supuestos, se determinó el coeficiente de determinación R^2 , valor de R^2 -ajustado, prueba F y error estándar múltiple de estimación, así como el grado de variabilidad existente entre las variables mediante un análisis de varianza ($p < 0,05$).

Resultados

Caracterización de los SPA

Especies vegetales predominantes

Dentro de las áreas boscosas se encontraron especies vegetales de guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), bambú (*Bambusa vulgaris* Schrader), el nacedero (*Trichanthera gigantea* [Humboldt & Bonpland] Nees), caracolí (*Anacardium excelsum* [Bertero & Balbis ex Kunth] Skeels), carbonero (*Calliandra* sp.), arboloco (*Polymnia pyramidalis* [Triana] H.Rob.), cachimbo (*Erythrina poeppigiana* [Walpers] O.F.Cook), chagualo (*Myrsine guianensis* A.de Candolle), Cipres (*Cupressus lusitanica* [Miller] Bartel), drago (*Croton* sp.), guayabo (*Psidium guajava* Linnaeus), palo de la cruz (*Brownnea ariza* Bentham) y tachuelo de pie (*Fagara verrucosa* Cuatrec.) (Tabla 2).

Aunque los bosques de la región se encuentran drásticamente reducidos y con ellos la fauna asociada, los relictos de bosques y vegetación permitieron identificar avifauna de las familias: Columbidae, Culicidae, Apodidae, Galbulidae, Tyrannidae, Hirundinidae, Mimidae, Turdidae, Parulidae e Icteridae.

Principios agroecológicos identificados

La principal práctica identificada dentro de los SPA se orienta al mantenimiento de la cobertura vegetal como medida efectiva de conservación del agua y suelo, con actividades tales como la labranza cero y la implementación de cultivos de protección. Asimismo, se garantiza el suministro permanente de materia orgánica junto a la adición de productos tales como abonos verdes, compost y estiércol de animales, que generan actividad biológica en el suelo y reciclaje de nutrientes, lo que permite evitar los insumos externos (Tabla 3).

Se identificó como principio fundamental de seguridad alimentaria familiar la presencia de huetas caseras en todas las fincas, complementada con cultivos de pancoger dentro de los policultivos. Aunque el componente agrícola constituye la mayor proporción del área dentro de los sistemas agroecológicos, el pecuario incluía la presencia de cerdos (*Sus scrofa* Linnaeus), aves de corral (*Gallus*

gallus domesticus Linnaeus), tilapia (*Tilapia nilotica* Linnaeus), abejas (*Apis mellifera* Linnaeus) y bovinos (Bovinae) —aporte significativo de proteína e ingresos económicos—.

Tabla 2. Especies forestales predominantes en los sistemas de producción agroecológica.

SPA	<i>G. angustifolia</i>	<i>B. vulgaris</i>	<i>T. gigantea</i>	<i>A. excelsum</i>	<i>Calliandra</i> sp.	<i>P. pyramidalis</i>	<i>E. poeppigiana</i>	<i>M. guianensis</i>	<i>C. lusitanica</i>	<i>Croton</i> sp.
San Nicolás		x			x		x	x		x
Las Piedras			x	x						
Limonar		x			x		x		x	
Santa Inés	x		x		x	x				
La Nubia				x						
La Estrella		x					x			x
El Ocaso			x	x					x	
El Manantial	x			x		x	x			
La Esperanza					x		x			x
El Silencio	x		x			x			x	
El Vergel										
La Soledad			x					x		x
La Colina	x	x				x		x		
Las Flores								x		x

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Principios agroecológicos identificados en los sistemas de producción.

SPA	Sistemas de reciclaje de nutrientes	Agrobiodiversidad vegetal y animal, e integración entre subsistemas	Conservación de suelos y agua	Aplicación de insumos biológicos	Control de erosión (coberturas vegetales u obras físicas de conservación)
San Nicolás	x	x	x	x	x
Las Piedras		x	x	x	x
Limonar		x	x	x	x
Santa Inés	x	x		x	x
La Nubia	x	x	x		x
La Estrella		x		x	x
El Ocaso	x	x	x	x	x
El Manantial		x	x	x	
La Esperanza	x	x		x	
El Silencio	x	x	x	x	x
El Vergel	x	x	x	x	x
La Soledad	x	x	x	x	
La Colina	x	x		x	x
Las Flores		x	x	x	x

Fuente: elaboración propia.

