

# Valoración de los servicios ecosistémicos de provisión en agroecosistemas campesinos. Caso: Provincia de Sumapaz, Cundinamarca

Assessment of provision ecosystem services in peasant agroecosystems. Case: Sumapaz Province, Cundinamarca

Nelson Enrique Fonseca 

Universidad de Cundinamarca, Colombia

Correspondencia: nefonseca@ucundinamarca.edu.co

**Resumen.** Los servicios ecosistémicos (SSEE) de provisión se conforman a partir de beneficios potenciales asociados a las funciones de los ecosistemas, que se definen en servicios reales una vez son demandados o disfrutados por comunidades campesinas. Bajo esta premisa, el objetivo del estudio caracteriza y evalúa la percepción que tienen los productores agropecuarios frente a los SSEE en la provincia del Sumapaz en Cundinamarca. En la metodología se realizó un estudio no experimental, probabilístico, estratificado (Linares & Cohen, 2022), la información se recolectó por medio de encuestas y metodologías participativas en el periodo comprendido entre junio de 2019 a junio de 2021. Los resultados obtenidos demuestran diferencias  $\sigma \pm 1$ , indicando una elevada dispersión en la percepción de los servicios, sin embargo, la estabilidad familiar y productiva genera una ventaja competitiva debido al amplio conocimiento de la zona, del paisaje, las condiciones de fertilidad, las coberturas vegetales, las fuentes de agua, las expresiones de la vegetación y el comportamiento animal, obtenidas a través de varios años de observación de la familia rural, por lo tanto, la diversidad topográfica y climática de la Provincia ofrece importantes potencialidades productivas que, junto con las características y condiciones de los suelos y el abundante recurso hídrico, posibilitan el desarrollo de la actividad agropecuaria y ofrecen grandes beneficios en términos de diversificación. Se concluye que, los SSEE en Sumapaz están ligados a una alta diversidad natural, el agua para consumo es captada de nacimientos, ríos y bocatomas, la producción de alimentos tiene como destino la seguridad alimentaria de la población y los excedentes son comercializables, no obstante, se presenta una tala ilícita e indiscriminada, pastoreo excesivo, seguido del crecimiento demográfico y falta de fuentes de empleo.

**Palabras clave:** bienestar humano, disponibilidad del agua, servicios ecosistémicos, ecosistemas, seguridad alimentaria.

**Abstract.** Provisioning ecosystem services (SSEE) are made up of potential benefits associated with ecosystem functions, which are defined in real services once they are demanded or enjoyed by peasant communities. Under this premise, the objective of the study characterizes and evaluates the perception that agricultural producers have regarding SSEE in the province of Sumapaz in Cundinamarca. In the methodology, a non-experimental, probabilistic, stratified study was carried out (Linares & Cohen, 2022), the information was collected through surveys and participatory methodologies in the period between June 2019 and June 2021. The results obtained show differences  $\sigma \pm 1$ , indicating a high dispersion in the perception of services, however, family and productive stability generates a competitive advantage due to extensive knowledge of the area, the landscape, fertility conditions, plant cover, sources of water, the expressions of vegetation and animal behavior, obtained through several years of observation of the rural family, therefore, the topographic and climatic diversity of the Province offers important productive potentialities that, together with the characteristics and conditions of soils and abundant water resources, enable the development of agricultural activity and offer great andes benefits in terms of diversification. It is concluded that the SSEE in Sumapaz are linked to a high natural diversity, the water for consumption is captured from springs, rivers and intakes, the food production is destined for the food security of the population and the surpluses are marketable, however, there is illegal and indiscriminate logging, excessive grazing, followed by population growth and lack of sources of employment.

**Keywords:** human well-being, water availability, ecosystem services, ecosystems, food security.

Recibido: 16/12/2021 – Aceptado: 13/05/2022.



## 1. Introducción.

La rápida transformación de los ecosistemas, originada principalmente por actividades antrópicas como la ganadería extensiva y la agricultura convencional, ocasionan fenómenos como la variabilidad climática, acentuando la pérdida de biodiversidad (Andrade *et al.* 2017), tanto en términos ecosistémicos, relacionados, por ejemplo, con afectaciones a la demanda de agua y tierra, como socioeconómicos, con la concentración de recursos. En efecto, la creciente demanda del capital natural para el desarrollo de actividades como la agricultura altamente dependiente de insumos externos, como la aplicación intensiva de agroquímicos, mecanización inadecuada, tala y quema de bosques y ampliación de la frontera agrícola (Carreño & González, 2020; Ruíz, García & Martínez, 2019), han generado efectos en el uso del suelo, fragmentación de hábitats y transformación de los ecosistemas, alterando la estructura, función y composición de los ecosistemas, lo cual conlleva a la vulnerabilidad económica de las familias (Castañeda 2013).

Se considera que el desarrollo económico de una región se establece en activos que benefician la población de un territorio, pero este pensamiento no interviene las afectaciones negativas que causan al capital natural y su impacto en los Servicios Ecosistémicos – SSEE-, generando un costo económico mayor ante la consunción de los mismos y la degradación de los diversos ecosistemas; como, por ejemplo, la tala de árboles, contaminación de aguas superficiales, erosión, aspectos adversos que reducen los servicios ambientales que requiere el ser humano para satisfacer sus necesidades básicas insatisfechas (Altieri & Nicholls, 2012). Como respuesta a estas situaciones, se han propuesto modelos de producción agroecológica, que favorecen la estabilidad biológica, conservación de los recursos y una mayor productividad, es decir; producción con adaptabilidad ambiental, al tiempo que rescatan e involucran aspectos económicos y sociales del productor agropecuario (Molina-Murillo, 2017).

Por lo cual, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], menciona que los agroecosistemas deben incrementar la eficacia en el uso y manejo del capital endógeno, lo cual estimula el uso de prácticas agroecológicas, que se emplean para satisfacer las necesidades hídricas de los agroecosistemas, preservar la fertilidad y estructura del suelo (Raigón, 2014), estimulando a su vez, la rotación de cultivos agrícolas y promoviendo principios agroecológicos (Franco, Romero y Martínez, 2019; Vázquez & Martínez, 2015).

Adicionalmente, la transformación de unidades productivas hacia agroecosistemas favorece no solo a los productores, sino también a los demás habitantes del territorio, puesto que se ven beneficiados por la mejoría en los SSEE. Bajo esta premisa, el objetivo del estudio caracteriza y evalúa la percepción que tienen los productores agropecuarios frente a los SSEE de Provisión en la provincia del Sumapaz en Cundinamarca.

