

# BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS Y SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO DE CEBOLLA DE RAMA (*ALLIUM FISTULOSUM* L.) EN LA CUENCA DEL LAGO DE TOTA (BOYACÁ, COLOMBIA)

Rodríguez-Robayo, Karla Juliana<sup>1</sup>  
Pulido-Blanco, Víctor Camilo<sup>2</sup>  
Rojas Ramírez, Diego Alejandro<sup>3</sup>  
Martínez Camelo, Fabián Enrique<sup>4</sup>

Recibido: 11-07-2021 Revisado: 27-06-2022 Aceptado: 01-08-2022  
<https://www.doi.org/10.53766/Agroalim/2022.28.54.09>

## RESUMEN

En Colombia, cerca de un tercio del área nacional sembrada de cebolla de rama está concentrada en la cuenca del lago de Tota (departamento de Boyacá). A pesar de los esfuerzos gubernamentales en promover las buenas prácticas agrícolas (BPA), el manejo del cultivo se continúa realizando bajo el sistema convencional, basado en la siembra intensiva del monocultivo varietal, el uso elevado de agroquímicos y el uso de materia orgánica sin compostar. El análisis de la sostenibilidad de los sistemas productivos cobra mayor relevancia en escenarios como la cuenca del lago de Tota, que además de ofrecer la mayor producción de cebolla de rama del país, cuenta a su vez con ecosistemas estratégicos proveedores de servicios ecosistémicos para actores locales, regionales y nacionales. El estudio tuvo como objetivo evaluar la sostenibilidad en el sistema productivo de cebolla de rama a partir de 25 indicadores ambientales, socioeconómicos y de gobernanza, estimados a través de entrevistas estructuradas a productores de cebolla con certificación vigente en BPA, certificación vencida e interesados en certificarse. Los resultados señalan que contar con la certificación vigente incrementa el número de indicadores de sostenibilidad con puntuación elevada. Sin embargo, 12 de los 25 indicadores presentaron en los tres grupos una valoración de intermedia a baja, indicando que producir con BPA es diferente a producir sosteniblemente; de modo particular, en el componente ambiental se identificaron grandes diferencias. Se resalta por tanto la relevancia de identificar nuevos caminos, concomitantes a las BPA, para

---

<sup>1</sup> Ingeniera Forestal (Universidad Distrital Francisco José de Caldas-UD, Colombia); M.Sc. en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Universidad de Los Andes-UNIANDES, Colombia); Doctora en Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable (Universidad Nacional Autónoma de México-UNAM). Investigadora de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Tibaitatá. *Dirección postal:* Centro de Investigación Tibaitatá. Km 14, Vía Mosquera/Bogotá. Mosquera, 250047, Colombia. *ORCID:* <http://orcid.org/0000-0003-0947-9372>. *Teléfono:* +57 60 1 4227300; *e-mail:* [kjrodriguez@agrosavia.co](mailto:kjrodriguez@agrosavia.co)

<sup>2</sup> Biólogo y M.Sc. en Ciencias Biológicas (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC); M.Sc. en Agroforestería y Agricultura Sostenible (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, Costa Rica). Investigador de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Tibaitatá, Sede Tunja. *Dirección postal:* Calle 19 # 9-35. Oficina 902. Edificio Lotería de Boyacá. Tunja, 150001, Colombia. *ORCID:* <http://orcid.org/0000-0002-1217-6877>. *Teléfono:* +57 60 1 4227300; *e-mail:* [vpulido@agrosavia.co](mailto:vpulido@agrosavia.co)

<sup>3</sup> Ingeniero en Agroecología (Corporación Universitaria Minuto de Dios-UMD, Colombia). Profesional de Apoyo a la Investigación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Tibaitatá. *Dirección postal:* Centro de Investigación Tibaitatá. Km 14, Vía Mosquera/Bogotá. Mosquera, 250047, Colombia. *ORCID:* <http://orcid.org/0000-0002-6092-7428>. *Teléfono:* +57 60 1 4227300; *e-mail:* [darojas@agrosavia.co](mailto:darojas@agrosavia.co)

<sup>4</sup> Ecológico y Maestro en Conservación y uso de biodiversidad (Pontificia Universidad Javeriana-PUJ, Colombia). Investigador de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Tibaitatá. *Dirección postal:* Centro de Investigación Tibaitatá. Km 14, Vía Mosquera/Bogotá. Mosquera, 250047, Colombia. *ORCID:* <http://orcid.org/0000-0002-0671-6443>. *Teléfono:* +57 60 1 4227300; *e-mail:* [fmartinez@agrosavia.co](mailto:fmartinez@agrosavia.co)

avanzar hacia la sostenibilidad del cultivo, así como la necesidad de consolidar un mercado para los productos que cuenten con certificaciones orientadas hacia este propósito. Es crucial el creciente interés de un importante grupo de productores de la zona en adoptar la certificación, aunada a compromisos éticos para alcanzar procesos de reconversión productiva del cultivo estudiado hacia la sostenibilidad, con base en las BPA.

**Palabras clave:** agricultura sostenible, cebolla de rama, campesinos, monocultivo, páramos, sistemas de producción, Colombia

## ABSTRACT

In Colombia, about one-third of the national area planted with green onions is concentrated in the Lake Tota basin (Department of Boyacá). Despite government efforts to promote good agricultural practices (GAP), the crop is still managed under the conventional system, based on intensive planting of varietal monoculture, high use of agrochemicals, and the use of non-composted organic matter. The analysis of the sustainability of production systems becomes more relevant in scenarios such as the Lake Tota basin, which, in addition to offering the largest production of onions in the country, also has strategic ecosystems that provide ecosystem services for local, regional and national stakeholders. The main objective of this study was to evaluate the sustainability of the onion production system based on 25 environmental, socioeconomic, and governance indicators estimated through structured interviews with producers with current GAP certification, expired certification, and those interested in becoming certified. The main results show that having current certification increases the number of sustainability indicators with high scores. However, 12 of the 25 indicators in the three groups had intermediate to low scores, indicating differences between GAP and sustainability, particularly in the environmental component, in which large differences were identified. These findings highlight the importance of identifying new ways, concomitant to GAP, to advance towards crop sustainability, as well as the need to consolidate a market for products with certifications oriented towards this purpose. Crucial here is the growing interest of an important group of producers in the area in adopting certification, together with ethical commitments to achieve processes of productive reconversion of the crop under study towards sustainability, based on GAP.

**Key words:** sustainable agriculture, onion, smallholders, monoculture, moorland, production systems, Colombia

## RÉSUMÉ

printemps est concentrée dans le bassin du lac Tota (département de Boyacá). Malgré les efforts du gouvernement pour promouvoir les bonnes pratiques agricoles (BPA), la culture continue d'être dirigée selon le système conventionnel, basé sur la plantation intensive de monoculture variétale, l'utilisation élevée de produits agrochimiques et l'utilisation de matières organiques non compostées. L'analyse de la durabilité des systèmes productifs revêt une importance accrue dans des scénarios comme le bassin du lac de Tota, région qui, en plus d'offrir la plus grande production d'oignons de printemps du pays, possède également des écosystèmes stratégiques qui fournissent des services écosystémiques aux acteurs locaux, régionaux en nationaux. L'objectif de l'étude était d'évaluer la durabilité du système de production d'oignons sur la base de 25 indicateurs environnementaux, socio-économiques et de gouvernance, estimés par le biais d'entretiens structurés avec des producteurs d'oignons disposant d'une certification BPA actuelle, d'une certification expirée et de ceux intéressés par une certification. Les résultats de l'enquête montrent que le fait d'avoir une certification en vigueur augmente le numéro d'indicateurs de durabilité avec un score élevé. Cependant, 12 des 25 indicateurs ont été classés comme intermédiaires ou faibles dans les trois groupes, ce qui indique que la production selon les BPA est différente de la production durable ; en particulier, de grandes différences ont été identifiées dans la composante environnementale. Cela souligne l'importance d'identifier de nouveaux moyens, concomitants aux BPA, pour progresser vers la durabilité des cultures, ainsi que la nécessité de consolider un marché pour les produits avec des certifications orientées dans ce sens. L'intérêt croissant d'un groupe important de producteurs de la zone pour l'adoption de la certification, ainsi que les engagements éthiques pour réaliser des processus de reconversion productive de la culture étudiée vers la durabilité, sur la base des BPA, sont ici déterminants.

**Mots-clés :** Agriculture durable, oignon, paysans, monoculture, écosystèmes stratégiques d'haute montagne, systèmes de production, Colombie

## RESUMO

Na Colômbia, cerca de um terço da área plantada de cebola de rama está concentrada na bacia do lago de Tota (Departamento de Boyacá). Apesar dos esforços governamentais em promover as boas práticas agrícolas (BPA), o manejo do cultivo continua sendo realizado sob o sistema convencional, baseado na semeadura intensiva de monocultivos varietal, com o uso elevado de agroquímicos e de matéria orgânica não-compostada. A análise da sustentabilidade dos sistemas produtivos cobra relevância em cenários como a bacia do lago de Tota, que além de oferecer a maior produção de cebola de rama do país, corresponde a um ecossistema estratégico na oferta de serviços ecossistêmicos para atores locais, regionais e nacionais. Este estudo teve como objetivo avaliar a sustentabilidade do sistema produtivo de cebola de rama a partir de 25 indicadores ambientais, socioeconômicos e de governança, analisados a partir de entrevistas estruturadas realizadas junto a produtores de cebola com certificação vigente em BPA, com certificação vencida, bem como com interessados em certificar-se. Os resultados mostram que contar com a certificação vigente aumenta o número de indicadores de sustentabilidade, assegurando uma pontuação elevada. Não obstante, 12 dos 25 indicadores apresentaram, nos três grupos examinados, uma avaliação que vai de intermediária a baixa, indicando que produzir com BPA é diferente de produzir de forma sustentável. De modo particular, do ponto de vista do componente ambiental, foram identificadas algumas diferenças. Se destaca, portanto, a importância de identificar novos caminhos, concomitantes às BPA, no sentido de avançar em direção à sustentabilidade do cultivo, assim como a necessidade consolidar um mercado para os produtos que contem com certificações orientadas a este propósito. Torna-se crucial o crescente interesse de um importante grupo de produtores desta zona no afã de adotar a certificação conjugada aos compromissos éticos para alcançar processos de reconversão produtiva da cultura estudada em direção à sustentabilidade e com base nas BPA.

**Palavras-chave:** agricultura sustentável, cebolas galesas, pequenos proprietários, monocultura, paramos, sistemas de produção, Colômbia

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde 1987 cuando se presentó el informe Brundtland, la sostenibilidad fue declarada un tema preponderante para la humanidad (Saldívar, Barrera, Rosales y Villaseñor, 2002; Lagunas-Vázquez, Almendárez-Hernández, Beltrán-Morales y Ortega-Rubio, 2017; Ávila, 2018), propiciando debates sobrecómo definir y evaluar con precisión la sostenibilidad (Mazuela, 2017; Bravo-Amarante, López-Bastida, Romero-Romero, Calvo y Kiran-Schulz, 2018). No obstante, el uso indiscriminado del término y su complejidad impidieron el consenso en su definición y en las formas de su medición, más aún en actividades como la agricultura (Saldívar *et al.*, 2002; Lagunas-Vázquez *et al.*, 2017; Bravo-Amarante *et al.*, 2018).

Frente a esta complejidad, en este trabajo el concepto de sostenibilidad se relaciona con los sistemas socioecológicos (SSE) (Arias, 2006; Gallopin, 2006; Jiménez, 2008), en donde se debe asegurar la satisfacción de necesidades de las generaciones de seres humanos presentes y futuras (Ávila, 2018) y el manejo apropiado de los recursos naturales (Bravo-Amarante *et al.*, 2018) de

los que depende la producción agropecuaria. En ese sentido se hace énfasis en prácticas de manejo que permitan reducir la contaminación, conservar la biodiversidad, el suelo y el agua, así como favorecer la gobernanza de los capitales financiero, humano y social por parte de productores locales (Mazuela, 2017; Silva-Santamaría y Ramírez-Hernández, 2017).

Se han documentado más de 17 herramientas para la medición de la sostenibilidad en actividades agrícolas (Singh, Murty, Gupta y Dikshit, 2009), que incluyen aspectos sociales, ambientales, económicos, institucionales, entre otros, en diferentes magnitudes espacio-temporales (Lagunas-Vázquez *et al.*, 2017), dificultando la selección de uno u otro método. Existe consenso en el uso de indicadores para evaluar la sostenibilidad en los sistemas agrícolas, definidos como la representación práctica de un determinado atributo del sistema (Waas *et al.*, 2014) y cuya cuantificación permite monitorear cambios relevantes. Los indicadores de sostenibilidad usualmente se organizan en las dimensiones económica, social y ambiental (Hák,

Janoušková y Bedoich, 2016; Angevin, Fortino, Bockstaller, Pelzer y Messéan, 2017), aunque Westerset *al.*(2017) sugieren un enfoque basado en el sistema.

En Colombia urge analizar la sostenibilidad del sistema productivo de cebolla de rama (*Allium fistulosum* L). Esta hortaliza es producida en 20 de los 32 departamentos del país, siendo Boyacá el principal productor, con 2.725 hectáreas y una producción anual de 283.221,09 toneladas (DANE, 2017). El desarrollo de los distritos de riego y las condiciones climáticas han permitido que la producción esté concentrada principalmente en la cuenca del lago de Tota, ubicada a una altitud entre los 2.500 y 3.100 m.s.n.m. (Segura, Lesmes, Galindo y Sánchez, 2015). Ello tiene implicaciones socioeconómicas y ambientales importantes, debido a que a esta altitud se encuentran ecosistemas estratégicos como los páramos, cuya relevancia resalta la provisión de diversos servicios ecosistémicos, no solo para una región específica, sino para la sociedad en su conjunto.

