

Disponibilidad de Pago por Servicios Ambientales en Sistemas Silvopastoriles Lecheros de la Región Alto Andina Colombiana

Availability of Payment for Environmental Services in Silvopastoral Dairy Systems in the High Andean Region of Colombia

 Bayron Giovanni Obando-Enriquez^{1*},  Pedro Pablo Bacca Acosta² y  Edwin Castro-Rincón³

Resumen

El precio de venta del litro de leche en la ganadería colombiana presenta baja rentabilidad, por lo cual establecer sistemas silvopastoriles para generar bienes y servicios ambientales es una buena alternativa. En el municipio de Pasto-Colombia, se determinó las preferencias de consumidores en cuanto al portafolio de servicios ambientales, y se identificó la disponibilidad a Pagar y a Aceptar un valor adicional por el litro de leche producida en sistemas ganaderos sostenibles, para esto se realizó una valoración contingente; en la cual se encuestaron 100 consumidores y 30 productores para determinar la disposición a pagar o aceptar un pago por mantener o establecer árboles; también se realizó una priorización de los servicios ambientales más relevantes; por último se socializó el valor ponderado para su evaluación por parte de los actores del sistema. Los servicios ambientales más relevantes en la literatura científica fueron Captura de Carbono y Gases de Efecto Invernadero, Biodiversidad, Conservación y fertilidad del suelo, Regulación hídrica y Paisajismo. El 78,7 % de los encuestados manifestaron conocer que la ganadería tradicional afecta negativamente los recursos naturales; el 68 % reconoció la importancia de coberturas forestales en la regulación del clima. En cuanto a la disposición a pagar un valor adicional por litro de leche, más del 80 % de los consumidores y el 100 % de los productores estuvo de acuerdo. Por último, el valor del litro de leche teniendo en cuenta los valores tanto de disposición a pagar y aceptar, se concertó en 68,4 COP (pesos colombianos).

Palabras clave: Agroforestería, cambio climático antropogénico, ganadería lechera, región Andina, valoración contingente.

Abstract

The selling price of a liter of milk in Colombian livestock farming has low profitability, so establishing silvopastoral systems to generate environmental goods and services is a good alternative. In the municipality of Pasto-Colombia, consumer preferences regarding the portfolio of environmental services were determined, and the willingness to pay and accept an additional value for a liter of milk produced in sustainable livestock systems was identified, for this purpose a contingent valuation was made; in which 100 consumers and 30 producers were surveyed to determine the willingness to pay or accept a payment for maintaining or establishing trees; a prioritization of the most relevant environmental services was also made; finally, the weighted value was socialized for its evaluation by the actors of the system. The most relevant environmental services in the scientific literature were Carbon and Greenhouse Gas Capture, Biodiversity, Soil Conservation and Fertility, Water Regulation and Landscaping. As for the willingness to pay an additional value per liter of milk, more than 80% of consumers and 100% of producers agreed. Finally, the value per liter of milk, taking into account the values of both willingness to give and receive, was agreed at 68.4 COP (Colombian pesos).

Keywords: Agroforestry, anthropogenic climate change, dairy farming, Andean region, contingent valuation.

Recibido: 27/12/2024

Aceptado: 20/04/2025

Publicado: 28/08/2025

Sección: Artículo Original

*Autor correspondiente: bobando@agrosavia.co

Introducción

En el planeta, los recursos naturales son la base de la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y el bienestar humano (Kássio Fedrigo et al., 2018); varios procesos realizados en los ecosistemas cumplen funciones que benefician a comunidades en el ámbito local, regional y global (Amaya et al., 2023). Los servicios ambientales (SA) generados en ellos proporcionan medios de sustento a millones de personas (Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2018), ya sea a través de un reconocimiento económico por mantener o mejorar la provisión, regulación y soporte de los recursos naturales, o por el desarrollo de la bioeconomía al producir bienes y servicios con un valor agregado (Montes & Sala, 2007).

Los ecosistemas mundiales proveen SA de regulación del aire, agua y suelo; sinergias de adaptación y mitigación al cambio climático, y albergue de la biodiversidad animal y vegetal (Evaluación de los

¹Ingeniero Agroforestal Ms C, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria– AGROSAVIA, Centro de Investigación La Selva, Sede Eje Cafetero, Manizales, Caldas, Colombia. bobando@agrosavia.co

²Ingeniero Agroforestal Ms C, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria–AGROSAVIA Obonuco Pasto, Nariño, Colombia. pbacca@agrosavia.co

³Zootecnista Ms C, PhD D, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria– AGROSAVIA, Centro de Investigación Obonuco, Pasto, Nariño, Colombia. ecastro@agrosavia.co

Como citar: Obando-Enriquez, B. G., Bacca Acosta, P. P., & Castro-Rincón, E. (2025). Disponibilidad de Pago por Servicios Ambientales en Sistemas Silvopastoriles Lecheros de la Región Alto Andina Colombiana. *Revista De Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 27, e27692. <https://doi.org/10.18271/ria.2025.692>



Ecosistemas del Milenio, 2005). Estos recursos, de los que depende la humanidad, constituyen un mecanismo de defensa contra fenómenos meteorológicos extremos (Gómez-Guerrero et al., 2021). Sobre el particular, los pagos por servicios ambientales (PSA) incentivan la conservación de la oferta ambiental (Caballero Salinas et al., 2021), al internalizar el valor de los SA con remuneraciones económicas a quienes modifiquen o mantengan el uso de la tierra con actividades sustentables (Uscanga Morales & Perevochtchikova, 2020). Además, los PSA incorporan a las comunidades en plataformas, mecanismos y proyectos de PSA (Arias-Arévalo & Pacheco-Valdés, 2022).

