

# EVALUACIÓN DE SISTEMAS AGROECOLÓGICOS ORIENTADOS A LA SUSTENTABILIDAD DE LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA EN LA PROVINCIA DE SUMAPAZ\*

## Evaluation of agroecological systems oriented to the sustainability of the peasant family farming in the province of Sumapaz

Recibido: 17 de febrero, 2023 ■ Aceptado: 7 de junio, 2023 ■ Publicado: 30 de junio, 2023

*Nelson Enrique Fonseca*<sup>1</sup>

*Edwin Palacios Yepes*<sup>2</sup>

*Jorge Luis Leyva*<sup>3</sup>

### Resumen

Se evaluaron los factores socioeconómicos y biofísicos de los agroecosistemas campesinos de los municipios de la provincia de Sumapaz en Cundinamarca, para determinar la eficiencia de las prácticas y actividades agropecuarias bajo criterios de sustentabilidad. El diseño metodológico se realizó a través de herramientas participativas, encuestas prediales y entrevistas semiestructuradas. Los resultados por municipio muestran que, dentro de las características socioeconómicas, los integrantes de la familia campesina efectúan acciones de inclusión a las comunidades rurales a través de la cooperación organizacional, requerimientos de talento humano, adquisición de insumos, materias primas, acceso tecnológico y certificación de fincas. Las características biofísicas, a través del manejo de las prácticas agrícolas, muestran que el 92 % de las unidades familiares realizan prácticas conservacionistas, donde se preservan los suelos a través de una labranza mínima, con tracción animal e instrumentos como el palín y el azadón. En las

\* ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

<sup>1</sup> Resultados del Proyecto de investigación: "Los Servicios Ecosistémicos en la Provincia del Sumapaz en Cundinamarca y su valor en la agricultura familiar agroecológica". Universidad de Cundinamarca.

<sup>2</sup> Universidad de Cundinamarca.  
<https://orcid.org/0000-0001-6266-7255>  
nefonseca@ucundinamarca.edu.co

<sup>3</sup> Universidad de Cundinamarca.  
<https://orcid.org/0000-0001-6447-8685>  
epalaciosy@ucundinamarca.edu.co

<sup>4</sup> Universidad de Cundinamarca <https://orcid.org/0000-0001-8301-1706>  
jleyva@ucundinamarca.edu.co

**Cómo citar:** Fonseca, N., Palacio, E., y Leyva, J. (2023). Evaluación de sistemas agroecológicos orientados a la sustentabilidad de la agricultura familiar campesina en la provincia de Sumapaz. *Revista Pensamiento Udecino*, 7(1) 18-34.  
<https://doi.org/10.36436/23824905.546>

**Palabras clave:**  
*desarrollo sostenible,  
economía agraria,  
extensión rural,  
producción alimentaria,  
productividad agrícola*

características pecuarias, el 70 % de los agroecosistemas cuentan con implementación de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), mantenimiento de instalaciones, almacenamiento de insumos, alimentación, sanidad animal y bioseguridad. En cuanto a las características hídricas, el 67 % de los agroecosistemas no llevan a cabo ningún tipo de práctica de conservación introduciendo productos degradantes que contaminan las aguas superficiales, en similar porcentaje implementan prácticas como diques, zanjas de desagüe, reutilización de agua para uso doméstico y aprovechamiento de agua de lluvia para consumo animal. Se concluye, que los agroecosistemas de Sumapaz constituyen un modelo de fincas biodiversas, por aquellos ecosistemas que cumplen con la función de conservar la diversidad biológica de la cual depende la producción agrícola.

## Abstract

**Keywords:** *sustainable development, agricultural economics, rural extension, food production, agricultural productivity*

The socioeconomic and biophysical factors of the peasant agroecosystems of the municipalities of the province of Sumapaz in Cundinamarca were evaluated, to determine the efficiency of agricultural practices and activities under sustainability criteria. The methodological design was carried out through participatory tools, property surveys and semi-structured interviews. The results by municipality show that, within the socioeconomic characteristics, the members of the peasant family carry out inclusion actions in rural communities through organizational cooperation, human talent requirements, acquisition of inputs, raw materials, technological access and certification. of farms. The biophysical characteristics, through the management of agricultural practices, show that 92 % of family units carry out conservation practices, where soils are preserved through minimal tillage, with animal traction and instruments such as the shovel and hoe. In the livestock characteristics, 70% of the agroecosystems have implementation of Good Livestock Practices (BPG), maintenance of facilities, storage of inputs, food, animal health and biosecurity. Regarding the water characteristics, 67% of the agroecosystems do not carry out any type of conservation practice, introducing degrading products that contaminate surface waters, a similar percentage implement practices such as dikes, drainage ditches, reuse of water for domestic use. and use of rainwater for animal consumption. It is concluded that the agroecosystems of Sumapaz constitute a model of biodiverse farms, for those ecosystems that fulfill the function of conserving the biological diversity on which agricultural production depends.

## Introducción

Las primeras inquietudes sobre la sustentabilidad se produjeron en la Cumbre de la Tierra de Estocolmo en 1972, en la que la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre asuntos ambientales marcó un punto de inflexión para el desarrollo de políticas internacionales sobre ecosistemas y ambiente (Pérez y Hernández, 2015). El término, desarrollo sustentable, apareció por primera vez en el Informe Brundtland, "Nuestro futuro común", y fue presentado a la Asamblea General de la ONU en 1987 por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que se reunió por primera vez en octubre de 1984.

El desarrollo sustentable se define como "satisfacer las necesidades de la presente generación sin comprometer la habilidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades" (ONU, 1987), perfilando a su vez tres dimensiones: sostenibilidad ambiental, económica y social (Pérez y Hernández, 2015). Del mismo modo, dentro de las actividades agrarias, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define el *desarrollo sustentable* como "manejo y conservación del capital natural que asegure el logro y la satisfacción permanente de las necesidades humanas para las presentes y las futuras generaciones" (FAO, 2019. p. 325).

