

Estudio multitemporal de cambios en las coberturas vegetales, del municipio de San José de
Miranda Santander en los últimos 30 años.

Jhon Estiven Ortiz Rojas

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero forestal

Director

Sandra Milena Díaz López

MSc. Manejo, Uso y Conservación del Bosque

Universidad Industrial de Santander

Instituto de proyección regional de educación a distancia

IPRED

Ingeniería Forestal

Bucaramanga, Santander

2022

Dedicatoria

A mi familia, Dios y la Virgen María, quienes son mi inspiración, apoyo y motor para salir adelante, luchar por mis sueños a pesar de los diferentes obstáculos que se me han presentado, quienes a lo largo de la vida me han enseñado que, con trabajo, esfuerzo, humildad y respeto por los demás, es posible alcanzar los sueños, salir adelante y ser cada día mejor persona, gracias por estar conmigo en las adversidades, por hacer de mí el ser humano que soy hoy en día y por ayudarme a alcanzar cada una de las metas que me he propuesto a lo largo de mi vida, sin ustedes no hubiese sido posible materializar ese gran sueño de ser profesional y graduarme como Ingeniero forestal.

Agradecimientos

A mi familia, a Dios y la Virgen María, por brindarme apoyo y fortaleza para seguir adelante con el desarrollo de mi proceso académico, a la Universidad Industrial de Santander sede Málaga, por brindarme la oportunidad de ingresar y formarme como persona y profesional integro, a mi directora MSc. Sandra Milena Díaz López y a mi evaluadora de trabajo de grado MSc. Doris Duarte Hernández, por brindarme no solo su apoyo y conocimientos, sino también, por hacer de mi un mejor estudiante y profesional.

A las distintas personas, que contribuyeron para que fuera posible el desarrollo de mi investigación, gracias compartir sus conocimientos y a cada una de las personas que de una u otra manera aportaron un grano de arena en la construcción de mi proyecto de vida, infinitas gracias a todos hoy, mañana y siempre.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	15
2. Objetivos.....	17
2.1 Objetivo General.....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3. Marco referencial	18
3.1 Marco histórico	18
3.1.1 Marín et al, 2016.....	18
3.1.2 Flórez et al, 2016.....	18
3.1.3 Buitrago y Aguirre, 2016.....	18
3.1.4 Nieto et al., 2016.....	19
3.1.5 Quintana, 2017.....	19
3.1.6 Achicanoy et al., 2018	19
3.1.7 Salas et al., 2019	20
3.1.8 Valencia et al, 2019.....	20
3.1.9 Guzmán y Flórez, 2019.....	20
3.1.10 Wanumen et al., 2019	21
3.1.11 López, 2021.....	21
3.2 Marco teórico	21
3.2.1 Teledetección remota.....	21
3.2.2 Tipos de teledetección remota	22
3.2.3 Fases de la teledetección.....	22

3.2.4 Longitud de onda	23
3.2.5 Principales aplicaciones de la teledetección	23
3.2.6 Resoluciones de un sensor	23
3.2.6.1 La resolución espacial.....	23
3.2.6.2 La resolución radiométrica.	24
3.2.6.3 La resolución espectral.	24
3.2.6.4 La resolución temporal.	24
3.2.6.5 La resolución angular.....	24
3.2.7 El tratamiento previo o restauración de las imágenes.....	24
3.2.8 El análisis de las imágenes.....	25
3.2.9 La clasificación digital de las imágenes.....	25
3.2.10 Entrevistas semiestructuradas	25
3.2.10.1 Ventajas de las entrevistas semiestructuradas.....	26
3.2.10.2 Desventajas de las entrevistas semiestructuradas.	26
3.2.10.4 Fases de la entrevista semiestructurada.	26
3.2.10.5 Interpretación.	26
4. Metodología	27
4.1 Área de estudio	27
4.2 Búsqueda y selección de imágenes satelitales	29
4.3 Procesamiento y análisis de imágenes satelitales	30
4.4 Elaboración de mapas preliminares	30
4.5 Muestreo y asignación de puntos de verificación en campo.....	31
4.6 Diseño de la entrevista semiestructurada.....	31

4.7 Establecimiento de recorridos y trazado de rutas en campo	31
4.8 Verificación de las coberturas en campo	32
4.9 Aplicación de entrevistas semiestructuradas	33
4.10 Corrección y ajuste de coberturas	33
4.11 Elaboración de mapa de conectividad ecológica	34
4.12 Elaboración de productos finales	34
5. Resultados	35
5.1 Análisis de coberturas mediante la comparación de imágenes satelitales de 1987 y 2022	35
5.1.1 Elaboración mapa de coberturas vegetales correspondiente al año 1987	35
5.1.2 Elaboración mapa de coberturas vegetales correspondiente al año 2022	38
5.1.3 Elaboración de mapa de marcadores de cambios en las coberturas.....	42
5.2 Determinación de causas subyacentes relacionadas con el cambio de las coberturas	48
5.2.1 Realización de entrevistas semiestructuradas	48
5.3. Generalidades.....	53
5.4 Elaboración mapa de conectividad ecológica del área de estudio	57
6. Discusión.....	61
7. Conclusiones	65
8. Recomendaciones	66
Referencias Bibliográficas	68

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Valores de área en hectáreas por cobertura para el año 1987.	36
Tabla 2. Valores de área en hectáreas por cobertura para el año 2022.	39
Tabla 3. Causas subyacentes organizadas por categorías y subcategorías.	50
Tabla 4. Datos básicos de las personas entrevistadas del municipio	52

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Localización del área de estudio.....	28
Figura 2. Mapa clasificación de coberturas correspondiente al año 1987.	37
Figura 3. Mapa clasificación de coberturas correspondiente al año 2022.	40
Figura 4. Valores de área por cobertura para los años 1987 y 2022.	41
Figura 5. Mapa de las zonas con los mayores cambios en las coberturas.	43
Figura 6. Sección 1, mapa de las zonas con mayores cambios en las coberturas.	44
Figura 7. Sección 2, mapa de las zonas con mayores cambios en las coberturas.	45
Figura 8. Sección 3, mapa de las zonas con mayores cambios en las coberturas.	46
Figura 9. Sección 4, mapa de las zonas con mayores cambios en las coberturas.	47
Figura 10. Sección 5, mapa de las zonas con mayores cambios en las coberturas.	48
Figura 11. Mapa de conectividad ecológica del municipio de San José de Miranda.	58

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndices.....	77
Apéndice A. Mapa cartografía base del municipio de San José de Miranda.....	77
Apéndice B. Mapa preliminar de verificación en campo de coberturas.	78
Apéndice C. Corroboración de coberturas en campo.	79
Apéndice D. Formato de corroboración de coberturas en campo.....	80
Apéndice E. Elaboración de entrevistas semiestructuradas.	81
Apéndice F. Formato de entrevistas semiestructuradas.	82
Apéndice G. Tejido urbano continuo.....	83
Apéndice H. Tejido urbano discontinuo.	84
Apéndice I. Bosque fragmentado (Robledal).....	85
Apéndice J. Bosque ripario.	86
Apéndice K. Mosaico de pastos cultivos y espacios naturales.	87
Apéndice L. Mosaico de pastos y espacios naturales.	88
Apéndice M. Cultivos confinados (invernaderos).	89
Apéndice N. Cultivos de café bajo sombrío.	90
Apéndice O. Zonas de extracción minera.	91
Apéndice P. Arbustal abierto mesófilo.	92
Apéndice Q. Herbazal denso de tierra firme con arbustos.....	93
Apéndice R. Herbazal denso de tierra firme arbolado.....	95
Apéndice S. Vegetación secundaria o en transición.	96
Apéndice T. Lista de morfoespecies y familias identificadas en campo.	97

Glosario

Bandas multispectrales: Son los diferentes radios de frecuencia en que se divide el espectro electromagnético, cuyos colores en ocasiones no son visibles al ojo humano y que son medidos por las imágenes multispectrales (Pucha et al., 2017).

Coberturas vegetales: Son las capas vegetales naturales y no naturales, resultado de la acción del ser humano, suministran información importante para diversos procesos nacionales y regionales, como los mapas de ecosistemas, inventarios forestales, ordenación de cuencas y del territorio, junto con el seguimiento a los diversos problemas asociados con la deforestación (IDEAM, 2010).

Corredores ecológicos: También conocidos como conectores ecológicos, son aquellas vías que permiten la dispersión o movilidad de los seres vivos a través de dos hábitats o más hábitats en los cuales se encuentran las condiciones favorables para su desarrollo (García y Abad, 2014).

Composiciones a falso color RGB: También conocidos como filtros, son una técnica de análisis en teledetección remota, donde, a través de un juego de bandas, es posible combinar las bandas roja (Red), verde (Green) y azul (Blue) que hacen parte de una imagen multispectral, en una nueva, la cual, permite observar más detalladamente, la vegetación, masas de agua entre otros elementos de la cobertura terrestre (Matellanes Roberto, 2019).

Escala: Es la relación que existe entre las magnitudes de los elementos representados en el mapa y las que estos poseen en la realidad, es la que permite reducir determinada superficie terrestre para representarla en un mapa o documento de tamaño bastante inferior (Pucha et al., 2017).

Estudios multitemporales: Son análisis de tipo espacio-temporal, en los cuales, se realiza una comparación de las coberturas interpretadas dentro de la zona de estudio, a través de imágenes satelitales, fotografías aéreas o mapas existentes de esa determinada zona, pero, teniendo en cuenta

que estos sean de distintos periodos de tiempo, con el fin, de evaluar los cambios en las condiciones de las coberturas durante ese periodo de tiempo (Veloza 2017).

Imágenes Satelitales: También conocidas como imágenes de observación de la tierra, son fotografías, tomadas desde el espacio por un satélite, el cual dispone de un sensor instalado en su interior, que capta la radiación electromagnética emitida o reflejada por una superficie, que posteriormente se transmite a estaciones terrestres para su visualización, procesamiento y análisis, dichas imágenes son de acceso tanto libre como privado y sus características varían, según el tipo de sensor por el que fueron tomadas (Axess Networks. 2019).

Leyenda Corine Land Cover: Es un documento publicado en 2010, en el cual el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) y el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), adaptaron para Colombia, la metodología europea de Corine Land Cover. Es una leyenda de las coberturas de la tierra del país, a escala 1:100000 que se adoptó con el fin de consolidar la metodología para realizar la caracterización de coberturas naturales y antropizadas, presentes en el territorio (IDEAM, 2010).

Modelo ráster: Es una estructura basada en una matriz de celdas representadas en filas y columnas, cada celda almacena información de una variable como temperatura, precipitación etc. Este modelo no recopila las coordenadas de cada una de las celdas sino los valores de cada una de estas, por lo que su representación es fija y regular (Pucha et al., 2017).

Modelo vectorial: Es una estructura donde no existen unidades fundamentales que dividen la zona recogida, sino que se recoge la variabilidad y características de esta mediante entidades geométricas, cada entidad geométrica posee características constantes, este modelo si recopila el espacio geográfico y lo representa a través de línea, puntos y polígonos (Pucha et al., 2017).

Sistemas de información geográfica (SIG): Son los que permiten a través de un trabajo estructurado, reunir, gestionar y analizar diversos tipos de datos de ubicación espacial y los organiza en capas de información para su posterior visualización, como es el caso de mapas, escenas e imágenes 3D que ayudan a los usuarios a analizar, tomar decisiones y resolver problemas alrededor del mundo (Aeroterra, 2021).

Verificación en campo de coberturas: Es un proceso que de acuerdo con la metodología Corine Land Cover, se debe realizar a la hora de elaborar mapas de la cobertura de la tierra, ya que se debe corroborar en campo que los resultados de la interpretación de las imágenes satelitales, realizados en oficina correspondan con lo que realmente existe en el sitio o zona de interés del estudio (IGAC, 2021).

Resumen

Título: Estudio multitemporal de cambios en las coberturas vegetales, del municipio de San José de Miranda Santander en los últimos 30 años.*

Autor: Jhon Estiven Ortiz Rojas**

Palabras Clave: Coberturas, imágenes satelitales, mapas, agricultura, ganadería y entrevistas.

Descripción:

El presente estudio contribuye al análisis de los diversos cambios ocurridos en las coberturas del municipio de San José de Miranda durante los últimos 30 años, con el fin de identificar las causas subyacentes o aspectos socioculturales, que han incidido de manera directa e indirecta en dichos cambios, como recursos clave se utilizaron imágenes satelitales SPOT 1 del año 1987 y Planet Scope del 2022, todo el procesamiento de estas, la elaboración de los mapas preliminares y finales a escala 1:25.000, se llevó a cabo en el software QGIS versión 3.16, la asignación de las clases se hizo según lo establecido en la leyenda Corine Land Cover de Colombia. Además, se realizaron entrevistas semiestructuradas a personas que habitan cerca a los sitios con mayores cambios, para recopilar información que permitiera encontrar las causas subyacentes y relacionarlas con los cambios. Dentro de los resultados obtenidos se encontró que evidentemente el municipio sí ha sufrido cambios en sus coberturas y uso de suelo, que la cobertura dominante hace 35 años era el mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, pero, actualmente ya no lo es y pasó de formar el 72% de área de total de las coberturas a solo el 35%, esto debido a cambios de uso de suelo como reemplazo de la agricultura por la ganadería, implementación de cultivos confinados (invernaderos) y la aparición de vegetación secundaria, además, según las personas entrevistadas, el cambio de uso de suelo y modos de vida de las personas son las causas que han favorecido los cambios, lo cual, es positivo en términos ecológicos, pero, negativo en términos socioculturales al perderse poco a poco la cultura y tradiciones ancestrales del municipio.

* Trabajo de Grado

** Instituto de proyección regional y educación a distancia IPRED. Programa Ingeniería forestal. Director: Sandra Milena Díaz López. MSc. Manejo, Uso y Conservación del Bosque.

Abstract

Title: Multitemporal study of changes in vegetation cover in the municipality of San José de Miranda Santander in the last 30 years*.