## 2. Metodología.

La investigación se desarrolló en la provincia del Sumapaz, en Cundinamarca. Ubicada en el suroccidente de Bogotá, capital de Colombia. Sumapaz está integrada por 10 municipios: Silvania, Tibacuy, Pasca, Arbeláez, Pandí, San Bernardo, Venecia, Cabrera, Granada y su capital Fusagasugá. Las coordenadas de ubicación son 4°20'14"Norte 74°21'52"Oeste, tiene una superficie de 1670 km<sup>2</sup>, cuenta con una población de 185 453 habitantes y una densidad de 111,05 hab/km<sup>2</sup> (Albarracín-Zaidiza *et al.* 2019).

El trabajo investigativo se desarrolló entre junio de 2019 y junio de 2021 en los municipios del Sumapaz. Para la clasificación de los agroecosistemas se tuvo en cuenta la orientación ecológica, la cual integra la sostenibilidad con prácticas agroecológicas, sapiencia tradicional de origen campesino, orientada a aprovisionar la autarquía alimentaria y reducir la sumisión de insumos y materia prima externa. Igualmente, se valoraron bajo los principios: a) tamaño del predio (1-10 ha); b) inventario con especies mayores (ganado bovino) y especies menores (aves); c) producción agrícola; d) vías secundarias y terciarias carretables y e) medios de comunicación.

Epistemológicamente, la presente investigación se fundamenta en un enfoque cuantitativo, por su naturaleza, se considera una investigación descriptiva bajo un diseño de campo no experimental (Linares & Cohen, 2022). La muestra fue probabilística, estratificada y conformada mediante la fórmula para muestras finitas (ecuación 1).

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

Donde, n: 12 (tamaño de la muestra), N: 25 (población o universo), Z: 1,64 (90 % de intervalo de confianza), p: 0,9 (probabilidad a favor), q: 0,05 (probabilidad en contra) y e= error máximo de estimación (10 %). Los agroecosistemas se identificaron con el apoyo y acompañamiento de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria – UMATA- de cada municipio, los cuales están situados en Cabrera (n=3); Granada (n=3); Pasca (n=3) y San Bernardo (n=3).

Para la clasificación de los SSEE que interactúan y son percibidos por los productores agropecuarios, se tuvieron en cuenta trabajos de clasificación de funciones y servicios ecosistémicos de Costanza *et al.* (2017), De Groot *et al.* (2010), Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005) y el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF por sus siglas en inglés). Como resultado de la revisión bibliográfica se seleccionaron como pertinentes para el estudio los servicios de provisión: a) alimentos; b) agua potable y c) madera – leña.

El proceso de investigación se desarrolló mediante técnicas participativas (Geilfús, 2002), se realizaron visitas de campo (n=12), recorridos guiados (n=12), cartografía social (n=12) y encuestas (n=12) en 2 fases simultáneas, estática y dinámica. Dentro de la fase estática se evaluaron las características socioeconómicas y biofísicas a nivel de finca a partir de los aspectos socioeconómicos, agrícola, forestal e hídrico, donde cada variable está compuesta por 5 alternativas de calificación (Tab 1), así mismo, en la fase dinámica, se evalúa el desempeño y comportamiento del área de siembra, volumen de producción e ingresos agropecuarios (Motta & Ocaña, 2018).

**Tabla 1. Variables para caracterizar agroecosistemas, provincia del Sumapaz.**

criterio	Variables	Unidad de medida	Escala	Puntuación
Rasgos sociales y económicos	Requerimiento mano de obra	%	Jornal	1
			Aparcería	2
			Asociados	3
			Familiar	4
			MINGA	5
	Participación organizacional	%	JAC	1
			Cooperativas	2
			Asociaciones	3
			Red local	4
			Fundaciones	5
	Asistencia técnica y formación	%	SENA	1
			Universidades	2
			UMATA	3
			ICA	4
			Asohofrucol	5
Servicios públicos domiciliarios	Unidad	Acueducto	1	
		Alcantarillado	2	
		Energía	3	
		Gas, Combustible	4	
		Telefonía	5	
Destino de la producción	Unidad	Venta directa	1	
		Venta intermediarios	2	
		Autoconsumo	3	
		Seguridad alimentaria	4	
		Transformación	5	
Prácticas manejo agrícola	Arreglos productivos	ha	Monocultivo	1
			Cultivo asociado	2
			Cultivo de relevo	3
			Cultivo en franjas	4
			Huerta casera	5
	Fertilización y nutrición	(t/ha)	Fertilización química	1
			Abonos verdes	2
			Estiércoles	3
			Composta	4
			Lombricomposta	5
	Ciclaje de nutrientes	ha	Rotación de cultivos	1
			Sistema silvopastoril	2
			Incorporación abonos verdes	3
			Mulch o acolchado	4
			Cultivos de cobertura densa	5
Manejo de suelo	%	Encalado (aplicación cal)	1	
		Incorporación de materia orgánica	2	
		Labranza mínima	3	
		Canales de drenaje	4	
		Aplicación microorganismos	5	
Control de arvenses	%	Control químico	1	
		Control mecánico (deshierba)	2	
		Control cultural (rotación)	3	
		Control manual (rastrillo, azadón)	4	
		Control biológico (alelopatía)	5	

<b>Prácticas manejo hídrico</b>	Manejo enfermedades	%	Manejo químico	1
			Rotación de cultivos	2
			Policultivos	3
			Uso de extractos (purines)	4
			Enemigos naturales	5
	Disponibilidad agua	%	Captación bocatomía/acueducto	1
			Quebrada/ río / lago / laguna	2
			Aljibe	3
			Pozo	4
			Almacenamiento agua lluvia	5
Cosecha y almacenamiento de agua	%	Dique	1	
		Sombrío	2	
		Zanjas de desagüe	3	
		Pozos - poceta	4	
		aljibes	5	
Protección fuentes de agua	%	Separa cultivos de fuentes hídricas	1	
		Protección vegetación en nacimientos	2	
		Delimitación fuentes hídricas	3	
		Reforestación con plantas protectoras	4	
		Jornadas de ornato y limpieza	5	
Sistema de riego utilizado	%	Agua lluvia	1	
		Gravedad	2	
		Aspersión	3	
		Goteo	4	
		Nebulización	5	
Tratamientos aguas servidas	%	Vertimiento alcantarillas	1	
		Pozo séptico	2	
		Recirculación	3	
		Laguna de oxidación	4	
		biodigestor	5	
<b>Prácticas manejo pecuario</b>	Inventario forestal presente en finca	%	No se observa	1
			Árboles dispersos	2
			Cercas vivas	3
			Bosques plantados	4
			Bosques nativos	5
	Beneficios forestales percibidos	Unidad	No se perciben beneficios	1
			Regulación de agua	2
			Pago por captura de carbono	3
			Control de erosión	4
			Hábitat para animales	5
Usos y disposición de árboles en finca	Unidad	Paisaje	1	
		Cercas vivas	2	
		Cortina rompevientos	3	
		Leña, madera	4	
		Madera para construcción	5	
Reforestación / Forestación	%	No realiza	1	
		Protección fuentes hídricas	2	
		Restauración paisaje	3	
		Alimento para animales	4	
		Uso industrial	5	

Fuente: Elaboración propia a partir de Fonseca (2021).