Cabe resaltar que el término *sustentabilidad* ha sido adoptado desde la Cumbre de la Tierra, en la que se demarcó la diferencia entre el concepto de sostenibilidad y sustentabilidad: el primero define el uso racional de los recursos naturales y el segundo se refiere a la capacidad que tiene el desarrollo de sustentarse a sí mismo, algo que para la economía actual es inverosímil. Así que las buenas prácticas en los modelos de producción campesina requieren la conexión con técnicas amigables con el ambiente enmarcadas en la

agroecología (Serrano et al., 2022). En este sentido, el *desarrollo sustentable* fomenta la conservación del suelo, las fuentes hídricas, el capital natural, no degrada el medioambiente, es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable (Albarracín-Zaidiza et al., 2019).

En materia económica, la sustentabilidad busca el equilibrio en la producción, el capital natural y la transición tecnológica para lograr la seguridad alimentaria de los habitantes del territorio (Sánchez et al., 2022). Sin embargo, en el ámbito de los agroecosistemas, se observa una inestabilidad y fragilidad estructural (Altieri y Nicholls, 2013). En estos sistemas, persisten prácticas de producción convencionales que ocasionan daños al medioambiente (Nicholls, Henao y Altieri, 2017), tales como el uso excesivo y dependencia de agroquímicos, así como diversas consecuencias negativas derivadas de las prácticas de manejo convencional, como la erosión del suelo provocada por la mecanización, la deforestación indiscriminada para expandir las áreas agrícolas y la contaminación de las aguas superficiales (Carreño y Benavidez, 2021).

En este contexto, Toro y sus colegas (2010) muestran que la sustentabilidad de un agroecosistema puede evaluarse mediante la eficiencia de las prácticas productivas. En este sentido, la eficiencia se refiere al uso óptimo y aprovechamiento de los recursos de un ecosistema para obtener beneficios en términos de materia y energía (Fonseca, 2022b). Por otro lado, Carreño y González (2020) mencionan que la eficiencia representa el límite de utilización de los agroecosistemas en relación con el capital natural, con el fin de mitigar la infestación de plagas, enfermedades, la erosión y la contaminación de las fuentes de agua. Finalmente, Escobar y colaboradores (2021), sostienen que un agroecosistema eficiente tiene la capacidad de expandirse hacia los espacios naturales a través de dimensiones culturales, sociales,

ambientales y económicas, adaptándose a las características específicas de cada territorio y buscando un equilibrio entre los ecosistemas y los sistemas de producción.

Por ello, la adopción de prácticas sustentables permitiría neutralizar la incidencia de agroquímicos, garantizar el óptimo manejo y protección de fuentes hídricas, así como mejorar el suelo a través de la incorporación de materia orgánica (Rodríguez y Fonseca, 2022). Además, la implementación de técnicas agroecológicas permite reducir la dependencia de energía y recursos, al mismo tiempo que se generan estrategias de manejo basadas en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), el uso y la optimización de fuentes de agua, el aumento de la capacidad productiva y la reforestación (Suarez et al., 2017).

De hecho, los agroecosistemas son reconocidos como ecosistemas naturales que presentan alteraciones hechas por el hombre para sustentar las prácticas agropecuarias que se ejecutan en diversos sistemas de producción. Estos ecosistemas incluyen características ambientales, socioeconómicas, socioculturales y presiones bióticas (Arias y Fonseca, 2022). Es necesario evaluar las formas de producción y prácticas culturales de la agricultura convencional y así establecer estrategias para el sector primario, incursionar en el desarrollo de agroecosistemas con poca dependencia de insumos de síntesis química, así como enfatizar en las interacciones y sinergismos entre los componentes biológicos que forman parte de los ecosistemas, de esta manera se mejoraría la eficiencia biológica, económica y ambiental de la agricultura (Acosta-González et al., 2021).

En el caso de Sumapaz, se evidencia que hasta el momento no se ha llevado a cabo una descripción, caracterización ni evaluación de la eficiencia de los sistemas agroecológicos, lo que implica que la sustentabilidad de dichos sistemas no ha sido concebida en

términos de características socioeconómicas y biofísicas. De igual manera, es importante resaltar que la evaluación se orienta hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular, en los cuatro pilares de la agricultura sostenible: a) disponibilidad, b) acceso, c) eficiencia y d) estabilidad. Estos pilares se enmarcan en las dimensiones social, económica y ambiental. Por lo tanto, el diseño de dicha evaluación tiene como objetivo cumplir con el ODS número 15, que se centra en la vida de los ecosistemas terrestres. Este objetivo busca la rotación, restauración y promoción del uso sostenible de los ecosistemas terrestres, así como la gestión sostenible de los bosques, la minimización de la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y contener la pérdida de biodiversidad.

Motta y Ocaña (2018) mencionan que los elementos de un agroecosistema sostenible dependen de las sinergias con el ecosistema y el capital natural, manteniendo una cosecha deseable basada en un mínimo de insumos artificiales externos, optimizando el reciclaje de materia y nutrientes, reduciendo el consumo de energía, los costos e incrementando la eficiencia del sistema. Bajo esta premisa, esta investigación propone caracterizar algunos factores socioeconómicos y biofísicos de los sistemas agroecológicos de los municipios de Cabrera, Pasca, San Bernardo y Granada en Sumapaz, para determinar la eficiencia de las prácticas agropecuarias bajo criterios de sustentabilidad.

## Metodología

### *Selección de la muestra*

El trabajo de campo se realizó en la despensa agrícola de Sumapaz en Cundinamarca, que comprende los municipios de Cabrera, Pasca, San Bernardo y Granada, que hacen

parte de la cuenca hidrográfica del río Sumapaz. Se identificaron aquellos que cumplían con los requisitos establecidos por Fonseca (2021), tales como fomento a la producción agropecuaria, tamaño de la finca (1-10 ha), inventario actual de ganadería bovina, especies menores, cultivos agrícolas, presencia de fuentes hídricas y servicios públicos domiciliarios. La población se calculó utilizando la fórmula para muestras finitas (Ecuación 1).

