

Análisis del patrimonio ambiental de la vereda Pescadero, municipio de Málaga Santander,  
un abordaje desde el enfoque de tierras.

Haiber Alberto Duarte Varón, Duwan Stiven Parra Carrillo

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Forestal

Director

Ricardo Andrés Oviedo Celis

MSc. Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Codirector

Doris Duarte Hernández

MSc. Manejo Uso y conservación del Bosque

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia-IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2023

**Dedicatoria**

Dedico este proyecto a mis padres Pompilio Duarte Sierra y Sonia Varón Dueñas, quienes, con esfuerzo, dedicación y paciencia me permitieron crecer como ser humano y como persona; a mis hermanos y familia. Han sido mi gran orgullo y ejemplo de perseverancia.

A todas las personas que participaron en este proyecto, amigos, compañeros, profesores, a Karen Mora, quienes con su total apoyo hicieron posible la realización de este trabajo.

**Haiber Alberto Duarte Varón**

Dedico este proyecto a mis padres Enrique Parra Morales y Carmen Aydee Carrillo Caicedo por su apoyo y esfuerzo, al brindarme todo lo necesario para lograr las metas planteadas, a mi hermana Karen, a mi mejor amiga, a mi tía Mery, y a todos mis compañeros y docentes por estar presentes y ser partícipes de este proyecto y de mi estancia en la universidad.

**Duwan Stiven Parra Carrillo**

### **Agradecimientos**

Agradecemos a las personas que estuvieron presentes que estuvieron en el proyecto, expresamos total gratitud por su acompañamiento. A la UIS sede Málaga, por permitirnos ser parte de este proceso de formación académica y abrirnos las puertas durante estos años.

A nuestros directores MSc. Ricardo Oviedo Celis y MSc. Doris Duarte siendo nuestro ejemplo y guías, por su esfuerzo y dedicación a este proyecto, fueron fundamentales en su ejecución, gracias a su presencia incondicional desde los primeros pasos del proyecto.

A los docentes Diego Suescun y Ronald Montañez, quienes nos brindaron y aportaron conocimiento técnico - científico a través del paso por la universidad.

A nuestros familiares, compañeros y amigos, quienes hicieron posible el desarrollo de este proyecto donde su participación, permitió llevar a cabo el trabajo desarrollado, y a quienes con su colaboración contribuyeron a la recolección de información.

**Haiber Duarte y Duwan Parra.**

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	11
1.Objetivos.....	14
1.1 Objetivo General.....	14
1.2 Objetivos Específicos .....	14
2. Marco teórico.....	15
2.1 Usos del suelo.....	15
2.2 Sostenibilidad del territorio .....	16
2.3 Gestión de tierras .....	17
3. Metodología.....	19
3.1 Área de estudio .....	19
3.2 Muestreo en campo componente social.....	20
3.3 Muestreo componente ambiental.....	21
3.4.1 Cobertura de la tierra .....	22
3.4.2 Muestreo de suelo.....	22
3.4.3 Muestro forestal.....	23
3.4.4 Procesamiento cartográfico .....	24
3.5 Valoración contexto de tierras .....	24
3.5.1 Características del modelo AHP propuesto.....	24

ANALISIS, ENFOQUE DE TIERRAS	5
4. Resultados.....	28
4.1 Relación socio ambiental vereda pescadero. ....	28
4.1.1 Aspecto social.....	28
4.1.2 Aspecto económico.....	29
4.1.3 Aspecto ambiental .....	30
4.2 Escenario de uso patrimonio ambiental.....	31
4.2.1 Coberturas del suelo .....	31
4.2.2 Recurso suelo.....	33
4.2.3 Recursos Forestales .....	34
4.3 Contexto de tierras vereda Pescadero.....	36
5. Discusión .....	41
6. Conclusiones.....	44
7. Recomendaciones .....	45
Referencias bibliográficas .....	46

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Parámetros físicos y químicos análisis de suelo.....	22
Tabla 2. Clases de calidad de suelos.....	23
Tabla 3. Escala de valoración de juicios (AHP).....	26
Tabla 4. Dimensiones, criterios y subcriterios de evaluación de tierras vereda Pescadero.....	26
Tabla 5. Descripción de alternativas de evaluación para usos agropecuarios en la vereda Pescadero.....	27
Tabla 6. Índice de calidad aditivo para suelos vereda Pescadero.....	33
Tabla 7. Evaluación de calidad plantaciones forestales vereda Pescadero.....	36
Tabla 8. Matriz de evaluación modelo agregación.....	37
Tabla 9. Matriz de evaluación de sub criterios modelo agregación.....	38
Tabla 10. Vector de la prioridad de las alternativas.....	39
Tabla 11. Resultados del modelo AHP para parámetros de la vereda Pescadero ...	40

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Área de estudio.....	19
Figura 2. Localización puntos de muestreo .....	21
Figura 3. Esquema Analítico Jerárquico de evaluación vereda Pescadero (AHP).....	25
Figura 4. Distribución tenencia de la tierra vereda Pescadero .....	29
Figura 5. Mapa coberturas del suelo vereda Pescadero municipio de Málaga Santander....	32
Figura 6. Estructura horizontal relictos de bosque vereda Pescadero.....	34

### **Glosario**

**Gestión de tierras:** es el proceso de utilizar adecuadamente los recursos de la tierra. Abarca todas las actividades relacionadas con la gestión del suelo como recurso natural, desde el punto de vista medioambiental y económico.

**Patrimonio ambiental:** comprende todas las áreas naturales, conformadas por bosques, ríos, elementos del relieve, y especies silvestres vegetales o animales que necesitan lineamientos especiales para su protección y conservación.

**Sostenibilidad de territorio:** la gestión de territorio sostenible incluye el conocimiento integral del área (urbana, rural, natural) y su entorno, las actividades económicas, las actividades de la población y las interacciones entre ellas.

**Uso del suelo:** se refiere a la ocupación de una superficie determinada en función de su capacidad agrológica y de su potencial de desarrollo, se clasifica como urbano o rural, representa un elemento fundamental para el desarrollo de comunidades y de esto depende su funcionalidad.

## Resumen

**Título:** Análisis del patrimonio ambiental de la vereda Pescadero, municipio de Málaga Santander, un abordaje desde el enfoque de tierras. \*

**Autor:** Haiber Duarte, Duwan Parra. \*\*

**Palabras Clave:** Sostenibilidad, Gestión de tierras, Jerarquía, Bosques, Suelos.

### Descripción:

Las comunidades rurales, crean y mantienen vínculos directos con los recursos naturales. El trabajo de grado evalúa el patrimonio ambiental de la vereda Pescadero del municipio de Málaga Santander, bajo un enfoque de tierras. Para esto, inicialmente fue colectada información en campo referente a la caracterización social, ambiental y económica de las comunidades rurales que allí habitan. También, se estudió el suelo, las coberturas y los recursos forestales comerciales disponibles y, por último, se aplicó análisis multicriterio mediante proceso de análisis jerárquico. Los resultados, mostraron como las comunidades de la vereda presentan algunas dificultades para disponer de condiciones óptimas de calidad de vida, sin embargo, reconocen que su territorio es el lugar donde han logrado sacar adelante sus proyectos. Los suelos en la vereda reflejan un estado no favorable en términos de calidad, esto, producto del actual modelo económico productivo de ganadería de leche, sobre el cual se tienen datos unidireccionales por parte de la comunidad. Los relictos de bosque, registran condiciones críticas de conservación, sumadas a la reducida extensión que tienen, y las plantaciones forestales no son en su totalidad aptas para la producción de madera. Por último, el análisis de jerarquía refleja los aspectos sobre los cuales se deben iniciar acciones de gestión del patrimonio ambiental, donde la alternativa 1 fue la mejor en el contexto de tierras. La información aportada por el estudio, se convierte en un preámbulo para continuar con este tipo de estudios, que integran varias áreas de formación de la ingeniería forestal, mostrando así, como el programa, puede convertirse en un foco no solo de formación de profesionales, sino, en un actor relevante para mejorar las actuales condiciones del patrimonio ambiental en la ruralidad del municipio de Málaga, y la provincia de García Rovira donde los problemas son similares

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Ricardo Andrés Oviedo Celis. MSc. Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Codirectora: Doris Duarte Hernández. MSc. Manejo Uso y Conservación del Bosque.

**Abstract**

**Title:** Analysis of the environmental heritage of the Pescadero village, Málaga Santander municipality, an approach from the land approach. \*

**Author(s):** Haiber Duarte, Duwan Parra \*\*

**Key Words:** Sustainability, Land management, Hierarchy, Forests, Soils

**Description:**

Rural communities create and maintain direct links with natural resources. The degree work evaluates the environmental heritage of the Pescadero village of the municipality of Málaga Santander, under a land approach. For this, information was initially collected in the field regarding the social, environmental and economic characterization of the rural communities they inhabit. Also, the soil, coverage and available commercial forest resources were studied and, finally, multicriteria analysis was applied through a hierarchical analysis process. The results showed how the communities of the village present some difficulties to have optimal quality of life conditions, however, they recognize that their territory is the place where they have managed to carry out their projects. The soils in the village reflect an unfavorable state in terms of quality, this is a product of the current productive economic model of dairy farming, on which there is unidirectional data from the community. The remnants of forest register critical conditions of conservation, added to the reduced extension they have, and the forest plantations are not entirely suitable for the production of wood. Lastly, the hierarchy analysis reflects the aspects on which environmental heritage management actions should be initiated, where alternative 1 was the best in the land context. The information provided by the study becomes a preamble to continue with this type of studies, which integrate various areas of forest engineering training, thus showing how the program can become a focus not only for training professionals, but, in a relevant actor to improve the current conditions of the environmental patrimony in the rurality of the municipality of Malaga, and the province of García Rovira

---

\*Degree work

\*\*Institute of Regional Projection and Distance Education. Forest Engineering Program.  
Director: Ricardo Andrés Oviedo Celis. MSc. Sustainable Development and Environment.  
Co-director: Doris Duarte Hernández. MSc. Management Use and conservation of the Forest.