La captura de información se realizó por medio del formato – encuesta a través de una tabulación de acuerdo con el tipo de pregunta (cuantitativa o cualitativa). El valor de cada una de las

variables es el resultado de la ponderación de las preguntas que pretenden evaluar las características biofísicas. Se utilizó las preguntas marca – puntaje: preguntas con múltiples opciones de respuesta, donde la mejor situación está determinada por el mayor número de respuestas seleccionadas. La ponderación está dada por la ecuación 2.

$$P_{preg} = \left[ \frac{Fv}{n} \right] * 5 \quad (2)$$

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

Posteriormente, mediante el software estadístico SPSS, se halló el coeficiente de variación (CV) para aceptar o rechazar la validez de los ensayos. El CV es la desviación estándar ( $\sigma$ ) expresada como porcentaje de la media aritmética ( $\bar{X}$ ) (Ruíz-Ramírez, 2010). Esto lo hace un coeficiente adimensional al estar conformado por una razón entre varias opciones de datos; mientras mayor es la desviación estándar, mayor es la dispersión de la población, así, la desviación estándar ( $\sigma$ ) mide el grado de dispersión o variabilidad (Gordón-Mendoza & Camargo-Buitrago, 2015). Por tanto, valores con una  $\sigma \pm 1$ , significa que un 68,3 % o 14/20 fincas realizan un adecuado manejo de las diferentes prácticas productivas; una  $\sigma \pm 2$  representa un 95 % o 19/20 de los casos y una  $\sigma \pm 3$  alcanza un 99,7% o 20/20 de los casos evaluados (Espejo, 2017).

Finalmente, haciendo uso de una escala tipo Likert representada en la tabla 2, los Agroecosistemas son evaluados a partir de la sumatoria de la calificación de las prácticas en cada una de las categorías analizadas. Así mismo, de acuerdo al puntaje obtenido se propone la escala de valoración que precisa el tipo de práctica que ostentan: cinco (5), determina el mayor beneficio obtenido por los SSEE de Provisión; tres (3), determina un beneficio moderado y uno (1), no se obtienen beneficios o son irrelevantes.

**Tabla 2. Ponderación para evaluar los SSEE de provisión en agroecosistemas.**

Porcentaje de cumplimiento	Grado	Tipo de práctica	Beneficio SSEE
Valores de 81 a 100%	5	Ideal	Estable
Valores de 61 a 80%	4	Adecuada	Constante
Valores de 41 a 60%	3	Pertinente	Frágil
Valores de 21 a 40%	2	Inoportuna	En peligro
Valores de 0 a 20%	1	Inadecuada	Inestable

Fuente: Elaboración propia a partir de Carreño (2021).

### 3. Resultados.

#### 3.1. Caracterización socioeconómica de los agricultores en la Provincia del Sumapaz.

Los agroecosistemas analizados son de carácter minifundista e incluso microfundista, al contar con menos de 1 hectárea –ha-. Sólo 2 fincas cuentan con extensiones entre 6 y 10 ha, es decir, se encuentran dentro de la definición de la Unidad Agrícola Familiar -UAF-, para esta región del país, según la resolución 041 de 1996 y la Ley 160 de 1994. Por otra parte, la tenencia de la tierra es propia

para el 100 % de las fincas. Respecto al funcionamiento, el 95 % de las fincas son operadas por mano de obra familiar y presentan un tiempo de permanencia entre los 10 y 40 años de usufructo. En efecto, la estabilidad familiar y productiva genera una ventaja competitiva debido al amplio conocimiento de la zona, del paisaje, las condiciones de fertilidad, las coberturas vegetales, las fuentes de agua, las expresiones de la vegetación, el comportamiento animal y las limitaciones y potencialidades biofísicas, obtenidas a través de varios años de observación de la familia rural.

**Tabla 3. Estadísticos descriptivos para evaluar el grado de dispersión en las variables socioeconómicas de agroecosistemas en Sumapaz.**

<b>Variab</b> les	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación</b>
requerimiento mano de obra	12	4	5	4,75	0,452
participación organizacional	12	1	5	3,58	1,621
asistencia técnica	12	2	4	2,75	0,622
servicios públicos	12	2	3	2,67	0,492
destino de la producción	12	2	3	2,67	0,492

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de las variables y el cálculo de los estadísticos descriptivos se presentan en la tabla 3. El resultado indicó valores de  $X_{max}=4,75$  y  $X_{min}=2,67$  con una  $\sigma=1,621$  y  $\sigma=0,452$  respectivamente, indicando una elevada dispersión de datos socioeconómicos en cuanto a los requerimientos de mano de obra, participación organizacional, asistencia técnica, servicios públicos y destino de la producción.

Respecto al componente social, se identifica que los productores realizan las actividades agropecuarias de forma grupal, evidenciándose la participación de las mujeres en las tareas de la finca; de ahí que los requerimientos de mano de obra se provean al 100 % de la familia rural, dentro de las actividades propias de cosecha, poscosecha y la comercialización mediante núcleos productivos asociativos. Dichos procesos productivos se realizan con el acompañamiento de entidades que prestan servicios de extensión y asistencia técnica, como las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria –UMATA-, SENA, Asociación de Productores Hortifrutícolas de Colombia –Asohofrucol- y el Comité de cafeteros, con base en cursos complementarios que fortalecen los sistemas productivos y minimizan los eslabones de la cadena de valor de cada producto agropecuario.

Así mismo, los agroecosistemas cuentan con vivienda de uso familiar y centro de acopio, servicio sanitario y suministro de electricidad. Sin embargo, ninguno de los agroecosistemas cuenta con acceso por vías pavimentadas y, por el contrario, las vías terciarias, que se caracterizan por tener pendientes escarpadas, inclinadas, sin drenaje ni señalización, se vuelven prácticamente intransitables especialmente durante la época de lluvias, implicando mayores esfuerzos y costos de los agricultores para intercambios comerciales.

### **3.2. Relación entre el manejo Agrícola y el SSEE de provisión de alimentos.**

La diversidad topográfica y climática de la Provincia ofrece importantes potencialidades productivas que, junto con las características y condiciones de los suelos y el abundante recurso hídrico, posibilitan el desarrollo de la actividad agropecuaria y ofrecen grandes beneficios en términos de diversificación de la producción.

