

Gestión de ecosistemas estratégicos a través de pago por servicios ambientales: Estudio de caso en el municipio de Palmira - Valle del Cauca

Isabella Valencia Echandía

Tutor:

Milton Cesar Ararat Orozco

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuelas de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Agroforestal

2024

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres y familiares que han contribuido siempre a mi formación académica y profesional, a mis amigos que siempre mostraron disposición para escuchar mis ideas y opinar de manera atenta y respetuosa, pero sobre todo a la naturaleza, que me motiva a fortalecer mis habilidades en función de la preservación de los recursos y el bienestar de la comunidad.

Agradecimientos

Agradezco a Dios y a la vida por darme la oportunidad de realizar mi carrera de ingeniería agroforestal, agradezco a la señora Honeida Pinzón, quien permitió que yo fuera parte del proceso de cambios en su predio, a la Dirección de Medio Ambiente por ser una fuente primaria de información en el desarrollo del esquema de Pagos por Servicios Ambientales, a la Universidad Nacional Abierta y Distancia por su excelente trabajo académico con los estudiantes, fortaleciendo las herramientas profesionales y la apertura a un entorno laboral, a mi Director de Trabajo de grado el Doctor Milton Ararat Orozco, que me asesoró en la organización de ideas, mi experiencia práctica en campo y mi constante interés en la relación de las personas y el medio ambiente.

Resumen

El Pago por Servicios Ambientales (PSA) es una estrategia creada para reconocer las prácticas y acciones asociadas a la conservación, restauración y uso sostenible de los ecosistemas, lo que permite disminuir el uso desmedido de los recursos naturales y favorecer la permanencia de los servicios ambientales. La estrategia paga un incentivo a los agricultores que cuentan con predios en la zona media y alta de montaña, cuyo proceso inicia con la caracterización de los predios, el diagnóstico, la propuesta de aspectos a mejorar, como realizarla y visitas de seguimiento antes de cada pago para revisar los criterios de inversión de cada predio. El presente trabajo consideró la caracterización del predio San Rafael, ubicado en el corregimiento de Tenjo del Municipio de Palmira, sobre el que se tuvo como objetivo gestionar aspectos del ecosistema estratégicos a través de pago por servicios ambientales, por medio de la caracterización de un agro-sistema, una matriz de sostenibilidad con indicadores de recursos hídricos, manejo de bosque, páramo, suelos, sistemas productivos y un criterio de pago por servicios ambientales en las acciones de reconocimiento: preservación y restauración. Con ello se logró el acompañamiento directo a la propietaria del predio quien estuvo dispuesta en todo momento a escuchar estrategias de diversificación de ingresos y de protección de su bosque y quien hizo uso de cada pago semestral para invertir en su predio con actividades pecuarias para contribuir a la sostenibilidad.

Palabras clave: medio ambiente, sostenible, conservación ambiental, agricultura, comunidades.

Abstract

Payment for Environmental Services (PES) is a strategy created to recognize practices and actions associated with the conservation, restoration, and sustainable use of ecosystems, which allows for a decrease in the excessive use of natural resources and favors the permanence of environmental services. The “strategy pays an incentive” to farmers who own land in the middle and high mountain zones, whose process begins with the characterization of the land, diagnosis, proposal of aspects to improve, how to implement them, and follow-up visits before each payment to review the investment criteria for each property. This study considered the characterization of the San Rafael property, located in the Tenjo district of the Palmira Municipality, with the objective of managing strategic ecosystem aspects through “Payment for Environmental Services”, through the characterization of an agro-system, a sustainability matrix with indicators of water resources, forest management, high mountain, soils, productive systems, and a payment criterion for environmental services in recognition actions: preservation and restoration. This resulted in direct accompaniment to the property owner, who was willing to listen to income diversification and forest protection strategies at all times and made use of each semi-annual payment to invest in her property with livestock activities to contribute to sustainability

Keywords: Environment, sustainable, environmental conservation, agricultura, communities.

Tabla de Contenido

Introducción	11
Planteamiento del Problema	12
Justificación	14
Objetivos.....	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos.....	16
Marco Teórico.....	17
Funciones de los ecosistemas y servicios ambientales.....	17
Servicios de aprovisionamiento.....	17
Servicios culturales.....	17
Servicios de regulación.....	18
Servicios de soporte.....	18
Contexto del Municipio Palmira	22
Clima	23
Hidrología.....	23
Área Territorial	23
Contexto de Corregimiento de Tenjo	24
Condiciones del Suelo	24
Datos de Caudal río Nima-Cuenca Amaime.....	24

Materiales y Métodos.....	26
Establecimiento de Propuesta Concertada	28
Aspectos para Mejorar y Posibles Líneas de Inversión del Predio San Rafael.....	29
Disposición y Tratamiento de Aguas Residuales.....	29
Aislamientos	29
Mejoramiento de vivienda.....	29
Resultados y Discusión.....	30
Oferta Hídrica.....	31
Matriz de Sostenibilidad.....	33
Situación Encontrada en las Visitas	39
Conclusiones.....	45
Apéndices.....	48

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Materiales y uso en campo</i>	26
Tabla 2 <i>Variables Planteadas</i>	27
Tabla 3 <i>Escenario de Pago por Servicios Ambientales</i>	28
Tabla 4 <i>Ficha del Predio San Rafael</i>	30
Tabla 5 <i>Especies Encontradas y Clasificadas</i>	32
Tabla 6 <i>Matriz de Sostenibilidad. Manejo del Agua</i>	34
Tabla 7 <i>Matriz de Sostenibilidad. Manejo del Bosque y el Suelo</i>	37
Tabla 8 <i>Datos Indicadores de Visita Inicial y Seguimiento</i>	41
Tabla 9 <i>Indicadores de visita inicial, seguimiento y visita final</i>	43
Tabla 10 <i>Valor por Pagar por Servicios Ambientales</i>	44

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Ubicación del Municipio de Palmira</i>	22
Figura 2 <i>Mapa Corine</i>	32
Figura 3 <i>Mapa Coberturas- Elaborado en Qgis</i>	33
Figura 4 <i>Sostenibilidad Correspondiente a lo Encontrado en la Visita Inicial</i>	40
Figura 5 <i>Sostenibilidad en Visita Final</i>	42

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Foto Inicial de Cobertura del Predio</i>	48
Apéndice B <i>Nacimiento del Predio San Rafael.</i>	49
Apéndice C <i>Área Destinada para Cultivo</i>	50
Apéndice D <i>Implementación de Aislamiento de Púas y Estacas</i>	51
Apéndice E <i>Implementación de Galpón de Gallinas para Venta de Huevos (Ultima Visita)</i>	52
Apéndice F <i>Presencia de Cultivo para Autoconsumo (Ultima Visita)</i>	53
Apéndice G <i>Mejora de Vivienda (Ultima Visita)</i>	54
Apéndice H <i>Implementación de Vivero para Propagar Especies Ultima Visita</i>	55

Introducción

La gestión sostenible de los ecosistemas es una tarea constante del ser humano, aunque este requiera de los recursos naturales, es fundamental que la gestión se lleve a cabo mediante prácticas mejoradas que contribuyan a la conservación de los ecosistemas y el desarrollo sostenible.