A nivel mundial se busca con el PSA, afrontar problemas como desertificación, calentamiento global y contaminación atmosférica por la industrialización y uso excesivo e inadecuado de los recursos (García García, 2020). En América Latina, se pretende generar beneficios regionales frente a problemas locales como el estrés hídrico, la deforestación y degradación de suelos por usos agrícolas intensivos y expansión de asentamientos urbanos (Pedroza & Pérez, 2020; Uscanga Morales & Perevochtchikova, 2020). En ese sentido, en el continente se han impulsado proyectos innovadores para financiar el cuidado del medio ambiente a través de PSA, relacionados con la conservación del suelo, purificación del agua y mitigación del cambio climático; estos aspectos son esenciales para garantizar la salud y la prosperidad de las comunidades rurales y urbanas (Amaya et al., 2023).

En Colombia, la legislación reconoce a los PSA como forma de compensar económicamente a productores que conservan y restauran los ecosistemas y sus servicios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). El Programa Nacional de PSA busca incentivar la conservación y restauración de ecosistemas naturales, y la sostenibilidad en sistemas agropecuarios como la ganadería, en la cual cerca de 28 millones de hectáreas (ha) se usan de forma extensiva (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, (DANE) 2019) constituyendo un factor determinante en la agudización del cambio climático (Cañizares et al., 2022). Sin embargo, también presenta un gran potencial para mitigarlo, al poder migrar su modelo hacia sistemas de explotación sostenibles (Pignataro et al., 2017).

Al respecto, las tecnologías emergentes y las buenas prácticas ganaderas están haciendo posible que dicha actividad se transforme bajo diversos mecanismos de mitigación y adaptación al calentamiento global, entre ellos, los sistemas silvopastoriles (SSP) (Obando-Enriquez, Castro-Rincón, et al., 2023), que al producir una heterogeneidad vegetal y el uso de estratos verticales por ocupación forestal, simulan las interacciones existentes

en ecosistemas más complejos como coberturas vegetales naturales y bosques (Lerma-Lasso et al., 2023; Obando-Enriquez et al., 2024). El desarrollo de sinergias entre las diferentes especies vegetales y animales provee bienes y SA (Artunduaga Ruiz et al., 2020), que pueden ser valorados como un ingreso económico adicional e incentivo en la migración hacia sistemas de ganadería sostenible en Colombia.

Dentro del marco del proyecto “Mejoramiento de la oferta forrajera, optimización de sistemas de alimentación y aseguramiento de la calidad e inocuidad de leche en el Trópico Alto del departamento de Nariño” identificado con el código BPIN 2013000100279 y financiado por el Sistema General de Regalías de la Gobernación de Nariño, se realizó un estudio en el año 2022 durante nueve meses. Sobre la base de valoración ambiental contingente, se determinó la disposición a pagar un valor económico adicional por litro de leche generado en la ganadería de altura establecida en SSP altoandinos como compensación al productor por la generación de SA. Para esto, se realizó entrevistas a actores del sistema como consumidores locales y productores de leche, interesados en establecimiento de prácticas ganaderas ambientalmente sostenibles.

Materiales y métodos

Localización

El municipio de Pasto, donde se realizó el estudio, pertenece a la cuenca lechera especializada del departamento de Nariño, que está ubicado en el suroccidente de Colombia, en la región altoandina a una altitud de 2527 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geográficas son 1°12'36" N y 77°16'29" W. Su zona de vida es bosque seco montano bajo (bs MB). En esta región se encuentran comúnmente establecidos sistemas de producción lechera con ganadería de altura, desarrollados principalmente sobre monocultivos de praderas naturalizadas; aunque también hay experiencias de sistemas silvopastoriles con árboles comestibles, o fincas con coberturas forestales que cumplen funciones de protección y producción.

Selección de Servicios Ecosistémicos Predominantes en Sistemas Silvopastoriles

Para la identificación de los servicios ambientales más comunes en SSP, se partió de la clasificación de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005). A partir de este portafolio de servicios, se realizó una búsqueda en literatura científica, relacionada con SA en SSP, utilizando palabras clave y criterios de inclusión y exclusión. Se analizaron los documentos para extraer la información sobre los SA más mencionados en

la literatura equivalente; de los SA más comunes y relevantes en SSP, se seleccionaron los cinco de mayor frecuencia e importancia, para incluirlos en el formato de la entrevista semiestructurada de valoración contingente realizada a productores y consumidores.

Población y muestreo

El municipio de Pasto, al ser una zona suburbana influye sobre distintos actores socioeconómicos. Por esta razón, el estudio se efectuó durante nueve meses en el año 2022 en ganaderos del proyecto y consumidores residentes. Los primeros, son actores tradicionales que dependen económicamente de recursos que suministra la lechería especializada, además son quienes llevan más tiempo en esta área y permanecen en ella. Los segundos compran productos derivados de la explotación del sistema ganadero, al final de la cadena productiva, asumen el pago de productos lácteos y el posible coste adicional por PSA en el SSP.