**Tabla 4. Estadísticos descriptivos para evaluar el grado de dispersión en las variables de manejo agrícola de agroecosistemas en Sumapaz.**

Variables	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Arreglos productivos	12	2	4	3,42	0,669
Fertilización y nutrición	12	2	4	3,08	0,793
Ciclaje de nutrientes	12	2	4	2,83	0,835
Manejo de suelo	12	2	5	3,75	0,866
Control de arvenses	12	3	5	3,92	0,515
Manejo de enfermedades	12	2	5	3,67	0,778

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4, se presentan los resultados de las variables y el cálculo de los estadísticos descriptivos, con valores de  $X_{max}=3,92$  y  $X_{min}=2,83$  con una  $\sigma=0,866$  y  $\sigma=0,515$  respectivamente, probando una elevada dispersión de datos dentro de las prácticas de manejo agrícola, dentro de las variables arreglos productivos, fertilización y nutrición, ciclaje de nutrientes, manejo de suelo, control de arvenses y manejo de enfermedades.

Pese a la inadecuada distribución de tierra dedicada a la agricultura respecto a otros usos, la principal fuente de ingresos de los municipios objeto de estudio provienen de esta actividad. Comparando la extensión del territorio de la provincia contra el área sembrada, se demuestra que Sumapaz destinó solo el 9,3 % de sus suelos para la agricultura, ubicándola a nivel de provincia como la decimosegunda, por debajo del promedio departamental del 13,3 % (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] 2010).

De acuerdo con los criterios establecidos para la investigación, la cobertura de alimentos generados por los agroecosistemas resultó relevante, considerando que el municipio de Pasca mantiene una producción agrícola homogénea a nivel municipal, el uso de sus suelos se divide en: 25,5 % para ocupaciones agrícolas, 54,5 % pastos aprovechados para ganadería y 20 % en rastrojo y bosques nativos. Con relación al municipio de Cabrera, el promedio de ha dedicadas para sistemas agrícolas por finca es de 2,5 ha y 6,3 ha destinadas para ganadería. Para el municipio de Granada, el área agrícola corresponde a 1422 ha, equivalente al 23 % de la superficie total, una extensión de 3905 ha en praderas que corresponde al 64,65 % y bosques con un área de 689 ha correspondiente al 11,43 %.

De la misma manera, la oferta de alimentos fue representativa, puesto que los productos frutícolas tienen gran participación en la provincia. El municipio de Cabrera, ubicado en la zona sur de la Provincia, cuenta con microclimas con condiciones para producir frutas tipo exportación como la gulupa y la granadilla. Pasca, tiene cultivos permanentes como la mora de castilla, tomate de árbol, curuba y lulo. Por otro lado, se encuentra el municipio de San Bernardo, su vocación corresponde especialmente a la fruticultura: lulo, mora, feijoa, granadilla, uchuva, curuba y principalmente tomate de árbol, con una participación a nivel Cundinamarca del 15,7 % en el total de la producción nacional. El área sembrada de tomate en Sumapaz es de 269 ha, siendo San Bernardo el municipio con mayor área sembrada equivalente a 460 ha.

La arveja es cultivada en todos los municipios de la provincia. Según el INCODER (2013), a nivel de producción, Pasca presenta el rendimiento más elevado, correspondiente a 5,3 toneladas por ha, y un área sembrada de 225 ha. También, se encuentra el cultivo de papa, el cual se realiza por encima de la cota de los 2 400 m.s.n.m. en Cabrera, San Bernardo, Pasca y Granada (INCODER 2013).

El promedio de producción de los cuatro municipios es de 5903 t, la mayor producción se localiza en Pasca con 18 700 t en 1900 ha y San Bernardo con 2543 t en 255 ha, como se evidencia en la Tabla 5.

**Tabla 5. Productos agrícolas más representativos en la Provincia de Sumapaz.**

Municipios	Área sembrada (Ha)				
	arveja	papa	frijol	tomate de árbol	mora
<b>Cabrera</b>	152	93	656	289	72
<b>San Bernardo</b>	76	255	151	460	1177
<b>Pasca</b>	225	1900	67	120	220
<b>Granada</b>	430	70	320	455	220

Fuente: Elaboración propia a partir INCODER (2013).

Asimismo, el frijol es uno de los cultivos más importantes del país, especialmente en regiones de climas fríos y medios, y en zonas de economía campesina. Los agricultores de Cundinamarca siembran fríjoles volubles bola roja, sabanero rojo, radical y cargamanto; variedades que representan el 65 % de la producción nacional (INCODER, 2013). Con respecto a la provincia de Sumapaz, la mayor producción de fríjol bola roja se localiza en Cabrera, con un área equivalente a 656 ha y rendimiento promedio de 5 t/ha.

Otro de los cultivos insignia de la provincia es la mora de castilla, cuya siembra es realizada en suelos de clase II y III (de carácter agrícola) y IV y V (de conservación y/o ubicados en zonas de ladera y pendientes), en alturas que van de los 2000 a 2600 m.s.n.m (FAO, 2010). San Bernardo es el mayor productor con 9461 t producidas en 1177 ha sembradas y un rendimiento de 9,2 t/ha, cifra superior al promedio nacional de 8,57 t/ha (UMATA, 2018). Respecto a la periodicidad, la provincia de Sumapaz cuenta con particularidades óptimas, en el relieve, clima, suelos y agua, que favorecen la siembra y cosecha agrícola durante todo el año, presentando una disponibilidad continua del mismo, para satisfacer las expectativas de los mercados de consumo fresco y procesado a nivel regional y nacional.

La provisión de alimentos para los mercados locales y regionales se planifica según el calendario lunar. Para el caso de la arveja, la siembra se realiza con una distribución del 40 % en marzo, 50 % en abril y 10 % en mayo; la cosecha se distribuye uniformemente a lo largo del año, presentando mayores beneficios durante los meses de abril y octubre. Para la papa, los periodos de siembra son en abril (50 %), mayo (30 %) y marzo (20 %), por las lluvias presentes en estas épocas, consecuencia del régimen bimodal de lluvias característico de la Provincia; los meses de cosecha son septiembre 20 %, octubre 50 %, y noviembre 30 % correspondientes a la siembra del primer periodo. En el caso del frijol, el 70 % de la siembra realizada durante el primer semestre se realiza en el mes de abril y en el segundo semestre el 80 % en octubre; proveyendo cosechas en noviembre y en mayo. Finalmente, para el caso del tomate de árbol y la mora de castilla, la siembra y cosecha son constantes durante todo el año presentándose una disponibilidad continua del mismo.