El modelo predominante de producción de cebolla de rama en monocultivo genera una serie de impactos ambientales que Ricaurte (2005) organiza en cuatro componentes: flora y fauna, suelos, agua y aire. El inadecuado uso de agroquímicos y el aumento de la frontera agrícola han afectado la biodiversidad (Puentes-Puentes, 2020). Los suelos han perdido la capacidad de retención hídrica y se han visto erosionados por labranzas intensivas (Caro-Camargo y Velandia-Tarazona, 2019). Paralelamente se reporta contaminación de fuentes hídricas, debido al uso intensivo de gallinaza-pollinaza y de plaguicidas de síntesis química, ya que se emplean hasta 183 agroquímicos (Ricaurte, 2005; Pérez-Holguín, Grandas-Rincón, Ramírez-Acevedo y Torres-Barrera, 2016; Aldana, De Prado y Martínez, 2011; Mojica y Guerrero, 2013). Algunos han sido encontrados en aguas superficiales y sedimentos en niveles muy altos, evidenciando así el riesgo potencial de movilidad de plaguicidas. Adicionalmente se destacan conflictos

socioambientales por el uso, distribución y valoración del recurso hídrico (Rodríguez-Robayo, Herrera-Heredia y Martínez-Camelo, 2021).

Frente a este panorama se han propuesto a las buenas prácticas agrícolas (BPA) como alternativa de manejo sostenible. De acuerdo con la FAO (2016) las BPA son un conjunto de principios aplicados a los procesos de producción y postproducción en las fincas, que dan como resultado productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos, saludables y sostenibles económica, social y ambientalmente.

Esta normativa, que empezó en los países europeos (Parra, Figueredo y Villamil, 2015), se difundió por el mundo. Países como Estados Unidos desarrollaron sus propios estándares y promovieron que países como Colombia tuviesen que adoptar dichas certificaciones si querían acceder a sus mercados. La responsabilidad de crear la normatividad BPA fue asignada al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), órgano que en el año 2004 lanzaría la primera versión. Desde entonces la normatividad se ha ido ajustando, mediante las resoluciones 30021 de 2017 y 082394 de 2020 (ICA, 2017, 2020).

Pese a los avances normativos y las diversas ventajas competitivas que representan las BPA, la adopción a nivel nacional es reducida: para el año 2020 se reportaron en Colombia 11.365 hectáreas con certificación vigente (ICA, 2021), lo que representa apenas el 0,16% del área agrícola del país. Esto se explica por factores expresados en la falta de cultura para llevar registros (Auriol y Schilizzi, 2015), las elevadas inversiones en infraestructura y desventajas exógenas como la ausencia de mercados diferenciados (Martínez, 2019). Pese a estas desventajas, las BPA se consideran un punto de partida para transitar de un modelo de producción convencional hacia formas de agricultura sostenible.

De esta forma, el presente artículo tiene como objetivo analizar la sostenibilidad asociada a las buenas prácticas agrícolas en la producción de cebolla de rama en la cuenca del lago de Tota, a partir de la

integración de dos metodologías ampliamente utilizadas en la evaluación de la sostenibilidad: el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS) (Astier, 2018); y el marco internacional para la Evaluación de la Sostenibilidad de los Sistemas Agrícolas y Alimentarios (SAFA) (FAO, 2014).

## 2. METODOLOGÍA

La metodología integra en cuatro pasos las dos metodologías MESMIS y SAFA (Figura N° 1).

### 2.1. PASO UNO. OBJETO DE EVALUACIÓN: EL CULTIVO DE CEBOLLA DE RAMA EN LA CUENCA DEL LAGO DE TOTA

La zona de estudio es la cuenca del lago de Tota, ubicada en la provincia de Sugamuxi (Boyacá, Colombia). Se encuentra dentro del complejo de páramo Tota-Bijagual-Mamapacha (57% de la cuenca) y cuenta con el cuerpo de agua dulce más grande de Colombia y el segundo de Suramérica, con el 13,6% de la reserva hídrica colombiana (DNP, 2014). De él se abastecen nueve municipios de la zona, así como los sistemas de riego de los cultivos de cebolla en la región que sustentan entre el 60% y 80% del mercado nacional (DNP, 2014) (Figura N° 2).

En la cuenca cerca de 2.700 hectáreas están incluidas en distritos de riego y se destinan al cultivo de cebolla (DNP, 2014). Para el año 2019 el 30% del área nacional sembrada estuvo concentrada en la cuenca del lago de Tota principalmente en los municipios de Aquitania, Cúitiva y Tota (Agronet, 2019).

Frente al manejo del cultivo, existen dos modelos de producción: i) el predominante, consistente en la siembra intensiva del monocultivo varietal, elevado uso de insumos de síntesis química para el manejo fitosanitario (Pinzón-Ramírez, 2004; Segura *et al.*, 2015; Buitrago-Cruz y Acosta-Espinel, 2017), fertilización compuesta entre gallinaza-pollinaza fresca y fertilizantes de síntesis química (Ricaurte, 2005); y, ii) modelo empleado por pocos productores basado en la implementación de BPA (ICA, 2021).

Para este análisis, los productores de cebolla de rama se organizan en tres grupos: i) productores que cuentan con una certificación vigente de buenas prácticas agrícolas en cebolla de rama (BPA vigente), otorgada por el ICA; ii) productores con certificación en BPA vencida (BPA vencido); y, iii) productores sin certificación (interesados en certificarse –BPA interesados–) (Tabla N° 1).

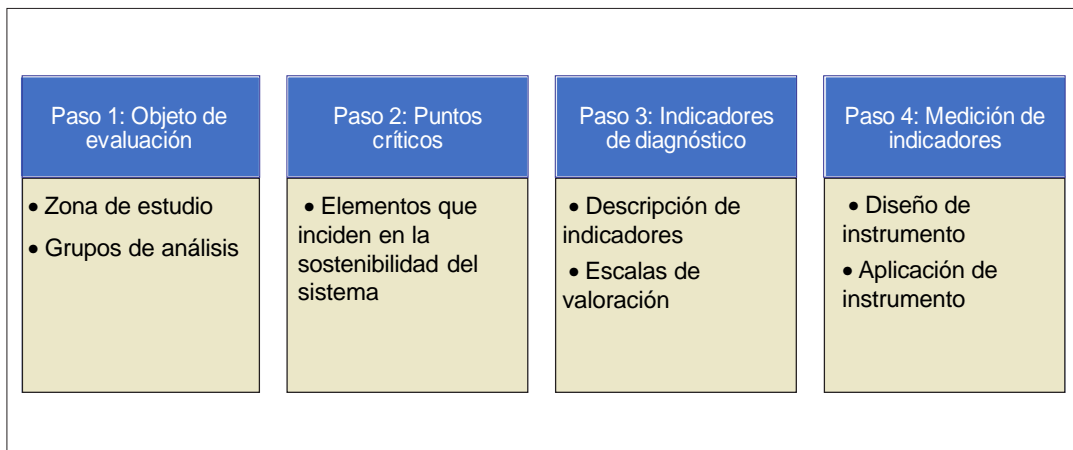


Figura 1. Pasos metodológicos para la evaluación de la sostenibilidad. Fuente: adaptado de FAO (2014) y Astier (2018)



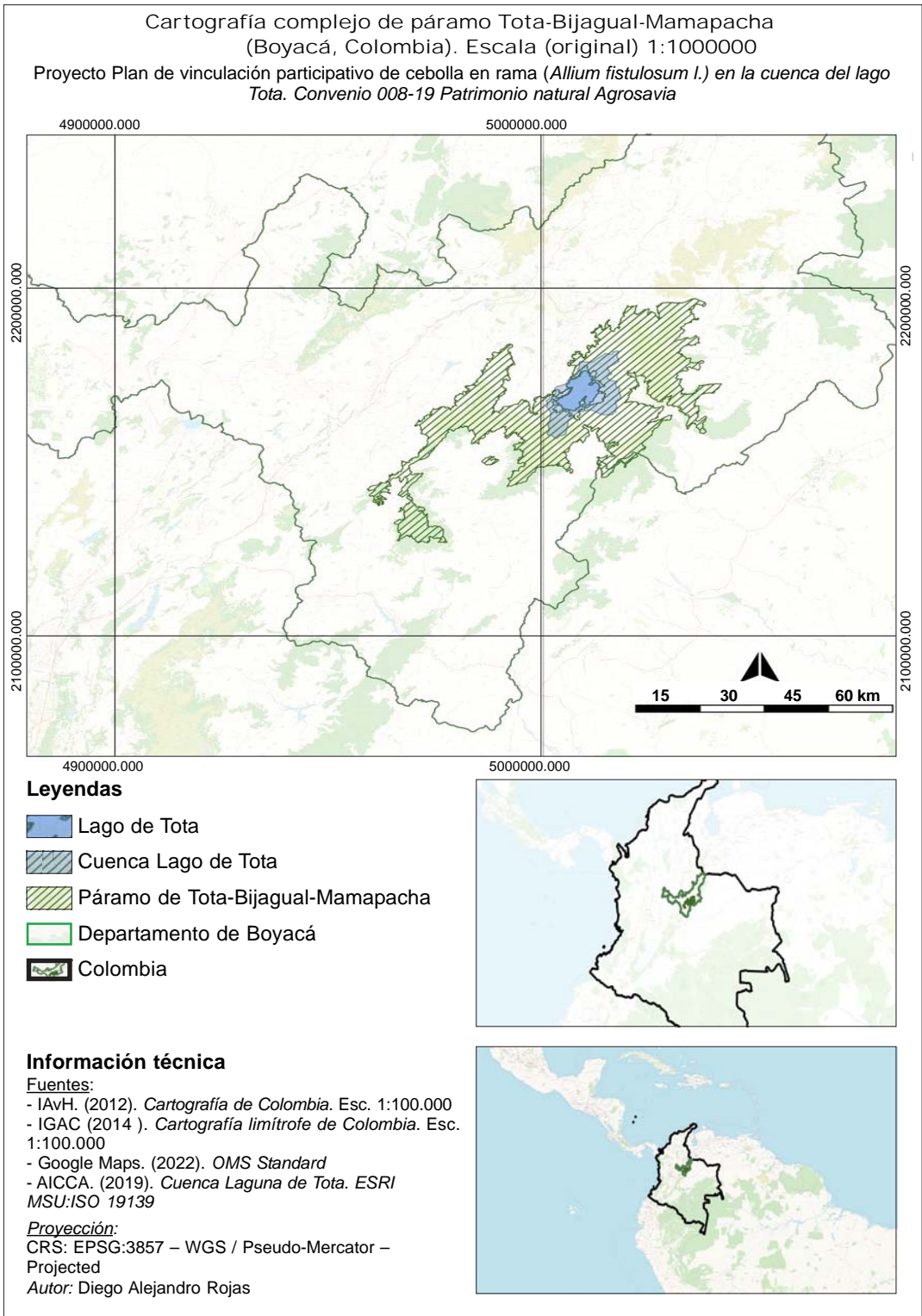


Figura 2. Zona de estudio (complejo de páramo Tota-Bijagual-Mamapacha). Fuente: elaboración propia

Tabla 1  
Características generales de los productores de cebolla de rama en la cuenca del lago de Tota

Dimensión	Descripción	Fuente
<b>Socioeconómica</b>	- Hogares con 4 miembros en promedio	- Encuestas a hogares con jefes productores de cebolla de rama (2020)
	- Jefes del hogar con 52 años en promedio	- DANE (2001)
	- El 58% hace parte de una organización social	
	- Áreas de siembras entre 500-5.000 m2. Acceso a 1,9 ha en cebolla en promedio	
<b>Técnico-Productiva</b>	- El 70% de los productores trabaja el cultivo de cebolla de rama	
	- Producción bajo monocultivo sin rotación, con tres cortes al año	- Encuestas a hogares con jefes productores de cebolla de rama (2020)
	- El 80% usa gallinaza cruda como principal fertilizante edáfico	- DANE (2001)
	- 100% tiene acceso a sistema de riego	- Rodríguez Robayo et al. (2021)
<b>Ambiental</b>	- Los principales problemas fitosanitarios: la babosa ( <i>Gastropoda</i> ), muque ( <i>Copitarsia consueta</i> ), amarillera ( <i>Alternaria porri</i> ), mildew ( <i>Peronospora destructor</i> ) y pudrición radicular (complejo <i>Burkholderia cepacia</i> - <i>Ditylenchus dipsaci</i> )	
	- El 42% de los productores percibe escasez de agua	- Encuestas a hogares con jefes productores de cebolla de rama (2020)
	- El 65% de productores percibe aumento de la frontera agrícola	
	- El 92% de los productores percibe cambios en el paisaje de páramo	
	- El 70% de los productores reconoce servicios ecosistémicos provistos por el lago y los páramos	

Fuente: elaboración propia

## 2.2. PASO DOS. PUNTOS CRÍTICOS DEL SISTEMA EN LA CUENCA DEL LAGO DE TOTA

Se establecieron 5 puntos críticos, que permitieron priorizar los indicadores de evaluación de la sostenibilidad:

- 1) Disponibilidad y uso racional del recurso hídrico.
- 2) Contaminación de los recursos naturales.
- 3) Conflictos socioambientales presentes en el territorio en torno al recurso hídrico.
- 4) Baja organización de los productores de cebolla y escasa participación en debates y toma de decisiones en torno a la cuenca.
- 5) Mercados.