Para garantizar el buen manejo de recursos, se han planteado diferentes alternativas en distintos territorios del mundo; uno de ellos es el PSA, que consiste en reconocer acciones que desarrollan agricultores, productores o propietarios de grandes territorios como fincas, dichas acciones como implementar sistemas agroforestales, instalar aislamientos en las áreas de bosque nativo, uso responsable del agua, asistir a capacitaciones en relación a nuevas tecnologías productivas, cambio climático, soberanía alimentaria; ya que todo ello fomenta la conservación de bosques, cuidado del recurso hídrico, preservación de fauna local y captura de CO₂.

En el municipio de Palmira desde un esquema gubernamental se implementó el PSA en el año 2021, el cual acogió a treinta y tres fincas que serían beneficiadas hasta el periodo 2023. Este antecedente se denominó el programa “Ecosistemas Estratégicos para la Vida, Palmira Reverdece” con la respectiva política de “Pagos por Servicios Ambientales”, que pudo reconocer a través de dinero o materiales de uso agrícola a las personas que cuiden directamente de los servicios ecosistémicos. El objetivo fue gestionar aspectos de ecosistemas estratégicos a través de PSA en zona de ladera. Resultados esperados: Se obtendrá un análisis desde su inicio hasta su culminación y así evidenciar la funcionalidad que tiene directamente sobre la comunidad rural e indirectamente sobre la comunidad urbana.

Planteamiento del Problema

El uso desmedido de los recursos naturales es un interrogante a nivel mundial, puesto que el hombre hace uso de ellos para generar ingresos; como se lleva a cabo en el sector primario, el cual comprende la agricultura, ganadería y producción forestal. En el contexto existen productores que aún implementan técnicas tradicionales buscando optimizar la producción para generar más ingresos, pero a su vez esto siendo un impulsor del deterioro del suelo, contaminación del aire y uso desmedido de agua.

El Municipio de Palmira aún se reconoce como capital agrícola, puesto que sus características ambientales son óptimas para producir diversidad de especies, además de que se encuentra ubicado el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, la organización más importante de Colombia y Suramérica, donde se realizan investigaciones de desarrollo en la producción agrícola de todo el país, en la variedad de cultivos de yuca, frijol, caña y palma. Sin embargo, como en muchos municipios y ciudades del país, el sector rural se siente apartado, y para poder subsistir en la montaña lo que importa es producir a como dé lugar.

Para el caso de Palmira, algunos productores ya tienen presente técnicas productivas sostenibles, como los son los Sistemas Agroforestales o Silvopastoriles, sin embargo, durante varios encuentros, ellos manifestaron que, si alguna vez requieren hacer uso de las áreas en bosque presentes en sus predios para producir más, lo harán. Lo que fue un motivo suficiente para implementar una estrategia que lograra reconocer a modo económico el lugar tan importante y directo que tienen para el cuidado de los ecosistemas y para la generación de alimentos, los que se pueden encontrar en supermercados o galerías.

Desde el ámbito investigativo y de la entidad ambiental se entiende que ofrecerles alternativas a los agricultores funciona, siempre y cuando estos cuenten con los recursos para la implementación, pero si estos no lo logran, la posibilidad de que expandan la productividad en las áreas de bosque se cumplirá.

Justificación

El PSA surge desde la evaluación y el análisis de “cómo darle un valor a los servicios ecosistémicos que se conocen desde la biología y la ecología”, los cuales son de soporte, regulación, abastecimiento y culturales; todos están interrelacionados, hay ciclos entre especies de los mismos ecosistemas que no deberían ser interrumpidos, y además los que aportan directamente a la vida humana, alimento, hogar, recreación. A partir de esta base, se propuso en diversos lugares del mundo crear el costo por oportunidad, lo que implica llegarle a la comunidad que trabaja en el sector productivo primario.

En el periodo 2020-2023, el municipio de Palmira se suma a implementar el esquema “Pagos por Servicios Ambientales” desde el plan de desarrollo, el cual tuvo como objetivo impactar 800 Ha en conservación bajo dicho esquema, y a su vez con el interés de lograr que agricultores del sector rural cuenten con sostenibilidad en sus predios.

Este plan está enmarcado en la ley 870 de 2.017 y el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, que señala: “declaró como de interés público, aquellas áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua los acueductos municipales y distritales y ordenó hacer inversiones obligatorias para adquirir estas áreas.”

En términos de aplicación regional, se busca desarrollar el proyecto relacionado con la restauración ecológica, siendo esta un incentivo para la recuperación de la estructura y de los procesos ecológicos que garantizan el funcionamiento natural del ecosistema. Su finalidad es reintegrar el ecosistema a su trayectoria histórica, no a su estado inicial, basándose en la información comprobable obtenida en sitios de referencia, en ecosistemas comparables y en fuentes de información documental, como lo menciona Apasco (Rojas, 2016).

Finalmente, este proyecto abordó problemáticas sociales y ambientales en la zona andina donde se dispone actividad agrícola, pecuaria y forestal, lo que implica un acompañamiento académico y técnico, dando concordancia con lo reportado por (Ararat M., 2021), en los cuales mencionan alta demanda de estudios de territorio con variables asociadas a los servicios ecosistémicos.

Objetivos

Objetivo General

Gestionar aspectos de ecosistemas estratégicos a través de Pago por Servicios Ambientales: Estudio de caso en el municipio de Palmira (Valle del Cauca) en zona de ladera.

Objetivos Específicos

Caracterizar un agro-sistema para el reconocimiento de indicadores relacionados con servicios ecosistémicos en zona de ladera del municipio de Palmira (Valle del Cauca).

Establecer una matriz de sostenibilidad con indicadores de recursos hídricos, manejo de bosque, páramo, suelo y productivos.

Definir un criterio de pago por servicios ambientales en las acciones de reconocimiento: preservación y restauración.

Marco Teórico

Funciones de los Ecosistemas y Servicios Ambientales

El concepto de ecosistema explica es la interacción entre los seres vivos y el ambiente abiótico que le rodea, en tanto, servicios, son las funciones que los ecosistemas desempeñan para sus propios ciclos y permiten a los seres humanos vivir en la tierra, son beneficios intangibles que la naturaleza proporciona al hombre para el desarrollo de sus actividades económicas y su sustento (Geográficos, 2009).

Para contextualizar, se muestra de forma detallada los conceptos de cada uno de los servicios ecosistémicos: Servicios de soporte: Los servicios de soporte son aquellos que mantienen los procesos de los ecosistemas y permiten provisión del resto de los servicios. Estos pueden no tener implicaciones directas sobre el bienestar humano. Entre ellos se encuentra el mantenimiento de la biodiversidad, el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes y la producción primaria (Gómez, 2014).

Servicios de Aprovechamiento

Se entienden como los productos obtenidos del ecosistema para ser consumidos. Como lo son el agua y alimentos (Nature, 2018).

Servicios Culturales

Se entienden como los servicios que prestan los ecosistemas y que se relacionan con la valoración humana no material de los sitios, abarcan representaciones culturales y tradiciones que están ligadas a ciclos naturales o al patrimonio natural (fiestas, ritos, lugares sagrados, representaciones artísticas, etc.). Están direccionados a la belleza escénica o al conocimiento de las tradiciones locales (turismo de intereses especiales), o servicios que aporten a la creación de

conocimiento y al desarrollo de la ciencia (estudio de vestigios arqueológicos, observación de la naturaleza), entre otros (Dirven, 2015).