Desde la perspectiva espacial de la composición florística se encontraron en el estrato alto especies arbóreas maderables, frutales para autoconsumo, arbustos forrajeros para bancos de proteína (*T. gigantea* y *Gliricidia sepium* [Jacquin] Walpers) y especies para conservación de suelos y agua (hojarasca). En el estrato medio se centra la mayor parte de actividades agrícolas: especies de cultivo como mora (*Rubus ulmifolius* Schott), lulo (*Solanum quitoense* Lamarck), zapallo (*Cucurbita maxima* Lamarck), plátano (*Musa x paradisiaca* Linnaeus), aguacate (*Persea americana* Miller), papaya (*Carica papaya* Linnaeus), curuba (*Passiflora mollissima* [Kunth] Bailey), granadilla (*Passiflora ligularis* Jussieu), guanábana (*Annona muricata* Linnaeus), mango (*Mangifera indica* Linnaeus), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), Yuca (*Manihot esculenta* Crantz), frijol (*Phaseolus vulgaris* Linnaeus) y maíz (*Zea mays* Linnaeus) son recurrentes, así como café (*Coffea arabica* Linnaeus) y cacao (*Theobroma cacao* Linnaeus). Finalmente, los estratos bajos son ocupados por especies de plantas aromáticas, como albahaca (*Ocimum basilicum* Linnaeus), cilantro (*Coriandrum sativum* Linnaeus), cidrón (*Aloysia citriodora* Palau) y perejil (*Petroselinum crispum* [Miller] Fuss); además, se concentra la actividad pecuaria y los elementos que componen los

cultivos de forraje en pequeña escala, fundamentalmente *Axonopus scoparius* (Flüggé), *Saccharum officinarum* y bancos de proteína (*Thitonia diversifolia*).

Relación entre el tamaño del predio y el componente pecuario frente a la sostenibilidad económica

Los productores agroecológicos generalmente son propietarios de sus predios a través de herencia familiar. Son reducidos los casos por adquisición comercial. Predominan pequeñas propiedades entre 1,5 y 6,3 ha, a excepción de un predio de 9 ha. Los ingresos de los productores oscilan entre los 0,62 y 3,93 SMLV y el área promedio dedicada a la producción agropecuaria se encontró en 72,5% y 80% entre pequeñas fincas y el 66% en fincas mayores. De igual manera, se encontró mayor productividad en pequeñas fincas (7,65 t/ha/año) en comparación con predios mayores (4,76 t/ha/año) (Tabla 4).

El 100% de los SPA cuenta con alguna especie pecuaria para la venta en mercados locales y abastecimiento de proteína. Se evidencia la integración de la actividad pecuaria a otros subsistemas (agrícola, forestal y agroindustrial), con la obtención de quesos y derivados cárnicos (Figura 1). Los procesos de integración permiten reciclar nutrientes de manera

Tabla 4. Tamaño de los predios, áreas dedicadas a la actividad pecuaria e ingresos de los sistemas de producción agroecológica.

Fincas agroecológicas analizadas	Tamaño del predio (ha)	Ganancia Neta Anual (SMLV, 2019)	Área dedicada a la actividad agrícola y forestal (%)	Área dedicada a actividad pecuaria (%)	Productividad (t/ha/año)
San Nicolás	1,5	0,75	48	28	6,58
Las Piedras	1,9	0,62	41	23	7,65
Limonar	2,2	1,86	50	36	6,54
Santa Inés	2,4	0,95	36	19	4,78
La Nubia	2,9	1,46	35	32	7,0
La Estrella	3,0	0,98	29	17	6,65
El Ocaso	4,2	1,36	39	28	6,23
El Manantial	4,5	1,4	43	38	6,8
La Esperanza	5,0	1,54	53	31	4,76
El Silencio	5,5	1,38	37	24	4,75
El Vergel	5,5	1,2	39	22	5,78
La Soledad	6,2	1,59	36	28	4,93
La Colina	6,3	2,54	32	34	5,35
Las Flores	9,0	3,93	31	36	5,67

Fuente: elaboración propia.

eficiente, ya que los residuos de un subsistema se constituyen en insumos para otros, por ejemplo, el estiércol de los animales es utilizado como abono en los cultivos. Se destaca también la contribución del componente pecuario en el uso del suelo, con bancos de forraje (proteína y energía) para el 30% de las fincas, superficies de pasturas perennes dentro del agroecosistema y fijación de nitrógeno debido a la presencia de leguminosas durante largos períodos.