## 2.3. PASO TRES. INDICADORES DE DIAGNÓSTICO

A partir de la revisión de información secundaria, se seleccionó una batería de 25

indicadores, 13 ambientales y 12 socioeconómicos y de gobernanza. La Tabla N° 2 describe cada indicador, así como la escala de valoración. El Anexo N° 1 presenta, para cada indicador, el método de medición, la hipótesis planteada y las fuentes de información.

## 2.4. PASO CUATRO. MEDICIÓN DE INDICADORES: DISEÑO, APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE ENTREVISTAS ESTRUCTURADAS

Se diseñó un formato de entrevista estructurada con cuatro secciones. La primera sección indagó los datos de contacto del productor y la ubicación (municipio y vereda) de sus cultivos de cebolla. La segunda sección se enfocó en los 12 indicadores socioeconómicos y de

Tabla 2  
Descripción de indicadores

Dimensión	Tema	Nombre del indicador	Descripción	Escala de valoración	
Ambiental	Agua	1. Riego	Frecuencia de riego del cultivo de cebolla de rama en época de verano	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Riega &gt;38 veces / verano</li> <li>2. Riega 31 -37 veces / verano</li> <li>3. Riega 27 - 30 veces / verano</li> <li>4. Riega 24 - 26 veces / verano</li> <li>5. Riega &lt; 23 veces / verano</li> </ol>	
		2. Prácticas de conservación del agua	Número promedio de prácticas de conservación de agua utilizadas por el productor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0 prácticas de conservación de agua</li> <li>2. 1 práctica de conservación</li> <li>3. 2 prácticas de conservación</li> <li>4. 3 prácticas de conservación</li> <li>5. 4 o más prácticas de conservación</li> </ol>	
		3. Análisis de suelo para fertilizar	Porcentaje de productores que utiliza el análisis de suelo periódico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. &lt; 20% manifiesta que la fertilización se realiza a partir de análisis de suelos periódicos</li> <li>2. Entre el 21-40%</li> <li>3. Entre el 41-60%</li> <li>4. Entre el 61-80%</li> <li>5. Más del 81%</li> </ol>	
	Suelo	Agua	4. Uso de materia orgánica compostada	Porcentaje de productores que manifiesta usar materia orgánica compostada o estabilizada	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entre el 0 - 20% utiliza gallinaza compostada</li> <li>2. 21-40%</li> <li>3. 41-60%</li> <li>4. 61-80%</li> <li>5. &gt;81%</li> </ol>
			5. Prácticas de manejo de plagas y enfermedades	Número promedio de prácticas para el manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de cebolla de rama	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. &lt; 2 prácticas preventivas</li> <li>2. 3 prácticas preventivas</li> <li>3. Entre 4 y 5 prácticas preventivas</li> <li>4. 6 prácticas preventivas</li> <li>5. 7 o más prácticas preventivas</li> </ol>
		Suelo	6. Tipo de labranza	Principal tipo de labranza utilizado en la preparación del suelo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. &gt;80% utiliza arado mecanizado con retovo</li> <li>2. &gt;80% utiliza arado mecanizado con cincel o tracción animal</li> <li>3. &gt;80% utiliza arado manual</li> <li>4. &gt;80% utiliza labranza mínima</li> <li>5. &gt;80% utiliza labranza cero</li> </ol>
			7. Prácticas de conservación del suelo	Número promedio de prácticas de conservación de suelo realizadas en la unidad productiva	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No realiza ninguna práctica de conservación</li> <li>2. Entre 1 y 2 prácticas de conservación</li> <li>3. Entre 3 y 4 prácticas de conservación</li> <li>4. Entre 5 y 6 prácticas de conservación</li> <li>5. 7 o más prácticas de conservación</li> </ol>



Tabla 2 (continuación)

Dimensión	Tema	Nombre del indicador	Descripción	Escala de valoración
Ambiental (continuación)	Biodiversidad	8. Diversidad de la flora del páramo	Porcentaje de especies de flora nativa que reconoce el productor	1. < 10% de las especies de flora
				2. Entre 11 - 30%
				3. Entre el 31-50%
				4. Entre el 51-70%
				5. Entre el 71 y el 100%
		9. Conservación de la agrobiodiversidad	Número promedio de plantas nativas cultivadas en las unidades productivas	1. < 5 de las plantas nativas cultivadas en la región
				2. 6-10
				3. 11-15
				4. 16-20
				5. > 21
	10. Manejo de envases plásticos	Prácticas de disposición de los envases de agroinsumos empleados en la producción de cebolla	1. >80% No realiza una disposición final de envases, envases y residuos	
			2. >80% Incinera los residuos	
			3. >80% Entierra los residuos	
			4. >80% Dispone por recolección de basura doméstica	
			5. >80% Dispone por recolección de residuos especializados	
Materiales y Energía	11. Prácticas de ahorro de energía	Tipo de energía utilizada en el sistema de riego	1. Más del 80% manifiesta que es Diesel	
			2. Más del 80% manifiesta que es gasolina	
			3. Entre el 40-60% manifiesta que es gasolina	
			4. Entre el 40-60% manifiesta que por energía eléctrica	
			5. El 100% manifiesta que por motor eléctrico o gravedad	
	12. Pérdida de la producción cosecha	Porcentaje de cebolla que se pierde al año durante cultivo y cosecha	1. > 25 %	
			2. 24-20 %	
			3. 19-8 %	
			4. 7-4 %	
			5. < 3 %	
Otros servicios ecosistémicos	13. Reconocimiento de servicios ecosistémicos	Número promedio de servicios ecosistémicos reconocidos para el ecosistema de páramo y el lago de Tota	1. < 5 servicios ecosistémicos	
			2. 6-7	
			3. 8-9	
			4. 10-11	
			5. >12	

Tabla 2 (continuación)

Dimensión	Tema	Nombre del indicador	Descripción	Escala de valoración
	Medios de vida	14. Ingresos del cultivo de cebolla por hectárea	Ingreso promedio anual generado por la producción de cebolla en una hectárea	No se define una escala, los ingresos superiores a 45.000.000/ha se consideran en el nivel superior de 5
		15. Desarrollo de capacidades y extensionismo	Asistencia a capacitaciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. &lt;20% asistió a capacitaciones</li> <li>2. 21-40% asistió a capacitaciones</li> <li>3. 41-60% asistió a capacitaciones</li> <li>4. 61-80% asistió a capacitaciones</li> <li>5. &gt;81% asistió a capacitaciones</li> </ol>
	Prácticas comerciales justas	16. Precios justos	Acceso a mercados con precios justos, estables, negociados y basados en los costos reales.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entre 60-80% manifiesta que no hay acuerdos claros entre productores y compradores</li> <li>2. Entre 60-80% manifiesta que hay acuerdos claros entre productores y compradores, aunque el productor se siente muy insatisfecho</li> <li>3. Entre 60-80% manifiesta que hay acuerdos claros entre productores y compradores, aunque el productor se siente insatisfecho</li> <li>4. Entre 60-80% manifiesta que hay acuerdos claros entre productores y compradores y el productor se siente satisfecho</li> <li>5. Entre 60-80% manifiesta que hay acuerdos claros entre productores y compradores y el productor se siente muy satisfecho</li> </ol>
		17. Rentabilidad	Relación costo beneficio del cultivo de cebolla de rama	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relación C/B: &lt;1</li> <li>2. Relación C/B: =1</li> <li>3. Relación C/B: 1-2</li> <li>4. Relación C/B: 2,1-3</li> <li>5. Relación C/B: &gt;3</li> </ol>
Socioeconómica y gobernanza	Inversión	18. Inversión en sostenibilidad	El productor invierte en acciones orientadas a la sostenibilidad del cultivo a largo plazo.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. &lt;20% manifiesta invertir en la sostenibilidad del cultivo en el largo plazo</li> <li>2. Entre el 21-40% manifiesta invertir en la sostenibilidad del cultivo en el largo plazo</li> <li>3. Entre el 41-60% manifiesta invertir en la sostenibilidad del cultivo en el largo plazo</li> <li>4. Entre el 61-80% manifiesta invertir en la sostenibilidad del cultivo en el largo plazo</li> <li>5. &gt;81% manifiesta invertir en la sostenibilidad del cultivo en el largo plazo</li> </ol>
		19. Destino y sector de la inversión	Destino de las ganancias del cultivo de cebolla de rama en el último año	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entre 60-80% manifiesta que invierte principalmente fuera de la región (Altiplano Cundiboyacense)</li> <li>2. Entre 60-80% manifiesta que invierte principalmente en Bogotá</li> <li>3. Entre 60-80% manifiesta que invierte principalmente en Tunja, Sogamoso o Duitama</li> <li>4. Entre 60-80% manifiesta que invierte principalmente en el municipio</li> <li>5. &gt;81% manifiesta que invierte principalmente en el municipio</li> </ol>

Tabla 2 (continuación)

Dimensión	Tema	Nombre del indicador	Descripción	Escala de valoración
Socioeconómica y gobernanza (continuación)	Seguridad y salud humana	20. Seguridad y salud en el trabajo	La participación en el sistema productivo se realiza de manera segura, cumpliendo con las regulaciones establecidas	1. Menos del 30% cumple 9 o más condiciones 2. Entre el 31-50% cumple 9 o más condiciones 3. Entre el 51-70% cumple 9 o más condiciones 4. Entre el 71-90% cumple 9 o más condiciones 5. Más del 91% cumple 9 o más condiciones
			Dependencia del cultivo de cebolla de rama de insumos externos (producidos fuera de la unidad productiva)	1. >81% 2. 61-80% 3. 41-60% 4. 21-40% 5. <20%
	Participación	21. Dependencia de insumos externos	los asociados a los DR están informados y participan en la toma de decisiones	1. <20% asistió a las asambleas 2. 21-40% asistió a las asambleas 3. 41-60% asistió a las asambleas 4. 61-80% asistió a las asambleas 5. >81% asistió a las asambleas
			Participación en organizaciones productivas y satisfacción por hacer parte de estas	1. <40% manifiesta hacer parte de organizaciones 2. 41-60% manifiesta hacer parte de organizaciones 3. 61-80% manifiesta hacer parte, y entre 61-80% está satisfecho 4. >81% manifiesta hacer parte, y entre 61-80% está satisfecho 5. >81% manifiesta hacer parte, y >81% está satisfecho
			El productor reconoce los conflictos socioambientales presentes en el territorio	1. >80% no reconoce los conflictos socioambientales en el territorio 2. >80% reconoce 1 de 4 conflictos 3. >80% reconoce 2 de 4 conflictos 4. >80% reconoce 3 de 4 conflictos 5. >80% reconoce 4 de 4 conflictos
Estado de derecho	24. Conflictos socioambientales	El productor conoce la normatividad ambiental	1. <20% manifiesta conocer las normas 2. 21-40% manifiesta conocer las normas 3. 41-60% manifiesta conocer las normas 4. 61-80% manifiesta conocer las normas 5. >81% manifiesta conocer las normas	
		25. Conocimiento de la norma ambiental		

Fuente: elaboración propia

gobernanza, distribuidos en 7 temas. La tercera sección desarrolló los 13 indicadores ambientales, distribuidos en 5 temas. Finalmente, la cuarta sección indagó el interés, motivación y dificultades o limitantes del proceso de certificación.

Las entrevistas se aplicaron en febrero de 2021 a productores de los tres grupos siguientes: BPA vigente, BPA vencido y BPA interesados. Los entrevistados fueron seleccionados siguiendo un muestreo no probabilístico por conveniencia, de acuerdo con la información disponible de productores certificados en la cuenca—8 productores con certificación vigente, 20 productores con certificación vencida— y el listado de productores que participan en un proyecto de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) y que están interesados en la certificación (100 productores). Los productores incluidos en los listados fueron invitados a participar y se realizó la entrevista a quienes manifestaron estar dispuestos y contar con el tiempo para participar.

Posteriormente se consolidó una base de datos y se estimaron las estadísticas descriptivas, principalmente medidas de tendencia central (media, moda) y de dispersión (desviación estándar, D.E.) para las diferentes variables. Para ello se utilizó el programa estadístico *InfoStat* versión 2019 (Di Rienzo *et al.*, 2011). El análisis de variables cualitativas se realizó a partir de la categorización de respuestas, la frecuencia de términos y la semejanza semántica.

### 3. RESULTADOS

En total se entrevistaron 23 productores: seis del grupo BPA vigente, nueve del BPA vencido y ocho del BPA interesados. El 95% de las entrevistas estructuradas fueron presenciales y el 74% de los productores entrevistados fueron hombres.

Los productores manifestaron haber trabajado en 2020—en promedio— cuatro lotes, con una superficie de 17.540 m<sup>2</sup>, de los cuales tres se destinaban al cultivo de cebolla. La moda del número de cortes por lote fue tres. El primer corte se realizó generalmente en marzo, el

segundo corte en junio y el tercer corte entre septiembre-diciembre.

#### 3.1. INDICADORES AMBIENTALES

Están organizados en cinco temas, a saber: agua, suelo, biodiversidad, materiales y energía y servicios ecosistémicos.

*3.1.1. Agua:* el primer indicador, *frecuencia y tiempo de riego* muestra que—en verano— los productores BPA interesados riegan con menor frecuencia (cada 7 días), en comparación con BPA vigente (cada 6 días) y BPA vencido (cada 5 días). En cuanto al tiempo de riego se observó que los productores BPA vencido tienen la mayor duración de riego (93 minutos), en comparación con BPA interesados (85 minutos) y BPA vigente (84 minutos).