Servicios de Regulación

Estos servicios hacen alusión al mantenimiento de ciclos biogeoquímicos (el equilibrio CO₂/O₂, la capa de ozono, etc.), la prevención de enfermedades, el mantenimiento de la calidad del agua, la fertilidad de los suelos, entre otros (Camargo, 2012).

Servicios de Soporte

Son los servicios base a nivel ambiental, tales como la polinización, la conservación de los hábitats naturales de las distintas especies, el ciclo del agua o el control de la erosión del suelo son ejemplos de estos servicios que ayudan a la regulación de los ecosistemas (Andino J, 2019).

Como referentes, se mencionan estudios de caso a nivel internacional, nacional y regional.

El estudio de caso sobre PSA desarrollado en México, tuvo como objetivo analizar dos Programas de Pagos por Servicios Ambientales aplicados en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México, utilizando el marco teórico-metodológico cuya metodología fue el análisis cualitativo basado en la tipología de coherencia entre políticas públicas para el desarrollo. Mostrando como resultado que los beneficiarios de los programas dependen económicamente de los subsidios otorgados, existiendo restricciones para el desarrollo de actividades productivas, con mecanismos financieros ineficientes y falta de visión de sostenibilidad que considere las dimensiones socioeconómicas. Teniendo como limitaciones, la escasa participación de las autoridades y los comuneros.

En este tipo de estudios se muestra la falta de información sobre las interrelaciones de instituciones y programas de trabajo, cuyo valor es el análisis de las políticas públicas periurbanas, mediante la coherencia de políticas públicas para el desarrollo. A partir del cual se concluyó aplicar el marco teórico-metodológico de la coherencia de políticas públicas para el desarrollo, que brinda elementos para identificar descompensaciones y sinergias entre las dimensiones analizadas.

Esta metodología puede fomentar la transversalización de la visión de sostenibilidad. Sin embargo, el gobierno de la CDMX ha llevado a cabo una gran cantidad de acciones para asegurar la conservación de los ecosistemas y atender las necesidades de su población, sobresaliendo los programas de conservación con esquema de PSA y de retribución por preservación a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA); el Programa Fondos de Apoyo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas (PROFACE), que tuvo una duración de diez años y contó con el mayor presupuesto asignado por el Fondo Ambiental Público (FAP) del Distrito Federal; y el Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales (PRCSA), que tuvo una duración de ocho años y que consistió en un esquema de áreas naturales protegidas comunitarias que abarcan más de 15% del territorio del SC-CDMX (Arenas L, 2023).

Por otra parte, la Universidad de Medellín, Facultad de Derecho, realizó una investigación sobre la implementación de Pago por Servicios Ambientales en Colombia, cuyos resultados esperados se relacionan con obtener el análisis teórico, pues es un tema poco explorado, tanto a nivel de instituciones como por los ciudadanos que habitan el territorio colombiano. Para llevar a cabo dicha investigación, se utilizaron fuentes primarias, tales como las leyes y decretos existentes en Colombia y otros países que tienen desarrollado el tema materia de investigación; igualmente se utilizaron fuentes como la doctrina, jurisprudencia y el

derecho comparado; para ello se recurrió a libros, revistas, periódicos, páginas web y foros, que puedan resultar de interés sobre el tema investigado; ello permitió obtener como resultado la construcción de un marco que servirá de referencia para futuras investigaciones, enmarcado dentro del método investigativo exploratorio. Además, en la investigación se realizó un análisis del estado actual de los Pagos por Servicios Ambientales en Colombia, su desarrollo, aplicación y viabilidad. Igualmente, se buscó establecer, si es posible que un pago que en su esencia ha sido contemplado como un pago voluntario, como contraprestación por un servicio de carácter ambiental, puede llegar a considerarse y hasta regularse por el Gobierno Nacional, como un impuesto de carácter obligatorio, para todas las personas que habitan el territorio colombiano. (Medellín, 2020)

De esta manera, los hallazgos y conclusiones de la investigación son eminentemente teóricos, lográndose hacer una recopilación de las normas que han existido en materia de incentivos económicos, especialmente en lo relacionado con los Pagos por Servicios Ambientales, para finalmente establecer si éstos pueden llegar a convertirse en un impuesto en Colombia. Se evidencia que el Esquema de Pagos por Servicios Ambientales, se constituye en una herramienta sencilla que puede ser implementada de forma fácil, previa la definición de una metodología para la determinación y monitoreo del servicio ambiental que se ofrezca, la cual puede ser desarrollada por proyectos regionales o locales, ya sea por personas particulares o por el Estado. Para lo cual es de suma importancia, que ellos sean pensados para ecosistemas que hayan sido determinados como de vital importancia o priorizados por los entes gubernamentales, los cuales deben, además, tener una factibilidad económica y ambiental, ser aprobados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Pineda, 2017).

Por otro lado, la investigación a nivel regional liderada por la Universidad Católica de Colombia da a conocer el concepto de Pago por Servicios Ambientales en Colombia y la ausencia de estructura en las normas legales encargadas de regir este mecanismo para la protección ambiental. El cual se adelantó mediante el análisis de la evolución normativa concerniente a este tema, como lo son el Decreto Ley 870 de 2017, Decreto 1007 de 2018 y los desarrollos normativos que al respecto se han emitido en el marco de los Acuerdos de Paz. Por medio del análisis normativo se busca establecer que el Pago por Servicios Ambientales no solo consiste en un instrumento de protección ambiental, sino que es una alternativa integral para el desarrollo económico y social. Esto con la finalidad de definir el carácter integrador previsto por el Gobierno para su implementación, con respecto a la disminución de las afectaciones a ecosistemas estratégicos y de la deforestación (Amaya, 2020)

En Colombia el PSA puede ser implementado, previa definición de una metodología para la determinación y monitoreo del servicio ambiental que se ofrezca, la cual puede ser desarrollada por proyectos locales o regionales, por particulares o por el Estado, para lo cual es de suma importancia que ellos sean pensados para ecosistemas y priorizados por los entes gubernamentales, los cuales deben, además, tener una factibilidad económica y ser aprobados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Es de esta manera que se agrupan instrumentos utilizados por los poderes públicos en temas de política ambiental en tres aspectos. En primer lugar, los controles directos, que son aquellas medidas que condicionan la actividad económica a través del «orden y control», esto a través de reglamentaciones que establecen estándares de calidad ambiental de cumplimiento obligatorio. (Amaya, 2020)

En segundo lugar, los mecanismos de incentivos (subsidios), los cuales hacen referencia a las medidas dirigidas a incitar a los agentes económicos para que modifiquen sus

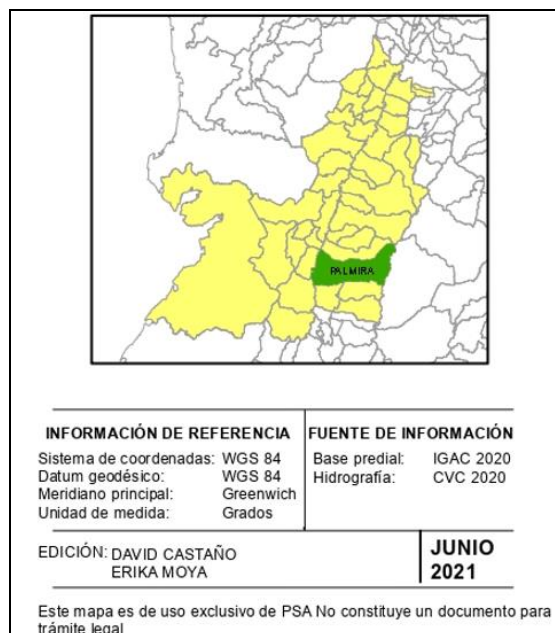
comportamientos agresivos con el medioambiente. En tercer lugar, los mecanismos de apoyo, tales como las inversiones públicas en infraestructura ambientales y el apoyo a la investigación con fines ambientales, entre otros (Barberán y Arbués, 2018).