Author: Jhon Estiven Ortiz Rojas**

Key Words: Coverages, satellite images, maps, agriculture, livestock and interviews.

Description:

The present study contributes to the analysis of the diverse changes occurred in the coverages of the municipality of San José de Miranda during the last 30 years, in order to identify the underlying causes or socio-cultural aspects, which have influenced directly and indirectly in these changes, as key resources were used SPOT 1 satellite images of the year 1987 and Planet Scope of 2022, all the processing of these, the elaboration of the preliminary and final maps at scale 1:25.000 scale, was carried out in QGIS software version 3.16, the assignment of classes was made according to the Corine Land Cover legend of Colombia. In addition, semi-structured interviews were conducted with people living near the sites with the greatest changes, in order to gather information that would allow us to find the underlying causes and relate them to the changes. Among the results obtained, it was found that the municipality has evidently undergone changes in its land cover and land use, that the dominant cover 35 years ago was the mosaic of crops, pastures and natural spaces, but currently it is no longer so and went from forming 72% of the total area of cover to only 35%, this due to changes in land use such as replacement of agriculture by livestock, According to the people interviewed, the change in land use and people's lifestyles are the causes that have favored these changes, which is positive in ecological terms, but negative in sociocultural terms, as the culture and ancestral traditions of the municipality are gradually being lost.

* Degree Work

** Instituto de proyección regional y educación a distancia IPRED. Programa Ingeniería forestal. Director: Sandra Milena Díaz López. MSc. Manejo, Uso y Conservación del Bosque.

Introducción

Con el paso de los años, son evidentes los cambios paulatinos en la conformación y forma del paisaje, por lo tal motivo, es de gran importancia estudiar dichos cambios y las causas que han ayudado o incentivado a que se presenten (Marín et al, 2016). Estudiar dichos cambios permitirá no solo evaluar el estado actual de las coberturas y su variación con el paso del tiempo, sino también servirá como insumo clave a la hora de realizar planificaciones del territorio e implementación de estrategias de conservación y planes de manejo ambiental (López, 2021).

Se eligió el municipio de San José de Miranda - Santander, debido a su variedad de zonas de vida, ubicación geográfica y el hecho de que este municipio cuenta con un EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial) disponible desde el año 2003, en el que no se contempla información concreta alusiva al estado de las coberturas del territorio, ni tampoco hay un registro de estudios previos que se hayan aplicado en la zona alusivos al tema del cambio en las coberturas en los últimos años, que permita consultar y contrastar esta información.

Por consiguiente, se desarrolló un estudio multitemporal para evidenciar los cambios ocurridos a las coberturas del municipio en los últimos 30 años y de esta manera responder la siguiente pregunta ¿Será posible que los cambios en los modos de vida de las personas y el uso de suelo del municipio, hayan influido de manera positiva o negativa en el cambio de las coberturas y la conectividad ecológica del municipio de San José de Miranda? Esto debido a que, en las últimas décadas se han producido cambios socioculturales, los cuales, de acuerdo con el (IDEAM, 2018), son los principales causantes de que en muchas regiones del país se produzcan una diversidad de cambios tanto positivos como negativos en las coberturas.

Finalmente, es gracias a las personas que siempre han vivido dentro de la zona de estudio, sus opiniones acerca de las experiencias vividas y conocimientos de la realidad sociocultural de su municipio, las que permiten entender las diversas causas que han llevado a que se presenten cambios en las coberturas de determinado territorio (Quintana, 2017).

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Desarrollar un estudio multitemporal del cambio en las coberturas vegetales, del municipio de San José de Miranda Santander en los últimos 30 años.

2.2 Objetivos Específicos

Analizar los cambios en las coberturas mediante la comparación de dos imágenes satelitales con 35 años de diferencia.

Determinar las causas subyacentes que más han influido en los cambios de las coberturas del municipio.

Identificar los diferentes corredores ecológicos que favorecen la conectividad entre los diferentes fragmentos de vegetación arbórea presentes en el municipio.

3. Marco referencial

3.1 Marco histórico

A continuación, se mencionan algunos estudios de investigación cuyas temáticas están relacionadas con el desarrollo de estudios multitemporales de coberturas basados en el uso de imágenes satelitales de distintos años, cabe resaltar que dichos estudios han sido desarrollados tanto en distintos lugares de Colombia como en lugares de otros países.

3.1.1 *Marín et al, 2016*

Elaboraron, un estudio multitemporal del paisaje en el municipio de Puerto Berrio (Antioquia), región del Magdalena medio, Colombia, durante los periodos de tiempo de 1985, 2001 y 2011, con el fin, de determinar la composición del paisaje de la zona, su homogeneidad, heterogeneidad y conectividad estructural de los bosques que hacían parte de ella en ese momento.

3.1.2 *Flórez et al, 2016*

Elaboraron, un estudio de análisis multitemporal, en el área de influencia de las minas de oro ubicadas en la parte alta del sector de Maltería en Manizales, Colombia, la cual, presentaba dos sistemas productivos, ganadería y minería e impactos ambientales significativos. Además, hicieron uso de fotografías aéreas de los años 1998 y 2010, junto con una imagen tomada de Google Earth del año 2015 debidamente georreferenciada a escala 1:25.000; así mismo, utilizaron el programa ArcGIS para el procesamiento de la información y el análisis de las variaciones en las coberturas vegetales en el tiempo.

3.1.3 *Buitrago y Aguirre, 2016*

Elaboraron, un estudio de transformaciones espaciotemporales desde mediados del siglo XX hasta principios del siglo XXI, de la reserva Natural Laguna de Sonso, Colombia. También,

incorporaron, técnicas de información cualitativa con el fin de recopilar información relacionada con el estado del complejo de humedales que integran el área de estudio y los cambios sufridos a raíz de las actividades humanas desarrolladas en la zona durante dicho periodo de tiempo.

3.1.4 Nieto et al., 2016

Elaboraron, un estudio de variación de coberturas vegetales y su relación con las dinámicas de ocupación y poblamiento de la ciudad de Armenia, en el periodo de tiempo comprendido entre los años 1939 y 1999. Para ello, emplearon una serie de aerofotografías del municipio de estudio existentes en el IGAC. Estas imágenes fueron referenciadas, les construyeron mosaicos para cada año, calcularon las áreas a través de una herramienta SIG y determinaron las coberturas vegetales y áreas pobladas, finalmente, compararon los resultados con la variación año a año de la ocupación y poblamiento del territorio.

3.1.5 Quintana, 2017

Elaboró, un análisis del impacto de las causas próximas y subyacentes, sobre el cambio de las coberturas boscosas de los Bosques andinos y Altoandinos del municipio de Chámeza, departamento de Casanare, Colombia, para lo cual, aplicó un análisis multitemporal de las coberturas boscosas de la zona, durante el periodo comprendido entre 1980 y 2015, con la ayuda de 11 imágenes Landsat correspondientes a la época y finalmente, realizó entrevistas semiestructuradas a las personas de la zona con el fin de encontrar las causas subyacentes y los factores socioeconómicos más fuertes para relacionarlos con los cambios sufridos por las coberturas durante esa época.

3.1.6 Achicanoy et al., 2018

Elaboraron, un estudio de análisis y proyección de las coberturas vegetales, mediante el uso de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica en la localidad de Suba, Bogotá

Colombia. Para ello trabajaron con fotografías aéreas, en cuatro períodos de tiempo distintos (1985, 1995, 2005, 2015) y analizaron la dinámica de esta zona, utilizando métricas de paisaje y el índice de entropía de Shannon.

3.1.7 Salas et al., 2019

Elaboraron, un estudio de análisis multitemporal de la cobertura de manglar en la reserva de Cayos Miskitos, perteneciente a la Costa Caribe de Nicaragua, luego de los efectos devastadores causados por el huracán Félix de categoría 5, en el año 2007, para ello utilizaron imágenes satelitales Landsat correspondientes a los años 2006, 2012 y 2017, las cuales, analizaron de acuerdo con las tendencias en el cambio de cobertura del manglar y sus condiciones recientes.

3.1.8 Valencia et al, 2019

Elaboraron, un estudio cuyo propósito, fue evaluar los cambios producidos en las coberturas vegetales, durante el periodo de 1984-2017 y usos del suelo, generados por las inundaciones en época lluviosa del municipio Campo de la Cruz, el cual, se encuentra ubicado al sur oriente del departamento del Atlántico, Colombia, también realizaron una clasificación supervisada del territorio, mediante el uso sistemas de información geográfica (SIG), y la identificación de coberturas de la zona durante ese periodo, aplicando la leyenda Corine Land Cover, adaptada para Colombia.

3.1.9 Guzmán y Flórez, 2019

Elaboraron, un estudio de Fragmentación del paisaje empleando análisis multitemporal con imágenes de satélite Landsat TM y ETM+ en el municipio de Montelíbano, Córdoba-Colombia, con el propósito de abordar la dinámica espacial de la explotación a cielo abierto de los yacimientos de níquel en la zona, para ello determinaron el estado de la fragmentación del paisaje a partir del cambio de coberturas que fueron clasificadas entre los años 1986 y 2013.

3.1.10 Wanumen et al., 2019

Elaboraron, un estudio multitemporal para evaluar las dinámicas de cambio en las coberturas vegetales en el lago de la Tota, Boyacá Colombia, durante un periodo de tiempo comprendido entre 1992 y 1993. Para ello, elaboraron mapas de las coberturas, un análisis de componentes principales, la identificación de transiciones de uso, empleando (Land Change Modeler), el análisis de la estructura del paisaje y la identificación de factores socioeconómicos relacionados con el cambio de las coberturas de la zona.

3.1.11 López, 2021

Elaboró un análisis multitemporal del cambio de las coberturas vegetales del municipio de Miraflores (Boyacá), desde el año 2000 hasta el 2021, donde se estudiaron los cambios en las coberturas tanto en el área rural como urbana, utilizó imágenes Landsat 7 TM/ETM y Sentinel 2B, realizó clasificaciones y cuantificación de coberturas para cada uno de los años analizados el procesamiento lo llevó a cabo en el software Erdas Imagine 2020 y los resultados obtenidos fueron tomados como insumos para la toma de decisiones y planeación a futuro del municipio.

3.2 Marco teórico

A continuación, se mencionan los principios teóricos relacionados con el uso y aplicación de imágenes satelitales y métricas del paisaje en estudios multitemporales de coberturas vegetales.

3.2.1 Teledetección remota

Consiste en la recopilación de información de la superficie terrestre sin necesidad de entrar en contacto directo con ella, actualmente, se realiza mediante sensores remotos a bordo de satélites aerotransportados, que miden la cantidad de radiación electromagnética reflejada tanto por la superficie terrestre como por los elementos u objetos que hay en ella (Pérez y Muñoz, 2006).

3.2.2 Tipos de teledetección remota

La teledetección activa se presenta cuando, el sensor emite radiación y esta es reflejada por el objeto, existe una interacción de flujo de radiación que parte del objeto reflejado al sensor y la teledetección pasiva, se presenta cuando, el sensor capta la radiación emitida o reflejada por el objeto, gracias a la acción de la radiación solar o por acción del sol (Pérez y Muñoz, 2006).

3.2.3 Fases de la teledetección

El proceso de teledetección incluye los siguientes elementos:

Primero, la fuente de energía o iluminación, es el requisito primordial para que se dé la teledetección, ya que, se requiere energía que ilumine o provea de energía electromagnética al objeto o superficie que se desee recopilar información (Olaya, 2014). Segundo, la radiación y la atmosfera, donde la energía que viaja de la fuente al objeto y del objeto al sensor, entra en contacto directo con ella. Tercero, la interacción con el objeto, que es, donde la energía interactúa con el objeto, de acuerdo con sus características, propiedades y la radiación incidente. Cuarto, la detección de energías por sensor, en este caso, se utiliza un sensor remoto que recopile y capture la radiación electromagnética, que es reflejada o emitida por el objeto y la atmosfera. Quinto, la transmisión, recepción y procesamiento, en el cual, la energía grabada por el sensor, es transmitida generalmente de forma electrónica, a una estación de recepción y procesamiento, donde los datos son transformados en imágenes digitales. Sexto, la interpretación y análisis, en la que las imágenes producto del procesamiento son interpretadas tanto visualmente, como digitalmente, para extraer la información del objeto que emitió la radiación. Por último, la aplicación, que es el paso final en el proceso de teledetección, se alcanza en el instante en que, se emplea la información que se extrajo de las imágenes del objeto, para obtener un mejor conocimiento del mismo, revelar nueva información y contribuir en la solución de problemas específicos o particulares (Olaya, 2014).

3.2.4 Longitud de onda

La radiación electromagnética, se propaga a través de la atmosfera mediante ondas con una velocidad similar a la de la luz, las cuales, transportan pequeñas cantidades de energía, dichas ondas poseen longitudes diferentes y todos esos tipos de radiación con distintas longitudes de onda son conocidos como espectro electromagnético (Pérez y Muñoz, 2006).

El espectro, abarca desde la radiación más baja o de menor longitud de onda como los rayos gamma o los rayos x, pasa por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda como las de radio, aunque solo una parte de dichas ondas pueden ser usadas en teledetección (Pérez y Muñoz, 2006).

3.2.5 Principales aplicaciones de la teledetección

Se extienden a través de una gran variedad de disciplinas en las que la variable espacial entra en juego, un ejemplo de esto son las imágenes espaciales, las cuales, se han acreditado como herramienta de investigación, para estudios de erosión en playas y arenales, inventarios de recursos, estudios de impacto forestal, cartografía geológica, control de movimientos de iceberg, estimación de modelos de escorrentía y erosión, medidas de aguas superficiales y humedales, verificación de contenidos de salinidad, cartografía de la cobertura vegetal del suelos, predicción del rendimiento de los cultivos entre otros (Pérez y Muñoz, 2006).