Ecuación 1:

$$\text{Población finita: } n = \frac{Z^2 p * q N}{e^2 (N - 1) + Z^2 p * q} (*)$$

(\*) Donde, n: 19 (tamaño de la muestra), N: 25 (población o universo), Z: 1,64 (90 % de intervalo de confianza), p: 0,9 (probabilidad a favor), q: 0,1 (probabilidad en contra) y e= error máximo de estimación (10 %). Los agroecosistemas se identificaron con el apoyo y acompañamiento de las UMATA de cada municipio, los cuales están situados en: Cabrera (n=5); Granada (n=5); San Bernardo (n=5) y Pasca (n=4).

## Diagnóstico de los agroecosistemas

Se efectuó a través de herramientas participativas, como encuestas prediales (n = 19) y entrevistas estructuradas (n = 19). El valor de las variables es el resultado de la ponderación de preguntas que evalúan la eficiencia de algunos aspectos socioeconómicos y biofísicos (Herrera y Del Rosal Valladares, 2021), en el periodo comprendido entre agosto de 2022 y febrero de 2023.

Cada una de las preguntas de las 20 variables socioeconómicas y biofísicas (Tabla 1) se cuantificaron según los parámetros: a) pregunta cerrada unipolar: determina la posición de un agroecosistema en un aspecto determinado, frente a una escala establecida, se calificó de 0 a 5, donde conseguir un 5 establece un mejor escenario; y b) preguntas marca-puntaje: interrogantes con variadas opciones de respuesta, el mejor escenario está determinado por la mayor cantidad de respuestas (Martínez, 2018). La ponderación se presenta en la Ecuación 2.

Ecuación 2:

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

(\*\*) Dónde:  $P_{preg}$  = Puntaje obtenido de una pregunta determinada;  $F_v$  = Número de variables consideradas por un indicador; n = Número total de variables que hacen parte de un indicador; \*5= escala de calificación.

**Tabla 1.** Variables para caracterizar sistemas agroecológicos

| Criterio                     | Variables                        | Unidad de medida | Escala  | Puntuación            |
|------------------------------|----------------------------------|------------------|---|-----------------------|
| Rasgos sociales y económicos | Requerimiento mano de obra       | %                | Jornal<br>Aparcería<br>Asociados<br>Familiar<br>MINGA   | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                              | Participación organizacional     | %                | JAC<br>Cooperativas<br>Asociaciones<br>Red local<br>Fundaciones                                 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                              | Asistencia técnica y formación   | %                | SENA<br>Universidades<br>UMATA<br>ICA<br>Asohofrucol  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                              | Servicios públicos domiciliarios | Unidad           | Acueducto<br>Alcantarillado<br>Energía<br>Gas, Combustible<br>Telefonía                         | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                              | Destino de la producción         | Unidad           | Venta directa<br>Venta intermediarios<br>Autoconsumo<br>Seguridad alimentaria<br>Transformación | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |

|                           |                                  |        |  |                       |
|---------------------------|----------------------------------|--------|--|-----------------------|
| Prácticas manejo agrícola | Arreglos productivos             | Ha     | Monocultivos<br>Cultivos asociados<br>Cultivos de relevo<br>Cultivos en franjas<br>Huertas casera  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Fertilización y nutrición        | (t/ha) | Fertilización química<br>Abonos verdes<br>Estiércoles<br>Composta<br>Lombricomposta  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Ciclaje de nutrientes            | Ha     | Rotaciones de cultivo<br>Sistemas silvopastoriles<br>Incorporación de abono verde<br>Incorporación de Mulch<br>Incorporación de cobertura densa  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Manejo de suelo                  | %      | Encalado (Incorporación de cal)<br>Incorporación de materia orgánica<br>Aplicación de labranza mínima<br>Diseño de canales de drenaje<br>Incorporación de microorganismos                                      | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Control de arvenses              | %      | Manejo químico<br>Manejo mecánico (deshierba)<br>Manejo cultural (rotación)<br>Manejo manual (rastrillo, azadón)<br>Manejo biológico (alelopatía)  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Manejo enfermedades              | %      | Control químico<br>Rotación de cultivos<br>Incorporación de Policultivos<br>Uso de extractos naturales (purines)<br>Control biológico  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
| Prácticas manejo hídrico  | Disponibilidad agua              | %      | Captación de agua por bocatoma<br>A través de Quebrada, río, lago<br>A través de Aljibe<br>A través de Pozo<br>Acumulación agua lluvia   | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Cosecha y almacenamiento de agua | %      | A través de un dique<br>A través de sombríos<br>A través de zanjas de desagüe<br>A través de pozos - poceta<br>A través de aljibes   | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Protección fuentes de agua       | %      | Separación de cultivos de fuentes hídricas<br>Protección de la vegetación en nacimientos de agua<br>Delimitación de fuentes hídricas<br>Reforestación con plantas protectoras<br>Jornadas de ornato y limpieza | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Sistema de riego utilizado       | %      | Agua lluvia<br>Gravedad<br>Aspersión<br>Goteo<br>Nebulización  | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Tratamientos aguas servidas      | %      | Vertimiento en alcantarillas<br>Vertimiento en Pozos sépticos<br>Recirculación de agua<br>Carga en laguna de oxidación<br>Carga en biodigestor   | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |

|                           |                             |        |  |                       |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--|-----------------------|
| Prácticas manejo pecuario | inventario de instalaciones | Unidad | Establo<br>Corrales de ordeño<br>Brete´s<br>Palpadero o manga<br>Bodegas de almacenamiento   | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Registros de producción     | Unidad | Producción de leche<br>Reproducción<br>Salud y bienestar<br>Compra<br>Venta - comercialización   | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Sanidad y bienestar animal  | Unidad | Ganado con guía sanitaria<br>Desinfección de instalaciones<br>Aplicación Protocolos prevención de enfermedades<br>Protocolos tratamiento y medicación animal<br>Aplicación programas de Bioseguridad | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |
|                           | Suministro de suplementos   | %      | Pasto de corte o ensilaje<br>Subproductos de cosecha<br>Alimento concentrado<br>Bloques multi-nutricionales<br>Sal mineralizada o melaza   | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 |

Fuente: elaboración propia.