El segundo indicador, *prácticas de conservación de agua*, incluye un grupo de estrategias empleadas para evitar la pérdida en calidad y cantidad del recurso hídrico. El total de productores de BPA vigente indica realizar al menos una práctica. Así mismo, el 89% y el 88% de BPA vencido y BPA interesados indicó realizar por lo menos una práctica de conservación. Prácticas como recolección de agua lluvia y observación tanto del tiempo como del estado de los cultivos son frecuentemente empleadas para decidir la aplicación del riego. No obstante, la revisión periódica de los sistemas de bombeo y transporte del agua son usualmente realizadas y permiten aumentar la eficiencia en el uso del recurso.

El tercer indicador, *planes de fertilización*, refleja un reducido uso del análisis de suelo: el 44%, 33% y 13% de los productores BPA vigente, vencido e interesados— respectivamente— indicaron realizarlo, respectivamente.

En el cuarto indicador, *uso de gallinaza*, el 74% de los productores entrevistados manifiesta emplear gallinaza cruda. En cuanto a la gallinaza procesada, el grupo BPA vigente es el que más la utiliza (50%), seguido por el de BPA vencido (33%) y el de BPA interesados (25%).

En el quinto indicador, *prácticas de manejo de plagas y enfermedades*, sobresale el uso de estrategias culturales preventivas, empleadas

por todos los productores del grupo BPA vencido, y por un 83% y 63% de BPA vigente e interesados.

3.1.2. *Suelo*: el primer indicador, *tipo de labranza*, señala que el 100% de BPA vigente emplea tracción animal, BPA vencido utiliza tracción animal (44%) y arado mecanizado (56%), e interesados en certificarse tracción animal (75%).

El segundo indicador, *prácticas de conservación del suelo*, evidencia que el 83% de los productores de BPA vigente, el 78% de BPA vencido y el 88% de BPA interesados emplean prácticas de conservación. Cabe destacar que la rotación de cultivos es utilizada por una mayoría de los productores BPA interesados (75%) y con BPA vencido (67%). Por el contrario, son muy pocos los productores con BPA vigente (17%) que emplean esta práctica. Los periodos de descanso solo son mencionados por los productores de BPA vencido y BPA interesado, con 17% y 13% respectivamente.

3.1.3. *Biodiversidad*: en el primer indicador, *diversidad de la flora del páramo*, de 26 plantas consultadas las más reconocidas son el aliso (*Alnus sp.*), el mortiño (*Gaultheria erecta V.*), el sauco (*Sambucus peruviana K.*) y el frailejón (*Espeletia sp.*). BPA vencido reconoce 8 plantas, en tanto que BPA vigente y BPA interesados 7.

En el segundo indicador, *conservación in situ de la agrobiodiversidad*, de 36 especies de uso potencial local consultadas las especies más cultivadas son papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk.), papa de año (*Solanum tuberosum* subsp Andigena L.), arveja (*Pisum sativum* L.) y haba (*Vicia faba* L.). BPA vigente usa menos agrobiodiversidad (33%), mientras que el 89% y 100% de BPA vencida e interesados manifestaron cultivar otro producto.

3.1.4. *Materiales y energía*: en el primer indicador, *manejo de envases plásticos*, 100% de BPA vigente, 89% de BPA vencido y 88% de BPA interesados realiza disposición final de envases mediante el servicio de recolección local.

En el segundo indicador, *prácticas de ahorro de energía en los sistemas de riego*, el 100% de BPA vigente emplea energía eléctrica. Así mismo,

el 56%, 22% y 11% de los productores con BPA vencido emplea energía eléctrica, combustibles fósiles y riego por gravedad, respectivamente. Por su parte, lo del BPA interesados tuvieron una participación igual de energía eléctrica, combustibles fósiles y gravedad, con 38% cada una. En relación con el gasto promedio mensual en energía, BPA vencido invierte más (US\$116, dólares de 2020), seguido de BPA interesados (US\$106,7) y BPA vigente (US\$81,7).

En el tercer indicador, *pérdidas anuales de cebolla*, BPA vigente tiene la pérdida más baja (5%), seguido de BPA interesados (8%) y BPA vencido (24%).

3.1.5. *El último tema, servicios ecosistémicos*, incluye el reconocimiento de servicios de provisión, regulación, soporte y culturales. En este caso BPA vencido tuvo la mayor percepción de servicios ecosistémicos (12), seguidos de BPA vigente (11) y BPA interesados (9).

## 3.2. INDICADORES SOCIOECONÓMICOS Y DE GOBERNANZA

Están organizados en siete temas: medios de vida, prácticas comerciales justas, seguridad y salud humana, inversión, vulnerabilidad, participación y estado de derecho.

3.2.1. *Medios de vida*: en el primer indicador, *ingresos del cultivo de cebolla*, BPA interesados manifiesta producir más rollos de cebolla (30 kg) por metro cuadrado (0,56) que el grupo BPA vigente (0,21) o BPA vencido (0,29). Por tanto, el total de ingresos por concepto de venta de cebolla es superior en el grupo BPA interesados (US\$29.330,7) en comparación con el grupo BPA vencido (US\$19.618,8) y el grupo BPA vigente (US\$12.292,2).

En el segundo indicador, *desarrollo de capacidades y extensivismo*, los productores de BPA vencido manifestaron en su mayoría (67%) no haber asistido a eventos de capacitación durante el año 2020. En contraste, 83% del grupo BPA vigente manifestó haber asistido a por lo menos una capacitación, en tanto que los del BPA interesado asistieron todos a por lo menos una.



Los productores que asistieron a eventos de capacitación lo hicieron en promedio a dos eventos en el año, con una duración media de 13 horas. De los conocimientos adquiridos aplicaron, en promedio, el 40%, en tanto que la principal temática de las capacitaciones fueron las BPA.

*3.2.2. Prácticas comerciales justas:* incluye un indicador homónimo. El 73% de los productores entrevistados considera que no existen acuerdos entre productores y compradores, que son usualmente intermediarios sobre los precios de compra y venta de la cebolla de rama. El 84% de BPA vigente se considera de insatisfecho a muy insatisfecho con los acuerdos establecidos, mientras que en BPA interesados el nivel de insatisfacción ronda el 51% contra el 33% del grupo BPA vencido. El 75% de los productores adujeron la inequidad en los precios de compra y venta de la cebolla, donde el productor recibe menos ingresos que el intermediario y la central mayorista principal de destino, como principal causal de insatisfacción. En segunda medida, aducen que los precios de la cebolla certificada son poco rentables.

Aunque los entrevistados manifiestan que compradores y vendedores no tienen los mismos parámetros de calidad, se evidenció que los parámetros señalados para la compra y venta son sustancialmente iguales: en compra prima, la apariencia –determinada principalmente por el grosor de los pseudotallos– y en venta, la longitud de los pseudotallos y la limpieza de los gajos. No obstante, en BPA vigente el conocimiento sobre

la calidad de la cebolla contrasta con los parámetros del mercado, debido a que se pondera la forma de obtención inocua de las plantas y no únicamente su apariencia.

*3.2.3. Seguridad y salud humana:* con un indicador homónimo, permite evidenciar que el 98% de BPA vigente cumple con las nueve condiciones indagadas sobre infraestructura, bienes y servicios en el lote. Ninguno de los productores BPA vencido y BPA interesados cuenta con todas las condiciones en su lote, reportando solo 52% y 42% de cumplimiento respectivamente.

*3.2.4. Inversión:* el primer indicador, *rentabilidad*, refleja que los productores presentan una relación beneficio-costos positiva. BPA vencido y vigente tienen una relación beneficio-costos de 3,3, siendo superados por el grupo BPA interesados con una relación de 4,3. Esta rentabilidad se debe a que BPA interesados produce más del doble de rollos por área. No obstante, BPA vigente produce a un menor costo por m<sup>2</sup> (US\$0,35), que BPA vencido (US\$0,57), y que BPA interesados (US\$0,66).

Para realizar esta estimación se consideraron los ingresos generados por la venta de cebolla en los dos o tres ciclos de 2020 que reportó cada productor y los costos de la semilla, los fertilizantes –orgánicos, químicos edáficos y foliares–, los plaguicidas y fungicidas para el manejo de plagas y enfermedades, así como la mano de obra para la preparación del terreno, siembra, aporque y control sanitario (Tabla N° 3).

Tabla 3  
Ingresos y costos del cultivo de cebolla 2020 (US\$ de 2020)

Variable	BPA vencido		BPA vigente		BPA interesado	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Costos fertilizantes	503,3	347,2	433,9	173,4	586,5	492,3
Costo plaguicidas y fungicidas	98,6	110,6	357,3	624,9	89,3	171,7
Costo mano de obra	771,0	831,7	682,3	282,3	510,6	430,1
Costo total (incluyendo semilla)	3.490,5	3.291,7	4.408,7	1.150,4	2.379,8	2.173,5
Costo de producción por m <sup>2</sup>	0,6	0,3	0,4	0,1	0,7	0,3
Costos de producción por rollo	2,4	0,9	2,2	0,8	1,4	0,5
Ingreso total anual	11.145,5	12.619,6	12.970,9	3.937,4	10.494,8	11.354,9
Ingreso total anual por m <sup>2</sup>	2,0	1,8	1,2	1,0	3,2	3,6
Relación beneficio-costos	503,3	347,2	433,9	173,4	586,5	492,3

Fuente: elaboración propia

El segundo indicador, *inversión en sostenibilidad*, revela que el 78% de los productores manifiesta haber realizado inversiones en sostenibilidad en el cultivo durante el 2020. Discriminados por subgrupos, hicieron lo propio el 46% de BPA interesado, el 33% de BPA vencido y el 17% de BPA vigente. El 22,2% manifestó haber invertido en compra de maquinaria y equipos que generan valor agregado, seguido de capacitación o formación (11%).

El tercer indicador, *destino de la inversión*, muestra que el 74% de los entrevistados realizó inversiones principalmente en el propio municipio (Aquitania, Cútiva o Tota), seguido de Sogamoso o Duitama, en los rubros de educación (56%) o bienes de consumo (30%). La tendencia de lugar se mantiene en los grupos por certificación.

**3.2.5. Vulnerabilidad:** medida a través del indicador *uso de insumos externos*, señala que todos los productores dependen de insumos producidos fuera de la finca para la realización de labores en el cultivo de cebolla de rama.

**3.2.6. Participación:** en el primer indicador, *participación de los asociados en asambleas*, el 91,3% de los entrevistados hace parte de un distrito 5 de riego<sup>5</sup>. Cerca del 62% de los productores califican como buena la organización de su distrito de riego. Por otra parte, el 33% considera que es regular. En promedio se realizaron 3 asambleas por distrito de riego durante el 2020, en las cuales cerca de 80% de los productores participó: 86% BPA interesados, 83% BPA vigente y 71% BPA vencido.

<sup>5</sup> [Nota del Editor] De acuerdo con el Artículo 6° del Decreto 182 del 12 de febrero de 1968, es «(...) la unidad agropecuaria que cuenta con las obras necesarias para el riego y conservación adecuada de las tierras en ella comprendidas y el racional desarrollo agrícola, comercial e industrial de la misma». Son por tanto áreas geográficas «(...) en donde se proporciona el servicio permanente de irrigación y drenaje, mediante obras de infraestructura hidroagrícola, como vaso de almacenamiento, derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos, canales y caminos que en su conjunto manejan el sistema» (Carta Ambiental, 2010, p. 4).

En el segundo indicador, *capacidad organizativa*, aproximadamente el 83% de los productores pertenece, además de su distrito de riego (DR), a otra organización productiva. De estos, el 42% pertenece a Asoparcela y el 27% a Pronacela. En BPA vencido todos los productores de cebolla encuestados pertenecen, además de su DR, a otra organización de productores de cebolla. De estos, el 63% pertenece a Asoparcela, donde se reúnen cuatro o más veces al año. Todos los productores consideran que pertenecer a una organización les ha traído beneficios, sobre todo en la comercialización del producto (33%) y el fortalecimiento de capacidades (33%). Debido a esta situación, el 88% de los productores se siente satisfecho con estos beneficios. En BPA vigente todos los productores de cebolla pertenecen, además de su DR, a otra organización de productores. De estos, el 86% pertenece a Pronacela. Se reúnen entre 2 o 3 veces al año. Todos los productores consideran que pertenecer a una organización les ha traído beneficios, sobre todo en la comercialización del producto (33,3%). Debido a esta situación, el 78% de los productores se sienten satisfechos con estos beneficios. Finalmente, en BPA interesados, el 56% los productores de cebolla encuestados pertenecen, además de su DR, a otra organización de productores de cebolla de rama. De estos, el 84% pertenece a Pronacela. Se reúnen entre 2 o 3 veces al año. Casi todos los productores consideran que pertenecer a una organización le ha traído beneficios (84%), sobre todo en la comercialización del producto (67%). Debido a esta situación, el 84% de los productores se sienten satisfechos con estos beneficios.

**3.2.7. Estado de derecho:** el primer indicador, *conflictos socioambientales*, indaga sobre el reconocimiento de cuatro conflictos asociados al recurso hídrico: i) conflicto relacionado con el uso doméstico y productivo del agua, que es reportado por el 30% de los productores entrevistados; ii) conflicto asociado a la inequidad en la distribución del recurso, reportado por el 56% de los productores entrevistados; iii) conflicto sobre la diversidad de valores, preservación, conservación y uso

del agua, mencionado por el 30% de los productores entrevistados; y, iv) conflicto asociado al ejercicio de la autoridad ambiental, reportado por el 48% de los productores entrevistados. Si bien BPA vencido manifiesta un menor reconocimiento de los cuatro conflictos, la descripción de estos—tendencia, actores y causas principales de los conflictos—es similar en los grupos de certificación. Se infiere que la ubicación de los predios respecto al lago se asocia al reconocimiento de los conflictos.