Se encontró que la GNA del componente pecuario es similar al subsistema agroforestal, a excepción

del predio de mayor extensión (Figura 2), esto se debe a la mayor área en actividad agroforestal.

El modelo de regresión permite estimar la GNA (Y) a través del tamaño del predio (β_1) y la proporción del área dedicada a la producción pecuaria (β_2), fue $Y = -0,996 + 0,262 \beta_1 + 0,050 \beta_2$, donde el análisis de varianza fue significativo con $F (18,567) >$ valor crítico ($p < 0,000298$).

A partir del análisis de coeficientes se identificó que la variable tamaño del predio (β_1 , ha) es significativa dentro del modelo ($p = 0,00123$) y por cada

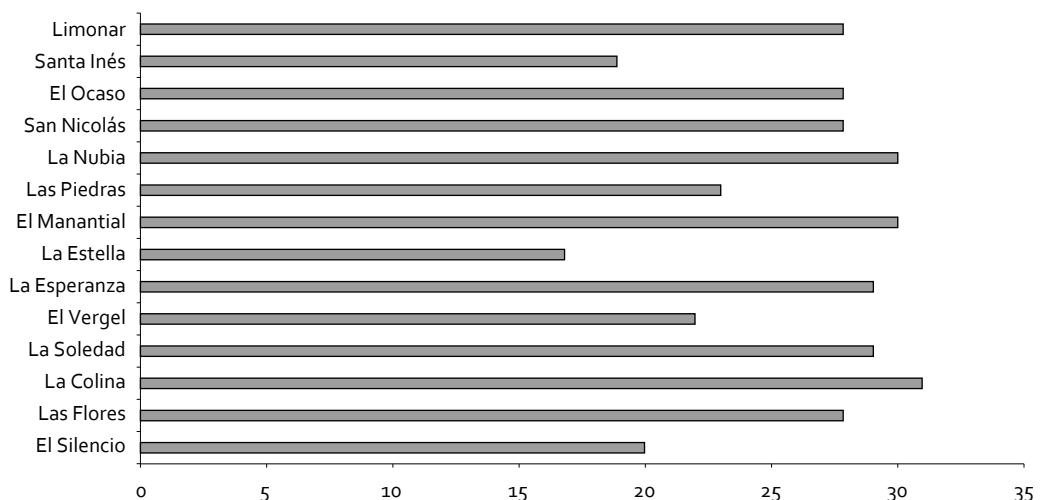


Figura 1. Área dedicada a la actividad pecuaria (%) en sistemas de producción agroecológica. Fuente: elaboración propia.

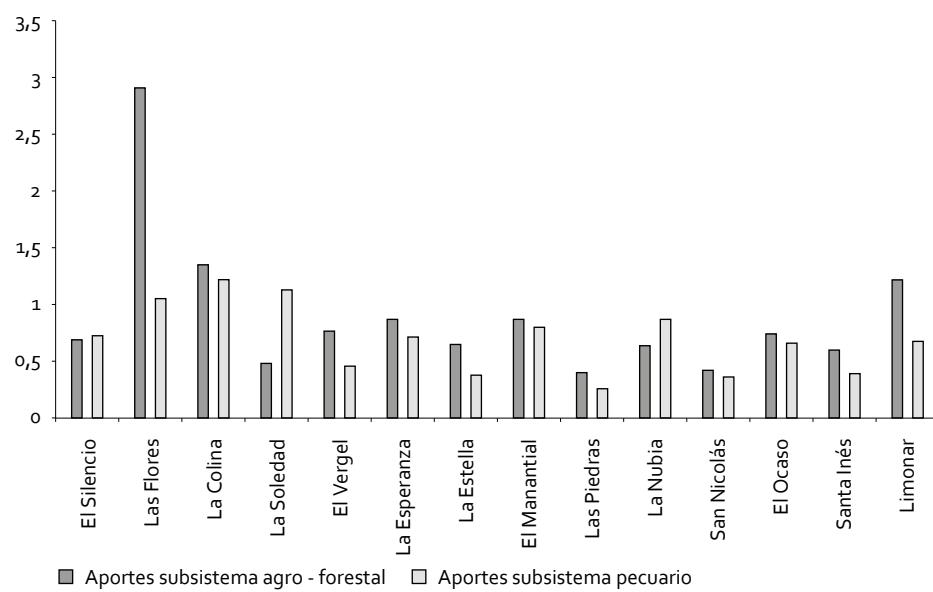


Figura 2. Aportes de los subsistemas agroforestal y pecuario a la ganancia neta anual en SMLV de 2019 en sistemas de producción agroecológica. Fuente: elaboración propia.