## Introducción

El uso de los recursos naturales presentes en un territorio, permite a las comunidades urbanas y rurales que lo habitan, desarrollar múltiples actividades productivas en beneficio de su calidad de vida. Colombia es reconocida por su riqueza ambiental y forestal, y a nivel mundial catalogado como país megadiverso (Humboldt, 2010 y Minambiente, 2009). Sin embargo, este calificativo no solo aplica a su fauna y flora. En cuanto al recurso suelo el país tiene 12 órdenes taxonómicos, que reflejan la realidad de su riqueza ambiental (Minambiente, 2010) y lo convierte en un escenario donde los actores directos e indirectos que usan los recursos naturales, crean y proyectan diferentes formas y modelos productivos a escala local, regional y nacional.

Sectores económicos como el agrícola, actualmente destinan 8,5 millones de hectáreas, distribuidas en 83,9% para cultivos, 2,5% en barbechos y 13,6% en terrenos de descanso (DANE, 2015). Otros como el pecuario, también han logrado consolidarse, muestra de ello son los inventarios nacionales que superan 29 millones de cabezas a 2021, principalmente para producción y venta de carne y leche (ICA, 2022). Estos sectores, son considerados los motores que dinamizan la economía nacional, a tal punto, que para 2021 aportaron al PIB nacional con 87 billones de pesos (DANE, 2022). A pesar de sus bondades económicas, también generan aspectos negativos por su implementación. En tal sentido, las actividades agropecuarias son reconocidas por el alto grado de afectación en los recursos naturales. Los niveles de degradación del suelo, deforestación, contaminación hídrica y atmosférica así lo

confirman, Colombia y regiones como la Andina no son ajenos a esta situación (IDEAM, 2014).

La interacción sociedad – recursos naturales, han sido objeto de múltiples análisis sobre las causas y consecuencias que generan. Sin embargo, muchos de estos estudios no se han realizado sobre una visión del contexto de evaluación de tierras, porque a menudo se confunde con la evaluación de suelo, pero, la visión integral de todo lo que está y se relaciona en un espacio físico denominado tierra entendida como una vereda, municipio o departamento, le da un carácter más amplio, y dinámico al concepto de tierra (UPRA, 2012). Según la FAO (2013), se trata de una interpretación de los recursos naturales, de forma conjunta para reconocer como estos son parte de una sociedad que los usa para su bienestar. Para los autores del presente estudio este concepto, parte del conocimiento tradicional y ancestral de lo ambiental, de su estado actual de uso, que posteriormente traza una ruta para definir las acciones de sostenibilidad que garanticen su presencia en los territorios.

Bajo este contexto, el trabajo de grado presenta un abordaje de la evaluación de tierras; aplicado a escala veredal en el municipio de Málaga departamento de Santander, región caracterizada por su vocación agropecuaria, y donde los problemas de carácter nacional en materia ambiental también están presentes. Su desarrollo, busca ser un referente para establecer acciones de gestión ambiental y forestal, a partir de un análisis del estado del patrimonio ambiental en la vereda Pescadero. Sus resultados, permitirán a las comunidades rurales mejorar la comprensión de los recursos naturales con que cuentan, al tiempo que sus condiciones de vida, y así contribuir a la conservación de los recursos naturales, sin que esto implique dejar sus actividades productivas tradiciones. Este estudio, es el primero en su alcance para el municipio y la vereda, por lo que constituye la línea base para formular nuevos

trabajos en el programa de ingeniería Forestal, que aporten datos e información sobre las demás veredas de Málaga y la provincia de García Rovira.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Analizar el patrimonio ambiental de la vereda Pescadero, bajo el enfoque de tierras como herramienta que permite contrastar los diferentes escenarios de uso de recurso naturales y definir acciones para su conservación y preservación.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Comprender la relación de uso del patrimonio ambiental, generada por las actividades sociales desarrolladas en la vereda Pescadero.
- ✓ Explicar el escenario actual de uso del patrimonio ambiental a la vereda objeto de estudio.
- ✓ Valorar el contexto de tierras para la vereda Pescadero, como instrumento base de gestión ambiental en la región.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Usos del suelo.

Según Silva y Correa (2009), el suelo se caracteriza por su capacidad de almacenar, filtrar, amortiguar y regular el agua. Es hábitat para especies de fauna y flora, y un elemento fundamental del patrimonio ambiental y cultural en los territorios.

La vocación de uso del suelo es el principal aspecto a tener en cuenta para el manejo sostenible del recurso, es decir, que usar el suelo según su capacidad real de soporte, y sus condiciones biofísicas corresponde al modelo ideal de aprovechamiento del suelo (FAO, 2018). Las personas, en general no reconocen al suelo como un recurso finito, condición que responde al bajo grado de información respecto de la escala temporal de formación, la cual se estima por Solleiro et al., (2015) en 1.000 años para un centímetro. Este contexto, con el paso del tiempo, genera ausencia sobre la dimensión natural, ambiental y social del recurso, que finaliza con el incremento de su pérdida y degradación irreversible (FAO, 2018).

El suelo es base de producción del 95 % de los alimentos de consumo, también, permite generar materias primas como combustible, y aporta servicios ecosistémicos esenciales para sustento de la vida. La superficie de suelos dedicados a actividades productivas, ha incrementado en los últimos 10 años. Sin embargo, esto aumenta la presión sobre el suelo debido a la intensificación por el uso competitivo que busca cubrir la demanda de productos agrícolas, forestales, pecuarios y de urbanización (FAO, 2018). El uso del suelo, hace referencia al manejo general implementado por comunidades que varía en función de la

frecuencia e intensidad y es habitual la utilización de otros recursos. En este sentido, el manejo lleva implícita la gestión de esos recursos, es decir es una forma de administrarlos para conservarlos en el tiempo (Landínez y Fagua, 2017).

El suelo en Colombia es diverso pero susceptible a procesos de degradación. Inclusive, con el 90% de los órdenes a excepción de los gelisoles; esta condición es frecuente en el territorio nacional. Como consecuencia, se destacan los suelos con baja fertilidad, poco evolucionados como entisoles e inceptisoles que corresponden en el país a un 58,11% (Moretti et al., 2012), con una estructura productiva de uso irracional del recurso, así como una mala distribución del enfoque agrario, que es ineficiente y fuente de permanentes conflictos. Para Santander, el contexto no es diferente, hay suelos en condición de subutilización en  $\frac{3}{4}$  partes de áreas agrícolas, y para actividades ganaderas con cifras cercanas al 100 % (Curtidor y Viscaya, 2016).

## **2.2 Sostenibilidad del territorio**

La sostenibilidad es la respuesta a las amenazas que enfrenta el planeta por problemáticas socioambientales. En efecto, la tierra no es un recurso ilimitado, es decir, se puede agotar rápidamente para próximas generaciones. Así mismo, el uso de áreas naturales está centrado en el desarrollo económico, sin cuestionarse los efectos ambientales negativos, que se han evidenciado en las últimas décadas, con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que conllevan a un eventual cambio climático (Rengifo et al., 2019).

De acuerdo con Beyris et al., (2020), un ambiente sostenible debe tener en cuenta, algunos indicadores que sean acordes con un contexto determinado, ya sea a nivel internacional, nacional, regional o local. Es necesario evaluar varios de los elementos

asociados con la sostenibilidad ambiental, tales como cambios en las coberturas naturales, incremento de actividades agrícolas y ganaderas, contaminación de las aguas, entre otras; donde se pueda llegar a tener una visión del panorama ambiental en cuanto a su estado de equilibrio y conservación.

En el sector rural colombiano, se debe promover la conformación de organizaciones de productores que permitan generar condiciones favorables para el fortalecimiento socioeconómico del campo e identificar los aspectos que posibilitan su sostenibilidad del territorio (Benavides et al., 2020). Las condiciones anteriores hacen presumir la desaparición de la producción controlada en Colombia, estudios de Lemus y González (2020) afirman que la permanencia de los agricultores con estrategias de convivencia social, cultural, de mercado y medioambiental los aferra al territorio, indican que la sostenibilidad de la economía campesina se relaciona con características propias de su dinámica, tales como la autosuficiencia alimentaria, el trabajo familiar y la cooperación colectivas.

### **2.3 Gestión de tierras**

Según Valdivia et al., (2020), el concepto de gestión de tierras hace referencia, al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (agua, suelo y bosque), consiste en utilizarlos para generar riqueza, mejorar indicadores sociales y evitar el desequilibrio ambiental. El contenido de agua en el suelo es importante para el crecimiento de las plantas. Tanto su exceso como su carencia, provocan un efecto significativo para el rendimiento de los cultivos, por lo que su estimación y la variación de su contenido en el campo en forma rápida, es uno de los aspectos prioritarios para el manejo adecuado de este importante recurso en los agroecosistemas (Largaespada y Henríquez, 2015).

En este contexto, durante las últimas décadas se ha evidenciado un aumento acelerado de la superficie urbanizada, en el marco de una creciente necesidad de suelo. Los procesos de crecimiento urbano dan lugar a una mala utilización de la tierra y a su vez generan deterioro de la misma, con la extensión indefinida de los límites urbanos, lo que conlleva múltiples problemas (Rodríguez et al., 2021).

De acuerdo con los resultados del último Censo Agropecuario (2014), Colombia continúa con serias dificultades en cuanto a la distribución de las tierras, así como en su aprovechamiento. El análisis de las cifras de este Censo realizado por OXFAM (2017), muestra cómo las cifras de desigualdad de la tierra se han agravado hasta alcanzar niveles extremos, que evidencian también una preocupante y acelerada tendencia hacia la concentración de las tierras en grandes extensiones, a costa del repliegue de las pequeñas y medianas explotaciones.

De acuerdo con Gutiérrez y García (2016), Colombia, ha tenido dificultades de carácter institucional y político para establecer una política estatal agraria efectiva, a su vez, para mejorar en materia de agroindustria, desarrollo rural, economía campesina, extracción y explotación de los recursos del suelo. Su actividad ha consistido en revertir discusiones que al respecto emergen, pero nada que enmiende de manera concisa y estructurada el nulo orden institucional que debería cubrir cualquier interés en materia de uso y disposición del recurso, en los que tendría cabida el mercado de tierras.