3.2.6 Resoluciones de un sensor

En los sensores de teledetección se habla de cinco resoluciones diferentes:

3.2.6.1 La resolución espacial. Es la capacidad del sistema para distinguir objetos en función de su tamaño, puede ser distinguido dentro de la imagen como el tamaño del pixel sobre el terreno, este tipo de resolución tiene especial relevancia en la escala de trabajo y la fiabilidad de la interpretación (Olaya, 2014).

3.2.6.2 La resolución radiométrica. Es la facultad del sensor para discriminar niveles o intensidades de radio, la energía electromagnética recibida por el sensor, codificada a nivel digital a través de formato binario o número de bits, entre mayor sea el número de bits mayor será la resolución radiométrica (Olaya, 2014).

3.2.6.3 La resolución espectral. Indica el número y anchura de las bandas espectrales que puede discriminar el sensor, a su vez un sensor puede tener una resolución espectral más grande, si posee un número mayor de bandas, las cuales, deben ser lo suficientemente estrechas para recopilar la señal sobre regiones coherentes del espectro (Olaya, 2014).

3.2.6.4 La resolución temporal. Es la que mide el tiempo de paso de satélite sobre la vertical de un punto, con el fin de determinar la periodicidad de adquisición de imágenes de una misma zona, a su vez este tipo de resolución está condicionada por el tipo de arbitra, el ángulo de barrido y la velocidad del satélite (Olaya, 2014).

3.2.6.5 La resolución angular. Es la capacidad que tiene un sensor para tomar imágenes oblicuas, lo que hace posible acortar no solo los ciclos temporales de recubrimiento, también, permite que se generen imágenes estereoscópicas y la reconstrucción del relieve (Olaya, 2014).

3.2.7 El tratamiento previo o restauración de las imágenes

Son las primeras manipulaciones que se le realizan a las imágenes satelitales, con el fin de realizar las correcciones radiométricas, que es depurar la imagen de cualquier anomalía en su registro, defectos en el sistema del sensor o en las condiciones ambientales de la zona y las correcciones geométricas que es reconstruir la geometría de la imagen, adaptándola a una determinada proyección cartográfica y a un sistema de coordenadas asociado (Pérez y Muñoz, 2006).

3.2.8 El análisis de las imágenes

El análisis de imágenes procedentes de satélites, se puede llevar a cabo de dos modos, el primero, mediante interpretación visual, que se realiza sin intervención del computador, en ella se extrae la información espacial a través del análisis de la imagen y sus respectivas cualidades, que posee, como el brillo, color, textura, forma y tamaño de cada uno de los elementos que la componen. El segundo, mediante el tratamiento digital, donde se extrae información temática del territorio, pero haciendo uso de algoritmos y técnicas matemáticas en programas informáticos (Pérez y Muñoz, 2006).

3.2.9 La clasificación digital de las imágenes

Se desarrolla en tres fases, la primera de entrenamiento, donde, se tiene como fin la determinación de áreas piloto para cada una de las categorías en las que se pretende clasificar la imagen, para esto el ordenador asignará valores de clasificación preestablecidos a cada pixel. Segundo, la fase de asignación, donde se busca caracterizar todos los pixeles atribuyéndoles una categoría informacional y tercero la fase de verificación, donde, se analiza la veracidad de los resultados obtenidos de la clasificación temática elaborada a partir de la imagen, comparándolos con los datos e información obtenidos del muestreo en campo del terreno (Pérez y Muñoz, 2006).

3.2.10 Entrevistas semiestructuradas

Es una de las técnicas de investigación, recolección y análisis de información cualitativa, que permite conocer de primera mano, lo que las personas o actores piensan y sienten respecto a un tema específico. Además, esta técnica requiere de preguntas previamente elaboradas respecto a un tema específico, un grado de profundización más marcado, que permita, conocer vivencias percepciones entre otras emociones (Arteaga, 2020).

3.2.10.1 Ventajas de las entrevistas semiestructuradas. Las preguntas de la entrevista son elaboradas con anterioridad, lo que, permite al investigador, revisar y analizar bien cada una de las preguntas que va a realizar, además, su flexibilidad permite mantener siempre las directrices de la investigación y lo mejor es que, a través de ellas se puede obtener y recopilar datos confiables (Díaz et al., 2013).

3.2.10.2 Desventajas de las entrevistas semiestructuradas. Los participantes pueden cuestionar el factor de fiabilidad de estas entrevistas debido a la flexibilidad que estas presentan y resulta difícil comparar distintas respuestas, ya que no hay una línea establecida para realizar este tipo de entrevistas (Díaz et al., 2013).

3.2.10.4 Fases de la entrevista semiestructurada. La entrevista está compuesta por cuatro fases: Primera, la preparación, que es el trabajo previo a realizar la pregunta, incluye la elaboración de preguntas y sitio para su realización. Segunda, la apertura, que es cuando se realiza el encuentro con el entrevistado. Tercera el desarrollo, es donde hay intercambio de información y cuarta el cierre, donde se hace una síntesis de la conversación y se agradece al entrevistado (Díaz et al., 2013).

3.2.10.5 Interpretación. El análisis de datos cualitativos de la entrevista generalmente es elaborado por el mismo investigador que recolectó la información y este, con base en las preguntas y respuestas debe extraer datos específicos y clasificarlos en categorías. El proceso es dispendioso, pero, la mayoría de veces es posible normalizar los datos y establecer algún tipo de categorías que permitan su evaluación (Troncoso y Daniele, 2003).

4. Metodología

4.1 Área de estudio

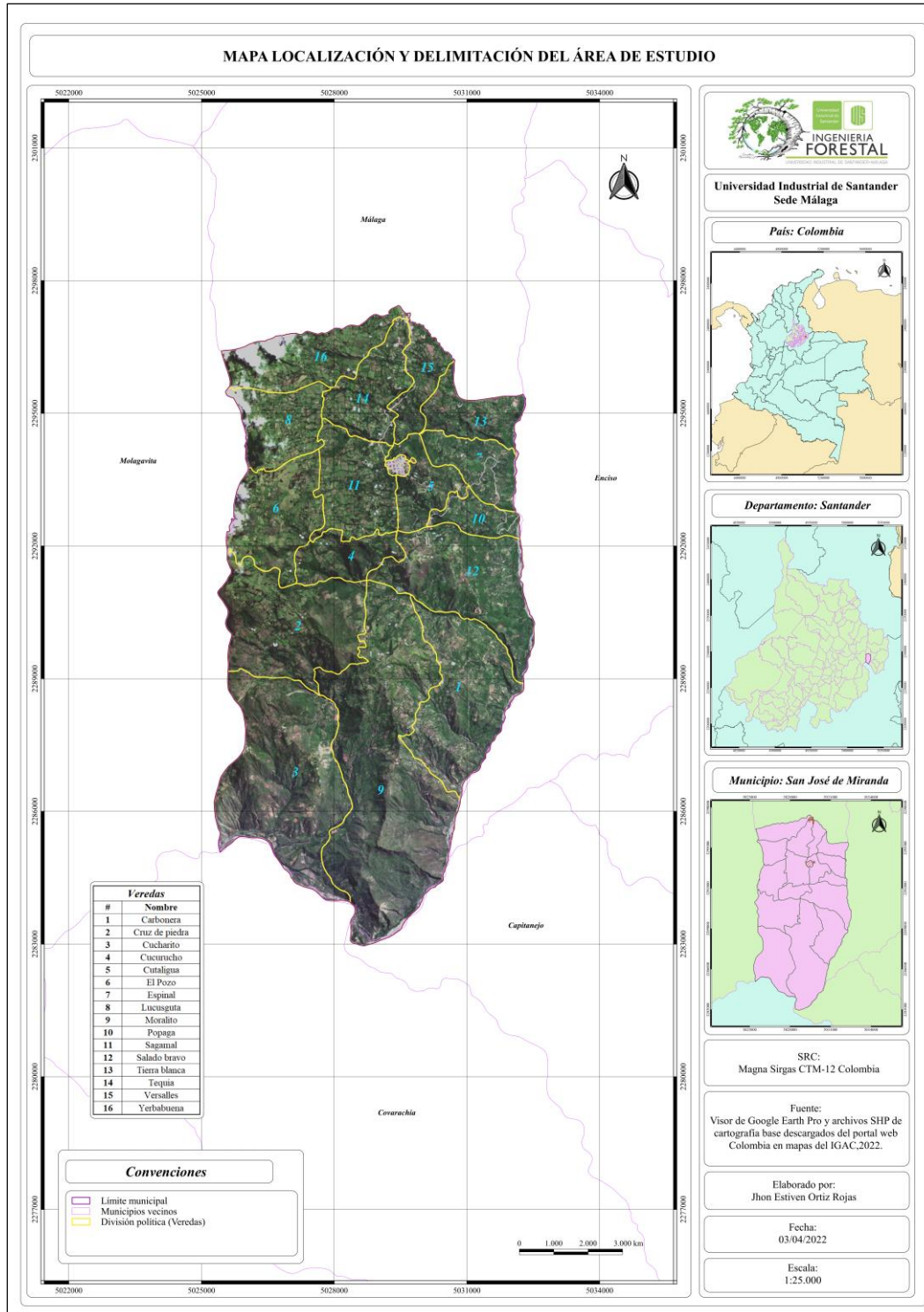
El estudio se realizó en el territorio correspondiente al municipio de San José de Miranda, ubicado en la provincia de García Rovira, departamento de Santander, que limita al sur con los municipios de Capitanejo y Covarachía (Boyacá), al oriente con Enciso, al norte con Málaga y al oeste con Molagavita (Turísco, 2018). Su casco urbano está ubicado en las siguientes coordenadas $6^{\circ}39'32''\text{N}$ y $72^{\circ}43'59''\text{O}$, con altitud de 1950 m s.n.m., temperatura promedio de 17°C y una extensión territorial cercana a los 80 km^2 o 8.000 ha (Colombia-Turismo, 2021).

Las zonas de vida presentes en el municipio son, bosque seco tropical (bs-T), bosque seco premontano (bs-PM) y bosque húmedo montano bajo (bh-MB), presenta cambios en el gradiente altitudinal muy marcados, tiene variedad de microcuencas y redes de drenaje, que hacen parte de la cuenca del río Chicamocha, por su territorio circula la vía nacional troncal central del norte (55), una de las más importantes del oriente colombiano (Secretaría de planeación departamento de Santander y Universidad Industrial de Santander, 2011).

A continuación, se presenta la Figura 1, que corresponde al mapa de localización del área de estudio, que corresponde al municipio de San José de Miranda y división político administrativa (veredas).

Figura 1

Localización del área de estudio.



Para mejor visualización de la figura 1, ingresar al siguiente enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1N6BSFPC1LgNCPqsXesfVlkdP-2XSjPGu/view?usp=sharing>

4.2 Búsqueda y selección de imágenes satelitales

Para este proceso se tuvo en cuenta, que las imágenes con una diferencia de 30 años o que fueran correspondientes a los años 1992 y 2022, libres de nubosidad, con acceso gratuito y de sensores distintos a Landsat y Sentinel o de otro tipo de sensor que tuviera una mejor resolución espacial, para el caso de la imagen correspondiente al año 1992, no se encontró ninguna referente a la fecha, por tal motivo, se eligió una imagen SPOT 1 de comienzos del año 1987 que era la imagen disponible más cercana a la fecha del estudio, dicha imagen se descargó de la plataforma SWH DATA SIT de acuerdo con la metodología usada por El Geógrafo, (2021), para la obtención de imágenes satelitales SPOT de buena calidad.

Para el caso del año 2022, se eligió una imagen PlanetScope, de comienzos del año 2022, dicha imagen se descargó de la plataforma PLANET de acuerdo con la metodología empleada por SIGYURY, (2017), para obtención de imágenes PlanetScope diarias de alta calidad.

Como recursos adicionales para el apoyo y desarrollo de la investigación, se solicitó el préstamo de una imagen satelital SPOT 7 correspondiente al año 2018 y se descargaron de la plataforma Colombia en mapas del IGAC, 3 imágenes correspondientes a un vuelo aéreo hecho sobre el municipio en el año 1976, junto con las planchas cartográficas en formato SHP disponibles para la zona de estudio, esto siguiendo la metodología usada por Tapias, (2021), para la descarga de mapas actualizados del IGAC a escala 1:25.000 del IGAC.

4.3 Procesamiento y análisis de imágenes satelitales

El procesamiento y pos procesamiento de las imágenes satelitales se llevó a cabo en el software QGIS versión 3.16 de 2021, con ayuda del complemento Semi-Automatic Classification Plugin versión 7.0, AWF-WIK, (2019). Se realizó, el entrenamiento básico donde se asignaron las respectivas clases una por cada tipo de cobertura para luego aplicar una clasificación semi supervisada. Seguidamente, para el pos procesamiento se utilizó la imagen ráster que arrojó inicialmente el software luego de ejecutar el entrenamiento básico. Asimismo, como el resultado inicial no fue 100% confiable, se realizó; la edición y reclasificación del ráster con el fin de reintegrar cada pixel que no correspondía a la clase asignada inicialmente. Todo esto permite corregir los errores, aunque requiere de tiempo, precisión y experticia del interprete para obtener buenos resultados de acuerdo con Geographical Analysis, (2021). En cuanto a la escala de detalle se empleó 1:25.000, que es una de las sugeridas para la presentación de este tipo de estudios de coberturas IGAC, (2021).

4.4 Elaboración de mapas preliminares

Para la elaboración de mapas preliminares, se inició con la corrección y ajuste de los archivos SHP de vías, drenajes dobles y sencillos, límites del municipio y división político administrativa (veredas), debido a que se encontraron inconsistencias en ciertos límites veredales drenajes que no correspondían y vías inexistentes, esto contrastado con los mapas del EOT del municipio, una vez ajustada la información cartográfica se procedió a crear un proyecto nuevo y cargar allí todas las capas incluido el ráster reclasificado y vectorizado, para posteriormente crear en la plantilla los mapas preliminares, el diseño y distribución de la plantilla se hizo basado en el diseño utilizado por López, (2021).