En la primera etapa de la caracterización de la población productora, se llevó a cabo un análisis de los datos consignados en el censo bovino-bufalino para las regiones de Nariño y Putumayo, desarrollado por la Sociedad de Ganaderos de Nariño y la Federación Nacional de Ganaderos (FEDEGAN, 2020). Para identificar y tipificar a los productores involucrados en el proyecto, se seleccionó una muestra representativa de 30 fincas lecheras que producen leche con SSP o monocultivos. Estas fincas fueron objeto de encuestas detalladas. Asimismo, se eligió una muestra de 100 consumidores de leche en el municipio de Pasto, quienes presentaban diversas características socioeconómicas y hábitos de consumo. El objetivo era obtener una visión completa de las preferencias y necesidades de los consumidores. En ambos grupos poblacionales, se aplicó un muestreo aleatorio simple, garantizando así una representación equitativa y confiable de la población estudiada.

La muestra de 30 fincas y 100 consumidores se seleccionó basándose en criterios prácticos y logísticos, como la accesibilidad a las diferentes zonas escogidas, así como la disponibilidad de tiempo y recursos. Se consideró que los productores y consumidores elegidos representan adecuadamente la diversidad de la población objetivo, teniendo en cuenta la variabilidad en términos de tipología de productor y perfiles socioeconómicos de los consumidores. Por esto, se optó por un muestreo práctico y manejable, equilibrando la proyección de los resultados con los recursos disponibles. Este enfoque asegura la viabilidad del estudio y la obtención de resultados válidos y útiles.

Valoración contingente

Se utilizaron dos modelos de encuesta con un cuestionario estructurado. En el primero, con el objeto de determinar la disposición a pagar por generación de SA, a los consumidores, se les preguntó cuánto estarían dispuestos a pagar por obtener un determinado beneficio del SSP o por evitar percibir un perjuicio de carácter ambiental (Cristeche & Penna, 2008). En el caso de los productores, qué pago económico adicional consideran justo para mantener o establecer árboles en su sistema de producción bovina, que faciliten la generación de SA.

En cuanto a la disposición a pagar por SA, para conocer la opinión de los consumidores sobre los SA de los SSP, se aplicaron encuestas estructuradas en cuatro componentes. El primer componente indagó sobre el conocimiento de los encuestados acerca de la importancia de los árboles en los SSP y el concepto de pago por SA. El segundo componente caracterizó el perfil socioeconómico de los encuestados (para el modelo econométrico de la Ecuación 1). El tercer componente evaluó la percepción de los impactos ambientales de la ganadería convencional y priorizó los SA seleccionados para la valoración. El cuarto y último componente estimó la disposición a pagar por cada SA un valor adicional por cada litro de leche comprado por los encuestados. El modelo econométrico de regresión lineal ajustado para calcular la disposición a pagar incluyendo las variables de ingreso, educación, edad y ubicación es el siguiente:

$$DAP = \beta_0 + \beta_1 \text{ingreso} + \beta_2 \text{educacion} + \beta_3 \text{edad} + \beta_4 \text{Ubicación} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

- β_0 : Intercepto
- β_1 : Ingreso
- β_2 : Educación
- β_3 : Edad
- β_4 : Ubicación

Referente a los ganaderos, en este estudio se exploró la opinión de los productores sobre la adopción o el mantenimiento de sistemas agroforestales pecuarios y su percepción de aceptar un pago adicional por la generación de SA. Para ello, también se diseñaron encuestas con tres componentes. El primer componente recogió información socioeconómica de los productores. El segundo componente describió el sistema productivo y el nivel de integración de árboles, el tercer y último componente determinó la disposición de aceptar un pago adicional por cada litro de leche producido en el sistema, como un incentivo para adoptar o mantener los SSP.

El pago adicional se determinó a partir del precio promedio del litro de leche comprado en finca al productor, el cual fue establecido por las asociaciones en 2000 COP (pesos colombianos) (0.50 USD) para el año 2022. A cada uno de los cinco SA seleccionados se les asignó 20 COP (0.005 USD), equivalente al 1% del valor total del precio de venta de la leche.

Análisis estadístico

En el análisis de la información se utilizó estadística descriptiva para resumir y describir los datos recolectados. Además, se aplicó un modelo econométrico de regresión lineal para examinar la relación entre la variable dependiente y las variables independientes, permitiendo así identificar y cuantificar los factores que influyen en los valores calculados.

Resultados y discusión

Selección de Servicios Ecosistémicos Predominantes en Sistemas Silvopastoriles

De acuerdo con la revisión de la literatura especializada realizada, los servicios ambientales (SA) más relevantes producidos por los Sistemas Silvopastoriles (SSP) son los siguientes:

- **Captura de carbono y gases de efecto invernadero:** este servicio aparece en el 94,8% de los documentos revisados (ver Figura 1)
- **Biodiversidad:** mencionado en el 84,6% de los documentos.
- **Conservación y fertilidad del suelo:** descrito en un 82%.
- **Regulación hídrica:** valorado en el 74% de los estudios.
- **Paisajismo:** este servicio ambiental se encontró en el 66,5% de la literatura revisada.