### 3. Metodología

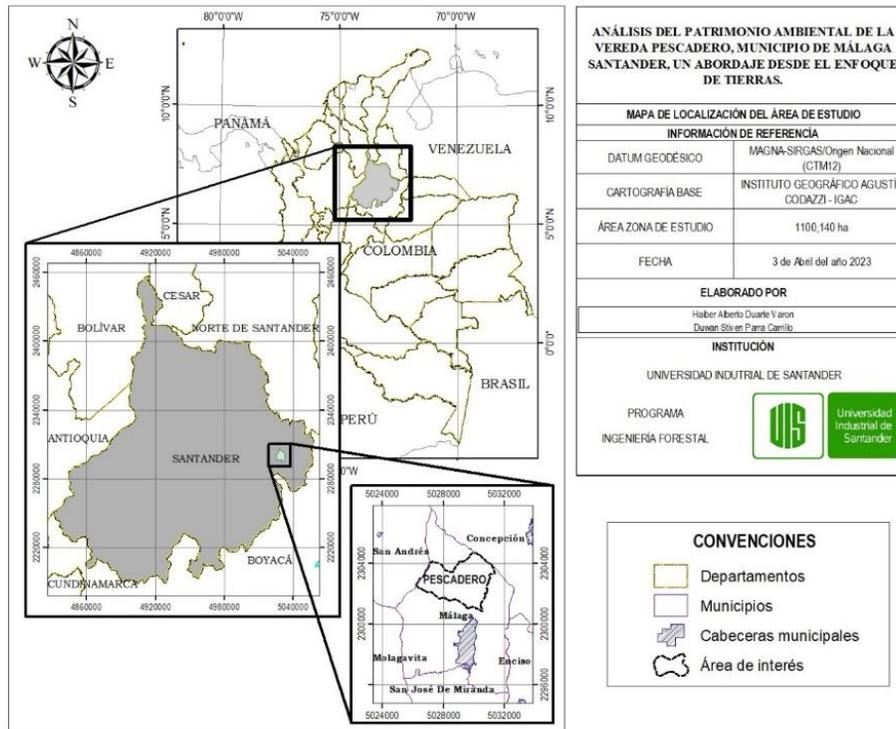
Inicialmente, se presenta una descripción del área de estudio, seguido de los métodos y técnicas de análisis empleados para abordar la problemática y los objetivos definidos.

#### 3.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo al noroccidente del municipio de Málaga Santander, en la vereda Pescadero, entre 2100 y 3200 m s.n.m., cuyos suelos se clasifican como Andisoles (IGAC, 2014), de origen volcánico y característicos de la región Andina Colombiana. La vereda reporta temperatura anual variable de 15 a 21 °C, precipitación anual promedio de 1806 mm/año y brillo solar en rangos de 6 a 8 h/día (IDEAM, 2021). **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

#### Figura 1

*Área de estudio ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*



### 3.2 Muestreo en campo componente social.

Inicialmente, se realizó el cálculo de la muestra para seleccionar las fincas donde se llevó a cabo la recolección de información primaria. Para esto, se empleó la ecuación 1 propuesta por Murray y Larry, (2005), descrita a continuación.

#### Ecuación 1

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

Donde:

**n** = es el tamaño de la muestra poblacional a obtener.

**Z** = el valor obtenido mediante niveles de confianza. Su valor es una constante, por lo general se tienen dos valores dependiendo del grado de confianza requerido, 99% es el valor más alto (equivale a 2.58) y 95% (1.96) el valor mínimo aceptado para considerar la investigación como confiable.

$\sigma$  = representa la desviación estándar de la población. En caso de desconocer este dato es común utilizar un valor constante que equivale a 0.5.

$N$  = es el tamaño de la población total.

$e$ . = representa el límite aceptable de error muestral, generalmente va del 1% (0.01) al 9% (0.09), siendo 5% (0.05) el valor estándar usado en las investigaciones.

El cálculo, estimó la muestra en 17 fincas donde se aplicó el instrumento de campo estructurado en aspectos ambientales, sociales, económicos y técnicos. Los datos aportados, fueron procesados mediante técnicas estadísticas descriptivas; que permitieron comprender la relación de las comunidades con el patrimonio ambiental de la vereda.

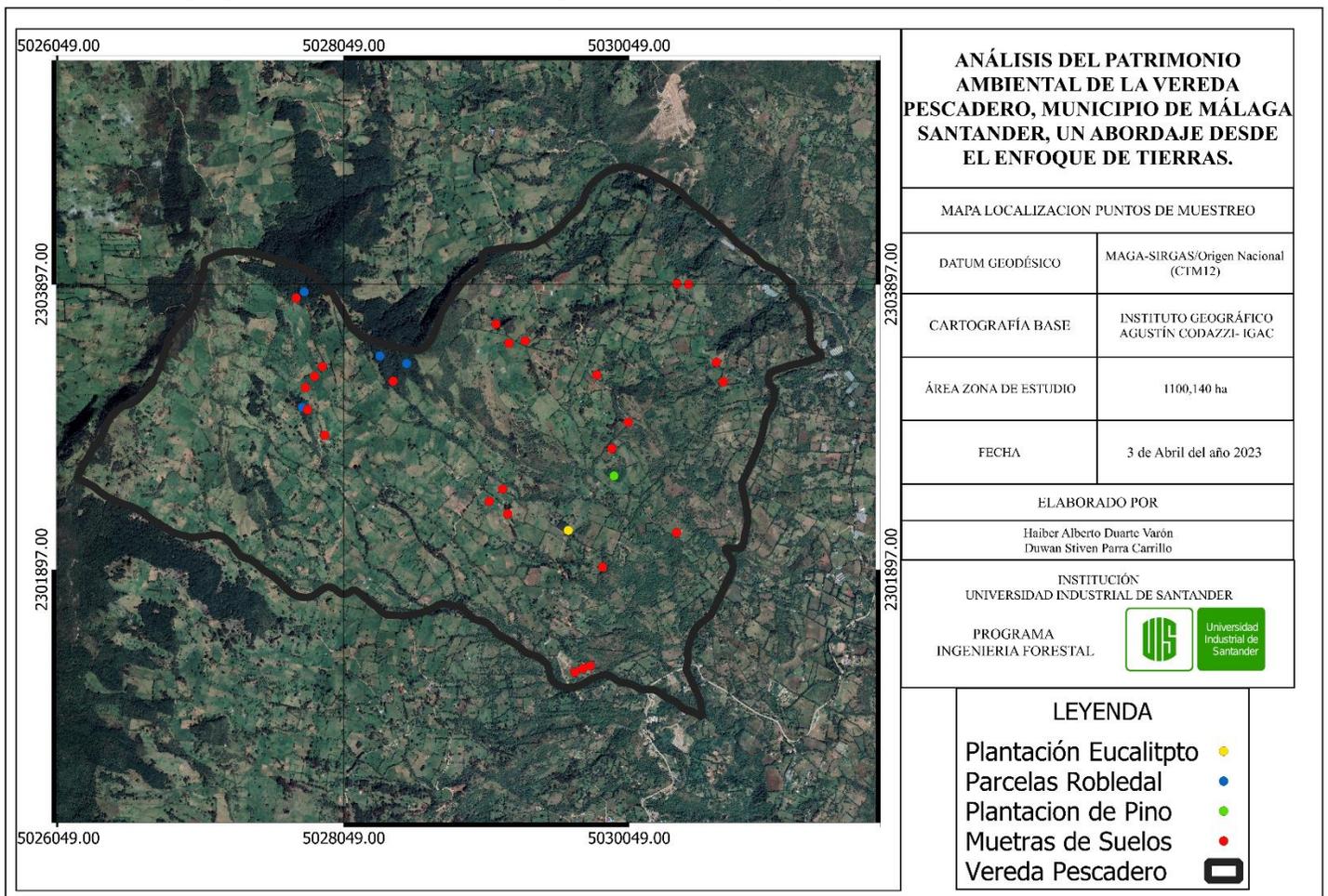
### **3.3 Muestreo componente ambiental**

Por el alcance ambiental del estudio, fueron incluidos análisis específicos de recursos naturales como coberturas de la tierra, suelo, bosques y plantaciones forestales, descritos a continuación, y sobre los cuales se dio explicación al uso actual del patrimonio ambiental en la vereda Pescadero (Figura 2).

#### **Figura 2**

*Localización puntos de muestreo***3.4.1 Cobertura de la tierra**

Inicialmente se elaboró el mapa de coberturas de la tierra, con base en una imagen satelital Spot 6.7 del año 2017, de propiedad de la Corporación Autónoma Regional de Santander, procesada en ArcGis 10.4. La clasificación de coberturas se realizó mediante la Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010). También, se emplearon los shapefile de veredas, municipios, vías y red de drenaje para Santander. La salida gráfica se construyó a escala 1:10.000 en el sistema



MARGA SIRGAS Origen Nacional (CTM12).

### 3.4.2 Muestreo de suelo

El suelo fue incluido por su carácter de recurso natural estratégico en evaluación y gestión de tierras (IGAC, 2019). Se diseñó un muestreo al azar por coberturas, de las que se extrajeron 625 muestras simples que conformaron 25 muestras compuestas, distribuidas en la parte alta, media y baja de la vereda, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de química de la UIS sede Málaga, según los parámetros de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Tabla 1**

*Parámetros físicos y químicos análisis de suelo* Tabla 1

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Método</b>
Potencial de hidrógeno (pH)	N/A	pHmetro solución buffer 7.0
Textura (T)	%	Bouyoucos
Densidad aparente (Da)	g/cm <sup>3</sup>	Relación masa/volumen cilindro
Densidad real (Dr)	g/cm <sup>3</sup>	Picnómetro
Porosidad total (Pt)	%	Relación Da – Dr

**Nota:** La información del suelo fue analizada mediante un índice de calidad aditivo (ICSA) a partir de la propuesta de Andrews, (2002) y Cantú et al, (2007).

**Tabla 2**

*Clases de calidad de suelos.*

<b>Índice de calidad de suelos</b>	<b>Escala</b>	<b>Clases</b>
Muy alta calidad	0.80 - 1.00	1
Alta calidad	0.60 - 0.79	2
Moderada calidad	0.40 - 0.59	3
Baja calidad	0.20 - 0.39	4
Muy baja calidad	0.0 - 0.19	5

**Nota:** Adaptada de *Cantú et al., 2007*.

### ***3.4.3 Muestro forestal***

El componente forestal, se analizó para relictos de bosque y plantaciones comerciales. En los fragmentos de bosque se establecieron cuatro parcelas temporales rectangulares de 20 m x 50 m, según (Boyle, B 1996). El área total de muestreo fue de 0,4 ha, y en cada parcela se registró el Diámetro a la altura de pecho (DAP), Altura total (HT), Diámetro de copa (DC) y Estado fitosanitario (EF) a todos los individuos con DAP mayores a 10 cm. Los datos fueron procesados para generar el análisis estructural de la cobertura, de acuerdo con los métodos propuestos por Linares (2015), relacionados con estructura horizontal y vertical: abundancia, frecuencia, dominancia, índice de valor de importancia, cociente de mezcla, índice de Simpson y posición sociológica. Para plantaciones forestales, fueron establecidas cuatro parcelas circulares temporales con radio de 12,5 m, que representó un área de muestreo 2000 m<sup>2</sup>, en la que se registraron variables de evaluación de calidad como Bifurcación (B), Rectitud (Rec), Inclinación (In), Reiteración (R), Daño Mecánico (Dm), Grosor de las Ramas (Gr), Angulo de inserción de las ramas (Ai), Grano en Espiral (Ge), Estado Fitosanitario (Ef) sugeridas por Murillo y Badilla (2004).