Contexto del Municipio Palmira

De acuerdo con la información de la Alcaldía municipal de Palmira (Ilustración 1) y de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), este se ubica dentro de la región sur del valle del Cauca, sobre las coordenadas $3^{\circ} 31' 48''$ de latitud norte y $76^{\circ} 81' 13''$ de longitud al oeste de Greenwich. Colinda al norte con el municipio de El Cerrito, al este con el departamento del Tolima, al sur con los municipios de Pradera y Candelaria y al oeste con los municipios de Cali, Yumbo y Vijes.

Figura 1

Ubicación del Municipio de Palmira



Fuente: Alcaldía Palmira (Valle) 2021.

Clima

Los pisos térmicos que se presentan en la ciudad y zona rural de Palmira varían desde el clima frío en el Páramo de las Herosas hasta la zona cálida del valle del río Cauca; su temperatura en el área urbana va desde los 18 °C a los 37 °C y su altura sobre el nivel del mar es de 1001 metros.

Hidrología

El territorio abarca las cuencas de los ríos Nima, Amaime, Aguaclara y Bolo. Estas cuencas son la reserva hidrológica y productiva más importante de Palmira. La cuenca del río Nima tiene una extensión aproximada de 12 000 ha, caracterizada en su mayoría por una pendiente pronunciada (con inclinaciones mayores del 70 %). La cuenca del río Amaime es la de mayor extensión en Palmira. De sus 55 000 ha, 35 000 corresponden al municipio de Palmira y 19 900 al municipio de El Cerrito.

La cuenca hidrográfica del río Desbaratado posee una extensión de 14 550 ha; la cuenca hidrográfica del río Frayle, 23 825 ha; y la cuenca hidrográfica del río Bolo, 19 875 ha. La subcuenca hidrográfica del río Aguaclara tiene una extensión de 7200 ha, localizadas parcialmente en el municipio de Palmira. Su altitud oscila entre los 3100 y 1050 m s. n. m.

Área Territorial

El área total del municipio corresponde a 1162 km², de los cuales 19,34 km² corresponden al casco urbano. En la zona rural aledaña al río Cauca comprende entre este y la cota 1200 m s. n. m. aproximadamente. Es una porción de territorio que corresponde alrededor de 54 422 ha de topografía plana.

Contexto de Corregimiento de Tenjo

Tenjo está ubicado sobre la cordillera central en el municipio de Palmira departamento del Valle del Cauca, Colombia. Cuenta con una Temperatura promedio de 20°, Humedad relativa del 70%, Precipitación: 1400 mm/año, Altura: 1550 msnm y Población de 293 habitantes.

Los límites del corregimiento de Tenjo Se identifican como: Norte con el corregimiento de la Quizquina y Toche, Occidente con el corregimiento de Calucé, Sur con el corregimiento de Arenillo y el Mesón, y Oriente con el departamento del Tolima.

Condiciones del Suelo

pH neutro (6.9), materia orgánica variable (4.8%) y conductividad eléctrica baja (menor a 2 dS/m). Capacidad media de intercambio catiónico (CIC) (18 meq/100 g), propiedad química del suelo que influye en el almacenamiento de nutrientes para las plantas y retención de contaminantes, entre otros aspectos. En cuanto a las propiedades físicas, algunos suelos son franco arcillo limosos con una conductividad hidráulica y porosidad baja, lo cual puede causar problemas de drenaje y compactación del suelo.

Datos de Caudal río Nima-Cuenca Amaime

El río Nima se encuentra instrumentado por la simulación de caudales mediante el modelo HBV-IHMS. El caudal medio mensual, surge de la adición de los caudales simulados en el río Amaime y los simulados para el río Nima. La simulación hidrológica se realizó para el periodo 1985-2014. A la serie obtenida, se le restó el valor correspondiente al caudal ambiental, el cual determinó que el mayor valor de caudal se presenta en el mes de diciembre con 9,3 m³/s. El mes con menor caudal es septiembre con 5 m³/s.

También es importante señalar que el volumen total de agua subterránea para la cuenca del río Amaime es de 332,9 *Mm3/año*.

Materiales y Métodos

Se realizaron visitas al productor de agro-sistemas de la vereda de Tenjo utilizando una hoja de ruta con la siguiente información: Ubicación del predio, atributos agroambientales (fuentes hídricas, usos del suelo, coberturas). A través de un mapa impreso o electrónico se identificó un lindero para la verificación de límites con otros predios. Establecimiento de una propuesta concertada con el productor para proyectar cambios necesarios en el agro-sistema. Se definió una matriz de sostenibilidad con los indicadores de recursos hídricos, manejo de bosque, páramo, suelo y productivos. Tabla 1.

Tabla 1

Materiales y uso en campo

Material	Método de uso
Mapa impreso	El mapa se utilizó para realizar a detalle el recorrido por el predio, analizar las coberturas y verificar la información registrada en el programa de Pagos por Servicios Ambientales
Tabla de campo, hojas y lápiz	Se utilizaron para recopilar datos en el dialogo con la propietaria del predio
Base de datos de la Dirección de Medio Ambiente	Esta información se tomó como base para tener un contexto ambiental, productivo, de conservación y datos específicos como área, coberturas en conservación, coberturas en uso sostenible.
Excel	Esta herramienta software fue utilizada para diseñar la matriz de indicadores (suelo, agua, bosque y

prácticas productivas)

Fuente. Autoría Propia.

Cada una de las variables tuvo una calificación con escala cualitativa de 1 - 5 para definir unas dimensiones de sostenibilidad acompañada de una gráfica de dimensiones de sostenibilidad con el programa Excel. Tabla 2. Finalmente se calculó el “Pago por Servicios Ambientales” (PSA) estimado en el predio, a través de la subdivisión de acciones relacionadas con el manejo de las coberturas encontradas en campo tales como: (preservación, restauración y uso sostenible) que a su vez se distribuyen en porcentajes de participación por cada acción (Programa de Paramos y Bosques de USAID). Tabla 3. Para generar el escenario de PSA se estableció un factor de ponderación por área (hectáreas) y por tipo de acción en porcentaje de acuerdo a las visitas para revisar la evolución de su predio y de su núcleo familiar con el incentivo dado por el Esquema PSA.

Tabla 2

Variables Planteadas

Variable	Situación deseada y criterios de evaluación	Pregunta	Calificación		Situación encontrada
			Deseada	Encontrada	
					Descripción y análisis de cada problemática: los indicadores con más baja calificación deben ser analizados, para detectar sus causas y posibles soluciones.

Fuente. Autoría Propia.

Tabla 3*Escenario de Pago por Servicios Ambientales*

Acciones de reconocimiento		Factor de ponderación por área y por tipo de acción		
Preservación	Acciones para la preservación	Factor por área	Factor por acción %	
		entre > 0 a 15 ha	100%	
		entre 15 a 25	50%	
		> 25 a < 50	25%	
Restauración	Acciones para la restauración ecológica activa o revegetación natural	Factor por área	Factor por acción %	
		entre > 0 a 10 ha	75%	
		entre 10 a 20	50%	
			> 20 a < 30	25%
	Acciones para la rehabilitación o recuperación de ecosistemas con SSP/ SAF	Factor por área	Factor por acción %	
		entre > 0 a 5 ha	75%	
entre 5 a 10		50%		
		> 10 a < 20	25%	

Fuente. Autoría Propia.