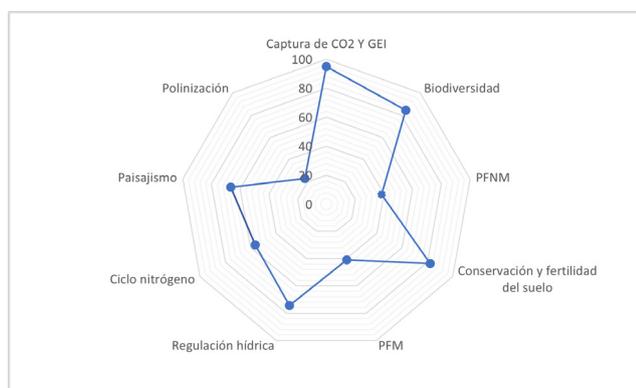


Figura 1. Frecuencia de servicios ambientales valorados en sistemas silvopastoriles. Elaboración propia. PPFM: productos forestales no maderables; PFM productos forestales maderables; GEI: gases de efecto invernadero.

Entre la sexta y novena posición de SA en SSP se ubicaron: el ciclo del nitrógeno 51 %, productos forestales maderables 41 %, productos forestales no maderables 38 % y polinización 23 %. Estos servicios, aunque no se encuentran en los primeros lugares, son esenciales para el equilibrio ecológico y la sostenibilidad de los agroecosistemas, su contribución a la biodiversidad y al bienestar de las comunidades locales.

Los servicios ecosistémicos presentes en los SSP se encuentran dentro de tres flujos de SA según la Evaluación De Ecosistemas Del Milenio (Montes & Sala, 2007); en la categoría de provisión, se encuentra: productos forestales maderables, forestales no maderables como medicinas, forrajes complementarios, fibras, miel, tintas, y alimentos. En soporte, biodiversidad y paisajismo. En la categoría de regulación: calidad del aire, regulación hídrica, del ciclo del nitrógeno, conservación de suelos, captura de CO₂, GEI y polinización.

En los SSP existen SA tanto de interés local como de interés global (Díaz et al., 2019). Para la comunidad internacional es relevante lo que ocurre con los ecosistemas, paisajes, especies y recursos genéticos de los países (Contreras et al., 2023), además de la mitigación de GEI debido a las implicaciones globales (Uribe, 2015). Sin embargo, temas como protección de microcuencas y prevención de desastres naturales, son considerados SA de interés local porque no tienen una importancia directa más allá de los territorios (Bacca-Acosta et al., 2023; Lerma-Lasso et al., 2023).

La generación de SA en los SSP impulsa el desarrollo sostenible de la ganadería en las regiones tropicales y subtropicales (Obando-Enriquez, Hernandez-Oviedo, et al., 2023), donde se enfrentan diversos desafíos como la deforestación, la erosión, la pérdida de fertilidad, la escasez de forraje, las plagas y enfermedades, y la baja rentabilidad (Ortiz-Colín & Alayón-Gamboa, 2021). Los SSP permiten aumentar la productividad y la resiliencia de los sistemas ganaderos (Obando-Enriquez, Hernandez-Oviedo, et al., 2023), al proveer sombra, alimento, refugio, control biológico y fijación de nitrógeno para los forrajes de los animales (Obando-Enriquez, Castro-Rincón, et al., 2023). También capturar carbono y reducir las emisiones de GEI (Cañizares et al., 2022). Además, favorecen la diversificación de los ingresos de los productores, al generar productos forestales como madera, leña, frutos, semillas, medicinas, entre otros (Casanova Lugo et al., 2018).

Algunos trabajos han abordado los SA en SSP, por ejemplo, en Ecuador se evaluó los SA de tres SSP, se concluyó que la introducción del componente arbóreo en los sistemas ganaderos influye en el aumento de

los nutrientes y carbono en el suelo y de coberturas de biomasa en el área del estudio (Cañizares et al., 2022). También se analizó el potencial agroforestal para el secuestro de carbono en el bosque seco colombiano (Díaz et al., 2019). Otros autores han realizado estudios en SSP sobre cambio climático, regulación hídrica, compensaciones económicas y conservación y fertilidad de suelos, entre otros (Casanova Lugo et al., 2018; García García, 2020; Ruiz-González et al., 2022; Uscanga Morales & Perevochtchikova, 2020).

Valoración contingente

En cuanto a los consumidores, de la muestra consultada, el 45,3 % se encuentra en un rango de edad entre 41 y 50 años. El 25,3 % entre 31 y 40 años; el grupo poblacional mayor a 60 años registró menor representatividad en la muestra con el 5,3 % de los encuestados. El 74,7 % se sitúan en la zona urbana; el 14,7 %, en zona rural o fincas; y en la zona periurbana el 10,7 %. En lo referente a ingresos económicos, el 40 % devengan un salario mínimo mensual; el 28 % de uno a dos salarios mínimos; y el 13 % entre dos y tres. El 57,3% de la población cuenta con un empleo; el 29,3 % son independientes; y el 4 % pensionados, lo cual les permite adquirir bienes y servicios para satisfacer necesidades básicas de la familia.

Sobre el conocimiento del impacto negativo de los sistemas productivos lecheros en los ecosistemas, el 78,7 % de los encuestados manifiestan saber que las labores desarrolladas en la ganadería afectan de forma negativa la calidad y disponibilidad de los recursos naturales, respuestas que confirman la opinión sobre el conocimiento de este tipo de impactos en la explotación ganadera extractiva. Al indagar sobre el papel de la ganadería en el impacto en diferentes problemas ambientales actuales, en la Figura 2 se puede observar que más del 80 % responsabilizan a la ganadería como una de las actividades antropogénicas de mayor impacto negativo en el medio ambiente.