### ***3.4.4 Procesamiento cartográfico***

Los productos cartográficos se obtuvieron a partir de una imagen satelital Spot 6.7 de 2017. Su procesamiento, permitió generar el mapa de coberturas escala 1:10.000, de acuerdo con las especificaciones de la leyenda nacional de coberturas de la tierra Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010). El proceso, estuvo soportado por georreferenciación en campo de puntos estratégicos para control y clasificación de coberturas

en la vereda. La información ambiental generada, fue cruzada con el mapa de coberturas para soportar el segundo producto del estudio.

### **3.5 Valoración contexto de tierras**

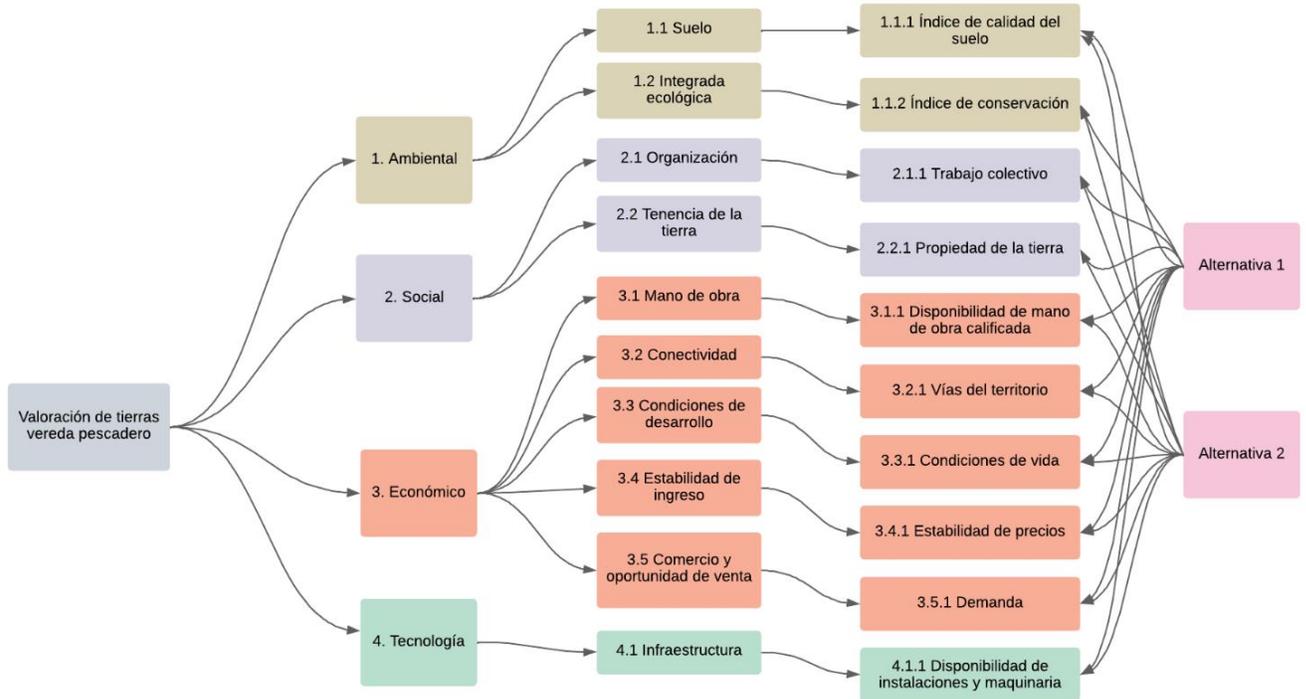
La valoración del contexto de tierras, se elaboró mediante adaptación de la propuesta metodológica *Evaluación de tierras 1:25.000* (UPRA, 2014). Para su desarrollo, fue seleccionado inicialmente el análisis multicriterio mediante proceso de análisis jerárquico (AHP), técnica que permitió evaluar las diversas variables con el fin de enfocar la problemática, y dar solución a la misma. Seguidamente, fueron definidas las dimensiones, criterios, subcriterios y alternativas como suministro de datos para la matriz de valoración, diligenciada con el apoyo de 5 personas conocedoras de la zona y el tema. De manera subsiguiente, se construyó el modelo jerárquico para la evaluación de tierras de la vereda Pescadero y finalmente, se calcularon los pesos y ranking de las variables, sobre los cuales se definieron las alternativas de solución para la zona de estudio.

#### ***3.5.1 Características del modelo AHP propuesto***

El modelo jerárquico para este caso fue de evaluación, y se estructura así: un primer nivel que define el objetivo de la evaluación y crea un nodo padre, el segundo nivel contiene las dimensiones social, económica, ambiental y tecnológica que constituyen un nuevo nodo padre, los niveles siguientes 3 y 4 conforman los criterios y subcriterios (figura 3). A partir de los niveles 3 y 4, se conformaron las matrices de evaluación valoradas como se indica en la tabla 4. El valor final de cada vector, se determinó como el promedio de las cinco evaluaciones (Ecuación 2).

### **Figura 3**

*Esquema Analítico Jerárquico de evaluación vereda Pescadero (AHP).*



**Nota:** Elaboración propia

**Tabla 3***Escala de valoración de juicios (AHP).*

Escala numérica	Definición o escala verbal de importancia relativa de un elemento sobre otro	Explicación
1	Igual	Ambos elementos comparados tienen <i>igual</i> importancia
3	Moderada	Existe una importancia <i>débil o moderada</i> de uno de los elementos comparados sobre el otro
5	Fuerte	Existe una importancia <i>esencial o fuerte</i> de uno de los elementos comparados sobre el otro
7	Muy fuerte	Existe una importancia <i>demostrada o muy fuerte</i> de uno de los elementos comparados sobre el otro
9	Extrema	Existe una importancia <i>absoluta</i> de uno de los elementos comparados sobre el otro

**Nota:** adaptado de Staaty (1997).**Ecuación 2**

Promedio evaluación final de vectores matrices.

$$a_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}^k}$$

Donde

 $a_{ij}$  = Vector

n = Número de criterios valorados

k = Número de evaluadores

**Tabla 4***Dimensiones, criterios y subcriterios de evaluación de tierras vereda Pescadero*

Dimensión	Criterios Nivel 3	Subcriterios Nivel 4
Ambiental	1.1 Suelo	1.1.1 Índice de calidad del suelo
	1.2 Integridad ecológica	1.1.2 Índice de conservación
Social	2.1 Organización	2.1.1 Trabajo colectivo
	2.2 Tenencia de la tierra	2.2.1 Propiedad de la tierra
Económico	3.1 Mano de obra	3.1.1 Disponibilidad de mano de obra calificada
	3.2 Conectividad	3.2.1 Vías del territorio

	3.3 Condiciones de desarrollo	3.3.1 Condiciones de vida
	3.4 Estabilidad de ingreso	3.4.1 Estabilidad de precios
	3.5 Comercio y oportunidad de venta	3.5.1 Demanda
Tecnológico	4.1 Infraestructura	4.1.1 Disponibilidad de instalaciones y maquinaria

Las alternativas son un instrumento que ayudan a la toma de decisiones de una opción adecuada en el territorio. En este sentido, estas opciones se plantean para definir diferentes niveles tecnológicos y la posible selección de uso adecuado del suelo. A continuación, se presentan la descripción de alternativas para la vereda Pescadero (tabla 7)

### Tabla 5

*Descripción de alternativas de evaluación para usos agropecuarios en la vereda Pescadero.*

Descripción de las alternativas	
<i>Alternativas</i>	Usos agropecuarios (Perennes, semiperennes, transitorios, pasturas y forrajes)
1	Uso tecnificado que se reconoce por el acompañamiento permanente de la asistencia técnica dentro del proceso productivo y planificación a nivel predial o grupo de predios. Existencia suficiente de insumos, recursos de capital. El rendimiento del uso se encuentra igual o superior al promedio de la región.
2	Uso tradicional logrado por productores experimentados y en algunas ocasiones con acompañamiento técnico, aunque con recurso de capital limitado. Empleo de algún grado de tecnología dentro del desarrollo del uso con el fin de aumentar el rendimiento, el cual puede estar cercano al promedio de la región.

## **4. Resultados**

A continuación, se presentan los resultados del estudio, según el proceso metodológico descrito.

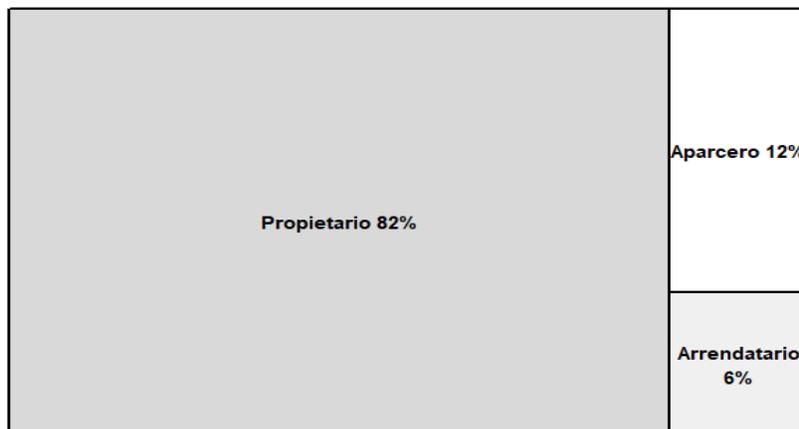
### **4.1 Relación socio ambiental vereda pescadero.**

#### ***4.1.1 Aspecto social***

El aspecto social, indica que las familias en la vereda en un 59% están conformadas por padres y 1 a 4 hijos, seguido de hogares integrados por personas solteras, algunas con hijos, otras sin hijos que representan el 20%, el restante 21% de las fincas presenta núcleos familiares compuestos por hermanos, abuelos y sobrinos, un patrón diferente al normal para la región. Respecto a la titularidad de los predios, el 82% indicaron ser propietarios legales, un 12% son aparceros y el 6% fueron identificados como arrendatarios. Las dos últimas figuras, implican acuerdos previos por el uso del suelo, a cambio de un dinero cancelado con anterioridad. La extensión de estos predios es variable, y un 53% tienen entre 2 a 5 ha, de 5 a 10 ha el 24%, y mayores de 10 ha el 12%. Según el grado de escolaridad, el 77% de los habitantes han cursado o están en curso de formación de básica primaria y secundaria, solo una persona reporta formación de nivel profesional en educación, y la formación técnica corresponde al 21%; producto del impacto que tiene el SENA en la región con su oferta de programas (figura 3).