4.5 Muestreo y asignación de puntos de verificación en campo

Para la realización del muestreo y asignación de puntos de verificación se tomó como base la metodología usada por Llano, (2019) y FAO, (2016), la clasificación de coberturas del año 2022, al ser la fecha donde se refleja el estado actual de las coberturas, este proceso se desarrolló en el software Qgis 3.16, dentro del complemento AcATaMa versión 3.16, el muestreo tenido en cuenta fue el aleatorio estratificado, debido a que cada estrato representaba una cobertura, además, este tipo de muestreo toma en cuenta las vías veredales y caminos, lo cual favorece la búsqueda y acceso a las distintas zonas donde quedaron establecidos cada uno de los puntos. En cuanto al error de muestreo se estableció un error del 10 %, el cual, arrojó un total de 100 puntos, con una separación de 100 m entre cada uno para toda el área de estudio, con determinada cantidad de puntos por cobertura según el área de cada una (Apéndice B).

4.6 Diseño de la entrevista semiestructurada

Para el diseño de la entrevista semiestructurada se tomó como base los estudios hechos por Hernández et al., (2016); Troncoso y Daniele, (2003). La elaboración de las preguntas fue en parte enfocada en el propósito principal del estudio que era entender las causas subyacentes de la ocurrencia en los cambios de las coberturas, además, se buscó que cada uno de los interrogantes fuera claro y puntual (Apéndice F). El formato elaborado para tal fin fue sujeto a lo establecido en el artículo 4 del decreto 1377 de 2013, relacionado con el tratamiento de datos personales, además, se hizo la salvedad a cada persona de que la información suministrada y la foto de evidencia serían usadas exclusivamente para fines académicos y de investigación.

4.7 Establecimiento de recorridos y trazado de rutas en campo

Para establecer los distintos recorridos que se realizaron se empleó el visor de Google Earth Pro, el cual, permite visualizar las diferentes vías de acceso veredales del municipio y algunos de

los caminos reales o senderos tradicionales aún vigentes, cabe resaltar que los puntos fueron organizados por grupos de acuerdo con su cercanía dentro de cada sector, para de esta manera facilitar la búsqueda y favorecer el rendimiento del trabajo de campo (Embarra2, 2019).

Los recorridos se llevaron a cabo, trazando rutas donde, se agrupaban los diferentes puntos dentro de un determinado sector o vereda, para luego revisar a través de Google Earth Pro el camino veredal o vía de acceso más cercana para llegar hasta el sitio, los recorridos en su mayoría se hicieron caminando y para el caso de los puntos más alejados, se contrató transporte vehicular (motocicleta).

4.8 Verificación de las coberturas en campo

Para la verificación de puntos en campo se tomó como línea base la metodología usada por el IGAC, (2021), en la elaboración del mapa de cobertura de la tierra. Se descargó la aplicación de brújula disponible para teléfonos celulares, la cámara fotográfica incorporada en el mismo teléfono celular Xiaomi redmi 9T, el mapa preliminar de coberturas, un formato de verificación de coberturas en campo (apéndice D), el GPS Garmin Map64s con los puntos y coordenadas listos.

Para este caso, se tuvo en cuenta un mapa preliminar de la clasificación del año 2022 (Apéndice B) y un total de 100 puntos dispersos por todo el municipio, los puntos se cargaron en el GPS para establecer rutas de búsqueda para su respectiva ubicación, este trabajo permitió no solo verificar el trabajo previo sino también revisar todos los detalles que se iban encontrando en cada recorrido y además de buscar personas para la realización de las entrevistas.

En cuanto a los recorridos estos se realizaron siguiendo los recorridos previamente establecidos, iniciando por las veredas adyacentes a los límites con el municipio de Málaga. Para acceder a cada punto se hizo uso de los diferentes caminos de herradura o senderos y las vías verdales que permitieran el desplazamiento tanto caminando como en motocicleta, todo el trabajo

de campo se realizó en su mayoría en días soleados libres de nubosidad en el ambiente para visualizar el paisaje y desarrollar adecuadamente el trabajo.

4.9 Aplicación de entrevistas semiestructuradas

Para la aplicación de las entrevistas semiestructuradas, se tuvo en cuenta que las personas entrevistadas fueran en lo posible mayores de 35 años, que vivieran o hubiesen vivido toda su vida en el municipio y que estuvieran dispuestas a participar y brindar la información de manera voluntaria Quintana, (2017). También, se tuvo en cuenta que estas personas vivieran en lo posible cerca de las zonas donde los cambios evidenciados en las imágenes fueron más notorios, para de esta manera tener información que permitiera relacionar las causas subyacentes que han producido el cambio de las coberturas IDEAM, (2018). Al terminar cada entrevista se solicitó a las personas entrevistadas una toma fotográfica como evidencia.

4.10 Corrección y ajuste de coberturas

Para la corrección y ajuste de las coberturas, se tuvo en cuenta la metodología utilizada por el IGAC, (2021), las observaciones hechas en campo y de aquellos puntos, en los cuales, al momento de hacer la verificación presentaron inconsistencias en cuanto al tipo de cobertura o en su defecto hubo alguna cobertura la cual no había sido tomada en cuenta, lo que provocó que se tenga que incluir en la clasificación final. Para el caso de los ajustes, estos se realizaron sobre el archivo ráster original donde se hizo el pos procesamiento y la reclasificación, esto con la ayuda del Semiautomatic Classification Plugin, opción editar ráster, método empleado por Congedo, (2021), para hacer este tipo de procesos en el programa QGIS 3.16.

Al realizarse la verificación se encontró que 85 de los 100 puntos verificados si correspondían con la clase o tipo de cobertura previamente establecida en el mapa preliminar, en

cuanto a los 15 puntos que no correspondían, se tomó la anotación y se procedió a hacer los respectivos ajustes en el mapa definitivo.

4.11 Elaboración de mapa de conectividad ecológica

Basado en el mapa ajustado de la clasificación de coberturas correspondiente al año 2022, se dejaron en color transparente las capas correspondientes a los mosaicos, cargo la capa del visor de Google Earth y se creó una capa nueva donde se incluyeron todas las cercas vivas, estas se calcaron una por una hasta cubrir la totalidad de estas, una vez terminado el proceso, se dejaron en un tono blanco todas las capas correspondientes a las coberturas de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Zonas arenosas naturales, Tierras desnudas y degradadas, Tejido urbano discontinuo y Mosaico de pastos con espacios naturales, esto con el fin de que resaltaran tanto las cercas vivas como las coberturas que tienen presencia de vegetación arbustiva y arborea, esto basado en la metodología empleada en el estudio de Leon, (2019).

4.12 Elaboración de productos finales

Luego de realizado el proceso de verificación en campo de los tipos de cobertura correspondientes al año 2022, según la metodología aplicada por el IGAC (2021) y Corantioquia (2003), se hizo el ajuste de las coberturas y se aplicaron colores algunos según los parámetros de la leyenda Corine Land Cover, otros se ajustaron de tal manera que se evidenciara el contraste ente una cobertura y otra, la plantilla y demás aspectos fueron de elaboración propia.

Además, se tuvo en cuenta que todas las capas que se integrarían en cada uno de los mapas estuvieran listas, ajustadas y corregidas, para luego cargarlas en un solo proyecto nuevo en QGIS 3.16. En cuanto a la plantilla usada para los mapas se elaboró una basada en el diseño hecho por López, (2021), para la presentación de mapas de coberturas, los demás aspectos del mapa como

colores y tamaños de las líneas se aplicaron a cada capa de acuerdo con lo establecido en el documento técnico del IGAC, (2011).

5. Resultados

Los resultados se presentan de acuerdo a cada uno de los objetivos propuestos para dentro del desarrollo del estudio.

5.1 Análisis de coberturas mediante la comparación de imágenes satelitales de 1987 y 2022

5.1.1 Elaboración mapa de coberturas vegetales correspondiente al año 1987

Luego de realizada la clasificación supervisada y la asignación de clases para cada cobertura según los parámetros establecidos en la Leyenda Corine Land Cover para Colombia y los respectivos ajustes finales, se obtuvieron un total de 13 clases o tipos de coberturas.

La cobertura con mayor porcentaje de área fue el mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales con un total de 5518,39 ha que representaban para la época el 72,24% del área total del municipio, esto debido a que, en esa época la vocación agrícola del municipio aún estaba en su máximo esplendor, por lo que la variedad de cultivos era lo que dominaba el paisaje del territorio, estos resultados pudieron contrastarse y confirmarse con la información recopilada de las entrevistas semiestructuradas realizadas (Figura 2).

A continuación, se presentan los valores de área en hectáreas por tipo de cobertura correspondientes al año 1987, dichos valores fueron extraídos con ayuda de la herramienta de análisis estadístico de capa ráster de Qgis 3.16 (Tabla 1).

Tabla 1

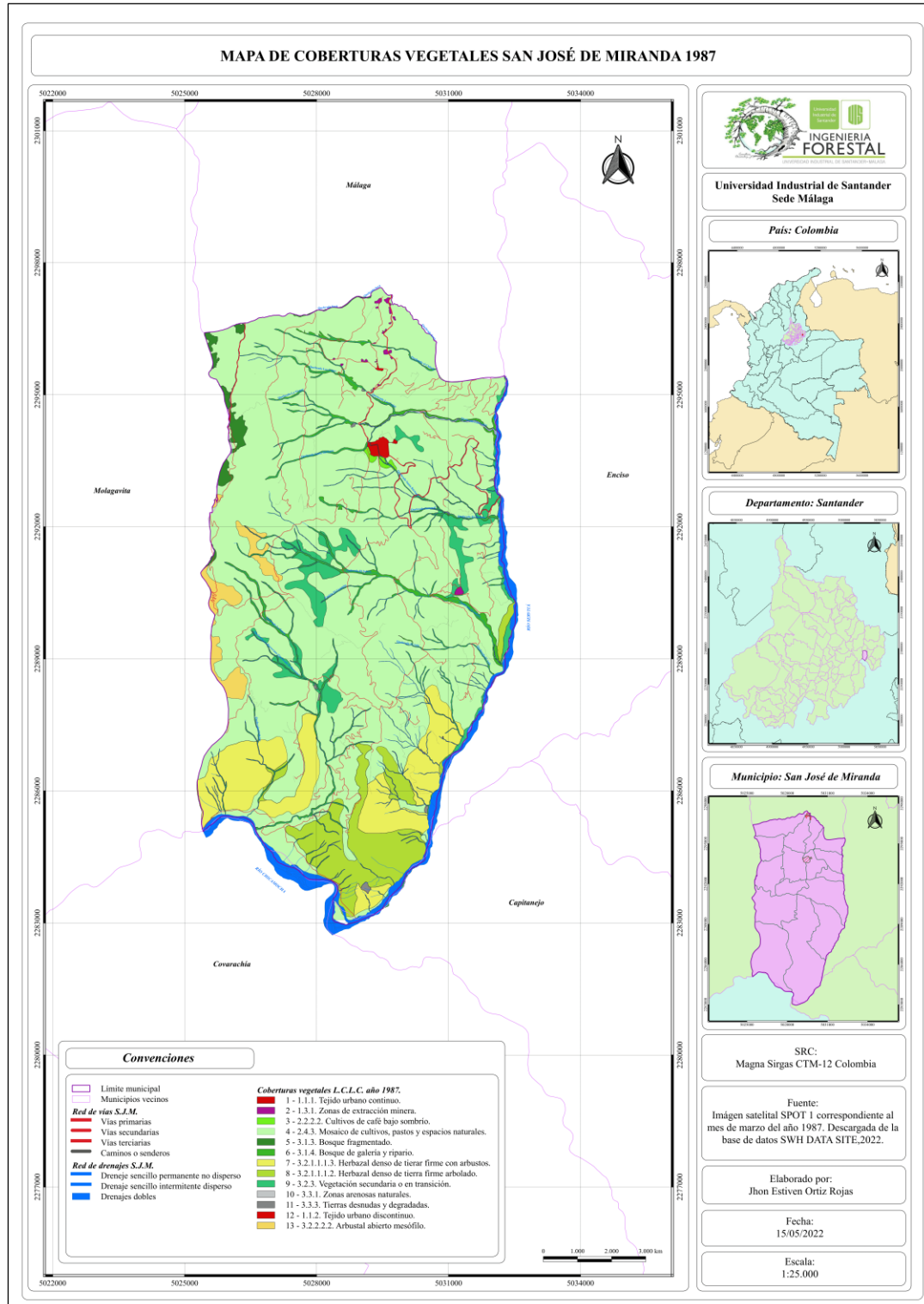
Valores de área en hectáreas por cobertura para el año 1987.

Clase	Código	Nombre	Área (ha)	%
1	1.1.1.	Tejido urbano continuo	17,48	0,23
2	1.3.1.	Zonas de extracción minera	12,15	0,16
3	2.2.2.2.	Cultivo de café bajo sombrío	10,30	0,13
4	2.4.3.	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5518,39	72,24
5	3.1.3.	Bosque fragmentado	61,14	0,80
6	3.1.4.	Bosque ripario	351,38	4,60
7	3.2.1.1.1.3.	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	653,39	8,55
8	3.2.1.1.1.2.	Herbazal denso de tierra firme arbolado	465,31	6,09
9	3.2.3.	Vegetación secundaria o en transición	293,29	3,84
10	3.3.1.	Zonas arenosas naturales	101,05	1,32
11	3.3.3.	Tierras desnudas y degradadas	26,28	0,34
12	1.1.2.	Tejido urbano discontinuo	1,40	0,02
13	3.2.2.2.2.	Arbustal abierto mesófilo	127,15	1,66
Total			7638,72	100

La tabla 1, presenta los valores de área en hectáreas (ha) y porcentaje (%), por cada clase o tipo de cobertura, donde los valores más representativos para el año 1987 eran: La clase 4 que corresponde a la cobertura de Mosaico de cultivos y espacios naturales, seguida de la clase 7, que corresponde a la cobertura de Herbazal denso de tierra firme con arbustos con un 8,55 % y la clase 8 que corresponde a la cobertura de Herbazal denso de tierra firme arbolado con un 6,09 %, las demás clases representan el porcentaje de área restante del municipio.