Establecimiento de Propuesta Concertada

Con el productor se realizó una proyección de cambios necesarios en el agro-sistema partiendo del análisis de indicadores, actividades presentes en el predio y proyecciones de la propietaria. Según los indicadores obtenidos en la visita inicial, se establece como diagnóstico

que hay varios aspectos del predio que se pueden mejorar, los cuales se denominan líneas de inversión. Puesto que la implementación de prácticas productivas sostenibles y adecuaciones técnicas en el predio, ayudarán a cumplir el objetivo principal del PSA, el cual es la conservación de los ecosistemas.

Aspectos para Mejorar y Posibles Líneas de Inversión del Predio San Rafael

Disposición y Tratamiento de Aguas Residuales

Con la implementación del pozo séptico se podrá garantizar el correcto tratamiento y manejo de aguas sucias (aguas utilizadas en procesos domésticos y agropecuarias) para una adecuada disposición final, y con ello evitar a toda costa que dichos residuos lleguen a disolverse en el río Nima y con ello contaminar una de las principales fuentes hídricas del municipio de Palmira.

Aislamientos

Con la implementación de aislamientos para dividir el uso del suelo, se define el manejo del recurso bosque, los cultivos y el pastoreo del ganado. La mejora de prácticas trae orden y planificación en el predio, lo que mediano y largo plazo evidenciará sostenibilidad.

Mejoramiento de vivienda

Este aspecto es fundamental a mejorar conforme a la comodidad y bienestar de la propietaria, ya que el hogar es el espacio como tal en el que reside. (Techos, suelo y madera para la casa).

Resultados y Discusión

Con relación al objetivo 1 se obtuvo la caracterización del agro-sistema del predio San Rafael.

Tabla 4.

Tabla 4

Ficha del predio San Rafael

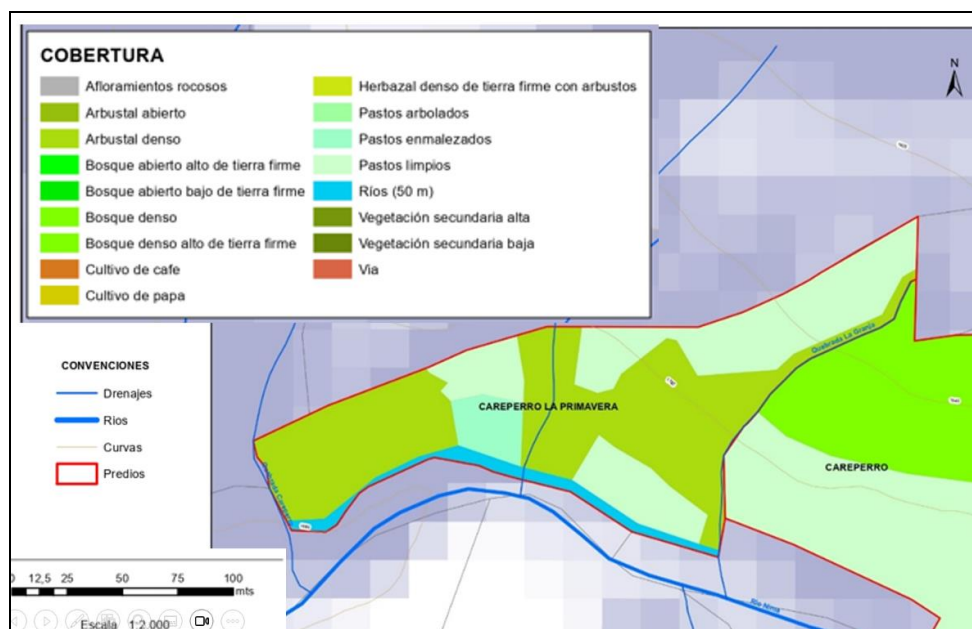
Título adquisitivo:	Escritura N° 1924 de 16/11/2017 Modo adquisición: Adjudicación en sucesión.
Propietario:	Honeida Pinzón
Localización:	Tenjo sector: Los Tambos
Cuenca y subcuenca:	Amaime y Subcuenca Nima
Drena a:	Quebrada Careperro, primavera y río Nima
Bocatoma:	Principal (3°34'39.6" N, 76°4'58.5" W)
Área total:	5.21 Ha
Área PSA:	Total: 2.85 Ha Área restauración: 2.85 has
Coordenadas geográficas	3°31'11.04" N, -76°9'13.4" W, y planas Este: 1.102.647,03 Norte: 881.015,31, datum geográfico: Magna Colombia Oeste.

Forma de llegar	Se llega por la carretera que de la ciudad de Palmira conduce al sector de la vereda la María pasando por el centro poblado de Tenjo a una altura de 1.650 metros sobre el nivel del mar. Es una vía terciaria sin pavimentar con una distancia desde la zona urbana de 20 km.
Líneas de inversión:	Disposición y tratamiento de aguas residuales: Pozo séptico Mejoramiento de vivienda: Techos, cocina y servicios
Inversión realizada:	La propietaria ha implementado aislamientos, mejoramiento de vivienda (compro una pulidora para organizar la madera que está mejorando la casa) Diversificación de ingresos: compra de gallinas ponedoras y vivero. Huerto para autoconsumo

Fuente. Alcaldía Palmira (Valle) 2021.

Oferta Hídrica

El predio cuenta con dos quebradas, las cuales drenan al río Nima, alimentador de la bocatoma del casco urbano de la ciudad de Palmira, con coordenadas planas Este: 1.099.587,94 Norte: 881.654,80 donde la cantidad de usuarios oscila en 312.519, según el último censo DANE de población del año 2.018. La cobertura del predio está dividida en potreros con bajo rastrojo, parches de bosque, dos quebradas como fuentes hídricas, las cuales se encuentran protegidas por barreras naturales; también presenta alta pendiente (60%). Figura 2. Tabla 5.

Figura 2*Mapa Corine.**Fuente.* Dirección de Medio Ambiente, Palmira.**Tabla 5***Especies Encontradas y Clasificadas*

Vegetación arbustiva	Alnus glutinosa (Aliso), Sambucus peruviana (Sauco), Zarza, Mora silvestre
Vegetación boscosa	Yarumo, Chagualo, Árbol Lechero, Cedro negro, Algarrobo, Cipres
Vegetación Secundaria	Cascarillo, Laurel, Flor Amarillo, Chilco, Caspio

Fuente. Dirección de Medio Ambiente, Palmira.