**Figura 4**

*Distribución tenencia de la tierra vereda Pescadero*



Las actividades productivas de la finca son desarrolladas en su mayoría por hombres e hijos varones, las labores principales son: siembra, plateo, fertilización, recolección de cosechas y manejo de ganado. Por otra parte, las mujeres juegan un rol muy importante, ya que sus labores se enfocan en los cuidados de huertas caseras, ordeño, pastoreo, y preparación de alimentos, no obstante, algunas de ellas participan en procesos de labores agropecuarias.

**4.1.2 Aspecto económico**

Desde el punto de vista económico, la vereda se caracteriza por el uso del suelo en sistemas de producción agropecuarios a baja escala, se recurre a mano de obra familiar para las labores, sin embargo, el 94% de los productores requieren mano de obra externa administrada en la modalidad de jornal. Los recursos económicos obtenidos en las fincas, se destinan a la satisfacción de las necesidades de la familia, y la mejora de herramientas y equipos de trabajo de bajo costo. Sobre los registros de rendimientos y demás aspectos contables de las actividades productivas, solo el 24% de los productores ocasionalmente los hace durante el turno de las cosechas.

Los cultivos son implementados en un 82% bajo sistemas de producción tradicional, y un 18% con algún nivel de tecnificación. La actividad pecuaria, se caracteriza por la crianza de 1 a 5 animales por finca, de 2,5 ha en promedio, donde se producen 5 litros de leche diarios por animal, que son comercializados por \$1.800. La actividad agrícola está representada por cultivos de maíz, gulupa, frijol cebolla, fresas y tomate que no superan 0,5 ha de extensión. Se identificó que el 47% de los productores considera importantes estas actividades en sus predios, y manifiestan que les permiten tener condiciones de vida básicas, sin embargo, reconocen que no es una situación de total estabilidad económica.

#### ***4.1.3 Aspecto ambiental***

El aspecto ambiental, fue reconocido por la comunidad de la vereda como importante para su calidad de vida, y el 71% de los predios, evita el uso de áreas naturales para actividades productivas. Sin embargo, el restante de fincas si llevan a cabo intervenciones en espacios naturales como ampliación de potreros, en algunos casos mediante quema del bosque. El recurso hídrico, está representado por tres cuerpos de agua, y nueve puntos de suministro denominados nacimientos, los cuales abastecen del líquido a la vereda. Un 88% de las fincas, implementa medidas de protección y conservación de cuerpos hídricos materializadas por cercas y siembra de árboles, como respuesta del valor que dan las personas al líquido; para sus requerimientos domésticos y suministro para animales y cultivos. Respecto a la gestión ambiental, el 53% manifiesta llevar a cabo procesos de compostaje de los residuos orgánicos generados, con el manejo de lombriz roja californiana y productos que resulta es aplicado al suelo durante su adecuación para establecimiento de cultivos.

Existe una gestión técnica para el manejo postcosecha de los residuos producidos, el 59% se destina a fabricación artesanal de abonos orgánicos, mientras que, el 41% realiza

dispersión del material, el cual se descompone e incorpora en el terreno, como un beneficio a la dinámica interna del suelo.

La vereda se caracteriza por un componente forestal representado por bosques naturales en un 14% (153,414 ha) y plantaciones forestales en un 0,1% (1,76 ha), el 94% de la comunidad manifiesta que su relación con el bosque andino es de conservación. No obstante, sus habitantes hacen uso de maderas para leña y arreglos locativos de sus predios, labores, llevadas a cabo sobre un manejo silvicultura ancestral, dado que el 65% indica que su mayor motivo para realizar cuidados al medio ambiente es proteger el recurso hídrico ligado a vegetación protectora de los cuerpos de agua. Respecto a las plantaciones forestales, se evidencia la baja participación de la comunidad en estas labores, manifiestan el poco valor en pago que se le otorgan al comercializar maderas de especies como *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus*, y se considera como actividad de “mala inversión” ya que no genera ganancias a corto plazo, situación que explica la baja cantidad de hectáreas plantadas en la vereda y la ausencia de prácticas silviculturales tecnificadas dentro de las ya existentes, un aspecto que será desarrollado en el siguiente producto del estudio.

#### **4.2 Escenario de uso patrimonio ambiental.**

El escenario de uso del patrimonio ambiental, se analiza a partir del suelo, bosque natural y componente forestal comercial.

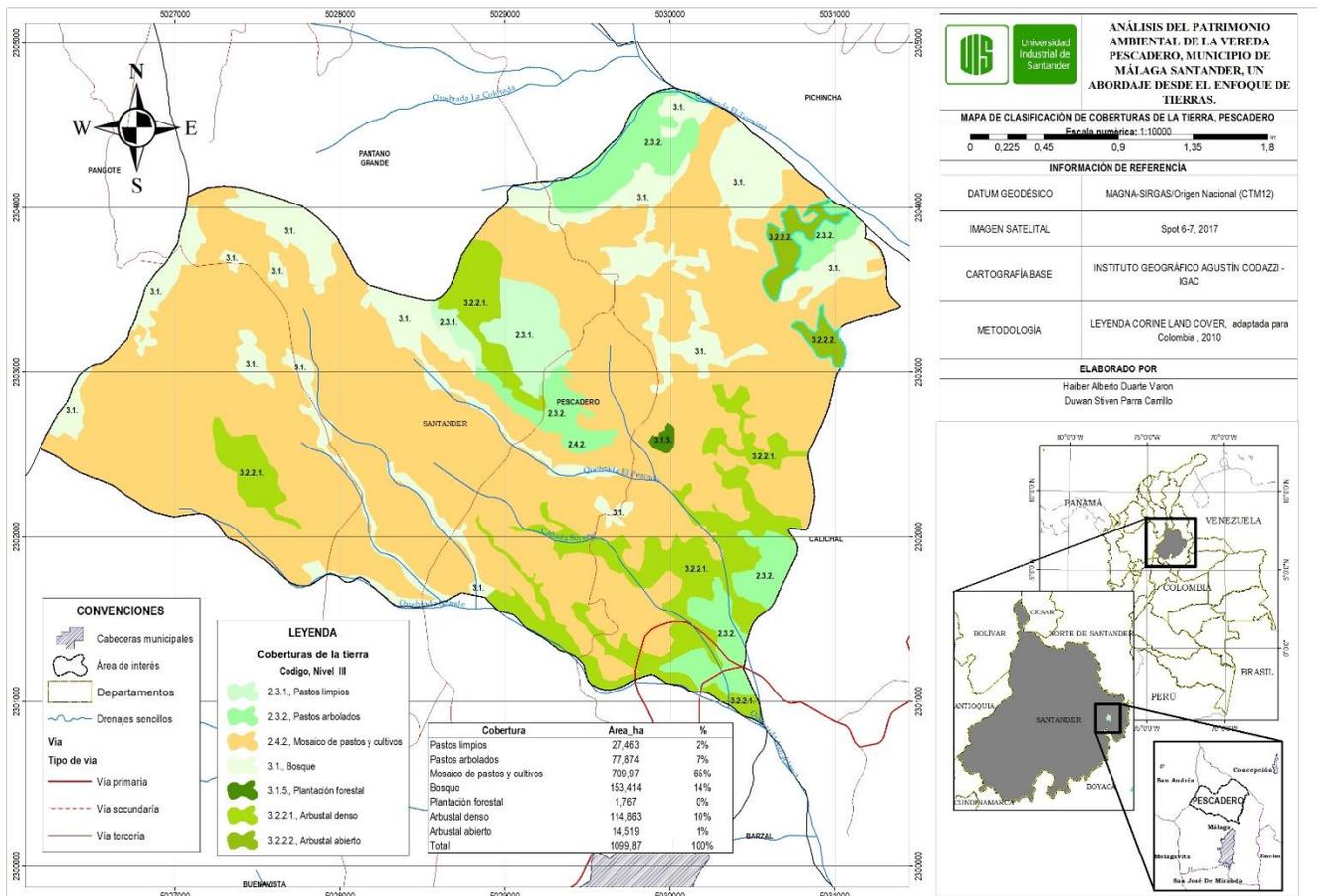
##### **4.2.1 Coberturas del suelo**

Se identificaron siete coberturas del suelo según Corine Land Cover. La mayor extensión correspondió a mosaico de pastos y cultivos con un 65%, que confirma la vocación agropecuaria en la vereda, sin embargo, la actividad es desarrollada en el 74% al incluir los

pastos limpios y arbolados. Las áreas con coberturas naturales como bosques y arbustales, solo representan el 26% de la vereda, y son evidencia del avance que ha tenido la frontera agrícola y pecuaria en el tiempo (figura 5). El análisis inicial del patrimonio ambiental desde la relación de uso que hacen las comunidades, presenta un escenario de fragmentación de coberturas, el cual será profundizado a continuación desde otros aspectos biofísicos definidos en la metodología.