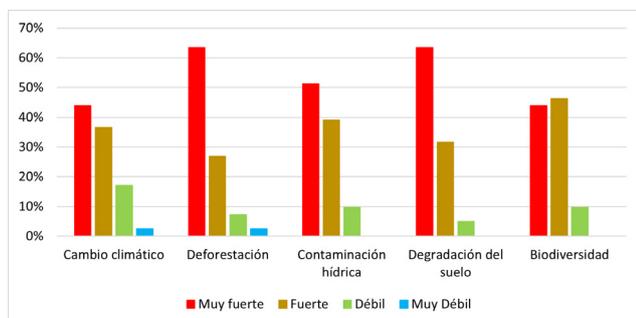


Figura 2. Percepción del Impacto Negativo de la Ganadería y su Influencia en Problemas Ambientales.

En ese contexto, el recurso bosque afectado por acciones como deforestación, y el suelo por acciones degradativas, son relacionados principalmente como los más afectados por la explotación ganadera, asociada comúnmente con expansión de la frontera agropecuaria, ganadería en páramos, tumba, rosa, quema y sobre explotación del recurso suelo.

El 68 % de la ciudadanía reconoció la importancia de coberturas forestales en la regulación del clima, el papel crucial que desempeñan en la recuperación de ecosistemas degradados y el amplio portafolio de SA que están asociados a ellos, que de una u otra forma impactan el entorno en que se desarrollan. Por esto, al indagar sobre la inclusión de árboles en praderas para el establecimiento de SSP, son considerados como ejes ambientales y elementos dinamizadores de agroecosistemas, por lo cual se debe enmarcar la explotación ganadera bajo conceptos amigables con el medio ambiente.

Al final de esta sección se preguntó si incluir árboles en praderas ofrece una amplia gama de SA, y qué tan importantes son, los consultados perciben que los SA generados en el agroecosistema tienen niveles muy altos de importancia, en una escala de uno a cinco más del 95 % les confieren una calificación de cuatro a cinco a los servicios propuestos, que son parte de servicios de provisión, regulación y soporte.

En cuanto a la disposición a pagar un valor adicional por litro de leche de los sistemas ganaderos agroforestales, más del 80 % estuvo de acuerdo con la iniciativa, lo que puede motivar el mantenimiento de coberturas forestales existentes en praderas, y a mediano plazo el incremento de las mismas por parte de productores ganaderos, que pueden prever los SA como un ingreso adicional a los producidos en lechería, y que además les permita usar de manera adecuada la oferta ambiental, como sucede en proyectos ganaderos desarrollados bajo el enfoque de PSA en países como Costa Rica y Nicaragua (Zuluaga et al., 2011).

De acuerdo con la respuesta sobre la disposición a pagar un coste adicional por gran parte de la población encuestada, se determinó qué aporte estarían dispuestos a realizar dependiendo del SA que, según sus conocimientos o intereses consideren más importante; como se muestra en la Figura 3, se observa los diferentes rangos en los que la población aceptaría pagar un coste adicional por cada SA ofertado.

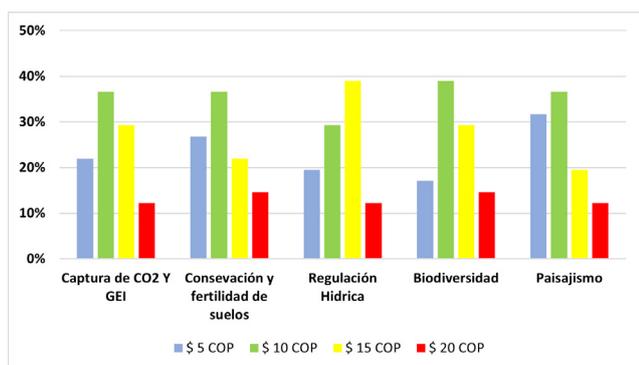


Figura 3. Disposición de consumidores a pagar por Servicios ambientales generados en sistemas silvopastoriles de la región altoandina colombiana.

Con relación a captura de carbono, conservación de suelos y paisajismo el 36,6 % de los consultados están dispuestos a pagar 10 COP; por otro lado, el 39 % le prestan mayor atención e importancia al SA regulación hídrica, ya que están dispuestos a pagar por el 15 COP, esto debido a su condición de recurso vital e inherente a labores diarias de las personas, donde se utiliza para alimentación, aseo, labores comerciales y agropecuarias, esto los lleva a considerar pagar un valor adicional por litro de leche, para asegurar la oferta de este recurso.

Finalmente, Biodiversidad registró la disposición a pagar de 10 COP, el 39 % de los encuestados la considera un SA relevante; hace 50 años, este término no era conocido ni mucho menos importante. Después de la década de los 60, comienza a existir una preocupación global por la desaparición acelerada de ciertas especies y por la degradación de ecosistemas vitales para la vida humana (Instituto Humboldt, 2019).

En referencia al SA de captura de carbono, el valor ponderado de la disposición a pagar de acuerdo con las respuestas obtenidas, se calcula en 11,27 COP; el de conservación y fertilidad de suelos en 11 COP; regulación del régimen hídrico en 12 COP; biodiversidad en 11,8 COP; y paisajismo en 10,3 COP.