Figura 2

Mapa clasificación de coberturas correspondiente al año 1987.



Nota: para mejor visualización de la Figura 2, ingresar al siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1gVsrsQHHhB0_zOk76A84PaNSps0GaIL6/view?usp=sharing

La figura 2, presenta el mapa de coberturas del municipio de San José de Miranda correspondiente al año 1987 con sus 13 clases o tipos de coberturas, además, de los límites municipales, las diferentes redes de vías, drenajes sencillos y dobles presentes en el municipio.

5.1.2 Elaboración mapa de coberturas vegetales correspondiente al año 2022

Luego de realizada todo el proceso, se obtuvieron un total de 15 clases o tipos de coberturas, dos más que en las obtenidas para el año 1987, debido a que, en la actualidad se refleja la aparición de dos nuevas coberturas durante el transcurso de los últimos 35 años, dichas clases corresponden a las coberturas de Cultivos confinados (invernaderos) destinados a la producción de tomate (Chonto), arveja, pimentón entre otras especies, debido a la implementación de este tipo de modalidad de cultivo en el municipio y cambio progresivo en varios sectores del municipio de la agricultura tradicional por la ganadería (Figura 3).

A continuación, se presentan los valores de área en hectáreas por tipo de cobertura correspondientes al año 2022, dichos valores fueron extraídos con ayuda de la herramienta de análisis estadístico de capa ráster de Qgis 3.16 (Tabla 2).

Tabla 2

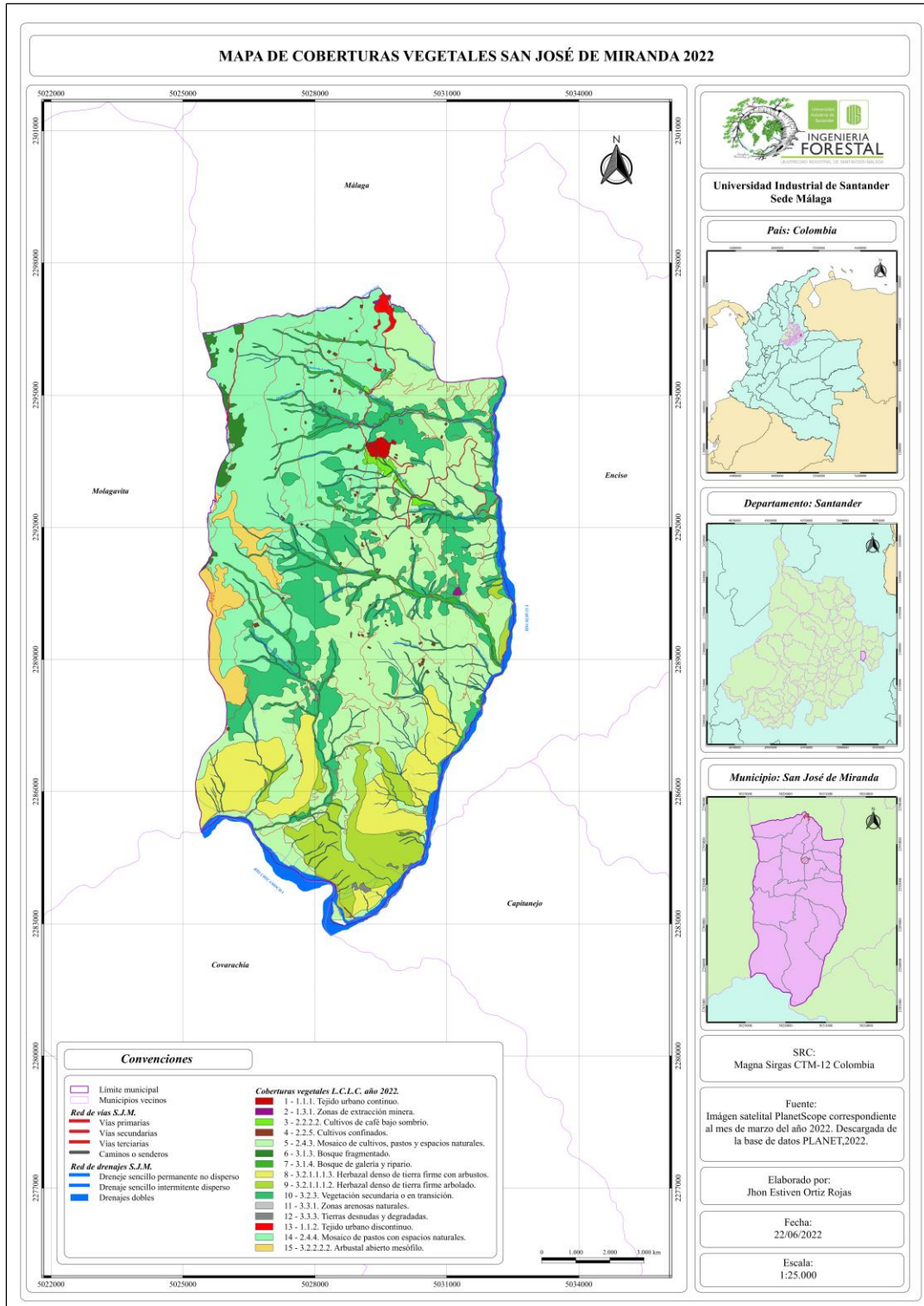
Valores de área en hectáreas por cobertura para el año 2022.

Clase	Código	Nombre	Área (ha)	%
1	1.1.1.	Tejido urbano continuo	19,14	0,25
2	1.3.1.	Zonas de extracción minera	4,97	0,07
3	2.2.2.2.	Cultivo de café bajo sombrío	31,78	0,42
4	2.2.5.	Cultivos confinados	18,73	0,25
5	2.4.3.	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2640,56	34,57
6	3.1.3.	Bosque fragmentado	66,38	0,87
7	3.1.4.	Bosque ripario	354,18	4,64
8	3.2.1.1.1.3.	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	648,29	8,49
9	3.2.1.1.1.2.	Herbazal denso de tierra firme arbolado	483,58	6,33
10	3.2.3.	Vegetación secundaria o en transición	1098,90	14,39
11	3.3.1.	Zonas arenosas naturales	95,19	1,25
12	3.3.3.	Tierras desnudas y degradadas	42,62	0,56
13	1.1.2.	Tejido urbano discontinuo	18,92	0,25
14	2.4.4.	Mosaico de pastos con espacios naturales	1899,47	24,87
15	3.2.2.2.2.	Arbustal abierto mesófilo	216,01	2,83
Total			7638,72	100

La tabla 2, presenta los valores de área en hectáreas (ha) y porcentaje (%), por cada clase o tipo de cobertura, donde los valores más representativos para el año 2022 son: La clase 5 que corresponde a la cobertura de Mosaico de cultivos y espacios naturales, la cual, representa el 34,57 % del área total, seguida de la clase 14, que corresponde a la cobertura de Mosaico de pastos con espacios naturales con un 24,87 % y la clase 10 que corresponde a la cobertura de Vegetación secundaria o en transición con un 14,39 %, las demás clases representan el porcentaje restante del área del municipio.

Figura 3

Mapa clasificación de coberturas correspondiente al año 2022.



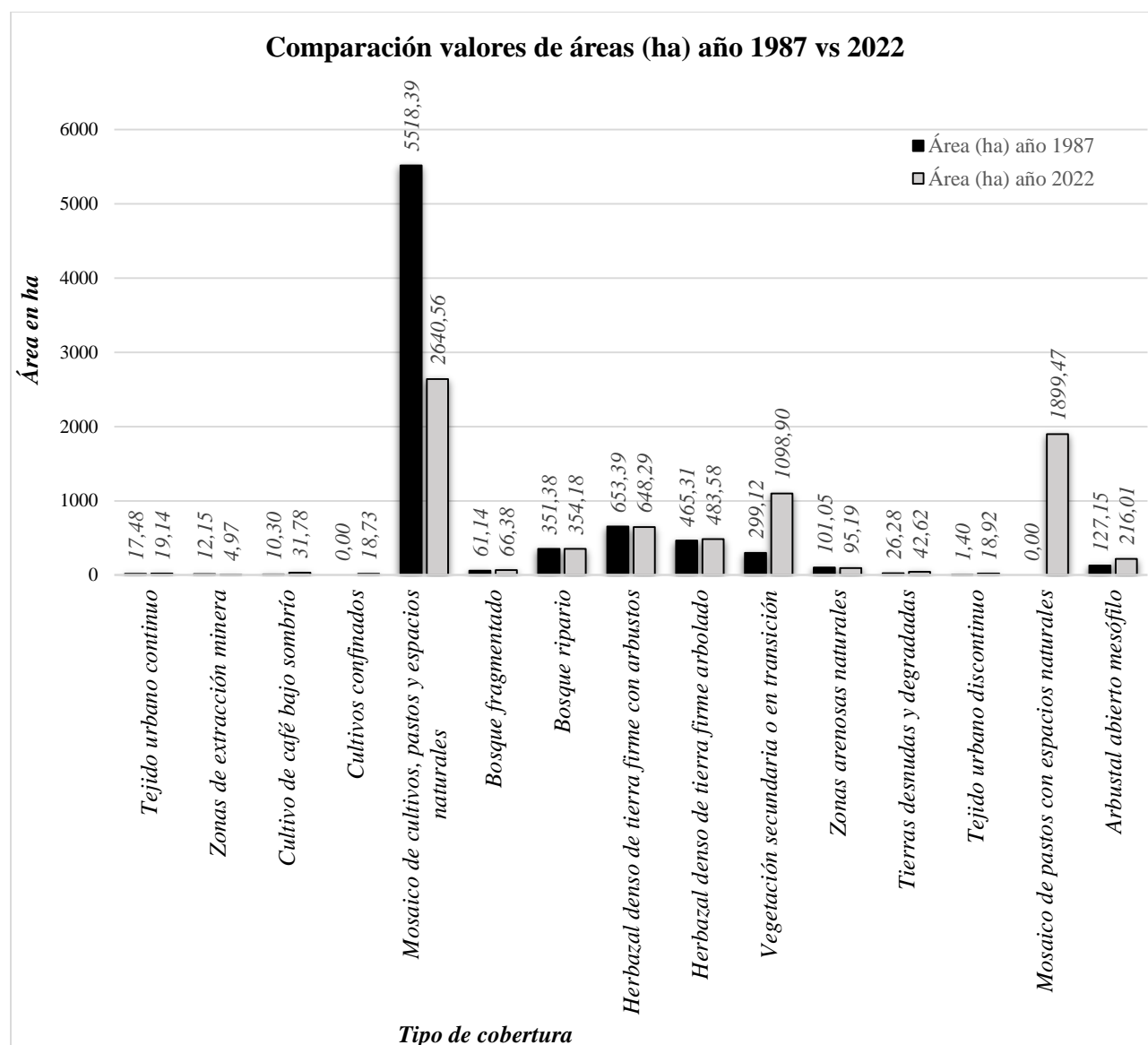
Nota: Para mejor visualización ingresar al siguiente enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1Jeu7MbB3CgMsGefr4qZbJ1ItLfzLDCy/view?usp=sharing>

La figura 3, representa el mapa de coberturas del municipio de San José de Miranda correspondiente al año 2022 con sus 15 clases o tipos de coberturas, además, de los límites municipales, las diferentes redes de vías, drenajes sencillos y dobles presentes en el municipio.

Figura 4

Valores de área por cobertura para los años 1987 y 2022.



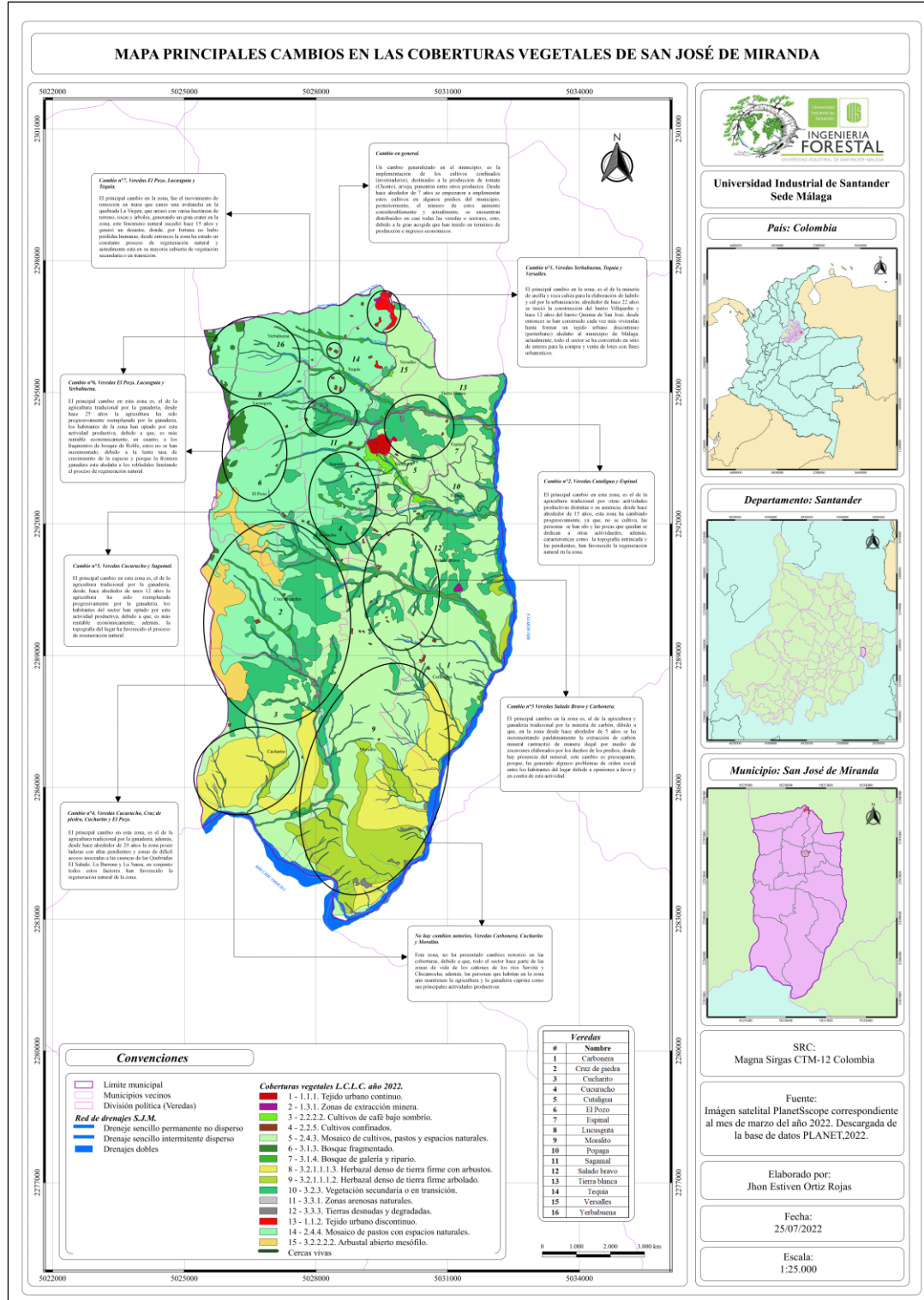
La gráfica 1, muestra una comparación entre los valores de área en hectáreas por tipo de cobertura correspondientes al año 1987 y el 2022, también, se muestran las variaciones en dichos valores por cada una de ellas, la reducción del área de la cobertura de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales cercana al 50%, el incremento en el área de la cobertura de Vegetación secundaria o en transición superior al 60%, junto, con la aparición de dos nuevas coberturas, la correspondiente a Cultivos confinados (invernaderos) presente en distintos predios de todo el municipio y la de Mosaico de pastos y espacios naturales que reemplazó en gran parte el área perdida por la cobertura de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.