aumento en hectáreas se lograría percibir hasta el 26,2% de ganancia. Asimismo, se encontró que la variable proporción de área dedicada a la producción pecuaria es significativa ($p \leq 0,05$) y su contribución es del 5 %. A partir del coeficiente de determinación (R^2) el 77,15 % de la variación existente es atribuible a las variables evaluadas: tamaño del predio y proporción dedicada a la producción pecuaria.

Discusión

Estos sistemas productivos, ubicados en el valle geográfico del río Cauca (Colombia), vertiente occidental de la cordillera Central, son variados a causa de una arraigada vocación agropecuaria donde se preservan áreas y conocimientos de agroecología altamente diversificados, dadas las condiciones biofísicas, meteorológicas y climáticas, y las características socioculturales que identifican a sus pobladores (Rodríguez, 2018). Por otro lado, Acevedo et al. (2018) consideran que estos modelos obedecen a retos que se les plantea a los sistemas agroalimentarios en la actualidad, tales como: búsqueda de soberanía alimentaria, disminución de la pobreza rural, adopción de prácticas de cara al cambio climático y protección de los recursos naturales, especialmente del suelo, agua y agrobiodiversidad.

Frente al tamaño de los predios, una característica común entre los SPA son las pequeñas áreas, como lo reportan Acevedo et al. (2020) en dos municipios de Caldas (Colombia), en los que solo el 11 % de las fincas de Supía alcanzaban tamaños del orden de 10 ha, y en Riosucio el 32 % presentan más de 3 ha. En investigaciones adelantadas por Clavijo y Sánchez (2018) en el departamento de Boyacá (Colombia), se reporta que el 88 % de los predios son microfundios menores de 3 ha y el 12 % minifundios entre 3 y 8 ha.

Respecto a la ocupación de la producción pecuaria, los resultados coinciden con investigaciones de Acevedo et al. (2020), quienes señalan datos similares con áreas de producción entre 1 a 2 ha (en el 70 % de las fincas), y en menor proporción para fincas de más de 5 ha; los autores advierten acerca de la alta variabilidad para predios de mayor tamaño.

Lo anterior concuerda con lo expuesto por Pitta y Acevedo (2019), quienes señalan que la agricultura

familiar agroecológica se caracteriza por poseer una escala de producción pequeña y altamente diversificada, así como de transformación de bienes y servicios con destino al mercado local o al autoconsumo. Al respecto, Noguera-Talavera et al. (2019) señalan que los sistemas agroecológicos permiten garantizar la conservación de la agrobiodiversidad y la soberanía alimentaria, además de contribuir a la sustentabilidad del uso de la tierra y la persistencia de los sistemas agroalimentarios locales. Frente a esto, Acevedo et al. (2020) exponen que las fincas más pequeñas presentan un uso intensivo del suelo y, en consecuencia, obtienen mayores ingresos por área de producción, con altos valores para autoconsumo familiar y conservación de la agrobiodiversidad. Por su parte, Blandi et al. (2016) sustentan que el sistema de producción agroecológica utiliza en gran medida la mano de obra familiar, basada en conocimientos locales y tradiciones familiares. Por esta razón, Forero-Álvarez (2013) sugiere que tanto los agricultores de gran escala como de pequeña podrían ser más eficientes mediante microeconomías de escala.

Si bien las pequeñas fincas presentan alta productividad, el tamaño del predio limita de manera significativa los ingresos para el bienestar del hogar rural. Lo anterior sugiere que uno de los puntos más críticos de las economías campesinas sigue siendo la democratización y acceso a la tierra. Al respecto, Gortaire et al. (2020) reportan la dimensión económica altamente crítica de los SPA, como consecuencia de la baja implementación de proyectos asociativos y escaso fortalecimiento del capital social en las regiones, así como bajo acceso al crédito formal y tenencia de la tierra.