En el segundo indicador, *conocimiento de la norma ambiental*, el 56% de los productores de cebolla entrevistados manifiesta conocer alguna norma ambiental. Específicamente, el 56% manifiesta conocer la resolución N° 1786 de 2012, por la cual se establece la cota máxima de inundaciones del lago de Tota; el 17% manifiesta conocer la resolución N° 1771 de 2016, por medio de la cual se delimita el páramo Tota-Bijagual-Mamapacha; y el 13% indicó que conocía la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico de 2010. El grupo BPA interesado, que nunca ha accedido al proceso de certificación, es el menos conocedor de la normativa ambiental. Esto contrasta con el grupo BPA vencido, donde un mayor número de normas se manifiesta conocer. El grupo BPA vigente reconoce sobre todo la resolución por la cual se establece la cota máxima de inundaciones del lago de Tota, junto con la ley de gestión integral de páramos del 2018, que son las normas que más afectan su actividad.

### 3.3. INTERÉS Y MOTIVACIÓN EN LA CERTIFICACIÓN EN BPA

En esta parte se consolida la última sección del formato de entrevista, que indagó el interés y desinterés de los productores por la certificación en BPA. El 78% de los productores considera que las BPA son beneficiosas. Los productores con BPA vigente esperan tener acceso a más y nuevos mercados, destacan también el reconocimiento social y el cuidado del ambiente con el 67% en las tres expectativas. Para BPA vencido, los beneficios más señalados son el cuidado del ambiente y la

sostenibilidad del sistema productivo con 44% de percepción para cada uno. Los productores de BPA interesados indicaron que sus expectativas más importantes son tener acceso a más mercados (63%), mejores precios de venta (50%) y cuidar el ambiente (50%).

Al indagar las razones por las que un número limitado de productores se ha certificado, el 44% manifiesta que hay desinformación sobre las BPA, mientras que el 30% señala que hay desinterés en el tema. El 50% de los productores con BPA vigente argumentó que los beneficios económicos son limitados; paralelamente, el 56% de productores con BPA vencido aludió que los resultados de la certificación son limitados, hay desinformación y desinterés en el tema. Respecto a BPA interesados, la desinformación es la causa más frecuentemente percibida (50%) para no avanzar en los procesos de certificación.

Finalmente, como alternativas para promover la certificación en la zona, el 74% de los productores manifestó la necesidad de fortalecer la asistencia técnica que oriente la adopción de las prácticas; el 52% la importancia del apoyo financiero para alcanzar la certificación y el 48% enfatizó en la importancia de que el ICA ofrezca más información y promueva las BPA en el territorio.

### 3.4. INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS

Con los resultados obtenidos para cada indicador en cada uno de los tres grupos de análisis, se estableció el valor correspondiente en la escala de valoración (Tabla N° 2) y se graficaron los resultados comparativos de la evaluación (Figura N° 3).

En 12 de los 25 indicadores, los tres grupos de productores presentan una valoración entre uno y tres. En la Figura N° 4 se resume el porcentaje de variables con puntuación elevada (4 y 5), intermedia (3) y baja (1 y 2), resaltando que los productores con BPA vigente son el grupo de productores con un mayor porcentaje de indicadores con puntuación elevada (52%) y los BPA interesados son el grupo de productores con el mayor porcentaje de indicadores con puntuación baja (48%).

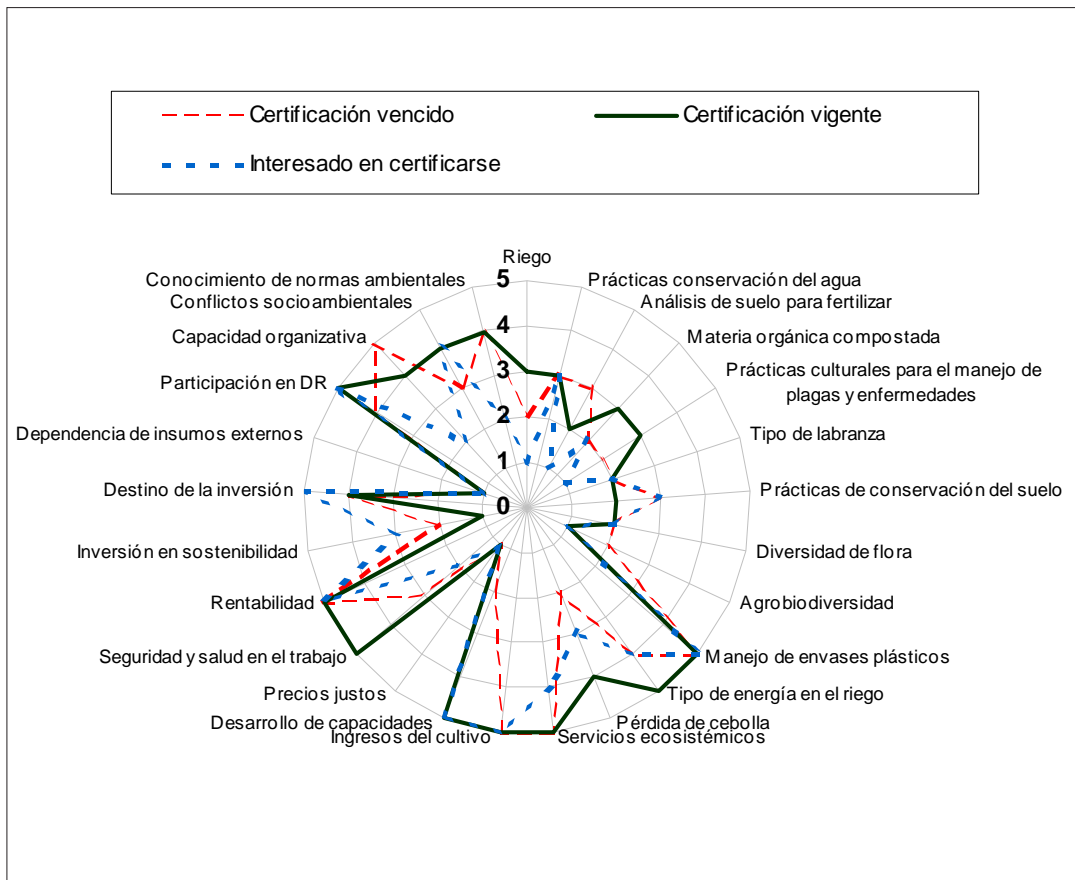


Figura 3. Evaluación de indicadores de sostenibilidad por grupo de productores. Fuente: elaboración propia

#### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

##### 4.1. LA DIFERENCIA ENTRE CONTAR O NO CON CERTIFICACIÓN EN BPA

El grupo BPA vigente tiene mejor desempeño que los otros dos grupos en seis indicadores socioeconómicos y gobernanza: cumplimiento de prácticas de seguridad y salud en el trabajo, desarrollo de capacidades, participación en el distrito de riego, capacidad organizativa, reconocimiento de conflictos socioambientales y conocimiento de la norma ambiental. Paralelamente, este grupo obtuvo buen desempeño en tres indicadores ambientales: tipo de energía para el riego, servicios ecosistémicos y menor pérdida de cebolla. En ese sentido es posible afirmar que contar con la certificación vigente incrementa el número

de indicadores de sostenibilidad con puntuación elevada (Figura N° 4).

Estas diferencias pueden estar relacionadas con el enfoque de la norma en mejorar las condiciones de los trabajadores y consumidores, a partir de aspectos relacionados con áreas e instalaciones que hacen parte de la lista de chequeo de la misma. También pueden relacionarse con el fortalecimiento de capacidades que usualmente acompaña al proceso de certificación en BPA. El bajo desempeño de los grupos de productores con certificado vencido e interesados en certificarse puede responder a las motivaciones y expectativas para alcanzar la certificación en BPA y las razones por las que ha habido una baja adopción.

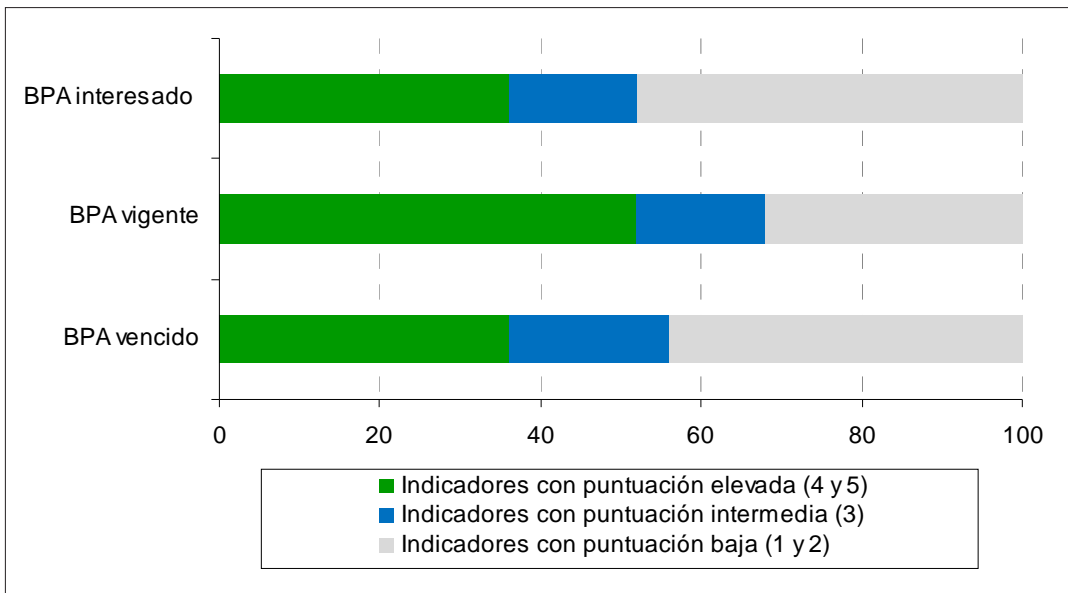


Figura 4. Porcentaje de indicadores con puntuación elevada, intermedia y baja por grupo de productores. Fuente: elaboración propia

De acuerdo con Codron *et al.* (2014), en la elección de las prácticas agrícolas los productores están influenciados por macro impulsores como las fuerzas del mercado y las regulaciones sobre el sistema productivo. Los productores manifiestan interés en la certificación por posibles beneficios que se puedan percibir –en términos de acceso a nuevos mercados y mejores precios de comercialización–, así como a la protección del ambiente y el reconocimiento social de una producción apropiada, dada la creciente sensibilización frente a la importancia de los ecosistemas en la región.

Sin embargo, al indagar las razones que han impedido una mayor adopción de las BPA en la región, los productores con certificado vencido indicaron que la expectativa sobre acceso a nuevos mercados y mejores precios de comercialización no se vieron cumplidas; adicionalmente, resaltaron la importancia del acompañamiento técnico y los elevados costos de adecuación de las parcelas productivas, que implican una importante inversión en infraestructura que en algunos casos es difícil de asumir.

En este escenario sobresale el indicador de precios justos, con el desempeño más bajo para

los tres grupos de productores, lo cual es coherente con la «des-adopción» asociada a las expectativas insatisfechas. De esta forma, surgen dos puntos de análisis: por un lado, la reiterada relevancia de contar con canales de mercado para los productos certificados, que estén acompañados de un ambiente regulatorio y de apoyo gubernamental, lo cual permitiría asumir los costos de obtener la certificación. Si bien entregar productos inocuos, a la par de producir en ambientes más seguros y sostenibles es ampliamente reconocido como un fin de la sostenibilidad, la lógica de la competencia en el mercado demanda precios competitivos que mejoren la rentabilidad de la producción bajo la certificación. Por lo anterior, algunos gobiernos promueven el valor diferenciado de producciones bajo certificación que incluyen la GlobalGap.

Por otra parte, la necesidad de analizar diferenciadamente a pequeños, medianos y grandes productores, ya que existen brechas de cumplimiento asociadas al tipo de productor y sus características socioeconómicas, que ha marcado un rezago en la adopción de la BPA por parte de pequeños productores.

Frente a esto, González y Rodríguez (2010) sugieren flexibilizar la norma para eludir



condiciones que de facto no son imprescindibles y que por el contrario, implican un gasto mayúsculo para un pequeño productor. Por ejemplo, se ha documentado que las adecuaciones de infraestructura pueden llegar a ser tan costosas que los productores optan por no certificarse con base únicamente en esto, como en el caso de productores de mango en Perú, en los que las adecuaciones a una planta de procesamiento fueron la principal causa de desistimiento de la norma.

#### **4.2. LA BRECHA ENTRE LA CERTIFICACIÓN EN BPA Y LA SOSTENIBILIDAD**

12 de los 25 indicadores evaluados presentaron en los tres grupos una valoración de intermedia a baja al momento de registrar la información. Nueve indicadores son del componente ambiental, a saber: prácticas de conservación del suelo, uso de materia orgánica compostada, riego con balance hídrico, manejo preventivo de plagas y enfermedades, uso del análisis de suelo, reconocimiento de la diversidad de flora en el páramo, agrobiodiversidad en las unidades productivas, prácticas de conservación del agua y labranza. Por su parte, tres fueron sociales: inversión en sostenibilidad, precios justos y dependencia de insumos externos.