Al final de la encuesta, en esta investigación se determinó que un 95,2 % adquieren leche en supermercados y tiendas de barrio, El 48,8 % considera que la mejor forma de hacer llegar el incentivo por la generación de SA es a través de la distinción de productos con sellos de producción amigable con el medio ambiente, el 29,3 % a través de asociaciones y un 9,8 % están de acuerdo en utilizar plataformas digitales.

Según el modelo econométrico, la disposición a pagar por un litro de leche con beneficios ambientales adicionales es de 2056 COP. Este valor refleja la influencia del ingreso, la educación, la edad y la ubicación en la

valoración del consumidor. Un mayor ingreso y nivel de educación aumenta la disposición a pagar; mientras que la edad y la ubicación afectan las prioridades y la valoración de los beneficios adicionales. El valor adicional de 56 COP por beneficios adicionales se calculó restando el precio base del litro de leche de la disposición a pagar total de 2056 COP. Este ajuste refleja una valoración por los beneficios adicionales, alineándose con el valor deseado. La combinación de estos factores proporciona una visión integral de cómo se determina la disposición a pagar en este contexto, destacando la importancia de considerar múltiples variables socioeconómicas para entender mejor el comportamiento del consumidor.

Disposición a aceptar pago por generación de SA en el arreglo silvopastoril. En la encuesta lechera para Nariño-Putumayo (FEDEGAN, 2021) de los 3773 predios rurales del municipio de Pasto, 1892 se dedican a lechería especializada, correspondiente al 49 % del total, con un promedio de 10,1 litros de leche por vaca por día. Para el municipio se relaciona una producción de 98784 litros de leche por día, de los cuales se comercializan 36695 a la industria; se venden 57800 a intermediarios; y se utilizan 1290 para consumo. Esta información es relevante para conocer cifras productivas de la cadena láctea del municipio, su potencial para establecimiento de SSP con los cuales se busca mejorar la calidad, cantidad forrajera y generación de SA.

El 100 % de los productores consultados forman parte de alguna asociación las cuales se encuentran vinculadas a procesos de capacitación, provisión de insumos y nuevas tecnologías para mejorar su sistema productivo, hacerlo de manera sostenible y con menor impacto negativo en el medio ambiente. La asociatividad les ha permitido manejar sus productos con buenas prácticas ganaderas y contar con centros de acopio de leche y venta a empresas mayoristas y cooperativas del departamento de Nariño, con quienes pactan el valor de su leche dependiendo de la calidad.

Con respecto a tenencia de predios, más del 80 % de los encuestados son dueños de sus fincas, el 47,91 % cuentan con un área dedicada a ganadería de una a tres ha; el 42,79 % entre cuatro a seis ha; y el 9,30 % tiene 10 ha. El 88,57 % realiza fertilización de praderas, de los cuales el 80 % lo hace cada 30 a 90 días. El 44,44 % efectúa fertilización mixta; el 40 % con compuestos químicos, el 11,11 % no fertiliza y el 4,44 % realiza fertilización orgánica.

En cuanto al hato ganadero, el 37,78 % posee entre seis a diez animales; el 22,22 % de 11 a 15; el 15,56 % entre uno a cinco; el 8,89 % de 16 a 20; y el 2,22 % posee 35, 40 y 60 animales. Con respecto al número de animales en ordeño, el 62,22 % tiene entre una y cinco

vacas; el 20 % de seis a 10; el 8,89 % 11 a 15; el 4,44 % de 16 a 20; y el 2,7 % tiene de 20 a 25, los cuales son suplementados en un 100 % en su alimentación. La producción de litros de leche por día por animal en un 15,56 % se encuentra en cuatro; el 13,33 % produce 10; el 11,11 % de los animales genera 15; el 8,89 % produce nueve y 11 litros; por último, el 6,67 % tiene un promedio de seis, 12 y 14 litros de leche por vaca por día. Estos productores en sus fincas en un 64,86 % no cuentan con asistencia técnica veterinaria; el 18,92 % la tiene ocasionalmente; y solo el 16,22 % presenta acompañamiento continuo para sus animales. El 100 % realiza un ordeño manual.

En cuanto a la pregunta ¿Sabía usted que al incluir árboles en praderas, además de producir alimento para animales, se generan SA, y que estos son fundamentales en la mitigación de los efectos negativos de las actividades humanas?, el 83,3 % respondió afirmativamente; la vinculación de asociaciones de productores lecheros a proyectos encaminados a la sostenibilidad de recursos naturales en sistemas ganaderos ha permitido una mayor competitividad y la implementación de mejores prácticas en el sistema.

La presencia de actores como AGROSAVIA, SAGAN y algunos actores locales, les ha permitido conocer que el no desarrollar buenas prácticas ganaderas y ambientalmente sostenibles puede influir en la baja calidad de su producto, y en la degradación continua de su oferta ambiental.

En cuanto a la pregunta ¿Conoce fincas donde se usen árboles para alimentación bovina? Todos los encuestados respondieron sí; y al indagar sobre la presencia de árboles en la finca, el 66,6 % manifestó que cuentan con bastantes árboles en sus fincas a manera de cercas vivas, cortinas rompevientos, o como árboles dispersos en potreros. El 33,3 % manifestó tener algunos árboles como linderos y separación de lotes, y el 16 % manifestó no contar con especies forestales en sus predios.