El mejoramiento de la sostenibilidad económica de las familias rurales se ve afectada por la proporción del componente pecuario de acuerdo con los resultados encontrados y aún más si se cuenta con fincas de mayores tamaños. Tovar et al. (2015) manifiestan que los sistemas tradicionales de producción animal representan para las familias y comunidades campesinas una fuente importante de alimentos e ingresos, y entre estos el componente pecuario es relevante. Igualmente, Mora-Delgado et al. (2011) hallaron que el componente pecuario representa entre el 33,4 % y 38,2 % de los ingresos de las fincas

familiares, y tiene un gran potencial de inserción en los mercados.

El estudio muestra que el subsistema pecuario contribuye al aprovechamiento de la agrobiodiversidad local, al acervo de conocimiento de la comunidad y la autogestión económica de los sistemas de producción agroecológica. Angarita y Castrillón (2018) también destacan esto, al encontrar que el componente pecuario mejora el flujo de ingresos, la resiliencia en los agroecosistemas y la recuperación de la autonomía de la mujer para el caso de estudio sobre gallina criolla. En esta misma línea, autores como Nicholls et al. (2017) resaltan la asociación positiva entre la diversificación de los cultivos, la productividad agrícola, el ingreso de los productores, la seguridad alimentaria y la riqueza nutricional.

Conclusiones

Tanto el tamaño del predio como la proporción del área dedicada a la producción pecuaria inciden en el 77,15 % sobre la ganancia neta del sistema de producción agroecológica en el centro del Valle del Cauca. De acuerdo con el modelo de correlación múltiple establecido, por cada hectárea que se incremente en el tamaño del sistema se aumentaría la ganancia neta en el 26,2% y 5%, a causa de la producción pecuaria.

Agradecimientos: Las autoras expresan su agradecimiento a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), por la financiación del proyecto de investigación “Impacto económico del subsistema pecuario en fincas agroecológicas del municipio de Tuluá, suroccidente de Colombia”, realizado entre abril de 2019 y abril de 2021. Así mismo, agradecen a la comunidad de productores agroecológicos del centro del Valle del Cauca por sus valiosos aportes y por compartir información importante para el proyecto. También al ingeniero Fernando Alvarez Ramírez por ejercer como mediador entre la comunidad y las investigadoras.

Contribuciones de autoría: La primera autora realizó la conceptualización metodológica, el trabajo de campo y la redacción del primer borrador; y la segunda autora se encargó del diseño estadístico, elaboración de bases de datos, análisis de información, generación de resultados y perfeccionamiento del manuscrito.

Conflictos de interés: El manuscrito fue preparado y revisado con la participación de las autoras, quienes declaramos que no existe ningún conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

Bibliografía

- Acevedo Osorio, A., Cruz Suárez, J., Waeger, J., 2018. Ideas para la transición hacia la sostenibilidad del sistema agroalimentario: agricultura familiar, agroecología y nichos sociotécnicos. En: Acevedo Osorio, A., Jiménez Reinales, N. (Comp.), Agroecología. Experiencias comunitarias para la agricultura familiar en Colombia. Corporación Universitaria Minuto de Dios; Editorial Universidad del Rosario, Bogotá. pp. 13-29. DOI: <https://doi.org/10.12804/tp9789587842326>
- Acevedo Osorio, A., Ortiz-Przychodzka, S., Ortiz-Pinilla, J., 2020. Aportes de la agrobiodiversidad a la sustentabilidad de la agricultura familiar en Colombia. *Trop. Subtrop. Agroecosystems* 23(2), 35.
- Altieri, M., 2016. Impactos de la agroecología en algunos países latinoamericanos: una aproximación histórica. *Leisa, Rev. Agrocol.* 32(3), 6-8.
- Angarita, A., Acevedo, A., Franco, K., Mendoza, E., León, M., 2013. Metodología participativa para el diagnóstico de la agricultura familiar en la red agroecológica campesina del municipio de Subachoque-Cundinamarca. *Inventum* 8(15), 27-34. DOI: <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.8.15.2013.27-34>
- Angarita Leiton, A., Castrillón Zapata, F., 2018. Sistemas agroecológicos de producción de gallinas criollas orientados a la sustentabilidad de la agricultura familiar campesina. En: Acevedo Osorio, A., Jiménez Reinales, N. (Comp.), Agroecología. Experiencias comunitarias para la agricultura familiar en Colombia. Corporación Universitaria Minuto de Dios; Universidad del Rosario, Bogotá. pp. 137-160. DOI: <https://doi.org/10.12804/tp9789587842326>
- Blandi, M., Cavalcante, M., Gargoloff, N., Sarandón, S., 2016. Prácticas, conocimientos y percepciones que dificultan la conservación de la agrobiodiversidad. El caso del cinturón Hortícola Platense, Argentina. *Cuad. Desarro. Rural* 13(78), 97-122. DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78.pcpd>
- Bonaudo, T., Bendahan, A., Sabatier, R., Ryschawy, J., Bellon, S., Leger, F., Magda, D., Tichit, M., 2014. Agroecological principles for the redesign of integrated crop-livestock systems. *Eur. J. Agron.* 57(1), 43-51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.010>
- Cevallos Suarez, M., Urdanata Ortega, F., Jaimes, E., 2019. Desarrollo de sistemas de producción agroecológica: dimensiones e indicadores para su estudio. *Rev. Cienc. Soc.* 25(3), 172-165.
- Clavijo Ponce, N., Sánchez Gil, H., 2018. Agroecología, seguridad y soberanía alimentaria. El caso de los agricultores familiares de Tibasosa, Turmequé y Venecuquemada en Boyacá. En: Acevedo Osorio, A., Jiménez Reinales, N. (Comp.), Agroecología. Experiencias comunitarias para la agricultura familiar en Colombia. Corporación Universitaria Minuto de Dios; Universidad del Rosario, Bogotá. pp. 35-58. DOI: <https://doi.org/10.12804/tp9789587842326>

- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), 2018. Plan Integral para el Cambio Climático del Valle del Cauca PICC. CIAT; Gobernación del Valle, Santiago de Cali, Colombia.
- Cortés Lozano, A., Acevedo Osorio, A., Báez Mojica, C., 2018. Importancia de la agrobiodiversidad y agregación de valor a productos agroecológicos en la asociación Apacra en Cajamarca, Tolima. En: Acevedo Osorio, A., Jiménez Reinales, N. (Comp.), Agroecología. Experiencias comunitarias para la agricultura familiar en Colombia. Corporación Universitaria Minuto de Dios; Universidad del Rosario, Bogotá. pp. 113-135. DOI: <https://doi.org/10.12804/tp9789587842326>
- Etter, A., 2011. Las transformaciones del uso de la tierra y los ecosistemas durante el periodo colonial en Colombia hasta 1800. En: Meisel, A., Ramírez, M. (Eds.), La economía colonial de la Nueva Granada. Banco de la República, Bogotá. pp. 62-103.
- Fonseca-Carreño, N., 2019. Sustentabilidad en la agricultura familiar agroecológica: mora de Castilla en Sumapaz. Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro 11(11), 12-22. DOI: <https://doi.org/10.22463/24221783.2516>
- Forero-Álvarez, J., 2013. The economy of family farming production. Cuad. Desarro. Rural 10(70), 27-45.
- Forero, J., Rodríguez, C., Gutiérrez, Á., Nieto, A., 2016. Eficiencia económica de la agricultura familiar colombiana y sus potencialidades para superar la pobreza rural. El desarrollo equitativo, competitivo y sostenible del sector agropecuario en Colombia, 57-100.
- Funes-Monzote, F., 2017. Integración agroecológica y soberanía energética. Agroecología 12(1), 57-66.
- Gortaire Díaz, D., Vanegas Redondo, W., Carvajal Cañarte, E., Ortega Pachico, D., Santos Ordoñez, A., 2020. Análisis de sostenibilidad socioeconómica productiva y ambiental de productores agroecológicos a pequeña escala en Manabí-Ecuador: caso de estudio Membrillal. Rev. Cienc. Invest. 5(2), 40-65. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3820760>
- Hotúa-López, L., Cerón-Muñoz, M., Zaragoza-Martínez, M., Angulo-Arizala, J., 2021. Backyard poultry: contributions and opportunities for the peasant family. Agron. Mesoam. 32(3), 1019-1033. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.42903>
- Lemaire, B., Dlodlo, O., Chimphango, S., Stirton, C., Schrire, B., Boatwright, J., Honnay, O., Smets, E., Sprent, J., James, E., Muasya, A., 2015. Symbiotic diversity, specificity and distribution of rhizobia in native legumes of the Core Cape subregion (South Africa). FEMS Microbiol. Ecol. 91(2), 1-17. DOI: <https://doi.org/10.1093/femsec/fiu024>
- Lermanó, M., 2015. Sistemas mixtos familiares de agricultura y ganadería pastoral de la Región Pampeana: eficiencia en el uso de la energía y rol funcional de la agrobiodiversidad. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.
- Machado Vargas, M., Nicholls, C., Márquez, S., Turbay, S. 2015. Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. Idesia 33(1), 69-83. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000100008>
- Mora-Delgado, J., Calderón, J., Gómez, S., 2011. El componente pecuario en fincas campesinas de la ecoregión cafetera del departamento del Tolima (Colombia). Luna Azul (32), 16-31.