**Figura 5**

*Mapa coberturas del suelo vereda Pescadero municipio de Málaga Santander*



#### 4.2.2 Recurso suelo

El suelo, según el índice de calidad estimado, indica que los tres sectores en que fue dividida la vereda, se encuentran en estado de calidad moderado (tabla 5). La parte alta, reporta el rango más bajo de calidad, debido al indicador Pt, situación asociada al manejo intensivo pecuario de la vereda donde la ganadería de leche es pilar del sustento económico. En la parte media, la Da fue el indicador con la condición más baja de calidad, esta propiedad del suelo tiene una relación directa con la Pt y los resultados confirman el alto grado de compactación del suelo. Para este escenario de uso, los suelos de la vereda indican valores de pH que oscilan entre 4,2 a 7,4 que evidencian la variabilidad de este parámetro de acuerdo con las coberturas vegetales donde la alcalinidad se presentó en las partes media y baja. Por último, la parte baja mostró como los problemas de compactación son críticos en la vereda, aunque, en este sector los terrenos abandonados y sin manejo pueden ser la causa, ya que, la ganadería no es intensiva como en la parte alta y media. Los demás indicadores del suelo, reflejaron comportamientos variados, pero es claro como las actividades productivas han causado cambios en las propiedades mecánicas y químicas del suelo.

**Tabla 6**

*Índice de calidad aditivo para suelos vereda Pescadero*

<b>Indicadores</b>	<b>Parte alta</b>	<b>Parte media</b>	<b>Parte baja</b>
pH	0,49	0,54	0,70
Da	0,40	0,38	0,74
Dr	0,41	0,61	0,58
Pt	0,36	0,49	0,27
<b>ICSA por sector</b>	<b>0,42</b>	<b>0,50</b>	<b>0,57</b>

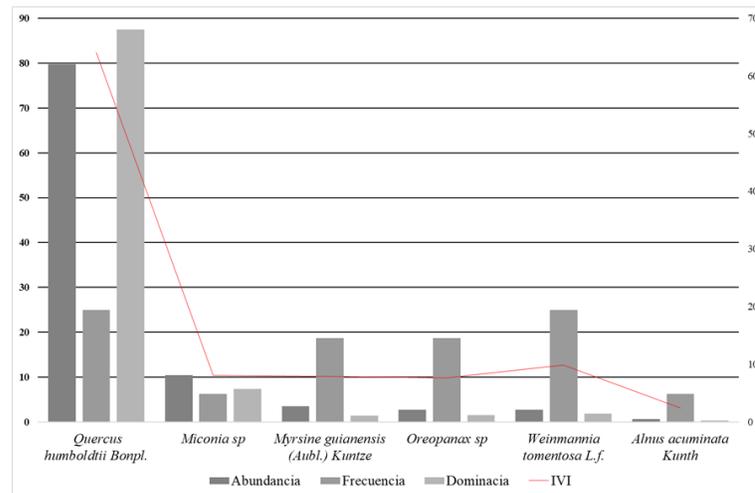
**Nota:** indicadores de calidad de suelo que se determinaron a partir del estudio. Elaboración propia.

### 4.2.3 Recursos Forestales

**4.2.3.1 Bosques.** La vereda no cuenta con una cobertura de bosque natural continua, solo el 14% de su extensión presentó esta cobertura, la especie dominante fue el Roble *Quercus humboldtii* Bonpl, encontrado en relictos ubicados en la parte alta. Este tipo de bosques, son comunes en la región andina del país, entre los 700 a 3500 m s.n.m rango altitudinal en que se ubica la vereda Pescadero. En los relictos de bosque, se registraron un total de 143 individuos con DAP mayor a 10 cm y las especies más importantes según el IVI son *Q. humboldtii* con 64% y *Weinmannia tomentosa* con 9%, donde, la mayor abundancia, frecuencia y dominancia se dio para *Q. humboldtii*, las demás especies registradas presentan menor cantidad de individuos, evidencia del estado bajo de conservación del ecosistema (figura 6).

#### Figura 6

##### Estructura horizontal relictos de bosque vereda Pescadero



El índice de Simpson con valor de 1,5 y el CM 0,4, confirman la baja riqueza de especies que clasifica el ecosistema tendiente a la homogeneidad desde la composición, resultado, que se hace visible por las condiciones de uso y manejo del patrimonio ambiental

en la vereda, que no son las óptimas para el componente forestal natural, donde otras especies diferentes de *Q. humboldtii*, han sido objeto de extracción intensiva para usos como leña y adecuaciones físicas de las fincas. Los habitantes no llevan a cabo un aprovechamiento sostenible de materias primas provenientes del bosque, acciones que limitan el aporte de bienes y servicios ecosistémicos que este les provee. Se evidenció la presencia de fumaginas ocasionadas por hongos donde probablemente afecta la especie dominante en estas áreas boscosas de la región andina, también, se presencia actividad antrópica debido a la expansión de frontera agrícola, y ganadería dentro de relictos de roble.

**4.2.3.2 Plantaciones forestales.** El componente forestal comercial en la vereda, al igual que los bosques naturales es escaso. Se identificaron, solo dos áreas con este tipo de cobertura que en total cubren una extensión de 1,7 ha, equivalentes al 0,1% de la vereda. Las especies establecidas, corresponden a *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham y *Eucalyptus globulus* Labill, que, según diálogos con la comunidad, fueron plantados sin ningún tipo de manejo silvicultural ni seguimiento. En tal sentido, la evaluación de calidad realizada, para *P. patula* confirma esta situación al obtener una valoración de 0,6 equivalente media calidad.

Las puntuaciones más bajas fueron para las variables grano en espiral y estado fitosanitario con 0,29 y 0,37 respectivamente, en calidad media están las variables reiteración, inclinación, daño mecánico y grosor de ramas, y por último el ángulo de inserción de ramas y bifurcación fueron las mejor valoradas. (tabla 6). *E. globulus* presentó un índice de calidad de 0,92 que corresponde a un estado óptimo de la plantación. Este valor, evidencia la implementación de algunas prácticas de manejo silvicultural, no obstante, la rectitud del fuste con una valoración del 0,77 fue la variable más baja, donde se identificaron individuos

con deformaciones. Para la especie, la puntuación más alta fue inclinación 0,98 un aspecto importante en términos de la comercialización de madera aserrada (tabla 6).

**Tabla 7**

*Evaluación de calidad plantaciones forestales vereda Pescadero.*

<b>Especie</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>In</b>	<b>Rec</b>	<b>Dm</b>	<b>Gr</b>	<b>Ai</b>	<b>Ge</b>	<b>Ef</b>
<i>Pinus patula</i>	0,84	0,69	0,80	0,65	0,63	0,58	0,93	0,29	0,37
<i>Eucalyptus glóbulus</i>	0,92	0,92	0,98	0,77	0,92	0,94	0,98	0,91	0,91

**Nota:** B: Bifurcación, R: Reiteración, In: Inclinación, Rec: Rectitud, Dm: Daño mecánico, Gr: Grosos de ramas, Ai: Angulo de inserción, Ge: Grano en espiral, Ef: Estado fitosanitario.

### 4.3 Contexto de tierras vereda Pescadero

La evaluación de criterios por el modelo de agregación, indica que el 25% de estos, presenta una importancia absoluta respecto del par contrastado. El restante 75% de los pares evaluados, reportan un nivel de importancia moderado según la matriz de evaluación. En este sentido, se identifican relaciones fuertes de importancia entre el suelo y la organización comunal en la vereda, la integridad ecológica y la conectividad, aspectos importantes para establecer un diagnóstico integral de la realidad rural del patrimonio ambiental en la vereda Pescadero.

Por otra parte, el 32% de criterios, tales como conectividad vial y mano de obra se encuentra a niveles de importancia débil, así mismo, en la vereda se evidencia la ausencia de

vías de accesos en óptimo estado y falta de personal calificado para realizar labores, aspecto considerado como impedimento para el desarrollo económico efectivo de la región. (tabla 8).

**Tabla 8**

*Matriz de evaluación modelo agregación.*

Crterios	S	MO	C	CD	EI	CO	IE	O	TT	I
<b>S</b>	<b>1,00</b>	1,44	2,52	0,58	1,77	1,53	2,38	2,77	1,11	2,52
<b>MO</b>	1,37	<b>1,00</b>	1,86	0,52	1,43	1,77	2,38	1,34	1,80	1,06
<b>C</b>	0,40	1,08	<b>1,00</b>	0,43	1,65	1,06	2,77	1,57	0,54	1,91
<b>CD</b>	1,73	2,08	2,38	<b>1,00</b>	1,60	1,37	2,24	2,24	2,08	1,86
<b>EI</b>	1,84	1,80	1,58	1,43	<b>1,00</b>	0,54	1,58	1,43	1,77	1,80
<b>CO</b>	0,86	1,84	1,86	1,44	1,91	<b>1,00</b>	2,17	2,24	0,49	1,73
<b>IE</b>	0,43	0,43	0,38	0,46	1,65	1,56	<b>1,00</b>	1,44	0,41	1,04
<b>O</b>	0,36	1,84	1,84	0,45	1,80	0,45	1,37	<b>1,00</b>	1,05	0,40
<b>TT</b>	1,45	1,43	1,91	0,52	1,84	2,08	2,52	2,19	<b>1,00</b>	1,43
<b>I</b>	0,41	1,86	0,54	1,06	1,43	0,58	2,47	2,52	1,60	<b>1,00</b>
<b>Total</b>	<b>9,86</b>	<b>14,78</b>	<b>15,86</b>	<b>7,89</b>	<b>16,06</b>	<b>11,94</b>	<b>20,88</b>	<b>18,72</b>	<b>11,85</b>	<b>14,75</b>

Nota: Las abreviaturas empleadas corresponden a: S: Suelo, MO: Mano de obra, C: Conectividad, CD: Condiciones de Desarrollo, EI: Estabilidad de ingreso, CO: Comercio y oportunidades de venta, IE: Integridad ecológica, O: Organización, TT: Tenencia de la tierra, I: Infraestructura.