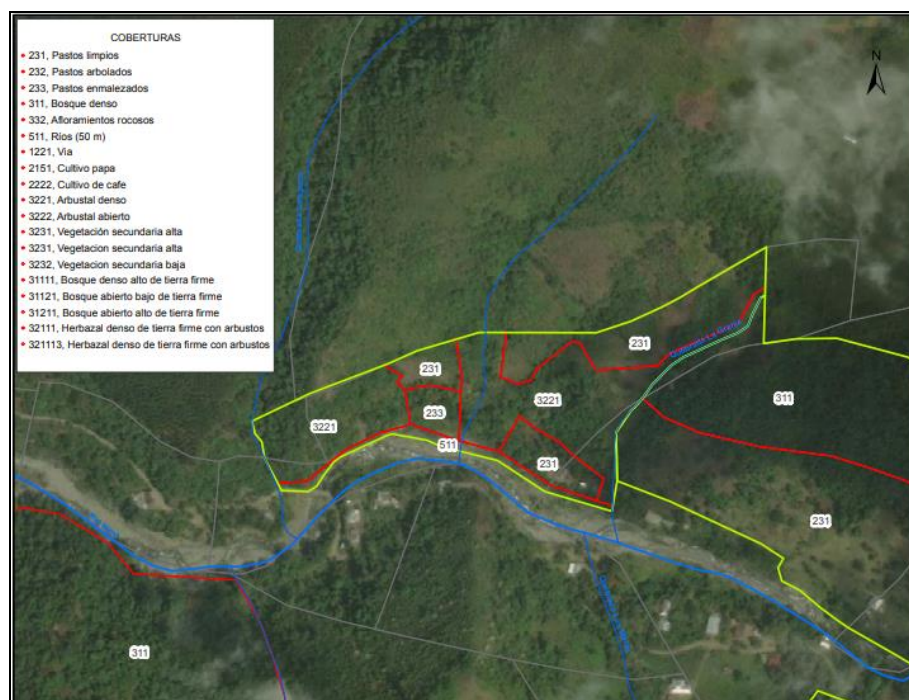
La actividad económica principal es el ganado doble propósito (3 UGG¹), también

¹ UGG: Unidad Gran Ganado con la raza Holstein

presenta cultivos pan coger² hortalizas (batata y zapallo), medicinales y aromáticas (limoncillo y citronela) como frutales (mango, guayaba, cítricos como naranja y mandarina), plátano y café; algunas explotaciones pecuarias en pequeña escala como gallinas y cabras. Figura 3.

Figura 3

Mapa Coberturas- Elaborado en Qgis



Fuente. Dirección de Medio Ambiente, Palmira.

Matriz de Sostenibilidad

Se muestra en la Tabla 6 la matriz de sostenibilidad se realizó con los indicadores de recursos hídricos cómo protección de los recursos hídricos, disponibilidad y calidad del agua, disposición y tratamiento de agua residuales. En la Tabla 7 se describe la matriz de sostenibilidad del manejo del bosque y del suelo.

² Cultivos de autoconsumo

Tabla 6*Matriz de Sostenibilidad. Manejo del Agua.*

Variable	Situación deseada y criterios de evaluación	Pregunta
1. Protección de fuentes de agua	<p>Se refiere a todas las actividades que garanticen la PROTECCIÓN de las fuentes de agua (nacimientos, cauces de ríos y quebradas, humedales, turberas).</p> <p>Se entiende por PROTEGER evitar que las aguas y vegetación de las riberas de ríos y de tuberías/humedales se afecte por alguna causa como deforestación, entrada de ganado o intervención humana y que se usen obras de protección como cercas, aislamientos, cerramientos o rondas.</p> <p>Se indaga por el uso de BEBEDEROS MÓVILES, tecnología para impedir el acceso de ganado a fuentes de agua causando</p>	<p>1- Ninguna fuente de agua está protegida y, si tiene ganadería, no usa bebederos sustitutos en los potreros de la finca.</p> <p>2- Menos de la mitad de las fuentes de agua de la finca y, si tiene ganadería, usa bebederos sustitutos en menos de la mitad de los potreros de la finca.</p> <p>3- La mitad de las fuentes de agua de la finca están protegidas, y, si tiene ganadería, usa bebederos sustitutos en la mitad de los potreros de la finca.</p> <p>4- Más de la mitad de las fuentes de agua de la finca están protegidas y, si tiene ganadería, usa bebederos sustitutos en más de la mitad de los potreros de la finca.</p> <p>5- Todas las fuentes de agua de la finca están protegidas y, si tiene ganadería, usa bebederos</p>

	colmatación y contaminación con heces fecales y orina.	sustitutos en todos los potreros de la finca. * Una barrera natural es también una protección.
2. Disponibilidad y calidad de agua	Se tiene acceso al agua suficiente, de buena calidad y permanente para abastecer las necesidades domésticas y agropecuarias	Teniendo en cuenta las principales actividades en su predio a nivel productivo como agrícolas, pecuarias, y doméstico. ¿Cuenta con agua suficiente para estas actividades? ¿Es de buena calidad? ¿Es permanente? 1- La finca NO cuenta con agua durante cierta época del año. 2- La finca cuenta con intermitencia y con agua insuficiente y de mala calidad. 3- La finca cuenta con agua permanente, pero con agua insuficiente y de mala calidad. 4- La finca cuenta con agua permanente, de buena calidad, pero insuficiente. 5- La finca cuenta con agua permanente, de buena calidad y en cantidad suficiente.

3. Disposición y tratamiento de aguas residuales	Se realiza un tratamiento y manejo de aguas sucias (aguas utilizadas en procesos domésticos y agropecuarias) para una adecuada disposición final	<p>1- Las aguas residuales domésticas y agropecuarias no tienen tratamiento y se vierten directamente a una fuente hídrica.</p> <p>2- Las aguas residuales domésticas (grises y negras) y agropecuarias tienen tratamiento, pero se vierten a una fuente hídrica.</p> <p>3- Las aguas residuales domésticas se tratan así: las aguas negras se vierten a una letrina y las aguas grises no tienen tratamiento y se vierten a fuente hídrica y las de uso agropecuario se vierten a una acequia.</p> <p>4- Las aguas residuales domésticas y agropecuarias tienen tratamiento y se vierten a un pozo séptico (aguas negras y aguas grises) y acequia, respectivamente.</p> <p>5- Las aguas residuales domésticas y agropecuarias tienen tratamiento y se vierten a una trampa de grasa con filtro (aguas grises-</p>
--	--	---

domésticas), pozo séptico (aguas negras - domésticas) y las agropecuarias van a un tanque de sedimentación u ordeño en campo y se reutilizan como fertilizantes.

Fuente: Autoría Propia.

Tabla 7

Matriz de Sostenibilidad. Manejo del Bosque y el Suelo.

Variable	Situación deseada y criterios de evaluación	Pregunta
4. Manejo del bosque	Son todas las actividades que se realizan dentro del predio tendientes al manejo adecuado del bosque y su protección dentro del predio y de linderos, incrementar su área, su enriquecimiento con especies nativas, conservación, uso sostenible y la conectividad entre parches de bosques.	1- No se protege, se hace aprovechamiento indiscriminado, no se realizan actividades para incrementar su área, no se enriquece con especies nativas, no se permite que se regenere de manera pasiva, y no hay conectividad entre bosques. 2- No se protege, se hace aprovechamiento sostenible, no se realizan actividades para incrementar el área, no se enriquece con especies nativas, no se permite regeneración pasiva, y no hay conectividad entre bosques. 3- Se protege de manera