Con respecto al manejo de suelos, en la zona de estudio se realizan prácticas de labranza de conservación, de ahí que, 10 agroecosistemas, realizan labranza mínima, que retarda el crecimiento de arvenses y minimiza el deshierbe manual, conservando la humedad por el rastrojo presente, generando así conservación del suelo. En este sentido, Nicholls et al. (2015) indican que este tipo de prácticas fijan nitrógeno, reducen la erosión del suelo y mitigan los efectos de las sequías. Igualmente, 9 agroecosistemas, realizan prácticas de protección del suelo (aplicación de enmiendas, incorporación de

materia orgánica, arbustos como barreras vivas y cimentación de canales de drenaje), para control de erosión y obtener un equilibrio entre suelo y agua. Así lo asevera, Machado & Ríos (2016), quienes mencionan que la superficie del suelo cubierta por plantas y diseño de drenajes, reduce en un 50 % la erosión del suelo, reduciendo la pérdida de nutrientes, aumentando la materia orgánica, la celeridad de infiltración y aumenta la cantidad de agua aprovechable a los cultivos.

En cuanto a la fertilización y nutrición vegetal, los agroecosistemas incorporan grandes cantidades de materia orgánica para mejorar la calidad del suelo, dicha incorporación es primordial para regenerar los suelos y sus características biológicas y fisicoquímicas. De ahí que, se mejora la capacidad de retención de agua y aumento de la tolerancia en cultivos durante época de sequías (Nicholls *et al.*, 2015). Asimismo, 9 agroecosistemas realizan incorporación de abonos verdes, estiércoles y composta, lo que permite alcanzar una óptima productividad, disminuyendo los insumos externos como fertilizantes sintéticos (Molina-Murillo, 2017). No obstante, 3 agroecosistemas aplican considerables cantidades de fertilizantes de síntesis química para mejorar los rendimientos de producción, pero, no se tiene en cuenta el efecto residual y colateral de nutrientes, donde se transforma la estructura del suelo, las propiedades fisicoquímicas y se modifica la actividad biótica, que tiende a provocar cambios en la relación suelo-planta y la productividad de los mismos (Mayorga *et al.*, 2017).

### 3.3. Características relacionadas con el SSEE de provisión de agua potable.

El páramo de Sumapaz es considerado como la fuente hídrica más importante de Colombia, ya que cubre una superficie aproximada de 154 000 ha (INCODER 2013). La provincia del Sumapaz es una de las regiones más importantes del país, por su diversidad de recursos naturales y los servicios percibidos y recibidos a través del páramo, como la provisión de agua en calidad y cantidad que favorece al territorio, para los procesos económicos y sociales de los ecosistemas. En efecto, los suelos que contienen turba en el páramo, posibilitan el almacenamiento y filtración de agua, liberada para recargar fuentes hídricas favoreciendo el abastecimiento para consumo humano y animal.

**Tabla 6. Estadísticos descriptivos para evaluar el grado de dispersión en las variables de manejo hídrico en agroecosistemas en Sumapaz.**

VARIABLES	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Disponibilidad de agua	12	2	4	2,67	0,888
Cosecha y almacenamiento de agua	12	2	4	2,67	0,651
Protección fuentes de agua	12	3	5	4,25	0,754
Sistema de riego	12	3	4	3,42	0,515
Tratamiento aguas servidas	12	2	4	2,83	0,718

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, se presentan los resultados de las variables y el cálculo de los estadísticos descriptivos, con valores de  $X_{max}=4,25$  y  $X_{min}=2,67$  con una  $\sigma=0,754$  y  $\sigma=0,651$  respectivamente, comprobando una considerable dispersión de datos dentro de las prácticas allí establecidas para el manejo hídrico de cada territorio, dentro de las variables disponibilidad de agua, cosecha y almacenamiento de agua, protección fuentes de agua, sistema de riego y tratamiento aguas servidas.

Dentro del área de influencia del páramo se encuentran los municipios de Cabrera, Venecia, San Bernardo, Arbeláez y Pasca, los cuales conservan un área definida de páramo dentro de su ordenamiento territorial. Respecto a la cobertura y provisión de agua potable, Cabrera y Pasca fueron calificados con una percepción del 95 %; así mismo, los municipios de San Bernardo y Granada fueron calificados sobre un 80 %. Esto se debe a que el sistema de drenaje del río Sumapaz irriga cuerpos de agua como quebradas, ríos, lagos, lagunas y embalses; razón por la cual, su área de influencia es aprovechada en las diferentes actividades productivas de la zona.

Respecto a la oferta de agua potable, se tuvo en cuenta la percepción de los productores agropecuarios relacionada con el inventario de afluentes hídricos que surten cada municipio y su caudal disponible. De esta manera, en Cabrera se identificó una percepción de oferta hídrica de 95 %, puesto que está ubicado por encima del bosque alto andino o de niebla (sobre los 3000 m.s.n.m). El principal afluente que recorre el municipio es el río Sumapaz, sin embargo, cuenta con cuatro cuencas hidrográficas: río medio Sumapaz, Quebrada negra, río Pilar y alto Sumapaz, esta última con un área de 61 404 ha, como se relaciona en la Tabla 7.

**Tabla 7. Principales cuencas hidrográficas en la provincia del Sumapaz.**

Cuenca	Municipios de influencia en Sumapaz	Área cuenca (km <sup>2</sup> )	Oferta Disponible m <sup>3</sup> /s	Demanda Total m <sup>3</sup> /s
Río Cuja	Pasca	368,8	3801	1124
Río Chocho	Granada, Otros municipios: Fusagasugá, Silvania.	297	4523	0,982
Río Negro	San Bernardo, otro municipios: Arbeláez	234,1	4.003	0,851
Alto Sumapaz	Cabrera, otros municipios: Pandí, Venecia	257,0	15 268	0,449

Fuente: Elaboración propia a partir de INCODER (2013).

Asimismo, el municipio de Pasca obtuvo una percepción de la oferta hídrica de 95 %, dado que cuenta con zonas de páramo y subpáramo, donde se encuentran los afluentes hídricos, Andes, Alto la Senda, Amarillal, Cuchillas, Colorados, Cajita, Loma del Tendido, Peña, Zaque y el río Cuja, como el más representativo con un área de 37 500 ha. Por último, con una percepción de oferta del 80 %, se encuentra el municipio de San Bernardo, con un inventario hídrico considerable, como el río Pilar, Negro y Quebrada la Chorrera. Por esto, tiene la distinción como despensa agrícola del Sumapaz. Igualmente, la calificación que obtuvo Granada, que se surte del río Chocho, indispensable para la captación de agua con fines agropecuarios.

A pesar de esto, se identificó que existen restricciones en el uso del líquido para algunas actividades productivas, generadas por la adición de altos volúmenes de materia orgánica que provienen de vertimientos de sistemas productivos agropecuarios, por lo cual, se reduce la oferta hídrica en las cuencas que componen el río Sumapaz (INCODER 2013). De ahí la trascendencia en el uso de prácticas agroecológicas. En consecuencia, los habitantes del territorio efectúan prácticas de reforestación con vegetación protectora en zonas de nacimiento, rondas y afluentes hídricos, para protección y conservación, además, realizan jornadas de ornato en las fuentes de agua.