De las personas que afirmaron tener árboles en sus fincas, el 16,7 % obtiene forraje para el ganado, el 16,67 % los utiliza para cercas, linderos y cortinas sin uso forrajero, el 33,33 % para sombra y protección, y el 33,33 % además de sombra y protección, también les da un uso forrajero.

Con relación a la pregunta ¿Qué tan dispuesto estaría a aceptar un pago adicional por mantener o establecer árboles en praderas o cercas, sabiendo que con ellos se generan SA? El 83,3 % estaría muy dispuesto a realizarlo; mientras que el 16,7 % estaría dispuesto. Asumen en un 83,3 % que el valor por litro

de leche que aceptarían para el pago por mantenimiento o incremento de coberturas forestales y generación de SA debe ser de 100 COP, y el 16,7 % 60 COP, para un valor ponderado de 93 COP por litro, y propondrían a la asociación que integran como plataforma de pago para el coste adicional.

Por último, el valor total de litro de leche teniendo en cuenta los valores tanto de disposición a pagar y aceptar, se concertó en 68,4 COP; el ingreso mensual dependerá de la producción de cada uno de los sistemas pecuarios en el que se generen los servicios ambientales.

Conclusiones

Los sistemas silvopastoriles representan una oportunidad para mitigar y adaptarse al cambio climático, generar un amplio portafolio de servicios ambientales, al mismo tiempo que incrementan la productividad y la rentabilidad en el sector pecuario. La valoración y pago de servicios ambientales, es una herramienta relevante y complementaria para incentivar a los productores a migrar hacia sistemas de producción ganadera más sostenible, y a los consumidores para comprar productos obtenidos bajo un concepto de sostenibilidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen a AGROSAVIA, adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, y a su centro de investigación Obonuco, al Sistema General de Regalías de la Gobernación de Nariño que financió el proyecto “Mejoramiento de la oferta forrajera, optimización de sistemas de alimentación y aseguramiento de la calidad e inocuidad de leche en el Trópico Alto del departamento de Nariño” identificado con el código BPIN 2013000100279, en el cual se realizó este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

Referencias

- Amaya, Á. M., Cardona Soto, D., Del Valle, E., Castro, É., Eloísa, Ruiz, C., Guerrero, G., Rodríguez, G. A., Guzmán, L. F., Valencia, I. D., García, L. C., Pérez, D., Ortega, C., Gutiérrez, G., Perry, K., Bengtsson, A., Ebbesson, J., Wright, M., Hantke-Domas, M., & Bruch, C. (2023). *Deforestación y derecho* (1st ed.). <https://bit.ly/4iWLVQO>
- Arias-Arévalo, P., & Pacheco-Valdés, N. (2022). *Implementation of payments for ecosystem*

- services in the Cali river watershed, Colombia: a social-ecological systems perspective. *Revista de Economía e Sociología Rural*, 61(2), 1–29. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.256251>
- Artunduaga Ruiz, C. M., Huertas Gonzalez, M. A., Vargas Riaño, A. L., & Ruiz, D. (2020). Sistemas silvopastoriles “Una opción estratégica para el desarrollo sostenible del sector pecuario.” *Revista Siembra CBA*, 2, 7–32. <https://bit.ly/4iVdARV>
- Bacca-Acosta, P. P., Obando-Enriquez, B. G., Lerma-Lasso, J. L., Ortega-Cepeda, M. C., Palacio, R. M., & Zuluaga-Pelaez, J. J. (2023). Allometric model for height estimation of *Alnus acuminata* Kunth in agroecological zones of the high Andean tropics. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 40(2), 1–13. <https://doi.org/10.22267/rcia.20234002.209>
- Caballero Salinas, J. C., Vargas Vencis, P., & Perevotchikova, M. (2021). Efectos socioambientales del pago por servicios ambientales: estudio de caso de gestión en la Reserva de la Biósfera La Sepultura, Chiapas, México. *Sociedad y Ambiente*, 24, 1–28. <https://doi.org/10.31840/sya.vi24.2336>
- Cañizares, W. R., Martínez Robaina, A. Y., Benítez Odio, M., Bastidas Pacheco, H. P., Reinoso Gutiérrez, M., & Morejón García, M. (2022). Servicios ambientales de tres sistemas silvopastoriles introducidos en la provincia de Cotopaxi, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(1), 103–123. <https://bit.ly/4fAJhwY>
- Casanova Lugo, F., Chay Canul, V., Díaz Echeverría, A., Piñeiro Vázquez, P., Ramírez-Barajas, I., Oros Ortega, L., Lara Pérez, L., Macario González, I., Pat, A., & I. (2018). Sistemas silvopastoriles, estrategia de producción y servicios ambientales. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://bit.ly/3DwQ9hP>
- Contreras, J. L., Falla, C. K., Rodríguez, J. L., Fernando, J., Martínez, J., & Aguayo, L. (2023). Carbon stock in silvopastoral systems: A study in the Middle Sinú, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 34(1), 49138–49138. <https://doi.org/10.15517/am.v34i1.49138>
- Cristeche, E., & Penna, J. (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. *INTA*, 3, 58. <https://bit.ly/3BJY6j2>
- DANE. (2019). Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). In *Boletín Técnico* (Issue 1). <https://bit.ly/4gADOrw>
- Díaz, M. F., Enciso, K., Triana, N., Muriel, J., & Burkart, S. (2019). Pago por Servicios Ambientales para sistemas silvopastoriles en Colombia. In *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)* (Vol. 1, Issue 69).
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. informe de síntesis*. <https://bit.ly/4fvsY4A>
- FEDEGAN. (2020). *Censo Bovino-Bufalino Nariño y Putumayo*. <https://bit.ly/3ZUawwH>
- FEDEGAN. (2021). *Encuesta de Leche (Producción Diaria)–Departamento de Nariño–Año 2021*. <https://bit.ly/3VXHbR3>
- García García, S. (2020). Análisis Del Mecanismo De Pagos Por Servicios Ambientales Desde La Política Agrícola Común. *Revista de Estudios Europeos*, 75, 179–191. <https://bit.ly/3VYpdh0>
- Gómez-Guerrero, A., Correa-Díaz, A., & Castruita-Esparza, L. U. (2021). Climate Change and Dynamics of Forest Ecosystems. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4), 673–682. <https://doi.org/doi.org/10.35196/rfm.2021.4.673>
- Instituto Humboldt. (2019). *La biodiversidad y los servicios ecosistémicos*. Instituto Humboldt. <https://bit.ly/3DvJXGx>
- Kássio Fedrigo, J., Benítez, V., Santa Cruz, R., Posse, J. P., Santiago Barro, R., Hernández, J., Mantero, C., Morales Olmos, V., Silveira, E. D., & Viñoles, C. (2018). Oportunidades y desafíos para los sistemas silvopastoriles en Uruguay. *Veterinaria*, 20–30. <https://doi.org/10.29155/vet.54.209.4>
- Lerma-Lasso, J. L., Bacca-Acosta, P. P., Obando-Enriquez, B. G., Castro-Rincón, E., & Cardona-Iglesias, J. L. (2023). Sistemas silvopastoriles: una opción para la sostenibilidad de los sistemas ganaderos de alta montaña. *Pastos y Forrajes*, 46, e15. <https://bit.ly/3U6Teto>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Normativa de PSA–Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. <https://bit.ly/3ZRsmQV>
- Montes, C., & Sala, O. (2007). La evaluación de los ecosistemas del milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Ecosistemas. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 16(3), 137–147. <https://bit.ly/3PbUSb4>