El 17% de los subcriterios puntúan la calificación más alta respecto de su contraste, donde existe una importancia absoluta para la demanda de productos y condiciones de vida, diferente al 73% restante, que presenta una importancia débil respecto del otro, como se evidencia para índice de calidad y propiedad de la tierra. En este orden de ideas, dentro de los valores que presentaron una importancia débil o moderada, se encuentran el trabajo colectivo y disponibilidad de instalaciones y maquinaria, por consiguiente, se estima que la

vereda presenta un déficit a nivel tecnológico, otro aspecto para resaltar como limitante de la transformación y reconversión rural que, igualmente impacta sobre en la inestabilidad de ingresos para sus habitantes. (tabla 9)

**Tabla 9**

*Matriz de evaluación de sub criterios modelo agregación*

subcriterios	IS	IC	TC	PT	DM	VT	CV	EP	DP	IM
<b>IS</b>	1,00	1,23	1,80	1,11	1,92	1,90	1,96	1,99	1,85	1,99
<b>IC</b>	1,89	1,00	0,89	0,51	0,76	1,91	1,78	1,89	1,93	0,68
<b>TC</b>	1,36	1,74	1,00	0,48	1,26	1,18	1,62	1,89	1,38	1,55
<b>PT</b>	1,74	2,46	2,48	1,00	1,71	1,48	1,34	1,77	1,76	0,89
<b>DM</b>	1,28	2,29	1,91	1,69	1,00	1,40	0,83	0,76	1,91	1,29
<b>VT</b>	1,15	1,52	1,75	1,49	1,31	1,00	1,56	1,56	1,79	1,27
<b>CV</b>	1,78	1,79	1,59	1,79	1,97	1,89	1,00	1,69	0,47	1,19
<b>EP</b>	1,58	1,29	1,73	1,59	2,29	1,79	1,87	1,00	1,18	0,50
<b>DP</b>	1,69	1,23	1,74	1,37	1,73	1,75	2,48	1,78	1,00	0,76
<b>IM</b>	1,08	2,30	1,12	1,74	1,50	1,62	1,61	2,20	2,28	1,00

Nota: Las abreviaturas empleadas corresponden a: IS: índice de calidad del suelo, IC: índice de conservación, TC: trabajo colectivo, PT: propiedad de la tierra, DM: disponibilidad de mano de obra calificada, VT: vías del territorio, CV: condiciones de vida, EP: estabilidad de precios, DP: demanda productos, IM: disponibilidad de instalaciones y maquinaria.

El análisis, indica que la alternativa 1 es la principal opción para proyectar el manejo y gestión del patrimonio ambiental en la vereda Pescadero. Esta, se caracteriza por la tecnificación del campo, acción que igualmente contempla disponer de capital económico, sobre los cuales se generan rendimientos iguales o superiores al promedio de la región (tabla 10). La selección de esta alternativa, plantea mejorar las condiciones actuales en la vereda vistas desde el análisis integral, donde se tendrá acompañamiento de asistencia técnica dentro

de procesos de producción y planificación de actividades agropecuarias, dando un valor agregado a cosechas a nivel de predios o grupo de predios en la vereda. Se debe contar con insumos y capital suficiente para llevar a cabo un rendimiento que supere al actual, y así generar un mayor acceso a tecnología y condiciones de vida optimas para los habitantes de la zona de estudio.

### **Tabla 10**

*Vector de la prioridad de las alternativas.*

<b>Criterios</b>	<b>Prioridades</b>
<i>Alternativa 1</i>	84%
<i>Alternativa 2</i>	16%

En cuanto a criterios, los cuatro primeros indicadores ubicados en el Ranking son, las condiciones de desarrollo, el suelo, tenencia de la tierra y estabilidad de ingreso. Los menor valorados fueron la organización comunal, conectividad vial, infraestructura y mano de obra, debido a que se obtuvieron valores de menor importancia, esto producto de una baja consideración por parte de los habitantes de la vereda, donde predomina los usos del suelo y la estabilidad económica.

A nivel de subcriterios, los dos más importantes son la calidad del suelo y la infraestructura para la industria. Los estándares relacionados con la infraestructura técnica, indican que para el desarrollo de la vereda se requiere un nivel de tecnología, situación acorde con la alternativa 1, los de menor importancia son índice de conservación, trabajo colectivo, vías del territorio y disponibilidad de mano de obra.

**Tabla 11***Resultados del modelo AHP para parámetros de la vereda Pescadero.*

<i>Dimensión</i>	1) Pesos		2) Ranking elementos	3) Unidad Alternativas		4) Ranking	
	<i>Local</i>	<i>Global</i>		1	2	1	2
<i>Criterio</i>							
<i>Sub-criterio</i>							
<b>META</b>							
<b>Ambiental</b>	0,242	1,121	2	0,833	0,167	1	2
<b>Suelo</b>	0,119	1,622	2	0,875	0,125	1	2
<i>Índice de calidad del suelo</i>	0,113	1,668	1	0,875	0,125	1	2
<b>Integridad ecológica</b>	0,062	0,851	1	0,854	0,146	1	2
<i>Índice de conservación</i>	0,086	1,327	1	0,875	0,125	1	2
<b>Social</b>	0,166	0,694	3	0,833	0,167	1	2
<b>Organización</b>	0,072	1,008	9	0,875	0,125	1	2
<i>Trabajo colectivo</i>	0,090	1,339	9	0,250	0,750	2	1
<b>Tenencia de la tierra</b>	0,114	1,540	3	0,750	0,250	1	2
<i>Propiedad de la tierra</i>	0,109	1,630	3	0,750	0,250	1	2
<b>Económico</b>	0,499	2,486	1	0,167	0,833	2	1
<b>Mano de obra</b>	0,104	1,389	6	0,900	0,100	1	2
<i>Disponibilidad de mano de obra calificada</i>	0,096	1,422	7	0,167	0,833	2	1
<b>Conectividad</b>	0,081	1,122	8	0,750	0,250	1	2
<i>Vías del territorio</i>	0,096	1,434	8	0,750	0,250	1	2
<b>Condiciones de desarrollo</b>	0,134	1,788	1	0,900	0,100	1	2
<i>Condiciones de vida</i>	0,102	1,508	5	0,875	0,125	2	1
<b>Estabilidad del ingreso</b>	0,112	1,465	4	0,875	0,125	1	2
<i>Estabilidad de precios</i>	0,098	1,473	6	0,875	0,125	1	2
<b>Comercio y oportunidad de venta</b>	0,110	1,472	5	0,750	0,250	1	2
<i>Demanda</i>	0,102	1,548	4	0,750	0,250	1	2
<b>Tecnología</b>	0,374	0,396	4	0,900	0,100	1	2
<b>Infraestructura</b>	0,093	1,259	7	0,875	0,125	1	2
<i>Disponibilidad de instalaciones y maquinaria</i>	0,109	1,631	2	0,833	0,167	1	2

## 5. Discusión

La relación de uso y manejo del patrimonio ambiental en la vereda, se caracteriza por el desarrollo productivo de enfoque pecuario, destinado principalmente al comercio de leche en el mercado local, actividad económica que Nivia et al., (2018) clasifican en tres niveles de tecnificación, donde el modelo familiar tradicional es el más común en pequeñas fincas y presenta el menor grado de tecnificación, situación acorde a los resultados obtenidos. La mano obra en las fincas en su mayoría es familiar, implementada en sistemas de minifundio por parte de propietarios. En tal sentido, las fincas estudiadas encajan en este patrón, sin embargo, este modelo de producción tradicional tiene altos costos de explotación y bajos ingresos, situación que concuerda con estudios de Zuluaga y Madrid (2010) en el altiplano cundiboyacense, donde se reconoce esta modalidad de trabajo como la más común en ruralidad andina, sin los mejores resultados en términos económicos. El impacto determinado sobre suelo, concuerda con Chará, (2018) quien hace énfasis en el daño que causa la ganadería extensiva en la física del recurso natural. Este autor, considera a la compactación como el indicador más crítico de la condición de suelo en zonas lecheras del país, y para el estudio fue el más sensible.

Respecto de los parches de bosque, León et al., (2009) reportan bajas diversidades en parches de robledal en la cordillera central de Colombia, situación similar a los resultados obtenidos según el índice de Simpson y CM en la vereda pescadero, que confirman la crítica situación de este componente del patrimonio ambiental en la región. Los hallazgos de flora, indican que *Q. humboldtii* es la especie más abundante, frecuente y dominante, resultado que

Ávila et al., (2010) igualmente concluyen para parches de robledal estudiados en el municipio de Encino en Santander.

El grado de conservación de los parches de bosque en el contexto social, se validó como bajo, registrado por (Segura-Madrigal; et al, 2020) afirma que esta diferencia puede atribuirse al devastador impacto por la intervención antrópica principalmente por la ganadería extensiva, está causando en los bosques de robledal en santa Isabel en el Tolima. esto por el estado actual de la regeneración natural según el conteo de latizales que fue escaso, situación contraria a lo reportado por Cabezas y Ospina, (2010), quienes indican que las densidades de regeneración para robledales en fragmentos pequeños son altas para la región andina en el Cauca, diferencias atribuibles al análisis del tamaño de estos y la incidencia de luz, aspectos no incluidos en estudio.

Los indicadores seleccionados en el estudio para evaluar la calidad del suelo, concuerdan con García et al., (2012) quienes consideran a la Da, Pt, Dr y pH como las principales propiedades que expresan una condición de uso del suelo en Colombia. En este sentido, estudios de Calderón et al., (2018) en el departamento del Meta para bosque, SAF y praderas igualmente concuerdan con los resultados de compactación hallados en la vereda pescadero, donde la Da fue el indicador de más baja valoración, esto por las actividades pecuarias, aspecto que los autores también ratifican como la principal causa. Respecto del pH, esta propiedad presentó variación según la segmentación de la vereda, siendo más ácido en la parte alta, situación similar reporta Vallejo et al., (2017), en estudios de la región Andina para coberturas donde se mezclan pastos y bosques. Los valores alcalinos de pH concuerdan con Jamioy et al., (2014) en suelos agrícolas de cultivos transitorios condición similar a la reportada en este estudio en la parte baja de la vereda.

El valor promedio de las variables para evaluar la calidad de plantaciones forestales, difiere del estudio de Jiménez, (2008), quien no reporta reiteración, rectitud y estado fitosanitario en malas condiciones como si fue el caso de la puntuación final en la vereda Pescadero, situación que ratifica los vacíos técnicos respecto del manejo silvicultura en este tipo de cultivos productivos.

La toma de decisiones respecto del patrimonio ambiental, es una herramienta estratégica en la proyección del territorio rural. Para el estudio, este proceso se realizó mediante AHP, igualmente empleado por Delgado et al., (2010), quienes compararon técnicas de evaluación jerárquica multicriterio, para determinar áreas con aptitud y así establecer proyectos forestales comerciales, situación que para la vereda pescadero presento un enfoque más holístico respecto del uso de suelo. En el análisis se utilizaron 10 criterios que canalizaron la toma de decisiones en la vereda Pescadero, contrario a lo descrito por Hernández et al., (2019), quienes, utilizaron de 8 variables para la selección de áreas óptimas y no óptimas, donde el fin era solamente plantaciones forestales y donde los resultados mostraron que la mayor importancia fue para el clima. En términos generales, la evaluación de tierras realizada, contiene un mayor número de criterios, que plasman igualmente una visión más integral ajustada al concepto de tierras asumido. Nuestros resultados, reconocen el aporte de los criterios sociales, los cuales están determinados con una menor importancia respecto de los demás, no obstante, no se deben dejar de lado, ya que son fundamentales para el manejo sostenible de tierras y patrimonio ambiental.