Es evidente que la mayor brecha se encuentra en el componente ambiental. Las prácticas de conservación de suelo responden a un tipo de manejo que implica labranzas mecanizadas con impacto negativo. El uso de materia orgánica compostada es una práctica que aumenta los costos de producción y la norma no es clara frente al uso de materia orgánica fresca –gallinazas– que, si bien son de menor costo y por ende atractivas para los productores, incrementan la proliferación de plagas y enfermedades en el cultivo y contaminan los recursos naturales de la región. Paralelamente, la aplicación de abonos y fertilizantes responde a una tradición más que a un uso racional de los fertilizantes a partir de un análisis de suelo.

Los indicadores asociados al reconocimiento de la flora en el páramo y a la agrobiodiversidad en la parcela tuvieron un bajo desempeño en los tres grupos. Es posible que la llegada del monocultivo de cebolla de rama

repercutiera en la economía familiar campesina, permitiendo a los hogares rurales alcanzar ingresos superiores a los usualmente percibidos. Una consecuencia indirecta fue el aumento de la frontera agrícola por el monocultivo de cebolla y el desplazamiento de cultivos tradicionales como papa, cubios e habias con menor rentabilidad que la cebolla. El cultivo de papa con un rendimiento de 20 t/ha y un precio de venta idóneo (0,16 US\$/kg) genera ingresos hasta de 2.930 US\$/ha, frente a los 15.032 US\$/ha de la cebolla de rama. Esto –acompañado de la tenencia minifundista de la tierra– destaca la reducida cobertura vegetal nativa en las parcelas y la necesidad de fortalecer con los productores acuerdos locales de conservación, así como procesos de reforestación y restauración en fuentes y rondas hídricas.

En relación con el indicador de manejo preventivo de plagas y enfermedades, se evidencia un manejo intensivo basado principalmente en el uso de insumos de síntesis química (73%), que paralelamente refleja el desempeño del indicador asociado a dependencia de insumos externos, ya que todos estos productos son importados y comercializados localmente por los almacenes en el municipio de Aquitania.

Por otro lado, el uso de estos insumos pone al productor en una situación dicotómica entre lograr una producción de cebolla que cumpla con los estándares de inocuidad establecidos por la norma y asegurar el retorno de la inversión realizada. En este escenario, el productor puede incurrir en sobredosificaciones asociadas a la aplicación por calendario y –en algunos casos–, al desconocimiento de la frecuencia de aplicación cuando se realizan labores por contrato. Adicionalmente, estos residuos no son percibidos en el producto final, pero contaminan suelos y aguas; por ende, esta situación representa una de las mayores brechas entre las buenas prácticas agrícolas y la sostenibilidad.

Ahora bien, respecto a la gobernanza, los productores han logrado avances significativos, afianzándose en el concepto y gestionando la valoración de la norma BPA en mercados públicos y privados a diferente escala (local,

nacional e internacional) en diversos contextos (organizaciones, cadenas de valor) en los que participan. En consecuencia, la buena gobernanza ha resultado útil para llamar la atención sobre el desarrollo de nuevos mercados, donde cobra particular importancia el papel de compradores globales familiarizados con la norma. El cierre de esas brechas y la apertura de ese tipo de oportunidades para los productores locales deberían servir para encaminar nuevas actualizaciones a la norma: conocer las BPA ayuda a concienciar sobre los efectos de las malas prácticas, aunque la norma por sí sola no es garantía absoluta de la sostenibilidad.

Nogales-Naharro (2006) señala que los procesos de desarrollo rural deben potenciarse desde una base social comprometida con el desarrollo de su territorio. La exigencia de una defensa ética del desarrollo sostenible es el atributo más importante que debe surtir cualquier proceso de sostenibilidad. Por lo anterior, se deben repensar indicadores como la rentabilidad —que actualmente se cuantifican únicamente financieramente— y pasar a contemplar los beneficios —en este caso, de los servicios ecosistémicos y la salud del territorio en general—, así como los costos de las problemáticas ambientales, principalmente en torno al uso del recurso hídrico.

#### **4.3. EL DEBATE ENTRE LA CREACIÓN DE NUEVOS MERCADOS Y EL AMBIENTE REGULADOR DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE CEBOLLA**

Una vez que el productor en la cuenca del lago de Tota logra cosechar con los estándares de calidad exigidos por la norma, tendrá que enfrentarse a un mercado que no está preparado para pagar un valor agregado a la cebolla de rama en fresco con certificado BPA. Esto es debido a que el mercado principal de la cebolla de rama se encuentra en la central de abastos de Bogotá (Corabastos), donde el municipio de Aquitania comercializa diariamente cerca de 400 toneladas de cebolla de rama en fresco y donde los intermediarios no están obligados a exigir la certificación para la compra de cebolla. Por ende, el productor recibe el mismo pago indiferentemente del estatus de su producto respecto a la

certificación. En este sentido, se requiere avanzar en esquemas normativos que valoren la certificación BPA en los canales de comercialización convencionales.

En concordancia con lo anterior, Passos-Medaets, Fornazier y Thomé (2020) atribuyen el rápido crecimiento de las BPA en Brasil a las regulaciones sobre los alimentos, que en 2001 promovieron la creación de un programa para la evaluación continua de los niveles de residuos de plaguicidas en los alimentos. Así, periódicamente evalúan los niveles de residuos de plaguicidas, generan advertencias y multas.

Por otro lado, en Colombia existen cadenas de valor que pueden recibir la cebolla en fresco con certificación, como: i) las grandes superficies que requieren productos perecederos con procesos de trazabilidad que se acoplen a los esquemas de estandarización de productos. Sin embargo, aunque algunos productores acceden a este mercado, la demanda es limitada y no logra absorber toda la oferta de cebolla de rama certificada; ii) las cadenas de valor con nichos de mercado dirigidos a la exportación. Estas cadenas plantean retos organizacionales, legales y financieros para competir con las cadenas de valor de otros países, a veces más experimentadas y robustas. Frente a esto, los indicadores de sostenibilidad permiten identificar la solidez de los grupos de productores. Está además la norma colombiana, recientemente modificada en la búsqueda de alinear el esquema de certificación nacional al esquema internacional como estrategia para facilitar el acceso de los productores a los mercados internacionales; iii) los mercados alternativos nacionales e internacionales para productos en fresco y transformados a partir de la cebolla certificada —en la búsqueda de reconocer el esfuerzo realizado en el proceso de certificación— aún son incipientes, pese a la reciente promulgación de la ley 2046 de 2020 sobre compras públicas, los esfuerzos de la oficina de negocios verdes y sostenibles del MADS, la ventanilla ambiental de Corpoboyacá y el rápido crecimiento de los mercados agroecológicos en el territorio nacional. Esta situación tal vez se deba a que, si bien es imperativo avanzar hacia la producción agrícola sostenible en ecosistemas

estratégicos, a su vez la inserción de dicha producción en los mercados tradicionales es un proceso complejo: un cambio en la tecnología local de producción se ve condicionado necesariamente por factores socioculturales, económicos, éticos y políticos.

Finalmente, si bien el mercado se constituye en una condicionante fuerte para la adopción de BPA o cualquier certificación orientada a la sostenibilidad, en la cuenca del lago de Tota existen otros elementos que resaltan la urgencia de una rápida adopción, como lo son su ubicación en el ecosistema estratégico páramo, el sistema lagunar y el marco legal que condiciona la producción agropecuaria.

## 5. CONCLUSIONES

A pesar de la promoción de las BPA en la cuenca del lago de Tota, el rezago en términos de adopción y adaptación del sistema productivo de cebolla de rama hacia la sostenibilidad continúa, debido a que las BPA buscan inocuidad alimentaria, seguridad laboral y disminución de impactos ambientales a partir del buen uso de insumos. Sin embargo, la sostenibilidad tiene estándares más altos y demanda compromisos de todos los actores involucrados. Se requiere con urgencia la articulación de los sectores ambiental y agropecuario para que el abordaje integral del cultivo de cebolla de rama reconozca las características del ecosistema estratégico donde se desarrolla, así como las características socioeconómicas y culturales asociadas al cultivo de cebolla. Para esto es fundamental la concertación y el desarrollo armónico de posibles soluciones a las falencias que subsisten en el ciclo productivo de la cebolla y no solamente una imposición normativa por parte del sector ambiental.

Las diferencias identificadas entre el grupo de productores BPA vigente, BPA vencido y BPA interesado permiten señalar que las BPA aportan, pero no son garantía de sostenibilidad en el sistema productivo de cebolla de rama en la cuenca del lago de Tota. La valoración de intermedia a baja en nueve indicadores del componente ambiental refleja la presión que ejerce el cultivo sobre los recursos suelo, agua y biodiversidad. Por ello resulta imperativo mejorar las prácticas

de fertilización, riego, control fitosanitario y armonización con el paisaje, considerando la importancia de la cuenca en términos hídricos y el marco legal vigente para la gestión integral de los páramos.

Mejorar el estado del suelo en la cuenca implica que las prácticas de fertilización se realicen a partir de un análisis de suelos y, a su vez, que estén acordes con la normatividad vigente. Deberán por tanto enmarcarse en la resolución 00375 de 2004 sobre bioinsumos y extractos vegetales de uso agrícola y en la norma técnica colombiana (NTC) 1927 de 2019 (ICONTEC, 2019), para evitar que se deteriore la microbiología y estructura del suelo, se acumulen minerales y microorganismos no deseados para el cultivo y los consumidores de cebolla de rama, o se contaminen aguas subterráneas que indiscutiblemente irán al lago de Tota.

La gestión integral del recurso hídrico requiere del buen uso de agroinsumos y del uso racional del agua que considere factores climáticos, necesidades fisiológicas del cultivo en cada fase fenológica, características tecnológicas de los distritos de riego y la convicción de los productores de cebolla por usar concesiones legales para el uso de agua.

La biodiversidad del territorio se beneficia del cumplimiento de los requisitos antes descritos. Se resalta además la importancia de incrementar la agrobiodiversidad a través de estrategias como la rotación de cultivos, los cultivos asociados, las cercas vivas u otras herramientas de majo de paisaje que gocen de aceptación local.

Los resultados del análisis evidencian que, para avanzar en el camino hacia la sostenibilidad, las BPA requieren ser acompañadas por otros instrumentos que profundicen especialmente en la dimensión ambiental, con herramientas de transición hacia modelos de producción más armónicos con el páramo y hacia un mercado que reconozca el valor socioambiental de estos productos, con lo que se aporta a la protección y conservación de los recursos naturales.

Por último, es promisorio el interés de un grupo nutrido de productores de la zona por asumir la certificación, acompañada de compromisos éticos, que han permitido emprender procesos de reconversión productiva del cultivo de cebolla de rama hacia la sostenibilidad basados en los aportes de las BPA buscando asumir y superar las brechas identificadas en este estudio.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Al proyecto «Reconversión Tecnológica del Cultivo de Cebolla Larga en la Cuenca del Lago de Tota, Departamento de Boyacá» realizado por AGROSAVIA en el marco del Convenio de Financiación CCO 1020 02, suscrito entre la Agencia Francesa de Desarrollo y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Convenio 008 suscrito entre Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas y AGROSAVIA. A los colaboradores del proyecto, el equipo de campo e investigadores por las discusiones y aportes para la consolidación del artículo.

## REFERENCIAS

- Agronet. (2019). Evaluaciones Agropecuarias Municipales EVA [Datos, Abiertos Colombia]. *Agronet*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Recuperado de <https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Evaluaciones-Agropecuarias-Municipales-EVA/2pnw-mmge/data>
- Aldana, M., De Prado, R. y Martínez, M. (2011). Leaching of oxadixil and tebuconazole in Colombian soil. *Communications in agricultural and Applied Biological Sciences*, 76, 909-914.
- Angevin, F., Fortino, G., Bockstaller, C., Pelzer, E. y Messéan, A. (2017). Assessing the sustainability of crop production systems: Toward a common framework? *Crop Protection*, 97, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.018>
- Arias, F. (2006). Desarrollo sostenible y sus indicadores. *Revista Sociedad y Economía*, 11, 200-229. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99616177008>
- Astier, M. (2018). *Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. París, Francia: UNESCO-UNAM, CIGA. Recuperado de [https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook\\_file/MESMIS.pdf](https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/MESMIS.pdf)
- Auriol, E. y Schilizzi, S. (2015). Quality signaling through certification in developing countries. *Journal of Development Economics*, 116, 105-121. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr17.iese>
- Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, 28, 409-423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>
- Bravo-Amarante, E., López-Bastida, E., Romero-Romero, O., Calvo, A. y Kiran-Schulz, R. (2018). La emergencia como indicador de economía ecológica para medir sustentabilidad. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(5), 78-84.
- Buitrago-Cruz, Y. y Acosta-Espinel, J.C. (2017). *Caracterización de la cadena productiva de la cebolla de rama y la articulación entre productores en el municipio de Aquitania, Boyacá (2006-2014)*. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle. Recuperado de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1240&context=economia>
- Caro-Camargo, C. y Velandia-Tarazona, J. (2019). The effect of changes in vegetation cover on the hydrological response of the sub-basin Los Pozos. *Dyna*, 86(208), 182-191. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.74115>
- Carta Ambiental. (2010). Manejo y regulación del recurso hídrico. *Carta Ambiental*, (25), 4. Recuperado de <http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/15/Carta%20Ambiental%2025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Codron, J., Adanacioğlu, H., Aubert, M., Bouhsina, Z., El Mekki, A., Rousset, S., Tozanli, S., y Yercan, M. (2014). The role of market forces and food safety institutions in the adoption of sustainable farming practices: The case of the fresh tomato export sector in Morocco and Turkey. *Food Policy*, 49, 268-280.



- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, DANE. (2017). Boletín mensual: insumos y factores asociados a la producción agropecuaria: El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) y un estudio de caso de los costos de producción de papa Pastusa Suprema. Bogotá, Colombia: DANE. Recuperado de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos\\_ene\\_2017.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_ene_2017.pdf)
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. (2011). *InfoStat*. [Programa de cómputo / versión 24-03-2011]. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Departamento Nacional de Planeación, DNP. (31 de enero de 2014). *Manejo ambiental integral de la cuenca del lago de Tota. CONPES 3801*. Bogotá, Colombia: DNP. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3801.pdf>
- Food and Agriculture Organization, FAO. (2014). *SAFA Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems: Guidelines Version 3.0*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i3957e/i3957e.pdf>
- Food and Agriculture Organization, FAO. (2016). *A scheme and training manual on good agricultural practices (GAP) for fruits and vegetables: Volume 1 the scheme - standard and implementation infrastructure*. Roma, Italia: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/documents/card/es/c/0de3c0df-a52d-4207-86b1-bebf05694078/>
- Gallopín, G. (2006). Los indicadores de desarrollo sostenible: aspectos conceptuales y metodológicos. [Memorias del] *Seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas*, Santiago, Chile, 4-6 de octubre.
- González, J., y Rodríguez, E. (2010). Factores que condicionan la aplicación de buenas prácticas agrícolas: un enfoque cualitativo. *Nexus*, 17(27), 19-26. Recuperado de <http://nulan.mdp.edu.ar/1338/>
- Hák, T., Janoušková, S. y Bedoich, M. (2016). Sustainable development goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, 60, 565-573. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.003>
- Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (2004). *Resolución 00375 del 27 de febrero de 2004*. Ed. Instituto Colombiano Agropecuario, RI, Colombia. Bogotá, Colombia: ICA. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/resoluciones-derogadas/resolucion-375-de-2004.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (2017). *Resolución No. 030021 del 28 de abril del 2017*. Ed. Instituto Colombiano Agropecuario, RI, Colombia. Bogotá, Colombia: ICA. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/getattachment/9d8fe0fa-66d2-4feb-9513-cbba30dc4844/2017r30021.aspx#:~:text=9%20de%2027-,RESOLUCI%C3%93N%20No,otras%20especies%20para%20consumo%20humano%22.>
- Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (2020). *Resolución No.082394. (29/12/2020) «Por medio de la cual se Modifica los artículos 2, 3, 4, 12, y 14 de la Resolución 30021 de 2017»*. Bogotá, Colombia: ICA. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/getattachment/446ac25a-0fd7-4fd8-ac9f-2e50f0047c8b/2020R82394.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (2021). *Lista vigente de predios certificados y recertificados en Buenas prácticas agrícolas*. ICA. Listados de predios con BPA del ICA p. (BPA). Bogotá, Colombia: ICA. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Inocuidad-Agricola/BASE-PREDIOS-CERTIF-BPA-PAGINA-WEB.aspx>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. (2019). *Norma técnica colombiana 1927. Fertilizantes y acondicionadores de suelo*. Bogotá, Colombia: ICONTEC. Recuperado de: <https://tienda.icontec.org/gp-fertilizantes-y-acondicionadores-de-suelos-definiciones-y-clasificacion-ntc1927-2019.html>
- Jiménez, L. (2008). *Desarrollo sostenible*. (2a. ed.). Madrid, España: Pirámide.
- Lagunas-Vázquez, M., Almendárez-Hernández, M. A., Beltrán-Morales, L. F. y Ortega-Rubio, A. (2017). Propuesta metodológica para medir la sostenibilidad costera local en zonas áridas: su aplicación en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. *Estudios Sociales*, 27(50), 1-27. <https://doi.org/10.24836/es.v27i50.422>



- Martínez, J. (2019). Efectos de la Paradoja de Simpson en la adopción de buenas prácticas agrarias. *Barataria: Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, 26, 225-241.
- Mazuela, P. (2017). Indicadores de sostenibilidad para un cultivo de pimiento en el valle de Azapa, Arica, Chile. *Idesia*, 35(3), 133-136. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000101>
- Mojica, A. y Guerrero, J. (2013). Evaluación del movimiento de plaguicidas hacia la cuenca del Lago de Tota, Colombia. *Revista Colombiana de Química*, 42(2), 29-38. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309032109004>
- Nogales-Naharro, M. (2006). Desarrollo rural y desarrollo sostenible. La sostenibilidad ética. *CIRIEC-España, Revista de economía pública, social y cooperativa*, 55, 7-42. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2057350>
- Parra, N., Figueredo, C. y Villamil, N. (2015). Impacto de la aplicación de la norma GlobalGAP, en el sector agroalimentario latinoamericano. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 2(1), 83-98. Recuperado de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/173>
- Passos-Medaets, J., Fornazier, A. y Thomé, K. (2020). Transition to sustainability in agrifood systems: Insights from Brazilian trajectories. *Journal of Rural Studies*, 76, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.03.004>
- Pérez-Holguín, W., Grandas-Rincón, I., Ramírez-Acevedo, L. y Torres-Barrera, N. (2016). Identification of the main active ingredients of agrochemicals used around the Lake of Tota, Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 13(1), 91-106. <https://doi.org/10.19053/01228420.4809>
- Pinzón-Ramírez, H. (2004). La cebolla de rama (*Allium fistulosum*) y su cultivo. Mosquera, Colombia: Produmedios. Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2121>
- Puentes-Puentes, L. (2020). *Percepción del Nivel de Insostenibilidad en el Lago de Tota, Boyacá Colombia*. (Tesis de maestría inédita). Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento, Universidad de Federal da Integração Latinoamericana, Foz de Iguazú, Brasil. Recuperado de <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/5894>
- Ricaurte, P. (2005). *Capítulo XI: Problemática ambiental. Plan de ordenación y manejo de la cuenca de Tota, Convenio número 038 del 2.004*. CORPOBOYACA-PUJ, 1-128 p. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/11/diagnostivo-problematica-ambiental-lago-tota.pdf>
- Rodríguez Robayo, K., Herrera-Heredia, C. y Martínez-Camelo, F. (2021). Entre conservar y producir. La relación sociedad-naturaleza y los conflictos socioecológicos en el lago de Tota, Boyacá, Colombia. *Región y Sociedad*, 33, 1-21. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1419>
- Saldívar, A., Barrera, A., Rosales, P., y Villaseñor, E. (2002). Tres metodologías para evaluar la sustentabilidad: 10 años después de Río. *Investigación económica*, 62(242), 159-185.
- Segura, M., Lesmes, J., Galindo, J., y Sánchez, G. (2015). *Modelo Tecnológico para el cultivo de cebolla de rama (Allium fistulosum L.) en el departamento de Boyacá*. Mosquera, Colombia: Corpoica.
- Silva-Santamaría, L. y Ramírez-Hernández, O. (2017). Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad. San José de Las Lajas, Provincia de Mayabeque, Cuba. *Luna Azul*, 44, 120-152. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.8>
- Singh, R., Murty, H., Gupta, S., y Dikshit, A. (2009). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological indicators*, 9(2), 189-212. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.01.007>
- Waas, T., Hugé, J., Block, T., Wright, T., Benitez-Capistros, F. y Verbruggen, A. (2014). Sustainability assessment and indicators: Tools in a decision-making strategy for sustainable development. *Sustainability*, 6(9), 5512-5534. <https://doi.org/10.3390/su6095512>

Westers, T., Ribble, C., Daniel, S., Checkley, S., Wu, J. y Stephen, C. (2017). Assessing and comparing relative farm-level sustainability of smallholder shrimp farms in two Sri Lankan provinces using indices developed from two methodological frameworks. *Ecological Indicators*, 83, 346-355. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.025>

## Anexo 1

*Indicadores de sostenibilidad seleccionados***1. Dimensión Ambiental – Tema Agua****Indicador 1. Riego**

Método de medición: Frecuencia de riego en días en verano. N° de días de riego en época de verano.  
 Hipótesis: A mayor consumo de agua menor eficiencia en el uso de recursos y menor sostenibilidad.  
 Fuente de información: Pinzón-Ramírez, H. (2004). La cebolla de rama (*Allium fistulosum*) y su cultivo. Mosquera, Colombia: Produmedios. Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2121>

**Indicador 2. Prácticas de conservación del agua**

Método de medición: Escala acumulativa de prácticas de conservación de agua:

- Aguadas superficiales, pozos para almacenar agua lluvia
- Mulch vegetal (capa de materia orgánica suelta para proteger el suelo)
- Hidroretenedores o hidrogeles (polímeros hidrófilos altamente absorbentes e insolubles en agua)
- Revisión periódica de los sistemas de bombeo
- Criterios para riego diferentes del turno de riego (observación del cultivo y estado del tiempo)
- Otra práctica

Hipótesis: A mayor número de prácticas de conservación de agua, mayor eficiencia en el uso de agua empleada en cultivo y mayor sostenibilidad.

Fuente de información: UNEA-FAO. (2011). *Prácticas de conservación de suelos y agua para la adaptación productiva a la variabilidad climática*. Santiago, Chile: Unidad Nacional de Emergencias Agrícolas y Gestión del Riesgo Agroclimático (UNEA), Subsecretaría del Agricultura - Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Recuperado de [http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/350/cosechadoras%201%28practicass%20de%20coservaci%C3%B3n\\_Chile%29.pdf?sequence=1](http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/350/cosechadoras%201%28practicass%20de%20coservaci%C3%B3n_Chile%29.pdf?sequence=1)

**Indicador 3. Análisis de suelo para fertilizar**

Método de medición: El plan de fertilización:

- Se sustenta en análisis de suelo periódico (2 años)
  - Contempla una fertilización integrada (biológica, orgánica y química)
- Hipótesis: La planeación del proceso de fertilización integrada y sustentada en análisis de suelo favorece la aplicación mesurada de agroinsumos y por lo tanto favorece la sostenibilidad.

Fuente de información: Zamudio-González, B., Tadeo-Robledo, M., Espinosa-Calderón, A., Martínez Rodríguez, J., Celis, D., Valdivia, R., Zaragoza, J. (2015). Eficiencia agronómica de fertilización al suelo de macro nutrientes en híbridos de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(7), 1557-1569.

**Indicador 4. Uso de materia orgánica compostada**

Método de medición: El productor manifiesta usar gallinaza procesada, compostada o estabilizada. (kg de gallinaza procesada o estabilizada \* 100) / kg total de gallinaza

Hipótesis: A mayor uso de gallinaza procesada o estabilizada menor contaminación y mayor sostenibilidad.

Fuente de información: Pinzón-Ramírez, H. (2004). *La cebolla de rama (Allium fistulosum) y su cultivo*. Mosquera, Colombia: Produmedios. Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2121>

**Indicador 5. Prácticas de manejo de plagas y enfermedades**

Método de medición: Escala acumulativa de prácticas preventivas para el manejo de plagas y enfermedades:

- Desinfección de la semilla
- Desinfección de herramientas
- Uso de microorganismos benéficos y controladores (Trichoderma, Micorrizas, Paecilomyces)
- Nutrición del cultivo a partir de un análisis de suelo

Anexo 1 (Continuación)

---

- Manejo de cultivos aledaños para el control de hospederos alternos (mantener el pasto corto)
- Lote con sistema de drenaje para el control de la humedad (si lo requiere)
- Control no convencional de plagas y enfermedades (trampas de caída y cebos con cerveza)
- Manejo de residuos de cosecha en el lote (recoge y extrae residuos, compostaje)

Hipótesis: A mayor número de prácticas preventivas seguidas por el productor para controlar plagas y enfermedades, menor uso de productos de síntesis química y mayor sostenibilidad.

Fuente de información: Sánchez, G., Pinzón, H., Clímaco, J., Herrera, C. A., Martínez, E. P., Quevedo, D. H., ... y Montaña, C. E. (2012). *Manual de la cebolla de rama*. Mosquera, Cundinamarca: Corpoica-Produmedios. Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13255>

Pinzón-Ramírez, H. (2004). *La cebolla de rama (*Allium fistulosum*) y su cultivo*. Mosquera, Colombia: Produmedios. Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2121>

### 1. Dimensión Ambiental – Tema Suelo

Indicador 6. *Tipo de labranza*

Método de medición: Tipología de arados empleados

- Arado mecanizado
- Tracción animal
- Arado manual
- Labranza mínima
- Labranza cero

Hipótesis: El uso de arado de menor impacto es un indicador de prácticas de mejora del suelo y de sostenibilidad.

Fuente de información: Sullivan, P. (2007). *El manejo sostenible de suelos*. Ciudad, País: Servicio Nacional de Información de Agricultura Sostenible (ATTRA), Centro Nacional para la Tecnología Apropriada (NCAT). Recuperado de [https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf\\_000050.pdf](https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf_000050.pdf)

Indicador 7. *Prácticas de conservación del suelo*

Método de medición: Escala acumulativa de prácticas:

- Destina zonas de conservación al interior de los predios que maneja el productor
- Cercas vivas y reforestación con especies nativas
- Rotación permanente de cultivos
- Periodos de descanso de los predios cultivados
- Abonos verdes o abonos orgánicos
- Biofertilizantes (microorganismos benéficos)
- Cultiva en surcos de contorno en la ladera (no a favor de la pendiente)
- Zanja de infiltración

Hipótesis: A mayor número de prácticas de conservación de suelo empleadas, mayor calificación en el indicador y mayor sostenibilidad.

Fuente de información: Aguirre, Z. (1996). *Manual de prácticas agroecológicas de los andes ecuatorianos*. Ecuador: Editorial Abya Yala.