## Resultados

### *Características demográficas y geográficas*

En términos demográficos y geográficos, el municipio de Cabrera tiene un área rural de 443 km<sup>2</sup>, de los 449 km<sup>2</sup> de extensión municipal. La densidad de población en esta área es de 10,1 habitantes por kilómetro cuadrado (hab/km<sup>2</sup>). En el caso de Granada, cuenta con 66 km<sup>2</sup> de área rural, de los 67 km<sup>2</sup> de extensión municipal. La densidad de población en esta área es de 113,3 hab/km<sup>2</sup>. Pasca, por su parte, posee un área rural de 263,9 km<sup>2</sup>, de los 264,3 km<sup>2</sup> de extensión municipal. La densidad de población en esta área es de 39,3 hab/km<sup>2</sup>. Finalmente, San Bernardo cuenta con un área rural de 241 km<sup>2</sup>, de los 242 km<sup>2</sup> de extensión municipal. La densidad de población en esta área es de 45,9 hab/km<sup>2</sup>. Estos datos demuestran que más del 98 % del área total de cada municipio tiene representación rural, de ahí que su vocación productiva sea agropecuaria, con actividades económicas primarias (producción) y secundarias (transformación) (Bermúdez et al., 2017).

La densidad poblacional (equivalente al número de habitantes dividido en el área donde habitan) es dispersa, por lo tanto, se interpreta una posible reducción en la oferta de productos y servicios que satisfacen necesidades básicas de las familias, tales como subsistencia (acceso a salud y alimentación), protección (acceso a seguridad ciudadana y vivienda) y participación



organizacional (acceso a capacitación y tecnología), que es proporcional a la cercanía con los centros urbanos. Mientras Cabrera está a 144 km con el distrito capital, el municipio de Granada está a 18 km, lo que repercute en el aumento de los costos de producción, movilidad y transacciones comerciales (Carreño, 2021).

### **Características socioeconómicas**

Los integrantes de la familia agropecuaria efectúan acciones de inclusión a las comunidades campesinas a través de la cooperación organizacional, ya sea por requerimientos de talento humano (60 %), adquisición de insumos, materias primas, acceso tecnológico (30 %) y certificación de fincas (10 %); acciones grupales con mayor posibilidad de respuesta y contribución que los organismos aislados. De igual manera, se considera la reducción de las brechas en los roles de género representados en el ámbito laboral, sector público y educativo, a través de acciones de emprendimiento, empresarismo y participación en modelos de negocios sostenibles, en las que el 50% de las unidades familiares de los agroecosistemas son beneficiarias de recursos de capital semilla a través del programa SER (SENA Emprende Rural), por lo que se están gestando proyectos productivos en cada uno de los municipios para la participación de las mujeres.

En cuanto a la asistencia técnica y formación complementaria, los campesinos reciben un apoyo fundamental por parte de diversas entidades gubernamentales y organizaciones. Estas incluyen el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) de cada municipio, la Asociación Hortofrutícola de Colombia (ASOFRUCOL), las secretarías de

agricultura, la Universidad de Cundinamarca y el Comité de Cafeteros. Es importante destacar que el 100 % de las unidades familiares de los campesinos reciben servicios de extensión rural en producción agropecuaria, incluyendo capacitación en casos clínicos relacionados con la ganadería bovina y el manejo de plagas y enfermedades en cultivos agrícolas. Esta estrategia es implementada por las entidades de control con el fin de mitigar los efectos causados por prácticas agropecuarias inadecuadas, como el establecimiento de monocultivos, el uso de paquetes tecnológicos, la sobrecarga de ganado en potreros con baja biomasa, la tala y quema de árboles, y la contaminación de aguas superficiales (Fonseca y Rodríguez, 2022).

Con respecto a la cobertura de servicios públicos, energía eléctrica, acueducto, alcantarillado, gas natural y acceso a fuentes de agua (Tabla 2), el 50 % de las familias entrevistadas menciona que los servicios no son óptimos, solo el 75 % de las unidades familiares cuenta con conexión propia de energía, a través de sistemas TT (puesta a tierra de servicios), donde la masa de las instalaciones eléctricas se conecta de manera independiente a tomas de tierra y las demás con conexión compartida. En cuanto a alcantarillado, el 75 % de las viviendas cuentan con instalaciones sanitarias y tuberías sin cobertura y el resto con el uso de letrinas, en cambio el acueducto urbano mantiene el 100 % de las instalaciones sanitarias cubiertas con mampostería. Dentro del servicio de gas natural, el acceso a la cobertura es difícil, solo el 20 % de la población rural cuenta con este servicio, debido a la lejanía de las zonas urbanas, por lo tanto, las familias rurales utilizan la leña como fuente de energía para la cocción de alimentos, lo que compromete la tala de relictos de bosques de cada agroecosistema.

El abastecimiento de agua, por otro lado, se realiza por bocatomas, provista del río Sumapaz, con tuberías de 3,8 m de longitud, 0,7 m de ancho, con barras de 1/2" cada 2 cm. Esta captación cuenta con licencia de concesión de aguas por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), sin embargo, existe una alta vulnerabilidad de colapso de esta infraestructura teniendo en cuenta que no existen obras de mejoramiento de la captación, ya que el río Sumapaz es susceptible a crecientes y la bocatoma no cuenta con cerramiento perimetral para su protección y aislamiento.

**Tabla 2.** Cobertura de servicios públicos

| Cobertura de servicio<br>(% de viviendas con acceso) | Cabrera | Pasca | San Bernardo | Granada |
|--|---------|-------|--------------|---------|
| Energía eléctrica rural                              | 66      | 78    | 94           | 92      |
| Acueducto rural                                      | 14,6    | 51,0  | 0,9          | 10      |
| Acueducto urbano                                     | 23,7    | 49,0  | 99           | 88,1    |
| Agua potable   | 21,1    | 23,2  | 32,9         | 19,5    |
| Alcantarillado rural                                 | 23,7    | 25,5  | 35,5         | 41,6    |
| Alcantarillado urbano                                | 23,7    | 56,6  | 60,9         | 48,2    |
| Gas natural rural                                    | 1,0     | 23,6  | 20,0         | 56,2    |

Fuente: elaboración propia.