- Nicholls, C., Henao, A., Altieri, M., 2015. Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. Agroecología 10(1), 7-31.
- Noguera-Talavera, A., Salmerón, F., Reyes-Sánchez, N., 2019. Bases teórico-metodológicas para el diseño de sistemas agroecológicos. Rev. Fac. Cienc. Agrar. UNCuyo 51(1), 273-293.
- Pérez, E., Casal, A., Jacobo, E., 2019. Evaluación de la transición agroecológica de un establecimiento ganadero a base de pastizal de la cuenca del Salado, mediante indicadores. Rev. Fac. Cienc. Agrar. UNCuyo, 51(1), 295-307.
- Pitta Paredes, M., Acevedo Osorio, A., 2019. Contribuciones de la agroecología escolar a la soberanía alimentaria: caso fundación Viracocha. Praxis y Saber 10(22), 195-220. DOI: <https://doi.org/10.19053/22160159.v10.n22.2019.8839>
- Pomboza Tamaquiza, P., Paucar, D., Cruz Tobar, S., Núñez Torres, O., Velásquez Espín, G., 2017. Ancestral practices in potato (*Solanum tuberosum* L.) crop of two rural communities in the Tungurahua province of Ecuador. Acta Agron. 66(2), 157-163. DOI: <https://doi.org/10.15446/acag.v66n2.58895>
- Rivera, J., Chará, J., Murgueitio, E., Molina, J., Barahon, R., 2019. Feeding leucaena to dairy cows in intensive silvopastoral systems in Colombia and Mexico. Trop. Grassl. Forrajes Trop. 7 (4), 370-374. DOI: [https://doi.org/10.17138/tgtf\(7\)370-374](https://doi.org/10.17138/tgtf(7)370-374)
- Rodríguez Salcedo, J., 2018. Valoración energética en agroecología como medida de sostenibilidad. Caso: sistemas productivos de la zona centro-norte del Valle del Cauca. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Sánchez-Gómez, M., Martín Cilleros, M., Sá, P., Pedro Costa, A., 2020. Reflexiones en torno a la investigación con métodos mixtos. Rev. Baiana Enferm. 34, e31851. DOI: <https://doi.org/10.18471/rbe.v34.31851>
- Silva-Laya, S., Pérez Martínez, S., Ríos Osorio, L., 2016. Evaluación agroecológica de sistemas hortícolas de dos zonas del oriente antioqueño, Colombia. Rev. Colomb. Cienc. Hortic. 10(2), 355-366. DOI: <https://doi.org/10.17584/rch.2016v10i2.5752>

- Telles-Antonio, R., Rosales-Mata, S., García-García, D.-A., Saucedo-Reta, L., Villalón-Mendoza, H., 2020. Productividad de biomasa en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Montemorelos, Nuevo León, México. *Rev. Latinoam. Recur. Nat.* 16(2), 55-60.
- Tovar Paredes, J., Narváez Solarte, W., Agudelo Giraldo, L., 2015. Tipificación de la gallina criolla en los agroecosistemas campesinos de producción en la zona de influencia de la selva e Florencia (Caldas). *Luna Azul* (41), 57-72. DOI: <https://doi.org/10.17151/luzaz.2015.41.4>
- Van Der Ploeg, J., 2010. Nuevos campesinos: campesinos e imperios alimentarios. Icaria, Barcelona, España.
- Vasco, C., Bilsborrow, R., 2016. Aporte del empleo fuera de finca a los ingresos de hogares indígenas y mestizos de la Amazonía ecuatoriana. *Econ. Agrar. Recur. Nat.* 16(1), 5-18. DOI: <https://doi.org/10.7201/earn.2016.01.01>
- Zarta Ávila, P., 2018. La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa* (28), 409-423. DOI: <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>