		<p>parcial, se hace aprovechamiento sostenible, no se enriquece, se permite la regeneración pasiva, y no hay conectividad entre bosques.</p> <p>4- Se protege de manera parcial, se hace aprovechamiento sostenible, se enriquece y se permite la regeneración pasiva y no hay conectividad entre parches de bosques.</p> <p>5- Se protege el bosque, se hace aprovechamiento sostenible, se enriquece, se permite la regeneración pasiva y hay conectividad entre parches de bosques.</p>
5. Manejo del suelo	<p>Se tiene conciencia frente al uso que se le debe dar al suelo en zona de páramo, en ecosistemas de montaña (no ampliación de frontera agrícola, ni ocupación de terrenos nuevos, no se practican quemas), NO Existen perturbaciones edáficas (del suelo) y se implementan todas las prácticas de mejor manejo (labranza mínima, cultivos en contorno, coberturas nobles, uso racional de agroquímicos, no hay deforestación, hay</p>	<p>1- Hay quemas, ocupa terrenos nuevos (abre nuevas áreas), existen perturbaciones de suelo, no aplica prácticas de mejor manejo.</p> <p>2- No hay quemas, ocupa terrenos nuevos, existen perturbaciones del suelo, aplica al menos una práctica de mejor manejo.</p> <p>3- No hay quemas, no ocupa terrenos nuevos (abrir nuevas áreas), no existen perturbaciones del suelo, aplica dos o más prácticas de mejor manejo.</p>

<p>rotación de cultivos, hay policultivos, hay pastoreo rotacional, y hay protección de ecosistemas frágiles).</p>	<p>4- No hay quemas, no ocupa terrenos nuevos (abrir nuevas áreas), no existen perturbaciones del suelo, aplica todas las prácticas de mejor manejo de forma esporádica</p> <p>5- No hay quemas, no ocupa terrenos nuevos (abrir nuevas áreas), no existen perturbaciones del suelo, aplica todas las prácticas de mejor manejo de forma permanente.</p>
--	--

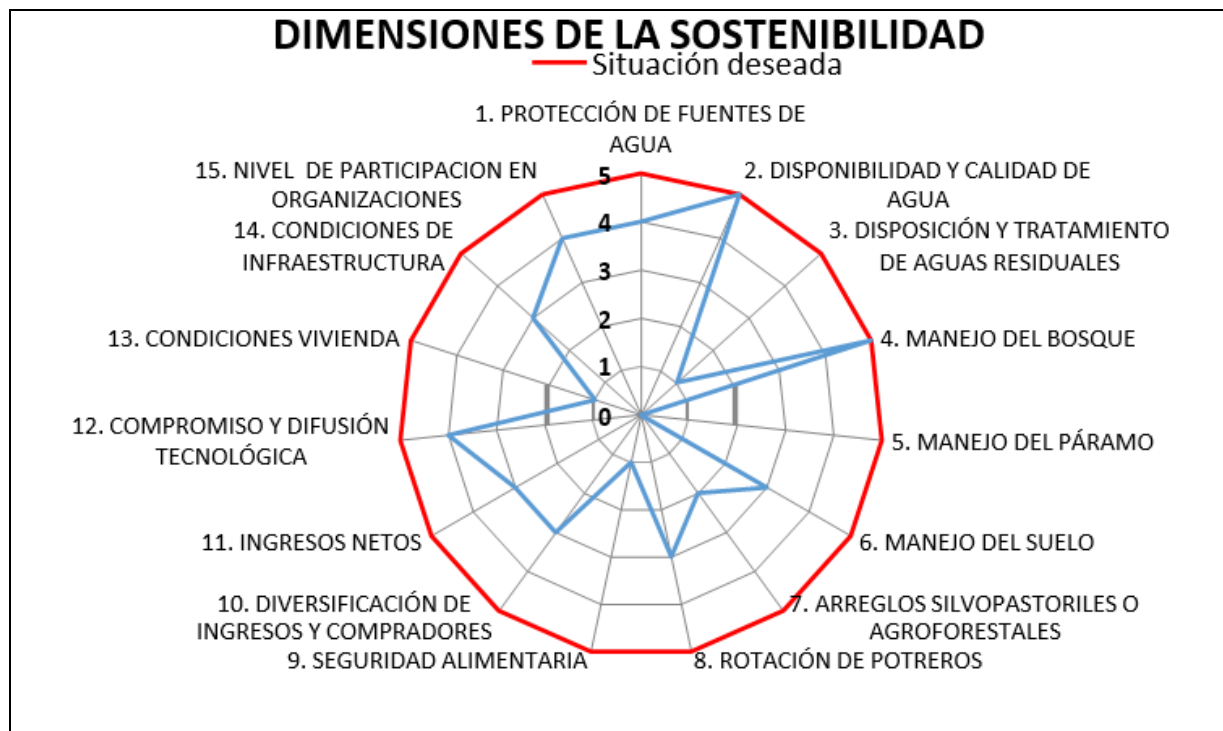
Fuente: Autoría Propia.

Situación Encontrada en las Visitas

En la Figura 4 se observa que en visita inicial las áreas en preservación y restauración se mantuvieron sin ninguna perturbación, ya que las fuentes hídricas se encuentran entre la cobertura boscosa y esta está protegida por aislamientos de alambre de púas y estacas. En la Tabla 8 se describen los indicadores socioambientales, socioeconómicos y socioculturales.

Figura 4

Sostenibilidad Correspondiente a lo Encontrado en la Visita Inicial



Fuente: Autoría Propia.

Tabla 8*Datos Indicadores de Visita Inicial y Seguimiento*

Indicadores	VARIABLES	Línea Base- Visita inicial	Seguimiento- segunda visita
	1. Protección de fuentes de agua	1	5
	2. Disponibilidad y calidad de agua	1	5
	3. Disposición y tratamiento de aguas residuales	1	1
Indicadores socioambientales	4. Manejo del bosque	2	4
	5. Manejo del páramo	0	0
	6. Manejo del suelo	3	3
	7. Arreglos silvopastoriles o agroforestales	1	2
	8. Rotación de potreros	2	3
Indicadores socioeconómicos	9. Seguridad alimentaria	2	4
	10. Diversificación de ingresos y compradores	1	4
	11. Ingresos netos	1	3
Indicadores socioculturales	12. Compromiso y difusión tecnológica	2	4
	13. Condiciones vivienda	2	2
	14. Condiciones de infraestructura	2	3
	15. Nivel de participación en organizaciones	2	4

Fuente: Autoría Propia.

En la Figura 5 y Tabla 9 se describe la sostenibilidad de la visita final y los indicadores. La propietaria manifestó conformidad con la evolución en su predio a través de los cambios que ha logrado realizar con el incentivo. Cuenta con variedad de ingresos gracias a la diversificación en los sistemas productivos del predio, realizando preparaciones de yogurt, queso, venta de plantas, huevos. También tuvo pensado establecer un restaurante a futuro en su predio cuando la infraestructura de este se encuentre totalmente terminada, en el cual usara alimentos orgánicos producidos en el predio y que este pueda convertirse en su principal fuente de ingresos.