Cada municipio ejerce la asistencia de los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica y gas natural) en el área urbana y rural para fomentar la prestación eficiente de los servicios productivos y comerciales. Igualmente, se deriva el suministro de agua potable (Resolución N.º 1431 de 2013), que otorga la concesión de aguas superficiales del río Sumapaz en cada municipio, para uso público, en actividades agropecuarias y domiciliarias (Torres et al., 2014). Sin embargo, los municipios no cuentan con una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) adecuada, presentan un tipo convencional, es decir, su línea de tratamiento se compone de procesos como coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Esto representa un alto riesgo ambiental y de salud pública en el vertimiento de residuos líquidos en los afluentes hídricos que recorren el Sumapaz.

Finalmente, dentro de los factores socioeconómicos, la provincia de Sumapaz establece una producción agropecuaria diversificada en cultivos hortícolas y frutícolas, como arveja (*Pisum sativum*), papa (*Solanum tuberosum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y mora de castilla (*Rubus glaucus*), que presentan áreas representativas de producción (Tabla 3) y producción pecuaria, con ganadería bovina de leche, carne y doble propósito.

**Tabla 3.** *Productos agrícolas priorizados*

| Municipios   | Área sembrada (ha) |      |        |                 |      | Número de cabezas inventario bovino |
|--------------|--------------------|------|--------|-----------------|------|-------------------------------------|
|              | arveja             | papa | frijol | tomate de árbol | mora |                                     |
| Cabrera      | 152                | 93   | 656    | 289             | 72   | 9046                                |
| San Bernardo | 76                 | 255  | 151    | 460             | 1177 | 11 320                              |
| Pasca        | 225                | 1900 | 67     | 120             | 220  | 15 801                              |
| Granada      | 430                | 70   | 320    | 455             | 220  | 16 720                              |

Nota. Basado en Fonseca, 2022a.

Fuente: elaboración propia.

### **Características agrícolas**

Dentro de las características de los agroecosistemas a través del manejo de prácticas agrícolas, el 92% de las unidades familiares realizan prácticas de conservación, utilizando técnicas de labranza mínima con tracción animal y herramientas como el palín y el azadón. Estas prácticas contribuyen a preservar la calidad del suelo y permiten una condición estable para el desarrollo de las fases del ciclo productivo (vivero, desarrollo vegetativo y crecimiento, producción y cosecha) de las plantaciones presentes (cultivos transitorios, permanentes, forrajes y bosques secundarios). Igualmente, el 75% de los agroecosistemas implementa prácticas de protección del suelo para el establecimiento de cultivos agrícolas. Estas prácticas incluyen la siembra de gramíneas, la construcción de canales de drenaje, la utilización de cultivos de cobertura, la siembra de cultivos en contorno y la siembra de árboles de raíces profundas, como estrategias de manejo y conservación del suelo. Estas medidas contribuyen a mantener excelentes características en el suelo, como su profundidad, textura, consistencia, estructura, porosidad y contenido de materia orgánica (Machado y Ríos, 2016).

Asimismo, el 100% de los agroecosistemas implementan prácticas de fertilización y nutrición vegetal, incorporando al suelo cantidades considerables de materia orgánica

a través de residuos de cosecha y compost. Los abonos provenientes de la carga animal se utilizan en praderas y cultivos. Además, el 91,7% de los agroecosistemas lleva a cabo el reciclaje de nutrientes, utilizando plantas de crecimiento denso como leguminosas (arvejas, frijoles, lentejas, garbanzos, habas), para intercambio de materia, ya que se requiere la restitución al suelo de los “residuos” orgánicos (Mayorga et al., 2017). Sin embargo, el 92% de los agroecosistemas también emplea fertilizantes de síntesis química, lo cual puede tener efectos negativos, como la contaminación de las aguas subterráneas y es causante de efectos nocivos para la salud (Molina-Murillo et al., 2017).

Por último, en el manejo de arvenses y enfermedades, el 100% de las unidades familiares realizan prácticas culturales, como rotación de lotes para siembra dejando barbecho estacional, trasplante de plántulas de buena calidad, manejo de densidad de siembra, deshierbe, riego localizado, coberturas o *mulching*, cultivo trampa, barreras vivas y control de plantas hospederas. Lo anterior es confirmado por estudios en agroecosistemas de Sumapaz, en los que se menciona que además de lo anterior, la cosecha oportuna y el monitoreo constante de plagas y enfermedades, asegura el bienestar y protección de los cultivos (Linares & Cohen, 2022).

## **Características pecuarias**

Como un proceso de adaptación a los sistemas agroecológicos, las unidades familiares han mejorado su estabilidad agropecuaria, para la comercialización, mercadeo y generación de alternativas de subsistencia (Rai-gón, 2014), por lo que el 70% de los agroecosistemas cuentan con implementación de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), como mantenimiento de instalaciones, almacenamiento de insumos, alimentación, sanidad animal y bioseguridad, uso de medicamentos, transporte, registros y manejo de plagas y enfermedades.

La clave para mantener a los animales en buen estado radica en la sanidad y el bienestar animal. Esto implica seguir los planes sanitarios establecidos por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Estos planes incluyen medidas como la adecuada infraestructura y desinfección, vacunación contra la fiebre aftosa, brucelosis bovina y rabia de origen silvestre, así como exámenes y controles reproductivos y pruebas de mastitis (Vásquez y Martínez, 2017). Estas medidas están respaldadas legalmente por el documento CONPES 3676 de 2010, que establece las políticas sanitarias y de inocuidad para la ganadería en Colombia. Además, se deben seguir las pautas establecidas en la resolución ICA 3585 de 2008 para la ganadería de leche y la resolución ICA 2341 de 2007 para la ganadería de carne bovina (Lozano y Bonilla, 2022).

De igual forma, el suministro de suplementos nutricionales mediante melaza o miel de caña y sales minerales, junto con la alimentación a base de forrajes y pastos de corte (variedades predominantes: imperial, kikuyo, trébol o carretón, maíz forrajero, botón de oro), se asocian con un incremento entre 13% y 28% en la producción de leche y ganancia de peso, respectivamente, con un consumo de

alimento equivalente al 10% de su peso vivo (Vásquez y Martínez, 2017).