5.1.3 Elaboración de mapa de marcadores de cambios en las coberturas

Una vez se obtuvieron los mapas definitivos para los dos años 1987 y 2022, se realizó la respectiva comparación para evidenciar los cambios más notorios, para dar un sentido más didáctico, se elaboró un mapa en el cual se encierran los sitios donde se reflejaron los cambios y además se dio un abreviado explicación de cada uno de ellos apoyado en la información dada por las personas entrevistadas. Cabe destacar que los cambios no se han dado de igual manera en todos los sectores, ya que, los años o época en la que se empezaron a notar variaciones de acuerdo al sector, dentro de estos cambios los más sobresaliente son: El cambio de la agricultura tradicional por la ganadería, la implementación de los cultivos confinados, la aparición de vegetación secundaria o en transición (regeneración natural) y la construcción de tejido urbano discontinuo junto al casco urbano del municipio de Málaga (Figura 4).

Figura 5

Mapa de las zonas con los mayores cambios en las coberturas.



Nota: Para mejor visualización ingresar al siguiente enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1lwLYrQ0EzjnMTC7ujCiMfFdYHJQ3PyV2/view?usp=sharing>

La figura 4, presenta el mapa con las distintas zonas del municipio donde los cambios han sido más notorios, junto con una pequeña descripción de lo que existía antes y lo que hay ahora, además, de la época en que según las personas entrevistadas empezaron a notar dichos cambios.

A continuación, se presentan el anterior mapa de correspondiente a la figura 4, dividido por secciones para una mejor visualización.

Figura 6

Sección 1, mapa de las zonas con mayores cambios en las coberturas.

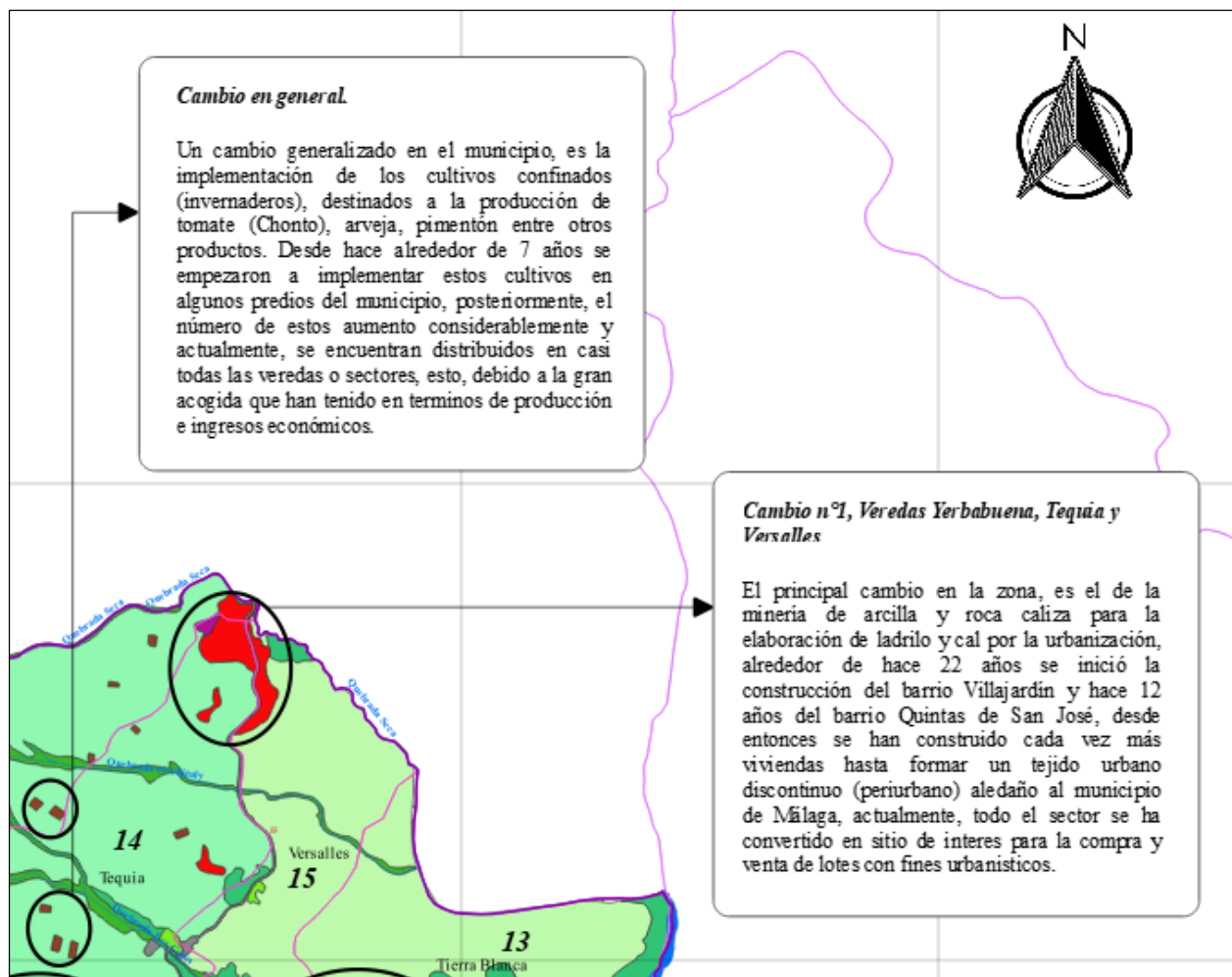


Figura 7

Sección 2, mapa de las zonas con mayores cambios en las coberturas.

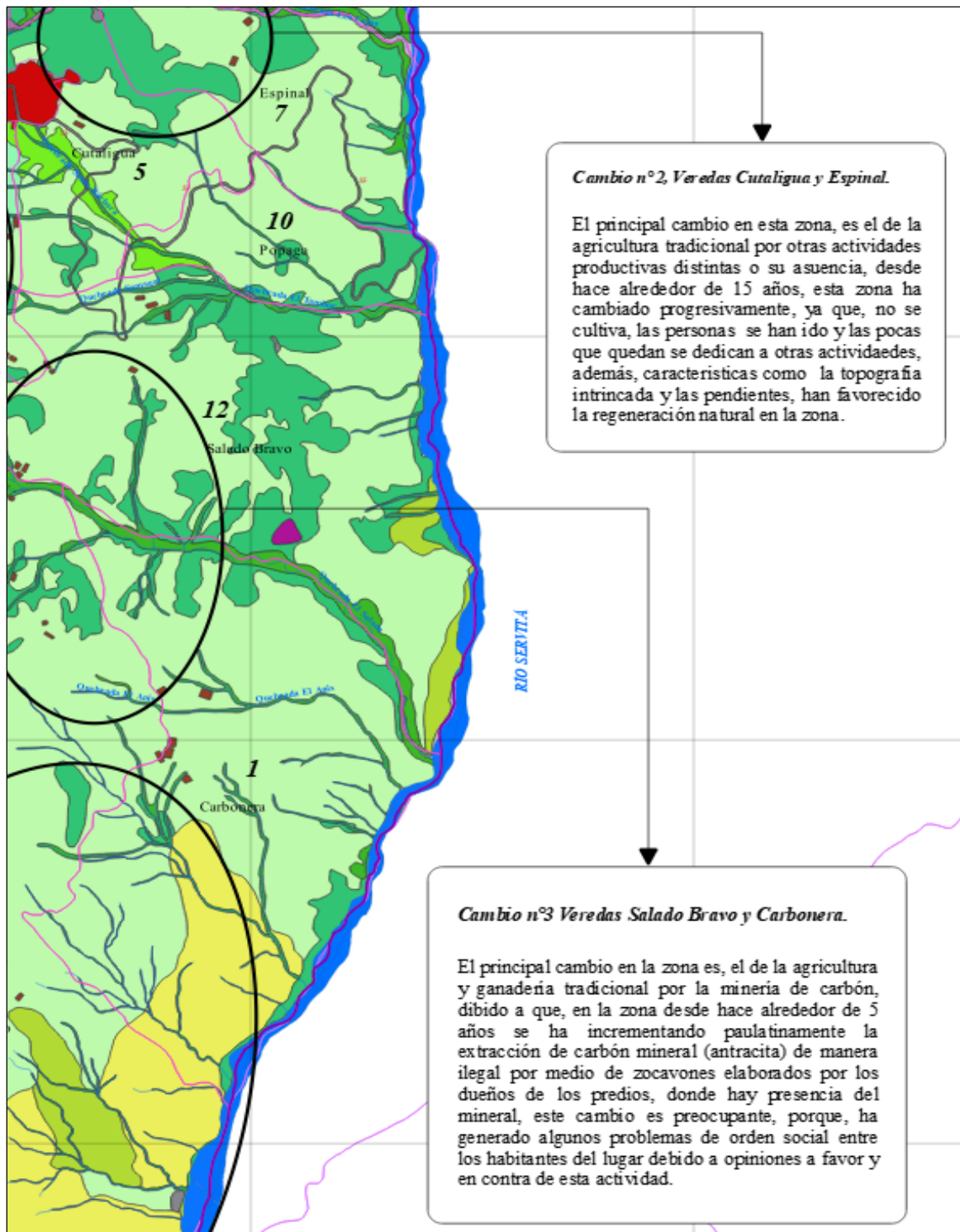


Figura 8

Sección 3, mapa de las zonas con mayores cambios en las coberturas.

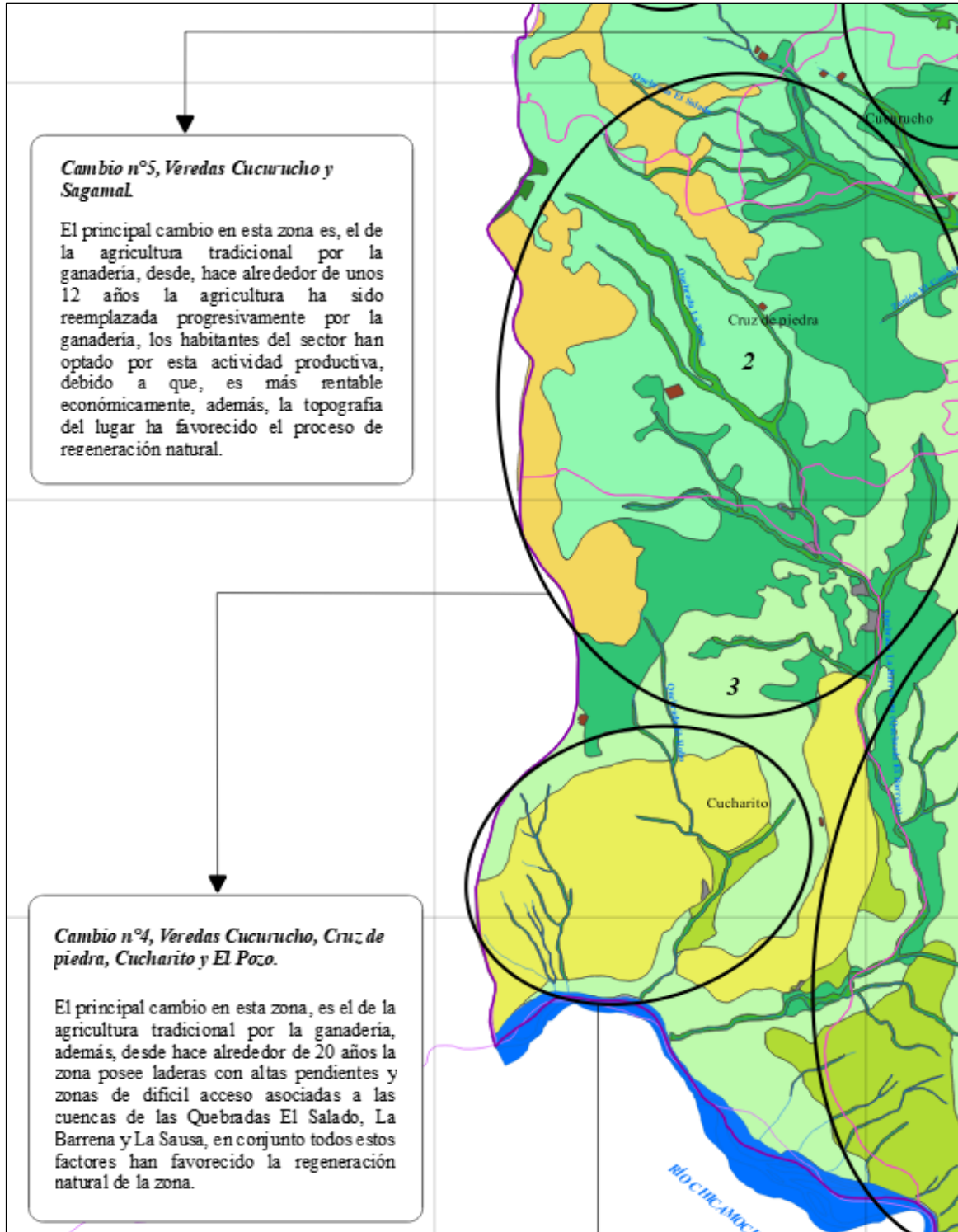


Figura 9

Sección 4, mapa de las zonas con mayores cambios en las coberturas.