Useche de Vega, D. S. (2015). Diagnóstico socio-ambiental de la producción agrícola en el Páramo de Rabanal, Boyacá, Colombia, como base para su reconversión agroecológica. V *Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA*, La Plata, Argentina. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5321704>

### 1. Dimensión Ambiental – Tema Biodiversidad

Indicador 8. *Diversidad de la flora del páramo*

Método de medición: Número de especies de flora del páramo presentadas en un listado y que el productor manifiesta reconocer.

Hipótesis: En el páramo existen más de 130 especies de plantas reportadas con diferentes usos e importancia. A mayor conocimiento de la diversidad de plantas y sus usos, mayor interés en conservar estos recursos y por ende en alcanzar la sostenibilidad.

---

## Anexo 1 (Continuación)

Fuente de información: Rueda, M. G. y Torres, M. T. (2017). Etnobotánica y usos de las plantas de la comunidad rural de Sogamoso, Boyacá, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 187-206. <https://doi.org/10.22490/21456453.2045>

Indicador 9. *Conservación de la agrobiodiversidad*

Método de medición: Número de especies de plantas nativas cultivadas en la unidad productiva familiar.

Hipótesis: A mayor diversidad de cultivos nativos mayor sostenibilidad.

Fuente de información: Clavijo-Ponce, N. L., y Pérez-Martínez, M. E. (2014). Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades rurales de Ecuador y Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 11(74), 149-166. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.CRD11-74.taca>

### 1. Dimensión Ambiental – Tema Materiales y Energía

Indicador 10. *Manejo de envases plásticos*

Método de medición: Escala de medición directa. Disposición final de envases:

- Recolección industrial
- Recolección doméstica
- Entierro
- Quema
- No hace ningún manejo

Hipótesis: Una correcta disposición final de empaques y envases de plaguicidas y fertilizantes incrementa la sostenibilidad del sistema.

Fuente de información: Sánchez León, G. D. (2006). Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de cebolla de rama (*Allium fistulosum*). Documento técnico de trabajo. Mosquera, Colombia: Corpoica, avances de resultados de investigación.

Indicador 11. *Prácticas de ahorro de energía*

Método de medición: Tipo de riego y de motobomba

- Diesel
- Gasolina
- Eléctrico (alto y bajo uso)
- Riego por gravedad

Hipótesis: Las bombas con menor emisión de gases de efecto invernadero generan un menor impacto en consumo energético de combustibles fósiles, por lo que las eléctricas favorecen la sostenibilidad del sistema.

Fuente de información: Corominas, J. (2010). Agua y energía en el riego, en la época de la sostenibilidad. *Ingeniería del agua*, 17(3), 219-233. <https://doi.org/10.4995/ia.2010.2977>

Indicador 12. *Pérdida de la producción*

Método de medición: Porcentaje de cebolla perdida por año hasta la cosecha.

Hipótesis: Un mejor proceso de cultivo y cosecha basado en BPA disminuirá las pérdidas de cebolla e incrementará la sostenibilidad.

Fuente de información: Díaz, R. M., y de Borrero, F. V. (1989). Evaluación de pérdidas en la postcosecha de la cebolla junca (*Allium fistulosum*). *Ingeniería e Investigación*, 19, 20-27.

### 1. Dimensión Ambiental – Tema Otros servicios ecosistémicos

Indicador 13. *Reconocimiento de servicios ecosistémicos*

Método de medición: Número de servicios ecosistémicos que reconoce el productor: agua para uso doméstico, alimento silvestre, plantas medicinales, oxígeno, regulación de agua, control erosión, regulación clima, belleza escénica, recreación y turismo, investigación, identidad cultural, unión de la comunidad, salud mental.

Hipótesis: A mayor reconocimiento de los servicios ecosistémicos, mayor apropiación del territorio y mayor sostenibilidad.



Anexo 1 (Continuación)

---

Fuente de información: Montañez Velásquez, C. (2018). Caracterización y mapeo participativo de servicios ecosistémicos en paisajes socio-ecológicos de producción. Caso de estudio: Aquitania, Boyacá (Colombia). (Tesis de grado inédita). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/35202>

Bocarejo, D., del Cairo, C., Ojeda, D., Rojas, J. G., Flórez, K., Ganitsky, D., ... & Rojas, F. (2014). *Caracterización de actores, análisis de redes y de servicios ecosistémicos en el ámbito local del Complejo de Páramos Tota-Bijaual-Mamapacha en jurisdicción de Corpoboyacá, Corpochivor y Corporinoquia*. Bogotá, Colombia: Instituto Alexander von Humboldt-Pontificia Universidad Javeriana-Universidad del Rosario. Recuperado de <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9562>

## 2. Dimensión Socioeconómica y gobernanza – Tema Medios de vida

Indicador 14. Ingresos del cultivo de cebolla por hectárea

Método de medición: Estimación del ingreso promedio anual asociado al cultivo de cebolla por hectárea. (Producción de cebolla \* precio de venta) \* # Cortes en el año

Hipótesis: A mayor ingreso promedio anual asociado a la producción de cebolla, mayor sostenibilidad financiera.

Fuente de información: Baloch, R. A., Baloch, S. U., Baloch, S. K., Baloch, H. N., Ahmed, S., Badini, W. B.,...Baloch, J. (2014). Economic analysis of onion (*Allium cepa* L.) production and marketing in District Awaran, Balochistan. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5(24), 192-206.

Indicador 15. Desarrollo de capacidades y extensionismo

Método de medición: Número de eventos, capacitaciones o extensionismo recibido en el año sobre sostenibilidad, BPA, impacto ambiental. Porcentaje de implementación del conocimiento adquirido.

Hipótesis: A mayor número de capacitaciones mayor aprendizaje y mayor conocimiento sobre la interacción entre las dimensiones ambientales y socioeconómicas y, por ende, mayor sostenibilidad.

Fuente de información: Fonseca-Carreño, J. A., Cleves-Leguizamo, J. A. y León-Sicard, T. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*, 13(1), 29-47.

## 2. Dimensión Socioeconómica y gobernanza – Prácticas comerciales justas

Indicador 16. Precios justos

Método de medición: Percepción de la claridad de los acuerdos comerciales entre productor y comprador. Nivel de satisfacción de los acuerdos: muy satisfecho, satisfecho, insatisfecho, muy insatisfecho.

Hipótesis: Entre más justos son los precios en los acuerdos de compra-venta entre productores y compradores, mayor es la sostenibilidad financiera del cultivo de cebolla de rama.

Fuente de información: Higuera Gómez, C. R. (2017). Ley de precios justos, indicadores de eficiencia y rentabilidad de las fincas productoras de lechoza [lechosa] del municipio Obispo Ramos de Lora-Estado Mérida. Periodo 2011-2015. Táchira, Venezuela: RIUNET. Recuperado de <https://repositorio.unet.edu.ve:8443/jspui/handle/123456789/481>

## 2. Dimensión Socioeconómica y gobernanza – Seguridad y salud humana

Indicador 17. Seguridad y salud en el trabajo

Método de medición: El predio cuenta con: 1) área para almacenamiento de insumos agrícolas, 2) áreas separadas para fertilizantes y plaguicidas, 3) extintor multiuso, 4) botiquín de primeros auxilios, 5) área de preparación de mezcla, 6) área de dosificación de insumos, 7) kit para uso en caso de derrames de insumos, 8) Avisos para prevención de peligros, 9) elementos de protección personal, 10) personas capacitadas en seguridad y salud en el trabajo.

Hipótesis: A mayor cumplimiento de estas condiciones mayor seguridad laboral y mayor sostenibilidad.

---

---

 Anexo 1 (Continuación)
 

---

Fuente de información: Wille, L. C., Wunderlich, C., Barrios, C. (1999). El Sello Verde. El Programa de Conservación Agrícola. El Jarocho Verde, 1(1), 50-51. Recuperado de [http://rFuente de u.iis.sociales.unam.mx/jspui/bitstream/IIS/29/1/JAROCHO\\_%20VERDE.pdf](http://rFuente de u.iis.sociales.unam.mx/jspui/bitstream/IIS/29/1/JAROCHO_%20VERDE.pdf)

## 2. Dimensión Socioeconómica y gobernanza – Inversión

### Indicador 18. Rentabilidad

Método de medición: Relación costo-beneficio = «Costos Totales / «Ingresos Totales

Hipótesis: A mayor relación costo beneficio, mayor sostenibilidad financiera del cultivo.

información: Fonseca-Carreño, J. A., Cleves-Leguízamo, J. A. y León-Sicard, T. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*, 13(1), 29-47. Recuperado de [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_agricultura/article/download/4804/3870/](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/download/4804/3870/)

### Indicador 19. Inversión en sostenibilidad

Método de medición: Escala acumulativa de inversiones sostenibles a largo plazo:

- Investigación
- Capacitación o formación (asociativa, productiva, comercial)
- Maquinaria y equipos que generen valor agregado, reduzcan costos, faciliten el trabajo, generen mayor seguridad al trabajador
- Predios individuales o colectivos
- Sellos o certificaciones

Hipótesis: A mayor inversión en acciones sostenibles, mayor sostenibilidad.

Fuente de información: Quiroga Martínez, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. Santiago, Chile: CEPAL. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5570-indicadores-sostenibilidad-ambiental-desarrollo-sostenible-estado-arte>

### Indicador 20. Destino y sector de la inversión

Método de medición: Escala de medición directa. Lugar en el que se invierten principalmente las ganancias:

- Municipio (Cuitiva, Aquitania)
- Ciudades intermedias (Tunja, Sogamoso o Duitama)
- Capital del país (Bogotá)
- Fuera del Altiplano Cundiboyacense

Hipótesis: La inversión de los recursos financieros obtenidos en el municipio de origen incrementa la sostenibilidad del sistema.

Fuente de información: López, M. T. y Gentile, N. (2008). Sistema de indicadores económicos y sociales: la importancia del análisis integrado. [Memorias del] *IX Encuentro Nacional de la Red de Economías Regionales en el Marco del Plan Fénix y II Jornadas Nacionales de Investigadores de las Economías Regionales*, Mar del Plata, Argentina: Centro de Investigación, Seguimiento y Monitoreo del Desarrollo, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado de <http://nulan.mdp.edu.ar/1037/>

## 2. Dimensión Socioeconómica y gobernanza – Vulnerabilidad

### Indicador 21. Dependencia de insumos externos

Método de medición: Uso de insumos externos (producidos fuera de la unidad productiva)

# Insumos externos \* 100 / # Total de Insumos

Hipótesis: A menor dependencia de insumos externos mayor sostenibilidad del cultivo.

Fuente de información: Fonseca-Carreño, J. A., Cleves-Leguízamo, J. A. y León-Sicard, T. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*, 13(1), 29-47. Recuperado de [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_agricultura/article/download/4804/3870/](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/download/4804/3870/)

---

Anexo 1 (Continuación)

---

## 2. Dimensión Socioeconómica y gobernanza – Participación

Indicador 22. *Participación de los asociados en las asambleas del DR*

Método de medición: Porcentaje de participación de la unidad familiar en las Asambleas de los DR en un año.

Hipótesis: A mayor participación de los asociados en las asambleas de los DR, mayor gobernabilidad y por ende mayor sostenibilidad.

Fuente de información: Fonseca-Carreño, J. A., Cleves-Leguízamo, J. A. y León-Sicard, T. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*, 13(1), 29-47. Recuperado de [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_agricultura/article/download/4804/3870/](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/download/4804/3870/)

## 2. Dimensión Socioeconómica y gobernanza – Capacidad organizativa

Indicador 23. *Capacidad organizativa*

Método de medición: El/la productor(a) hace parte de una organización productiva que se reúne periódicamente y favorece los procesos de comercialización del producto, ofrece soporte técnico, fortalecimiento de capacidades, apoyo económico, entre otros.

Hipótesis: Hacer parte de una organización productiva favorece los procesos de comercialización, soporte técnico, fortalece capacidades, e incrementa la sostenibilidad.

Fuente de información: Fonseca-Carreño, J. A., Cleves-Leguízamo, J. A. y León-Sicard, T. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*, 13(1), 29-47. Recuperado de [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_agricultura/article/download/4804/3870/](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/download/4804/3870/)

## 2. Dimensión Socioeconómica y gobernanza – Conflictos socioambientales

Indicador 24. *Conflictos socioambientales*

Método de medición: Se identifican en la zona 4 tipos de conflictos socioambientales: uso, distribución, valoración y autoridad. Número de conflictos socioambientales reconocidos y descritos.

Hipótesis: A mayor número e interés de conflictos socioambientales reconocidos, mayor avance en su resolución, y por ende mayor sostenibilidad.

Fuente de información: Pulido-Blanco, V., Rodríguez-Robayo, K. (2021). *Base de datos de conflictos socioambientales de la cuenca del lago de Tota trabajada en el PVP de cebolla*. Tunja, Colombia: AGROSAVIA.

## 2. Dimensión Socioeconómica y gobernanza – Estado de derecho

Indicador 25. *Conocimiento de la norma ambiental*

Método de medición: El productor manifiesta que conoce alguna de las siguientes normas ambientales:

- Política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico (2010)
- Ley 1930 de 2018. Gestión integral de los páramos.
- Resolución N° 1786 de 2012. Por la cual se establece la cota máxima de inundaciones del Lago de Tota.
- Resolución N°1771 de 2016. Por medio de la cual se delimita el páramo Tota-Bijagual-Mamapacha.

Hipótesis: A mayor número de normas conocidas, mayor conocimiento sobre sostenibilidad del cultivo.

Fuente de información: Sancho, A., García, G. y Rozo, E. (2007). Comparativa de indicadores de sostenibilidad para destinos desarrollados, en desarrollo y con poblaciones vulnerables. *Annals of Tourism Research*, 9(1), 150-177.

---

Fuente: elaboración propia