La composición ganadera de los agroecosistemas tiene un inventario con ganado menor de 12 meses y hasta 36 meses (Tabla 3). La orientación puede ser leche, carne o doble propósito, y se lleva a cabo un manejo productivo óptimo que incluye el ordeño a mano con ternero. Además, se realiza un manejo reproductivo mediante inseminación, determinando el intervalo entre partos de acuerdo con las características del animal.

Los agroecosistemas cuentan con programas de manejo de registros de producción establecidos por el ICA, los cuales permiten a las unidades familiares planificar, organizar y controlar las actividades pecuarias. Sin embargo, solo tres agroecosistemas (15%) cuentan con registros. Estos registros incluyen información promedio en diversos formatos, frecuencia diaria, y abarcan diferentes tipos de registros, como producción, reproducción, inventario y manejo de pastos. Además, solo el 5% de los agroecosistemas cuenta con registros específicos para cada tarea pecuaria, tales como pesaje, producción de leche, reproducción animal, salud y bienestar, inventario animal y manejo de pastos.

## **Características hídricas**

De suma importancia es el abastecimiento de agua para los agroecosistemas. Estos se benefician de una oferta hídrica proveniente de cuencas como Cuja, Negro y Alto Sumapaz (Tabla 4). Estas cuencas proporcionan un suministro que mantiene una oferta que varía desde 3 801 m<sup>3</sup>/s en la cuenca Cuja hasta 15 268 m<sup>3</sup>/s en el alto Sumapaz. Este suministro es de vital importancia para el aprovechamiento de la producción agropecuaria y el consumo humano (Motta y Ocaña, 2018). Los ecosistemas de Sumapaz desempeñan

una función indispensable en los sistemas de producción, proporcionando bienes y servicios que aseguran el bienestar de los individuos en cada territorio.

**Tabla 4.** *Cuencas hidrográficas en Sumapaz*

| Cuenca       | Municipios de influencia      | Área cuenca (km <sup>2</sup> ) | Oferta Disponible (m <sup>3</sup> /s) | Demanda Total (m <sup>3</sup> /s) |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Cuja         | Pasca, Fusagasugá             | 368,8                          | 3801                                  | 1124                              |
| Chocho       | Fusagasugá, Granada, Silvania | 297                            | 4523                                  | 0,982                             |
| Río Negro    | San Bernardo, Arbeláez        | 234,1                          | 4003                                  | 0,851                             |
| Alto Sumapaz | Cabrera, Pandi, Venecia       | 257,0                          | 15 268                                | 0,449                             |

Fuente: elaboración propia.

En la producción agropecuaria no se está llevando a cabo un tratamiento adecuado de las prácticas de protección y conservación del agua. Esta actividad está introduciendo productos degradantes que contaminan las aguas superficiales, como patógenos, agregados químicos, orgánicos e inorgánicos, nutrientes provenientes de aplicaciones químicas en los cultivos (nitrógeno y fósforo), así como lixiviados y sedimentos domésticos (Vargas et al., 2002). Por lo tanto, es preocupante que el 67% de las unidades familiares no lleven a cabo ningún tipo de práctica de conservación, posiblemente debido a la falta de conocimiento o a la subestimación de los mecanismos teórico-prácticos que permiten el desarrollo de actividades agropecuarias a lo largo de la ronda hídrica, sin afectar la deforestación y la contaminación bacteriológica (Suárez et al., 2017).

De igual forma, se evidencian los resultados de la evaluación de las prácticas de captación y almacenamiento de agua. Se observa que el 62% de los agroecosistemas implementan prácticas como diques, zanjas de sombra, zanjas de desagüe, reutilización de agua para

uso doméstico y aprovechamiento de agua de lluvia para consumo animal. Estas actividades tienen como objetivo la protección de las fuentes de agua, las cuales son utilizadas por las fincas para abastecerse de agua para solvente, riego, consumo animal y sustento de vida (Winckler y Pantoja, 2019).

En cuanto al sistema de riego utilizado, el 90% se realiza mediante aspersión, utilizando métodos automatizados con mecanismos de presurización, mientras que el 10% restante se realiza por superficie o gravedad, permitiendo que el agua se infiltre entre los canales de los surcos o los surcos mismos del cultivo. Para determinar la demanda de agua de los cultivos, es importante tener en cuenta el coeficiente de cultivo, el cual es un valor empírico que está relacionado con el consumo de agua del cultivo en diferentes etapas de desarrollo (Ruíz-Ramírez, 2010).

Las prácticas que definen la actividad agrícola incluyen el uso eficiente del agua mediante la determinación de las necesidades hídricas de acuerdo con cálculos establecidos por cada unidad familiar. Estos cálculos tienen en cuenta factores como la variedad de la planta, su estado de maduración o crecimiento, el tipo de suelo (textura, porosidad), el drenaje, la topografía o pendientes del terreno y la variabilidad climática (temperatura, humedad relativa) (Suárez et al., 2017).

En cuanto al tratamiento de efluentes, es una técnica eficiente y sustentable que contribuye a la preservación del capital natural. Al tratar el agua, se garantiza que el líquido que llega a fuentes como ríos, lagos y lagunas no contenga metales pesados ni elementos contaminantes que puedan afectar la salud de los habitantes del territorio (De Groot et al., 2010). Se observa que el 58 % de las unidades familiares no llevan a cabo ningún tratamiento de efluentes debido a su desconocimiento sobre las diferentes técnicas y los beneficios de esta práctica. Como resultado, se produce un vertido directo de residuos orgánicos, jabones, detergentes y grasas en las fuentes de agua, lo cual provoca la contaminación de los manantiales. De hecho, el consumo y el contacto con agua contaminada han ocasionado enfermedades como la diarrea y la disentería en el 25 % de la población rural (Winckler y Pantoja, 2019).