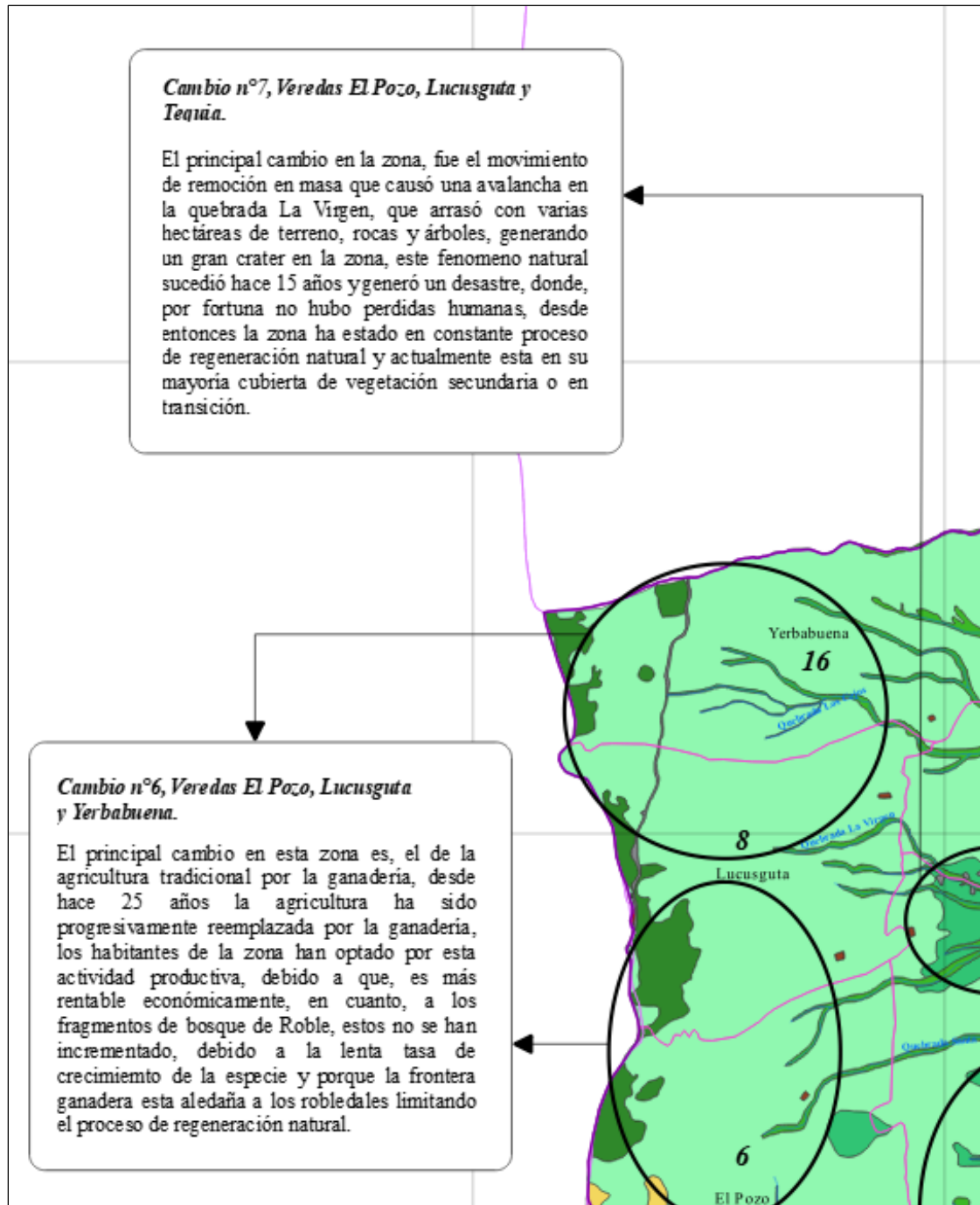
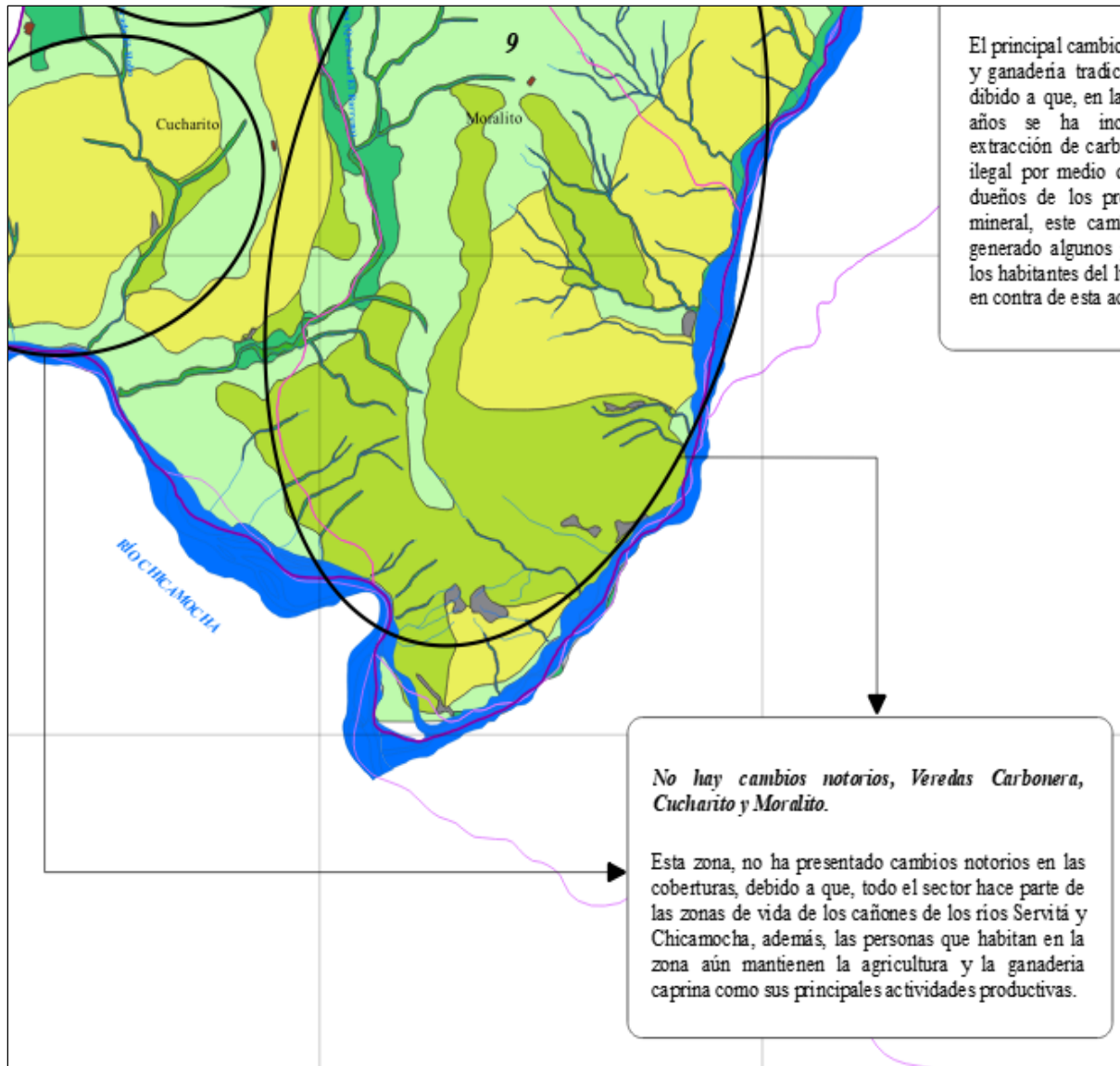


Figura 10

Sección 5, mapa de las zonas con mayores cambios en las coberturas.



5.2 Determinación de causas subyacentes relacionadas con el cambio de las coberturas

5.2.1 Realización de entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas se realizaron a personas de diversas zonas del municipio en especial en aquellas donde los cambios en las coberturas eran más notorios, se aplicaron un total de 18 entrevistas, las personas fueron en su mayoría habitantes de toda la vida y con edades mayores a

35 años, la cantidad de entrevistas no pudo ser mayor, debido a que, en muchos sectores hay pocos habitantes, en otros las personas no quisieron participar y hubo sitios donde las viviendas están abandonadas, aun así, las personas que brindaron la información fueron muy amables y prestas a dar su opinión de acuerdo con las preguntas formuladas, otro aspecto a resaltar fue que la mayoría dieron opiniones muy similares por lo que se evidencia que las personas tienen una percepción generalizada de lo que está pasando en el municipio.

Así mismo, cabe destacar el papel que cumplen las personas que viven en el área rural del municipio y que son los principales protagonistas a la hora de generar cambios en el estado de las coberturas y el uso del suelo, además, a pesar de que en el estudio los cambios fueron positivos, estos lamentablemente, no son producto del desarrollo o ejecución de proyectos de conservación u otras actividades hechas por las personas en pro de mejorar los ecosistemas y coberturas existentes, sino al contrario, son consecuencias de los diversos factores socioculturales que han tenido que enfrentar muchos de los habitantes del municipio y que parecen no tener una pronta solución, por tanto, si continúa la tendencia varias de las coberturas seguirán en constante cambio, mientras que la gran mayoría de las veredas se irán quedando cada vez más solas.

En cuanto a la información obtenida, se extrajeron las categorías que más se relacionan con el cambio en las coberturas de acuerdo con las opiniones de las personas entrevistadas (Tabla 3), cabe aclarar, que para llegar a la información contenida en dicha tabla, se realizó, un análisis manual sin ayuda de ningún software, donde primero se revisaron pregunta por pregunta cada una de las respuestas dadas por las personas, para luego compararlas y de esta manera extraer la información que más se repetía o cumplía las veces de factor común dentro de toda la información recopilada, para luego organizarla de manera corta y clara en dos categorías principales cada una

con sus respectivas subcategorías, finalmente, no se realizó ningún tipo de tablas o gráficos alusivos a las respuestas, al ser este un estudio de carácter cualitativo.

Tabla 3

Causas subyacentes organizadas por categorías y subcategorías.

Categorías	Definición	Código	Subcategorías	Código
Cambios en el modo de vida de las personas	Las personas aseguran que los cambios se han dado en parte por cambios en el modo de vida y la manera de ganarse el sustento	CMV	Falta de oportunidades	FO
			Falta de apoyo para el campesino	FAC
			Costo de producción	CP
			No hay personas para trabajar la tierra	NPTT
			Migración de los jóvenes a las ciudades en busca de oportunidades de trabajo y estudio	MJBO
			Ocupaciones distintas a la agricultura	ODA
Cambios en el uso de suelo	Muchas personas han optado por cambiar el uso del suelo tradicional por otro nuevo que genere más ingresos	CUS	Reemplazo de la agricultura por la ganadería	RAPG
			Reemplazo de la minería por urbanizaciones	RMPU
			Implementación de los cultivos confinados	ICC
			Desastres naturales	DC

La tabla 3, presenta las causas subyacentes relacionadas directamente con el cambio en las coberturas, organizadas por categorías y subcategorías, donde las dos categorías principales son el cambio en los modelos de vida de las personas y los cambios en el uso del suelo, esta información fue obtenida de las diferentes opiniones de las personas entrevistadas y gracias a esto, se pudo comprobar que los cambios en las coberturas del municipio de San José de Miranda, son efectos secundarios de los distintos aspectos socioculturales presentes especialmente en el área rural del

municipio y que son los principales motivos que llevan a las personas a abandonar el campo y las actividades agrícolas tradicionales.

Por otro lado, el abandono del campo en búsqueda de oportunidades y una mejor calidad de vida, no es algo exclusivo del municipio de San José de Miranda, sino, por el contrario es una problemática que se extiende a toda la región, lo que es tema muy complejo y a su vez preocupante, porque, refleja en gran medida la falta de acompañamiento, apoyo y ayudas al campesino, que si bien en las administraciones municipales que han pasado por el municipio de San José de Miranda en los últimos años, han tratado de implementar y poner en marcha aún no han sido suficientes, porque la situación sigue presente y aún faltan muchas cosas por hacer en el sector rural.

Por ejemplo, en varias ocasiones según lo manifestaron las personas entrevistadas, muchos proyectos se quedaron solo en promesas o a media marcha y en otros casos las personas tomaban la iniciativa de generar proyectos productivos en sus predios con recursos propios, pero, la falta de una economía sólida en la región los dejaron con deudas en los bancos y pérdidas económicas, lo que llevó a que desistieran de las actividades agrícolas para buscar otras alternativas productivas como destinar sus predios al establecimiento de pastos para la ganadería bovina, otros eligen trabajar en la extracción de arena de río y carbón en las minas, como empleados en obras de construcción y demás empleos ofertados en el municipio vecino de Málaga, que al ser la capital de la provincia brinda oportunidades de trabajo para personas de la región.