- Obando-Enriquez, B. G., Bacca-acosta, P. P., Lerma-Lasso, J. L., Castañeda-Garzón, S. L., Álvarez-Sánchez, D. E., & Zuluaga-Peláez, J. J. (2024). Tipificación de *Alnus acuminata* (Kunth) en un ecosistema de montaña de la región alto andina colombiana. *Revista de Investigaciones Altoandinas—Journal of High Andean Research*, 26(4), 165–174. <https://doi.org/10.18271/ria.2024.629>
- Obando-Enriquez, B. G., Castro-Rincón, E., & Castañeda-Garzón, S. L. (2023). Caracterización de *Alnus acuminata* (Kunth) en un arreglo silvopastoril, en la región altoandina colombiana. *Revista de Investigaciones Altoandinas—Journal of High Andean Research*, 25(3), 129–139. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.505>
- Obando-Enriquez, B. G., Hernandez-Oviedo, F., Portillo-Lopez, P. A., & Castro-Rincón, E. (2023). Productividad y calidad del forraje de *Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone en dos sistemas pastoriles en la cordillera andina colombiana. *Pastos y Forrajes*, 46(09), 1–7. <https://bit.ly/3Qk6WYW>
- Organización de las Naciones Unidas UN. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. In *Publicación de las Naciones Unidas*. <https://bit.ly/3ZT1ZtW>
- Ortiz-Colín, P. N., & Alayón-Gamboa, A. J. (2021). *Percepción social de servicios ambientales en sistema silvopastoril de pequeños ganaderos en Campeche*. 25(3), 165–166. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.21.25.42>
- Pedroza, E., & Pérez, Y. (2020). *Estructuración de una propuesta de pago por servicios ambientales en el páramo el Verjón, Bogotá-Colombia* (Vol. 21, Issue 1) [Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://bit.ly/3Pe9c2Y>
- Pignataro, A. G., Levy-Tacher, S. I., Aguirre-Rivera, J. R., Nahed-Toral, J., González-Espinosa, M., González-Arzac, A., & Biganzoli, F. (2017). Natural regeneration of tree species in pastures on peasant land in Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 249, 137–143. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.08.020>
- Ruiz-González, J. L., Aguirre-Calderón, O. A., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E. J., & Alanís-Rodríguez, E. (2022). Pago por servicios ambientales: esquemas y experiencias de éxito. *E-CUCBA*, 10(19), 33–42. <https://doi.org/10.32870/ecucba.vi19.261>
- Uribe, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. Naciones Unidas. <https://bit.ly/41YFUwy>
- Uscanga Morales, L. A., & Perevochtchikova, M. (2020). From Payment for Hydrological Environmental Services to Matching Funds: a Social Perception Study in a Forest Community of Oaxaca, Mexico. *Sociedad y Ambiente*, 23, 1–31. <https://doi.org/10.31840/sya.vi23.2161>
- Zuluaga, A. F., Giraldo, C., & Chará, J. (2011). *Servicios ambientales que proveen los Sistemas Silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad*. <https://bit.ly/4gWczYd>