## 6. Conclusiones

La relación sociedad – ambiente, mostró la dependencia de las comunidades en alto grado de los recursos naturales disponibles en la vereda, que son usados para fomento de actividades productivas. Sin embargo, la estabilidad económica es un aspecto donde aún se presentan retos para convertir los sistemas productivos actuales en espacios de uso del patrimonio ambiental sostenibles.

El patrimonio ambiental en la vereda Pescadero, reflejó condiciones no óptimas para áreas naturales, el suelo y los cultivos forestales comerciales, aspectos críticos en un contexto de tierras. En tal sentido, el diagnóstico aportado por el estudio se convierte en línea base para establecer acciones de manejo forestal y gobernanza del territorio tendientes a mejorar las condiciones del patrimonio ambiental en la vereda Pescadero.

Es necesario, iniciar acciones que permitan fortalecer el componente forestal comercial en la vereda Pescadero, la extensión actual de especies destinadas para suministro de madera no aseguran este recurso, lo que posiblemente incremente la presión sobre los relictos de bosques en la parte alta, situación que compromete el patrimonio ambiental y los servicios ecosistémicos que aportan a las comunidades.

Las dimensiones evaluadas en el AHP son de gran importancia en la toma de decisiones sobre el manejo y uso del patrimonio ambiental en la vereda, donde se hace énfasis en las condiciones económicas, las cuales, son de mayor importancia para la comunidad, seguido en nivel de importancia el componente ambiental, dado que la comunidad posiciona como prioridad la economía local sobre el ambiente.

## **7. Recomendaciones**

Implementar procesos de caracterización social de los habitantes en la vereda Pescadero, en intervalos de tiempo; que permitan un mayor entendimiento de las dinámicas propias de las comunidades rurales del municipio de Málaga, de tal forma, que los datos recopilados sean insumos para la toma de decisiones en los entes territoriales.

Desarrollar líneas de investigación al interior del programa de ingeniería forestal, donde la gestión del territorio y los aspectos de sostenibilidad; sean integrados a las áreas propias de las ciencias forestales, y lograr superar las barreras que muchas veces solo direccionan el conocimiento forestal hacia el bosque.

Continuar con estudio del patrimonio ambiental de las demás veredas del municipio, con una proyección hacia los demás que integran la Provincia de García Rovira, donde las problemáticas rurales pueden ser manejadas desde el enfoque integral abordado en el estudio.

**Referencias bibliográficas**

- Ávila, F., Ángel, S., & López, R. (2010). Diversidad y estructura de un robleal en la Reserva Biológica Cachalú, Encino (Santander-Colombia). *Colombia forestal*, 13(1), 87-116.
- Benavides-Santacruz, B. G., Rodríguez-Espinosa, H., & Cerón-Muñoz, M. F. (2020). Análisis de sostenibilidad de modelos asociativos agropecuarios en Antioquia. *Acta Agronómica*, 69(4), 266-274. doi: <https://doi.org/10.15446/acag.v69n4.86568>
- Beyris-Mazar, A., Almarales-Castro, A., López-Castillo, P., Fornaris-Gómez, E., & Morell-Bayard, A. (2020). Factores asociados con la sostenibilidad ambiental en la cuenca San Juan. *Ciencia en su PC*, 1(4), 15-29.
- Cabezas, A., & Ospina, R. (2010). Análisis del paisaje y de su relación con la regeneración del roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) en el municipio de Popayán, departamento del Cauca. *Colombia Forestal*, 13(2), 189-200.
- Calderón-Medina, C. L., Bautista-Mantilla, G. P., & Rojas-González, S. (2018). Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta. *Orinoquia*, 22(2), 141-157. <https://doi.org/10.22579/20112629.524>
- Cantú, M., Becker, A., Bedano, J., & Schiavo, H. (2007). Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices. *Ciencia del suelo*, 25(2), 173-178.

Censo Nacional Agropecuario [DANE] (2014). Departamento nacional de estadística (2014).

Recuperado de: <https://n9.cl/7mnd7>

Chará, P. (2018). Los sistemas silvopastoriles y la conservación de macroinvertebrados del suelo: una revisión. *Agroforestería neotropical*, (8), 6. Recuperado a partir de

<https://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/2244>

Comité de Oxford de Ayuda contra el Hambre [OXFAM] (2017). Defendamos la tierra.

Recuperado de: <https://n9.cl/tz6ok>

Curtidor, L., & Viscaya, L. (2016). Determinación del estado actual del conflicto del uso del suelo en Santander, Colombia. *Dinámica ambiental*, (1), 59-70.

<https://doi.org/10.18041/2590-6704/ambiental.1.2016.4591>

Delgado, C., Valdez, J., Fierros, A., Posadas, H., & Gómez, A. (2010). Aptitud de áreas para plantaciones de Eucalipto en Oaxaca y Veracruz: Proceso de análisis jerarquizado vs. Algebra booleana. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1(1), 123-133.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, [IGAC]. (2014), (2019). Para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Recuperado de: <https://n9.cl/tp9g7>

FAO. (2013). Seguridad y Soberanía Alimentaria 2013 documento bases. <https://www.fao.org/3/ax736s/ax736s.pdf>

FAO. (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales 2018 principales resultados. <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>

García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y forrajes*, 35(2), 125-138.

Gutiérrez, F., & García, P. (2016). Acceso a la tierra y derechos de propiedad campesinos: recorriendo los laberintos. *Revista Colombiana de Antropología*, 52(1), 91-116.

Hernández-Zaragoza, P., Valdez-Lazalde, J. R., Aldrete, A., & Martínez-Trinidad, T. (2019). Evaluación multicriterio y multiobjetivo para optimizar la selección de áreas para establecer plantaciones forestales. *Madera y bosques*, 25(2).  
<https://doi.org/10.21829/myb.2019.2521819>.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2021). Consulta y descarga datos de datos hidrometeorológicos. Recuperado de: <https://n9.cl/r7z3a>

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2018). Manual de Campo Inventario Forestal Nacional Colombia. Bogotá Colombia. Nuevas Ediciones SAS. Recuperado de: <https://n9.cl/846d3>

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2010). Mapa de coberturas de las tierras. Recuperado de: <https://n9.cl/slsuy>

Jamioy, D., Menjivar, J., & Rubiano, Y. (2015). Indicadores químicos de calidad de suelos en sistemas productivos del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. *Acta Agronómica*, 64(4), 302-307. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n4.38731>

Jiménez, C. (2008). Calidad y valoración de plantaciones forestales: aplicación práctica en cinco plantaciones de *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm. (cebo) en las zonas Norte y Atlántica de Costa Rica. *Kurú: Revista Forestal (Costa Rica)*, 5(15), 5.

Landínez-Torres, A., & Fagua, C. El microbiota del suelo: estudios de caso en agroambiental altoandinos colombianos. In *1er Congreso colombiano de micología* (p. 168).

- Largaespada, K., & Henríquez, C. (2015). Distribución espacial de la humedad y su relación con la textura en un suelo. *Agronomía Costarricense*, 39, 137-147.
- Lemus, R., & González, S. (2020). Análisis de la sustentabilidad de unidades productivas cafeteras en tres municipios de la provincia de Guantán, Santander. *Ciencia y Agricultura*, 17(3). <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n3.2020.11615>
- León, J., Vélez, G., & Yepes, A. (2009). Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 57(4), 1165-1182.
- Linares, R. (2015). Guía para el Desarrollo de la Ordenación Forestal Integral y Sostenible en Colombia. *Bogotá DC: Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*.
- Moretti, L., Rodríguez, D., Angelini, M., & Morrás, H. (2012). Génesis de suelos en un sector del piedemonte aluvial del Chaco salteño. *Ciencia del suelo*, 30(2), 161-172.
- Murillo, O., & Badilla, Y. (2004). Evaluación de la calidad y estimación del valor en pie de la plantación forestal. *Escuela de Ingeniería Forestal, ITCR. Cartago, Costa Rica*.
- Nivia, A., Beltrán, E., Marentes, D., & Pineda, A. (2018). Caracterización técnico-administrativa de los sistemas de producción bovino de leche de pequeña escala en una región central de Colombia. *Idesia (Arica)*, 36(2), 259-268. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000601>
- Rengifo, D., Gaviria, A., & Baquero, O. (2019). Construcción de un Índice de Sostenibilidad Ambiental y su aplicación en parcelas productivas campesinas del Municipio de Dagua. *Ingeniería y competitividad*, 21(2). <https://doi.org/10.25100/iyc.v21i2i.7708>

- Rodríguez, R., Cortizo, D., & Frediani, J. (2021). Problemáticas urbano-ambientales en torno a la expansión urbana en el partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 30(2), 39-63. DOI: <https://doi.org/10.52292/j.rug.2021.30.2.0025>
- Silva, S., & Correa Restrepo, F. (2009). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Semestre económico*, 12(23), 13-34.
- Solleiro-Rebolledo, E., Sedov, S., Sycheva, S., Sánchez Pérez, S., Pustovoitov, K., & Sauer, D. (2015). Influencia de los paleosuelos en los procesos exógenos modernos en la porción noreste de la Cuenca de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67(2), 255-272.
- Valdivia, L., González Manrique de Lara, T. F., & Julca-Otiniano, A. M. (2020). Sustentabilidad ambiental de las concesiones forestales en el departamento Huánuco, Perú. *Madera y bosques*, 26(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632062>
- Vallejo, V., Afanador, L., Hernández, M., & Parra, D. (2018). Efecto de la implementación de diferentes sistemas agrícolas sobre la calidad del suelo en el municipio de Cachipay, Cundinamarca, Colombia. *Bioagro*, 30(1), 27-38.
- Zuluaga, I., & Madrid, L. (2010). Gestión Gerencial En El Sector Agropecuario Tradicional Colombiano. *Revista Civilizar de Empresa y Economía*, 1(1), 7-22.