Figura 5

Sostenibilidad en Visita Final

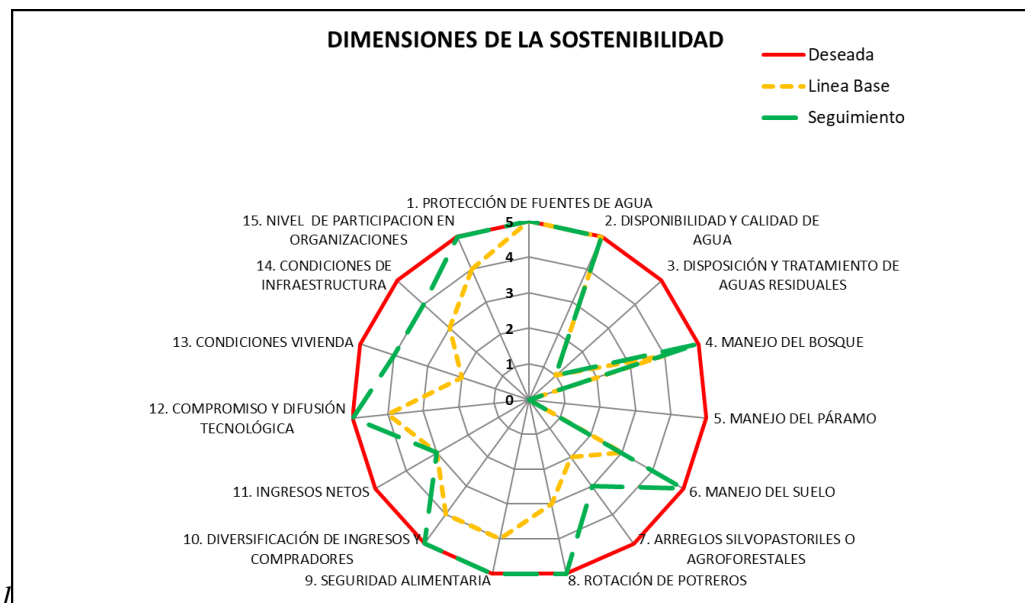


Tabla 9*Indicadores de visita inicial, seguimiento y visita final*

Indicadores	Variables	Línea Base- Seguimiento	Visita final evolución
	1. Protección de fuentes de agua	5	5
	2. Disponibilidad y calidad de agua	5	5
	3. Disposición y tratamiento de aguas residuales	1	1
Indicadores socioambientales	4. Manejo del bosque	4	5
	5. Manejo del páramo	0	0
	6. Manejo del suelo	3	5
	7. Arreglos silvopastoriles o agroforestales	2	3
	8. Rotación de potreros	3	5
	9. Seguridad alimentaria	4	5
Indicadores socioeconómicos	10. Diversificación de ingresos y compradores	4	5
	11. Ingresos netos	3	3
	12. Compromiso y difusión tecnológica	4	5
	13. Condiciones vivienda	2	4
Indicadores socioculturales	14. Condiciones de infraestructura	3	4
	15. Nivel de participación en organizaciones	4	5

Fuente: Autoría Propia.

El valor para pagar según el acta parcial correspondiente al cálculo realizado con costo de oportunidad, conforme a las pautas de incremento del IPC fuente DANE, ajustado para la cuenca del río Amaime, según los criterios definidos a pagar por PSA; y acorde con lo mencionado por en la tabla 9 (Escenarios de pago), por lo anterior y según la revisión en las visitas de

seguimiento, el pago es de \$ 439.943 pesos (semestrales) sujeto a impuestos, tasas y contribuciones a que hubiera lugar. Tabla 10.

Tabla 10

Valor por Pagar por Servicios Ambientales.

Área pagada para PSA		
Acción de reconocimiento	Área (Ha)	Valor
Preservación	0,00	\$ 0
Restauración natural	2,85	\$ 439.943
Restauración SSP-SAF	0,00	\$ 0
Total de incentivo PSA	2,85	\$ 439.943
(para pago semestral)		

Fuente. Autoría Propia.

Conclusiones

La caracterización del agro-sistema del predio San Rafael, ubicada en el corregimiento de Tenjo en el Municipio de Palmira, permitió conocer el estado del bosque, recurso hídrico, sistemas productivos y calidad de vivienda de la propietaria, y con ello señalar los indicadores relacionados con servicios ecosistémicos en la zona.

La respectiva matriz de sostenibilidad permitió medir los indicadores del predio como el recurso hídrico, manejo de bosque, suelo, sistemas productivos (modelo a utilizar también en sistemas de páramos), la cual mostró en la visita final que el predio San Rafael presenta mejores condiciones con relación con la visita inicial, contando con aislamientos para la conservación del bosque y protección del agua. Además, se evidenció la diversificación de ingresos, lo que a largo plazo contribuye a la sostenibilidad.

Se definió un criterio de pago por servicios ambientales en las acciones de reconocimiento: preservación, restauración y uso sostenible, de lo que en relación con el predio San Rafael se aplica para la categoría de restauración natural.

La gestión correspondiente al acompañamiento a la propietaria del predio permitió establecer una interacción técnica para generar ingresos con un sistema avícola (gallinas ponedoras), y con el sistema de ganado bovino sin alterar el estado del bosque a través de la implementación de aislamientos con cerca de alambre.

Referencias Bibliográficas

- Andino, C., Campos, J., Villalobos, Cornelius Prins (2006) Los servicios ambientales desde un enfoque ecosistemático.
https://www.google.com.co/books/edition/Los_servicios_ambientales_desde_un_enfoq/LECe_GrMbnG?hl=es&gbpv=0
- Ararat, L. C., Sanclemente O., García M., Gallo P. (2021). Composición de microorganismos funcionales del suelo en algunos sistemas de cultivo de zona plana del Valle del Cauca. Sello Editorial UNAD. DOI: <https://doi.org/10.22490/9789586518048.01>
- Arenas, L. C., Koff, H., Maganda, C., & Almeida-Leñero, L. (2022). Los pagos por servicios ambientales en la Ciudad de México: un enfoque de coherencia de políticas públicas. *Región y Sociedad*, 34. <https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1601>
- Cetina Arenas, L., Koff, H., Maganda-Ramírez, C. ., & Almeida-Leñero, L. O. (2022). Los pagos por servicios ambientales en la Ciudad de México: un enfoque de coherencia de políticas públicas. *región y sociedad*, 34, e1601. <https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1601>
- Fragoso, C., & Rojas, P. (2016). Monitoreo Ecológico de una cantera rehabilitada por cementos Holcim Apasco en Veracruz.
https://inecol.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1005/173/1/1542_2012-10176.pdf
- Giraldo Pineda, I. C. (2017). Pagos por servicios ambientales en Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11407/3512>.
- Medellín, A. (2020). Informe final - propuesta para el esquema fundamental del pago por servicios ambientales para el distrito <https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2023/11/areas-elegibles-psa.pdf>

Montes-Pulido, C. R., & Forero, V. F. (2021). Cultural ecosystem services and disservices in an urban park in Bogota, Colombia. *Ambiente & Sociedade*, 24.

<https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190045r3vu202113ao>

Sánchez Gómez, N., & Rocha Gil, Z. E. (2020). Vista de la evaluación de servicios ambientales de soporte [Universidad de Boyacá]. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*.

<https://doi.org/10.22490/issn.2145-6453>

Apéndices

Apéndice A

Foto Inicial de Cobertura del Predio



Fuente. Propia

Apéndice B

Nacimiento del Predio San Rafael.



Fuente. Propia

Apéndice C

Área Destinada para Cultivo



Fuente Propia

Apéndice D

Implementación de Aislamiento de Púas y Estacas



Fuente. Propia

Apéndice E

Implementación de Galpón de Gallinas para Venta de Huevos (Ultima Visita)



Fuente. Propia

Apéndice F

Presencia de Cultivo para Autoconsumo (Ultima Visita)



Fuente. Propia

Apéndice G

Mejora de Vivienda (Ultima Visita)



Fuente. Propia

Apéndice H

Implementación de Vivero para Propagar Especies Ultima Visita



Fuente. Propia