## Conclusiones

Los resultados derivados de la investigación indican que los factores socioeconómicos desempeñan un papel fundamental en la generación de empleo y el desarrollo económico de cada territorio. Estos factores generan cambios estructurales y buscan potenciar las ventajas competitivas a través de la cooperación y acuerdos entre los sistemas de producción, a través de actividades

realizadas en cada eslabón de la cadena de valor. Como resultado, los municipios que conforman la despensa agrícola de Sumapaz experimentan un importante desarrollo económico debido a sus características agrícolas. Esto se debe, en gran medida, al uso de la tierra, que abarca el 75,2 % del área rural (km<sup>2</sup>) con fines agropecuarios.

En cuanto a los aspectos biofísicos, los agroecosistemas de Sumapaz contienen ecosistemas naturales que han sido alterados por la acción humana debido a las diferentes prácticas agrícolas. Por lo tanto, la caracterización se realizó bajo criterios de sustentabilidad para evaluar los efectos causados por las actividades antrópicas en los procesos de cada ecosistema. El origen y mantenimiento de estos ecosistemas están relacionados con las actividades agrícolas llevadas a cabo por los campesinos de Sumapaz, quienes transforman los ecosistemas con el fin de obtener materias primas y alimentos.

Los agroecosistemas campesinos de los municipios de Cabrera, San Bernardo, Pasca y Granada en la provincia de Sumapaz en Cundinamarca han tomado conciencia de la implementación de prácticas agropecuarias basadas en criterios de sustentabilidad para optimizar la eficiencia de los sistemas de producción, minimizando el uso de insumos externos como agroquímicos, fertilizantes y productos de síntesis química. Por esta razón, los agroecosistemas de Sumapaz se constituyen en un modelo de fincas biodiversas, por aquellos ecosistemas que cumplen con la función de conservar la diversidad biológica de la cual depende la producción agrícola.

## Referencias

- Acosta-González, B. V., Suarez-Pineda, M. y Parada-Camargo, J. E. (2021). Pequeñas empresas agroindustriales en Tunja - Boyacá, Colombia. Una descripción del cambio organizacional. *Revista Científica*, 41(2), 184-198. <https://doi.org/10.14483/23448350.17638>
- Albarracín-Zaidiza, J. A., Fonseca-Carreño, N. E., y López-Vargas, L. H. (2019). Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz. *Ciencia y Agricultura*, 16(2), 39-55. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n2.2019.9139>
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7-20. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921>
- Arias González, F., y Fonseca Carreño, N. E. (2022). Identificación y Caracterización de Agroecosistemas en el Municipio de Pasca en la Provincia del Sumapaz en Cundinamarca. En X. González (Coord.), *Propuestas y Resultados de Investigación, Transmoderna, Translocal y Digital.* (pp. 12-18). Editorial UCundinamarca. <https://ucundinamarca.co/48cEBLq>
- Bermúdez, C. E., Arenas, N. E., y Moreno, M. V. (2017). Caracterización socioeconómica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 199-208. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n1/v20n1a21.pdf>
- Carreño, N. E. (2021). Aguacate Hass: cadena de valor para contribuir a la competitividad de Sylvania en Cundinamarca, Colombia. *Vestigium Ire*, 15(1), 47-66. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/2372>
- Carreño, N. E. F., y Benavidez, C. A. N. (2021). Aplicación de la metodología MESMIS para la evaluación de sustentabilidad en sistemas de producción campesina en Sumapaz, Cundinamarca. *Ciencias Agropecuarias*, 6(2), 31-47. <https://doi.org/10.36436/24223484.318>
- Carreño, N. E. F., y González, F. A. (2020). Propuesta metodológica para medir la sustentabilidad en agroecosistemas, a través del marco Mesmis. In *Avances en Investigación Científica* (pp. 1197-1212). Coordinación de investigación de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño. [https://www.researchgate.net/profile/Leobaldo-Molero-Oliva/publication/352258476\\_Efectos\\_del\\_PIB\\_sobre\\_el\\_desempleo\\_en\\_mujeres\\_y\\_jovenes\\_en\\_el\\_Ecuador\\_2007-2019/links/60d655ee92851ca94487ef88/Efectos-del-PIB-sobre-el-desempleo-en-mujeres-y-jovenes-en-el-Ecuador-2007-2019.pdf#page=1197](https://www.researchgate.net/profile/Leobaldo-Molero-Oliva/publication/352258476_Efectos_del_PIB_sobre_el_desempleo_en_mujeres_y_jovenes_en_el_Ecuador_2007-2019/links/60d655ee92851ca94487ef88/Efectos-del-PIB-sobre-el-desempleo-en-mujeres-y-jovenes-en-el-Ecuador-2007-2019.pdf#page=1197)
- Lozano Botache, L. A. y Bonilla Vargas, J. L. (2022). Factor de forma para árboles del Bosque Seco Tropical (bs-T) en el norte del Departamento del Tolima-Colombia. *Temas Agrarios*, 27(2), 2022. <https://doi.org/10.21897/rta.v27i2.3136>
- De Groot R, Alkemade R, Braat L, Hein L y Willemen L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision-making. *Ecol. Complex.* 7(3), 260-272. doi:10.1016/j.ecocom.2009.10.006
- Escobar Casal, E. A., Velásquez Ardila, M. C., Escobar Reyes, G., Calderón Méndez, J. A., Contreras Avella, D. A., Jiménez Rodríguez, N., y Robayo Quevedo, O. D. (2021). La Gestión Organizacional en el Siglo XXI. <http://hdl.handle.net/20.500.12558/3881>

- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2019). *TAPE Tool for Agroecology Performance Evaluation 2019 – Process of development and guidelines for application. Test version. Rome Italy* p. 94 <https://www.fao.org/agroecology/tools-tape/en/>
- Fonseca Carreño, N. E. (2021). La agroecología y la ecoagricultura, estrategias sustentables en los sistemas de producción campesina. Cuadernos de Desarrollo Rural, 1-21. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr18.aees>
- Fonseca Carreño, N. E. (2022a). Mora de Castilla: cadena de valor para contribuir a la competitividad de la provincia del Sumapaz en Cundinamarca (Colombia). *Ciencias Administrativas, Económicas y Contables*, 10. <https://doi.org/10.36436/9789585195516>
- Fonseca Carreño, N. E. (2022b). *Percepción de los servicios ecosistémicos de provisión ofertados en agroecosistemas campesinos en la Provincia de Sumapaz (Cundinamarca-Colombia)*. Editorial UCundinamarca. <https://doi.org/10.36436/9789585195448>
- Fonseca Carreño, N. y Rodríguez Padilla, M. (2022). La sustentabilidad a través del marco MESMIS, estudio de caso: provincia del Sumapaz en Cundinamarca. En J.M. Garcés (Coord.), *Avances en investigación científica* (pp. 302-317). Corporación Universidad Autónoma de Nariño. <https://doi.org/10.47666/avances.inv.3>
- Herrera, J. J. R., y Del Rosal Valladares, R. 2021. La planeación participativa comunitaria como herramienta metodológica para la conformación de sujetos colectivos rurales. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 18(1), 105-126. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7956243>
- [ONU] Organización de las Naciones Unidas (1987). *Nuestro Futuro Común) Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland)*. Ginebra, Suiza. <https://www.eco->  
[minga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_Lecture\\_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf](https://www.eco-)
- Sanchez Rojas, E. F., Cardenas Cardenas, M. A., y Ramos Guarnizo, E. C. (2022). Birds associated with pea crops (*Pisum sativum* L.) in Boyacá: contributions to the agroecological transition. *Ciencia y Agricultura*, 19(3). <https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n3.2022.15038>
- Linares Morales, J., & Cohen Granados, J. (2022). Turismo inteligente y cultura de innovación en empresas hoteleras de Santa Marta, Colombia. *SUMMA. revista disciplinaria en ciencias económicas y sociales*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.47666/summa.4.1.12>
- Machado, V., y Ríos, O. (2016). Sostenibilidad en agroecosistemas de café de pequeños agricultores: revisión sistemática. *IDESIA*, 34(2), 5-23. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016005000002>
- Martínez, D. H. F. (2018). Diseño de un modelo de articulación entre la cadena productiva hortofrutícola colombiana y la cadena logística de frío. *Temas agrarios*, 23(1), 77-94. <https://doi.org/10.21897/rtav.23i1.1147>
- Mayorga, C., Cornejo, H. P., y Treggiari, F. (2017). El rol de la mujer indígena mapuche en la preservación de recursos genéticos y conocimientos tradicionales asociados. Un análisis jurídico desde la perspectiva de género. *Jurídicas*, 14(2), 29-45. [http://juridicas.ucaldas.edu.co/downloads/Juridicas14\(2\)\\_3.pdf](http://juridicas.ucaldas.edu.co/downloads/Juridicas14(2)_3.pdf)
- Molina-Murillo S. (2017). ¿Son las fincas agroecológicas resilientes? Algunos resultados utilizando la herramienta SHARP-FAO en Costa Rica. *Ingeniería* 27(2), 25-39. <https://doi.org/10.15517/RIV27I2.27859>
- Motta, P. A., & Ocaña, H. E. (2018). Caracterización de subsistemas de pasturas braquiarias en hatos de tró-



- pico húmedo, Caquetá, Colombia. *Revista Ciencia y Agricultura*, 15(1), 81-92. <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7759>
- Nicholls, C. I., Henao, A., y Altieri, M. A. (2017). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10(1), 7-31. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711>  
<https://ucundinamarca.co/461yIP8>
- Pérez, A. G., & Hernández, M. (2015). Medición de indicadores de desarrollo sostenible en Venezuela: Propuesta metodológica. *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica*, 24, 1-19. <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/298637>
- Raigón, M. (2014). La alimentación ecológica: cuestión de calidad. Leisa. *Revista de Agroecología*. 30(4), 10-2. <http://hdl.handle.net/10251/78799>
- Rodríguez Padilla, M.Y., y Fonseca Carreño, N.E. (2022). En X. González (Coord.), *Propuesta metodológica para diagnóstico organizacional con base en la teoría de competitividad sistémica. Propuestas y Resultados de Investigación, Transmoderna, Translocal y Digital*. (pp. 19-27). Editorial UCundinamarca
- Ruíz-Ramírez, J. (2010). Eficiencia relativa y calidad de los experimentos de fertilización en el cultivo de caña de azúcar. *Terra Latinoamericana*, 28(2), 149-154. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n2/v28n2a6.pdf>
- Serrano Amado, A. M., Amado Cely, N., & Martínez Bernal, M. (2022). Implementación de la norma de sostenibilidad. Una aproximación desde las representaciones sociales en empresarios de alojamiento. *Desarrollo Gerencial*, 14(1), 1-32. <https://doi.org/10.17081/dege.14.1.4998>
- Suarez, N., Herrera, D., y Melo, V. (2017). Evaluación de la calidad del agua para uso agropecuario en predios ganaderos localizados en la región del Sumapaz (Cundinamarca, Colombia). *Archivos de Medicina*, 17(2), 319-325. <https://doi.org/10.30554/arch-med.17.2.1979.2017>
- Toro, P., García, A., Gómez-Castro, A. G., Perea, J., Acero, R., & Rodríguez-Estévez, V. (2010). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. *Archivos de zootecnia*, 59(232), 71-94. <https://doi.org/10.21071/az.v59i232.4908>
- Torres, M.C., Flórez, F.H., & Triana, F.A. (2014). Efecto del uso del suelo en la capacidad de almacenamiento hídrico en el páramo de Sumapaz-Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 67(1), 7189-7200. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v67n1.42642>
- Vargas O, Premauer J, y Cárdenas C. (2002). Efectos del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en un páramo húmedo de Colombia. *Ecotrópicos* 15(1), 35-50. <https://ucundinamarca.co/468RDri>
- Vázquez L, y Martínez H. 2015. Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. *Agroecología*, 10(1), 33-47, <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300721>
- Winckler, J. S., y Pantoja, G. D. C. (2019). Agua como recurso estratégico: desafíos para Chile en un escenario de cambio global. *Revista Política y Estrategia*, (134), 55-92. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46120203.pdf>