Al respecto, los productores agropecuarios señalan que la reducción de la oferta hídrica para abastecimiento, no solo se debe a la ampliación de la frontera agrícola por la incesante deforestación de los bosques protectores en zonas de afloramiento, cuencas, ríos y quebradas, sino por el inadecuado uso de las fuentes hídricas. Por esto, el agua superficial enfrenta problemas de contaminación y escasez, obligando a los colonos a explorar alternativas eficientes para la utilización del agua con fines domésticos y agropecuarios.

Al mismo tiempo, se estimó la demanda hídrica superficial para aquellas actividades socioeconómicas que requieren del recurso hídrico, las cuales según el INCODER (2013), son: a) actividades domésticas y de uso familiar, con un consumo de entre 125 a 140 l/hab/día en la zona rural y de 150 a 220 l/hab/día para los cascos urbanos localizados en la cuenca del río Sumapaz; y b) actividades agrícolas; aquellos cultivos que presenten déficit de agua y requieran riego.

Respecto a la demanda hídrica total promedio que se requiere del río Sumapaz, a causa de las diferentes actividades socioeconómicas que se desarrollan, se estima un requerimiento hídrico a nivel de provincia de 3697 m<sup>3</sup>/s, con influencia para la producción agrícola de 3239 m<sup>3</sup>/s (INCODER 2013). La Tabla 7, relaciona la demanda por cuenca, que va desde los 0,449 m<sup>3</sup>/s del río alto Sumapaz que cobija a Cabrera -cuya demanda se podría explicar parcialmente debido a la baja densidad poblacional en zonas de influencia, actividades agropecuarias no tecnificadas y condiciones climáticas de humedad vigente a lo largo de los afluentes-; hasta la cuenca del río Cuja que cobija a Pasca, con una demanda total de 1124 m<sup>3</sup>/s, teniendo presente que se caracteriza por ser netamente agropecuario. En términos generales, se infiere que las cuencas de la Provincia del Sumapaz no presentan problemas de escasez relativa, ya que la demanda total no supera en ninguno de los casos a la oferta hídrica superficial disponible.

Un comportamiento similar se observa frente a la provisión de agua, debido a la ubicación estratégica de los municipios en el área de influencia del páramo de Sumapaz, pues la región cuenta con variadas cuencas hidrográficas que abarcan toda la Provincia, favoreciendo la percepción de cobertura identificada en este estudio. La percepción de los habitantes en relación con la oferta hídrica se confirma con la medición oficial, ya que se estiman rendimientos hídricos –definidos como la cantidad de agua superficial por unidad de superficie de una cuenca (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] 2011)-desde los 10,8 l/s / km<sup>2</sup> del río Chocho, pasando por los 18,3 l/s / km<sup>2</sup> del río alto Sumapaz, hasta los 22,6 l/s/km<sup>2</sup> del río Negro. Esto se constituye como una ventaja comparativa de la provincia teniendo en cuenta que en Colombia se estima un rendimiento hídrico promedio de 58 l/s / km<sup>2</sup>, en Latinoamérica de 21 l/s / km<sup>2</sup> y a nivel mundial de 10 l/s / km<sup>2</sup>, de acuerdo con el IDEAM (2011).

Por otro lado, los campesinos combinan componentes ecológicos y geográficos para suministrar agua a sus producciones agrícolas, de ahí que, surten sus cultivos con agua lluvia y de escorrentía y 7 agroecosistemas utilizan sistemas de riego para el suministro del vital líquido (riego con manguera, por aspersión y goteo) a través de captación de agua por bocatoma. Dicho mecanismo, da origen a sistemas agro hidráulicos adaptados a condiciones ambientales y socioeconómicas de cada territorio se estable mediante cálculo matemático, para establecer el volumen de agua que se almacena en la franja radicular de la planta y la cantidad de agua irrigada, lo cual aumenta la eficiencia del sistema de riego (Winckler & Pantoja, 2019).

En definitiva, los recursos a nivel de finca son amenazados por componentes externos; el agua superficial de uso agrícola enfrenta problemas de escasez y contaminación, obligando a los campesinos

a buscar alternativas para hacer más eficiente su uso y manejo (Winckler & Pantoja, 2019), donde, 8 agroecosistemas realizan prácticas de tratamiento de aguas (pozo séptico, recirculación, laguna de oxidación y biodigestor), para no generar contaminación a los afluentes hídricos que pasan por sus fincas. Los demás agroecosistemas realizan vertimientos de aguas servidas provenientes de actividades agropecuarias, efluentes domésticos y fuga de colectores a canales de desagüe y alcantarillas, lo que repercute en la contaminación de aguas superficiales y posibles enfermedades con el consumo y contacto de agua.

### 3.4. Características relacionadas con el SSEE de provisión de madera – leña.

Los agroecosistemas operan con una serie de técnicas y saberes ancestrales para el manejo de tierra, combinan actividades agropecuarias y forestales de forma sincronizada y secuencial con la finalidad de obtener una mejor productividad, asociada a las condiciones del territorio, hidrología, microclima y componentes biológicos del suelo (Altieri & Nicholls, 2012). Dichos beneficios se traducen en la integración de la producción forestal con la producción agropecuaria, aumentando así la producción de forraje –biomasa-, leña como combustible y madera para uso agropecuario.

**Tabla 8. Estadísticos descriptivos para evaluar el grado de dispersión en las variables de manejo forestal en agroecosistemas en Sumapaz.**

VARIABLES	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Inventario forestal presente en finca	12	2	4	3,17	0,835
Beneficios forestales percibidos	12	2	4	3,00	0,739
Usos y disposición de árboles en finca	12	2	3	2,58	0,515
Reforestación	12	2	4	2,83	0,718

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las variables y el cálculo de los estadísticos descriptivos (tab. 8) muestran valores  $X_{max}=3,17$  y  $X_{min}=2,58$  con una  $\sigma=0,835$  y  $\sigma=0,515$  respectivamente, evidenciando una inmensa dispersión de datos dentro de las variables de manejo forestal, las cuales se establecen con los requerimientos del inventario forestal, beneficios, usos y reforestación.

Se estima que la cuenca del río Sumapaz contiene gran diversidad de bosques naturales, entre los más distintivos se encuentran los bosques subandinos, con el 17,4 %; bosques andinos con el 15,2 % y bosques de páramos con el 9,5 % (INCODER, 2013). Respecto a la cobertura, el área de bosque es representativa, puesto que va desde las 6375 ha de la cuenca del río Cuja, hasta las 15351 ha del alto Sumapaz. Su importancia radica en que los bosques naturales, no solo generan provisión de madera – leña, sino que también minimizan los efectos negativos del sol, el viento, la lluvia y regulan el flujo de agua para evitar pérdida de suelo.

Al mismo tiempo, se tuvo en cuenta la oferta de madera – leña, la cual según el INCODER (2013), se extrae de bosques secundarios y es utilizada como postes para cercos y su función es delimitar la propiedad, la administración del ganado y el manejo de praderas. Así mismo, se usan para satisfacer necesidades energéticas (fuente de combustible) para la cocción de alimentos. En efecto, el uso periódico de madera – leña sobrepasa el 80 % de percepción de los pobladores, el cual amenaza la

gran riqueza de bosques naturales por prácticas agropecuarias para adecuación del terreno, siembra y pastoreo del ganado, las cuales generan presiones sobre masas de vegetación arbórea y finalmente la deforestación, cambiando la composición y estructura de la vegetación (Vargas *et al.*, 2002).

### 3.5. Ponderaciones de variables socioeconómicas y biofísicas de agroecosistemas, Provincia del Sumapaz.

La percepción social de los servicios de aprovisionamiento fue predominante, 9 agroecosistemas (A, B, C, D, E, F, H, I, L) obtuvieron un índice de 61 a 73 del 100 %, lo que representa unos beneficios percibidos por los agroecosistemas como “constantes”, con prácticas “adecuadas” y 3 agroecosistemas (G, J, K), obtuvieron un índice entre 57 y 59 del 100 %, en términos cualitativos; la apropiación de 57 a 59 prácticas de 100 prácticas posibles establecidas en los criterios socioeconómicos, de manejo agrícola, hídrico y forestal, calificados dentro de los beneficios percibidos de los SSEE como “frágil” y con prácticas “pertinentes” (Tab. 9).

**Tabla 9. Ponderaciones variables socioeconómicas y biofísicas de agroecosistemas en Sumapaz.**

Criterios	Variables	Agroecosistemas											
		Cabrera			Pasca			S. Bernardo			Granada		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Rasgos sociales y económicos	Requerimiento mano de obra	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4
	Participación organizacional	4	5	5	4	4	4	1	1	5	1	5	4
	Asistencia técnica y formación	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3
	Servicios públicos domiciliarios	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3
	Destino de la producción	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3
Prácticas manejo agrícola	Arreglos productivos	4	4	3	4	3	4	3	2	4	3	3	4
	Fertilización y nutrición	4	3	3	2	3	4	2	3	4	2	3	4
	Ciclaje de nutrientes	4	4	4	3	3	2	2	3	3	2	2	2
	Manejo de suelo	4	4	4	4	4	4	2	5	4	4	2	4
	Control de arvenses	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4
	Manejo enfermedades	4	5	4	4	3	3	4	4	4	4	3	2
Prácticas manejo hídrico	Disponibilidad agua	4	4	4	3	2	3	2	2	2	2	2	2
	Cosecha y almacenamiento	3	4	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2
	Protección fuentes de agua	5	5	5	4	3	4	5	4	4	4	3	5
	Sistema de riego utilizado	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3
	Tratamientos aguas servidas	3	3	3	4	4	2	3	2	2	3	2	3
Prácticas manejo forestal	Inventario forestal presente en finca	4	3	4	3	4	2	4	2	3	4	2	3
	Beneficios forestales percibidos	2	4	3	4	3	2	3	3	2	4	3	3
	Usos y disposición de árboles en finca	2	3	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3
	Reforestación	4	3	4	3	2	3	2	3	3	2	3	2
<b>Valoración</b>		<b>71</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>67</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>57</b>	<b>61</b>	<b>66</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>63</b>

Fuente: Elaboración propia.

Los agroecosistemas valorados albergan biodiversidad y ofrecen una amplia variedad de beneficios y servicios a los productores agropecuarios. De éstos, los SSEE de provisión de alimentos, agua potable y madera-leña son los más visibles para los habitantes de los municipios de estudio. La percepción de estos SSEE de provisión es positiva, considerando que los agroecosistemas analizados generan beneficios y a su vez, se benefician de las relaciones dinámicas de los ecosistemas y las condiciones ambientales de la región.

En este sentido, los agroecosistemas se caracterizan por un manejo eficiente a través de la aplicación, apropiación e implementación de prácticas agroecológicas, el uso adecuado de la biodiversidad, contribuyendo así a una mayor estabilidad en el uso del capital natural, la conservación de su entorno natural, aportando así a estrategias sustentables frente a situaciones adversas.

#### **4. Conclusiones.**

Fueron percibidos los SSEE en Sumapaz con una alta diversidad natural, dentro de las tres categorías de servicios de provisión: alimentos, agua y madera. De ahí que, el agua para consumo, materia prima y producción de alimentos son los más importantes en función de su frecuencia de uso, pudiendo aumentar la presión espacial para la provisión en detrimento de los ecosistemas. Los encuestados identificaron varios impulsores del cambio en la prestación de SSEE; siendo las principales: la tala ilícita, el pastoreo y ramoneo de ganado, seguido del crecimiento demográfico y la falta de fuentes de empleo. En cuanto a la calidad del agua para consumo humano, la mayoría de la población la percibe de buena calidad, porque es captada directamente de nacientes y bocatomas cubiertas de vegetación; sin embargo, no llega a ser excelente porque persisten problemas en el tratamiento del agua, las lluvias intensas incrementan la turbiedad del agua que llega a las viviendas debido al lavado y arrastre de partículas del suelo de la parte alta de las cuencas.

Los criterios de evaluación abordados en la investigación evidenciaron que, a pesar de la baja destinación del suelo a las actividades agropecuarias, el manejo agroecosistémico de las unidades analizadas generan un flujo considerable de SSEE de provisión en la Provincia, ofreciendo bienestar a las familias productoras y a su entorno. Así, en el caso de la producción de alimentos, el estudio arrojó una percepción positiva basada principalmente en la capacidad de cobertura y la satisfacción manifestada por los participantes puesto que los productos hortofrutícolas generados en los municipios de la muestra tienen mercados a nivel local, regional y nacional y algunos de ellos se destinan a la exportación. Sin embargo, es necesario que los agroecosistemas generen estrategias para lograr mayor competitividad, ya que la competencia directa son los monocultivos con uso de prácticas basadas en el modelo de revolución verde que generan mayor productividad a bajos costos financieros, pero con graves implicaciones en la salud de los productores, los consumidores y los ecosistemas.

A su vez, la provisión de alimentación es constante y proviene de los excedentes de cosecha, animales de traspatio (gallinas, pavos) y los huertos familiares, los cuales garantizan la seguridad alimentaria de la Provincia, favoreciendo el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS, como prioridad para acabar con la pobreza alimentaria. No obstante, la satisfacción percibida frente a la provisión de agua evidencia que no todos son optimistas frente al servicio, puesto que los cambios generados en las condiciones del páramo de Sumapaz repercuten en cambios en la disponibilidad del líquido. Adicionalmente, dada la fuerte variabilidad climática presentada en la región, algunos municipios han presentado escasez de agua en épocas secas. Esta información corresponde con el índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico, que para el año 2015 se encontraba en riesgo

alto y medio en el caso de la mayoría de las subcuencas del río Sumapaz. Sumado a lo anterior, la creciente actividad ganadera genera cambio del uso del suelo con vocación agrícola a sistemas de explotación ganadera con dedicación para producción de pastos, incrementando la probabilidad de contaminación del agua por la presencia del ganado y las dificultades asociadas a la pérdida de agua por deforestación de las áreas boscosas.

Frente al servicio de provisión de madera-leña, la percepción identificada se basa en la cobertura de los bosques presentes en los municipios de estudio, puesto que los mismos presentan áreas significativas de bosques, ofreciendo material tanto para la construcción y delimitación de potreros, como leña para la satisfacción de las necesidades energéticas de los pobladores. El contraste de la percepción positiva de los encuestados frente a la cobertura del servicio, a pesar del alto riesgo que se genera por la deforestación, evidencia que hacen falta alternativas sostenibles frente a los materiales y combustibles disponibles en las fincas, de manera que se reduzca la presión sobre los recursos de la región. Adicionalmente, se podrían estar manteniendo condiciones desfavorables en la salud de los habitantes de estos municipios, debido a que el uso de la leña como combustible en la preparación de alimentos se ha identificado como uno de los factores de contaminación atmosférica en la subcuenca del río Sumapaz, además, de ser uno de los principales factores de contaminación al interior de las viviendas, lo cual propicia condiciones adversas de salud.

### Referencias bibliográficas

- [CAR] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2016). Evaluación regional del agua. Cuenca del río Sumapaz. Bogotá: CAR. <http://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/36154>
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). Análisis de los sistemas de producción agrícola de las Provincias de Soacha y Sumapaz (Cundinamarca). Bogotá: FAO.
- [IDEAM] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2011). Estudio Nacional del Agua 2010, Bogotá: IDEAM
- [INCODER] Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. (2013). Plan de Desarrollo Sostenible Zona de Reserva Campesina de Cabrera (Cundinamarca). Bogotá: Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativos.
- [MEA] Millennium Ecosystem Assessment. (2003). Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Washington, D.C.: Island Press.
- Albarracín-Zaidiza JA, Fonseca-Carreño NE & López-Vargas LH. (2019). Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz. *Revista Ciencia y Agricultura*. 16(2): 39-55. doi: 10.19053/01228420.v16.n2.2019.9139
- Altieri M & Nicholls C. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecol.* 7(2): 65-83. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861>
- Andrade HJ, Segura MA & Sierra E. (2017). Percepción local de los servicios ecosistémicos ofertados en fincas agropecuarias de la zona seca del norte del Tolima, Colombia. *Rev. luna azul*. (45): 42-58. doi:10.17151/luaz.2017.45.4
- Carreño, N. E, & González, F. A. (2020). Propuesta metodológica para medir la sustentabilidad en agroecosistemas, a través del marco Mesmis. *Avances en Investigación científica*, 1197. <http://www.doi.org/10.47666/avances.inv.2>

- Carreño, N. E. (2021). Hass avocado: value chain to contribute to the competitiveness of silvania in cundinamarca Colombia. In *Vestigium Ire*, 15(1), 49-71. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/2372>
- Castañeda A. (2013). Diseño de una metodología para evaluar el estado de los servicios ecosistémico. [Tesis]. [Bogotá]: Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/10960>
- Costanza R, De Groot R, Braat L, Kubiszewski I, Fioramonti L, Sutton P, Farber S &Grasso M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosyst. Serv.* 28 (Part A): 1–16. doi: 10.1016/j. ecoser.2017.09.008
- De Groot R, Alkemade R, Braat L, Hein L & 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
- Espejo, M. R. (2017). Estimación de la desviación estándar. *Estadística Española*, 59(192), 37-44. [https://www.researchgate.net/profile/Mariano-Ruiz-Espejo/publication/319332721\\_Estimacion\\_de\\_la\\_desviacion\\_estandar/links/59a589beaca272895c14495c/Estimacion-de-la-desviacion-estandar.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mariano-Ruiz-Espejo/publication/319332721_Estimacion_de_la_desviacion_estandar/links/59a589beaca272895c14495c/Estimacion-de-la-desviacion-estandar.pdf)
- Fonseca Carreño, N. E. (2021). Caracterización socioeconómica y biofísica de agroecosistemas en el municipio de Pasca en la provincia del Sumapaz-Cundinamarca. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 14(14), 2–13. <https://doi.org/10.22463/24221783.3159>
- Franco, D., Romero, M., & Martínez, J. (2019). Principales obstáculos para el desarrollo sostenible en los agronegocios lácticos. *SUMMA. Revista disciplinaria en ciencias económicas y sociales*, 1(1), 107-117. <https://aunarcali.edu.co/revistas/index.php/RDCES/article/view/60>
- Geilfús. (2002). 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo. [http://www.corporacionpba.org/irp/herramientas/Etapa\\_I/punto\\_de\\_partida/paso2\\_drp/80\\_herramientas.pdf](http://www.corporacionpba.org/irp/herramientas/Etapa_I/punto_de_partida/paso2_drp/80_herramientas.pdf)
- Gordón-Mendoza, R., & Camargo-Buitrago, I. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 56-63. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212015000100006&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212015000100006&lng=en&tlng=es).
- 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., & 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>
- Mayorga, C., Cornejo, H. P., & 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. doi: 10.17151/jurid.2017.14.2.3. Doi: 10.17151/jurid.2017.14.2.3.
- Molina-Murillo S. (2017). ¿Son las fincas agroecológicas resilientes? Algunos resultados utilizando la herramienta SHARP-FAO en Costa Rica. *Ingeniería* 27(2): 25-39. doi: 10.15517/RI.V27I2.27859



- Motta, P. A., & Ocaña, H. E. (2018). Caracterización de subsistemas de pasturas braquiarias en hatos de trópico húmedo, Caquetá, Colombia. *Revista Ciencia y Agricultura*, 15(1), 81-92  
<https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7759>
- Nicholls, C., Henao, A., & Altieri, M. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10(1), 7-31.  
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711>
- Raigón, M. (2014). La alimentación ecológica: cuestión de calidad. *Leisa. Revista de Agroecología*. 430:10-2. <http://hdl.handle.net/10251/78799>
- 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>
- Vargas O, Premauer J, & Cárdenas C. 2002. Efectos del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en un páramo húmedo de Colombia. *Ecotrópicos* 15(1): 35-50.  
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/25543/articulo3.pdf;jsessionid=BF9877542926C401CD5E70D74458F6C0?sequence=1>
- Vázquez L, & 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., & 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>