No obstante, aunque los cultivos confinados son una alternativa de producción y de ingresos económicos para muchas personas del municipio, al existir una alta producción de tomate (Chonto), que es el más producido, pero una baja demanda o caída en los precios del producto, puede generar grandes pérdidas para la mayoría de agricultores, debido a la reducción de las ganancias, esto teniendo en cuenta que los costos de producción son elevados debido al alto costo

de los insumos agrícolas, por lo que es necesario que se implementen otros productos distintos al tomate pero con igual acogida en el mercado.

A continuación, se presentan los datos relevantes correspondientes a las personas entrevistadas que fueron claves dentro del desarrollo de la investigación (Tabla 4).

Tabla 4

Datos básicos de las personas entrevistadas del municipio.

N	Nombre	Edad	Vereda o sector
1	Rómulo Suarez	37	Cucharito
2	José Jaímes	41	Yerbabuena
3	Germanio Parra	46	Moralito
4	Luz Amparo Rojas	47	Villajardín
5	Gilberto Flórez Rodríguez	48	Lucusguta
6	Isidoro Jaímes	48	Carbonera
7	Ramos Becerra	50	Tierra Blanca
8	José Domingo Ortiz	52	Tequia
9	Marco Tulio Ruiz	55	Moralito
10	Ricardo Gómez Ortiz	56	Cucharito
11	Marcelino Manrique Monsalve	58	Tequia
12	Florinda Delgado de Rincón	64	Versalles
13	Pedro Flórez	66	Sagamal
14	Dorila Cárdenas Castellanos	67	Versalles
15	Gertrudis Ortiz Sepúlveda	75	Cutaligua
16	Basilía Merchán Hernández	76	Moralito
17	Rita Ochoa Merchán	86	Tequia
18	Noemí Carrillo	95	Tequia

La tabla 4, presenta información general de las personas que participaron voluntariamente de las entrevistas, las cuales, fueron muy prestas a brindar su opinión respecto a cada una de las preguntas realizadas, todos son habitantes del municipio.

5.3. Generalidades.

La integración del trabajo de campo dentro del desarrollo de la investigación, permitió validar la veracidad de los resultados previos obtenidos respecto a los tipos de coberturas presentes en el municipio producto de las clasificaciones, lo que le dio más fiabilidad al estudio. Por otra parte, la interacción con la comunidad permitió evidenciar que lo que reflejaban en un principio las imágenes satelitales y aéreas es real y producto de los diversos aspectos socioculturales que han venido ocurriendo en el municipio durante los últimos años.

Antes, en veredas como Yerbabuena, Tequia, Sagamal, El Pozo, Lucusguta y Cucharito, hace alrededor de 25 años, existía una gran presencia de cultivos, donde destacaban especies como el maíz, el frijol, la arveja, la cebada, el trigo y las habas, pero, poco a poco esto se fue reduciendo y actualmente el panorama es totalmente distinto, solo se encuentran potreros con variedad de pastos destinados a la ganadería, si aún existen cultivos son muy pequeños y están justo al lado de las viviendas a manera de huerta casera, todo el sector muestra un panorama de soledad y abandono, hay varias viviendas algunas solas y otras cayéndose poco a poco a pedazos, la causa según las personas que aun habitan allí, es la falta de apoyos para el campesino, los costos elevados de producción y lo más importante, que no hay personas que siembren, porque hoy en ya día no se consiguen obreros como en épocas anteriores.

Por otro lado, las personas manifiestan que muchos de los habitantes en especial los más jóvenes, se han ido a otros lugres a buscar oportunidades de estudio y laborales, otros han muerto o debido su avanzada edad los hijos se los han llevado a la ciudad o al pueblo para ver de ellos, las tierras en cambio son dejadas para tener ganado con el fin de producir leche y carne, debido a que es más rentable al requerir de menos inversión económica y de mano de obra para su cuidado.

También, es en todo este sector, en donde más se resalta la presencia de las cercas vivas y de especies exóticas introducidas con fines de extracción de madera como es el caso del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis*, etc.), El Ciprés (*Hesperocyparis lusitanica*), El Pino Patula (*Pinus patula*) y el Urapan (*Fraxinus Uhdei*), las cuales, no solo dominan gran parte de la flora del sector, sino también el paisaje, ya que resaltan a lo lejos por su porte y dimensiones respecto a las especies nativas.

En la zona limítrofe de las veredas Tequia, El Pozo y Sagamal, que es donde nace la quebrada de la virgen, se presentó hace más de 15 años una remoción en masa, la cual causó no solo la remoción de varias hectáreas de terreno y capa vegetal, sino también la afectación de predios y el desplazamiento de algunas personas, que recuerdan como era este sitio antes de lo ocurrido, de acuerdo a las entrevistas en la zona se cultivaba maíz, frijol y caña, se extraía madera de Loqueto (*Escallonia pendula*), era un sitio fértil y la calidad del agua era propicia para la crianza de animales y la subsistencia. Actualmente, la zona se ha ido recuperando lentamente, la sucesión ecológica ha ocupado poco a poco el lugar formando nueva cobertura vegetal, siendo este el único cambio, en el cual, la naturaleza generó el paisaje que existe actualmente en este sitio del municipio.

En la zona donde limitan las veredas Tequia, Versalles y Yerbabuena con el municipio de Málaga, hace más de 25 años existían minas de arcilla y roca caliza destinadas a la producción de ladrillo artesanal y cal, pero, hace cerca de 22 años se inició la construcción del barrio Villajardín y hace 12 años del barrio Quintas de San José, lo que poco a poco ha formado un tejido urbano discontinuo o periurbano aledaño al municipio de Málaga. Según las personas este sitio lo convirtieron en un lugar de interés para la construcción debido a la cercanía que tiene con Málaga, lo que llamó la atención de muchas personas quienes buscaban tener su casa propia y cerca, a sus

lugares de trabajo y estudio, actualmente, todo este sector y más aún el aledaño a la vía a Tequia y la troncal central del norte se han convertido en sitios de interés para futuros proyectos urbanísticos e incluso la oferta y demanda de lotes para la construcción se ha elevado en los últimos años.

Otro aspecto que se pudo observar en campo, es que los cambios más notorios están asociados a zonas donde las personas dejaron de cultivar o destinaron sus predios a la ganadería. También, en sitios donde son zonas de difícil acceso o que poseen pendientes muy inclinadas que dificultan el desarrollo de actividades agrícolas y de igual modo en sitios abandonados o lugares por donde transitan cuerpos de agua (nacimientos, arroyos y quebradas). En cuanto a la cobertura de Vegetación secundaria o en transición, se presenta especialmente en zonas del municipio que están dentro del rango altitudinal de los 1.800 m s.n.m. a los 2.800 m s.n.m., debido a que en este rango las condiciones de sitio son más favorables para el desarrollo de especies arbustivas y arbóreas de rápido crecimiento, de las cuales la mayoría son pioneras y favorecen la regeneración natural.

Dentro de las distintas morfoespecies identificadas en campo (Apéndice T), las que presentan un comportamiento a favor de la regeneración natural y la ocupación de áreas abandonadas o poco intervenidas son: El loqueto (*Escallonia pendula*), el cucharo (*Myrsine coriaceae*), el arrayán (*Myrcianthes leucoxylla*), el guayabo agrio (*Psidium guineense*), el guayabo dulce (*Psidium guajava*), el llora sangre (*Croton draco*), la caña brava (*Arundo donax*), la leucaena (*Leucaena leucocephala*), el espino cabro (*Vachellia farnesiana*), el falso balsa (*Heliocarpus popayanensis*), el cordoncillo (*Piper aduncum*), la Coriaria (*Coriaria ruscifolia*), entre otras especies de la familia Melastomatacea.

Otro de los aspectos importantes encontrados durante el desarrollo del estudio, es la gran presencia de cultivos confinados (invernaderos), dentro del municipio, los cuales, al contarlos uno por uno sobre la imagen satelital del año 2022, superan un total de 60 cultivos, todos ellos distribuidos por todo el municipio, pero, según las opiniones de varias de las personas entrevistadas este número seguirá en aumento progresivamente, debido a la gran acogida que han tenido en la zona y la intención que muchos propietarios tienen de implementar en sus predios esta modalidad de cultivo.

Por otro lado, la remodelación de la vía troncal central del norte (55) hace más de 8 años, generó algunos pequeños cambios como la ampliación y retención de taludes y demás estructuras civiles que complementan la vía, lo que generó que algunas familias afectadas fueran indemnizadas y tuvieran que trasladar sus viviendas a otro sitio. Una gran parte del material sobrante removido por la maquinaria durante la ejecución de las obras, fue depositado a manera de relleno en predios cercanos al sector de Villajardín, en el sitio conocido como Valero, en consecuencia, este sector presenta una invasión de la especie espino de cabro (*Vachellia farnesiana*), cuyas semillas fueron transportadas en el material que se depositó allí, esta especie no solo ocupa rápidamente los terrenos y lotes sino también, es de difícil erradicación debido a su resiliencia y facilidad de dispersión, a pesar de este inconveniente, en el sitio se proyecta la construcción de futuras urbanizaciones.

Por último, de acuerdo con las opiniones de las personas a cerca de la CAS (Corporación Autónoma Regional De Santander), ellos manifestaron que es muy ausente, debido a que, solo se presentan cuando tienen que expedir alguna licencia para aprovechamiento de madera con fines comerciales o domésticos y para asuntos relacionados con las concesiones de agua, en sitios donde no está legalizada y se presentan inconvenientes entre sus habitantes por este valioso recurso.

5.4 Elaboración mapa de conectividad ecológica del área de estudio

A partir del mapa de coberturas correspondiente al año 2022, se elaboró con ayuda del software Qgis 3.16, el mapa de conectividad, en el cual, se tuvieron en cuenta aquellas coberturas las cuales tuvieran presente vegetación arbustiva y arbórea junto con la red de cercas vivas que no solo delimitan los predios, sino que también favorecen la conectividad entre los distintos tipos de coberturas (Figura 11), cabe aclarar que no se aplicó ningún índice de conectividad, porque, los existentes poseen fórmulas que requieren de las áreas considerables de bosque para su aplicación y para el caso de este estudio, las áreas correspondientes a coberturas de bosque solo representan el 5,51 % del área total.

Además, durante los recorridos hechos en campo, se observó, una variedad de fauna silvestre que se desplazaban por los árboles que conforman las distintas cercas vivas presentes en los sectores rurales del municipio, lo que es muy importante a la hora de entender el gran papel que cumplen estas estructuras en la conectividad ecológica, ya que, no solo comunican una cobertura con otra, sino que también ayudan a que la fauna silvestre en su mayoría aves como los toches (*Icterus chrysater*), gñañuces (*Crotophaga ani*), pregoneros (*Mimus gilvus*), carpinteros (*Colaptes rubiginosus*), azulejos (*Thraupis sayaca*), siotes (*Turdus fuscater*), paloma montera (*Zenaida auriculata*), entre otros y pequeños mamíferos como las ardillas (*Sciurus pucheranii*), zarigüeyas (*Didelphis spp.*), comadrejas (*Mustela spp.*), ratones (*Mus musculus*) entre otros, puedan movilizarse de un lugar a otro en busca de alimento, refugio, un lugar donde anidar y poder tener a sus crías, lo cual, es muy bueno e interesante, debido a que refleja la efectividad que cumplen de este tipo de corredores biológicos, en zonas donde se ha hecho un uso tradicional del suelo para labores agrícolas y ganaderas.

Nota: para mejor visualización ingresar al siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1wizrpnXdLP3_3J0rM2l2lWT8wYf84Uy6/view?usp=sharing

La figura 5, corresponde al mapa de conectividad ecológica del municipio de San José de Miranda, donde se resaltan los bosques riparios y las cercas vivas, que conectan las diversas coberturas y permiten el desplazamiento y conservación de la fauna silvestre (insectos, aves, mamíferos y reptiles) presentes en la región.

Es por tal razón, que las cercas vivas deben ser vistas más allá de solo unas estructuras lineales compuestas por árboles que delimitan los predios, sino que también deben ser vistas como estructuras vivas importantes en el tema de la conectividad ecológica y del paisaje de un determinado territorio, ya que, en el caso de esta investigación se evidenció en campo, que estas estructuras son las que contribuyen a la conservación de las diferentes especies de fauna y flora presentes en el municipio de San José de Miranda y sus alrededores.

Otros aspectos a tener en cuenta dentro de la conectividad ecológica del municipio, es que la cobertura de Bosque fragmentado de roble (*Quercus humboldtii*), es la más alejada dentro de la matriz de coberturas con distancias superiores a los 900 m, aunque, la presencia de cercas vivas en sus alrededores favorece su comunicación con otras coberturas como: Bosques riparios y de Vegetación secundaria o en transición. La cobertura de Arbustal abierto mesófilo es la más cercana al Bosque fragmentado con una distancia inferior a los 300 m. Las dos coberturas están ubicadas a la mayor altitud dentro del área del municipio, sobre los 2.800 m s.n.m., también, son las que representan la zona de vida correspondiente a Bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

En cuanto, a la cobertura de Vegetación secundaria o en transición, esta se presenta en mayor número en lugares con presencia de laderas con medias y altas pendientes, donde, es difícil desarrollar actividades como la agricultura y ganadería, la mayoría de los fragmentos que

conforman esta cobertura están cercanos entre sí con distancias inferiores a los 300 m, los fragmentos más pequeños, representan las áreas con regeneración natural reciente en pleno desarrollo, la mayoría de los fragmentos más grandes están adjuntos a las coberturas de Cultivo de café bajo sombrío y Bosque ripario pertenecientes a los principales drenajes del municipio como son: La Quebrada La Barrena, El Salado, La Virgen y El Tambor, además, se presentan en mayor concentración en el rango altitudinal de los 1.800 a 2.800 m s.n.m., esta cobertura representa la zona de vida correspondiente a bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

Por otro lado, en el caso de la cobertura de Bosque ripario, sus fragmentos junto con las cercas vivas, hacen parte de los principales corredores ecológicos que posee el área de estudio debido, a su gran extensión que en promedio supera los 5 Km a lo largo de casi todo el municipio en sentido oriente - occidente, estas áreas de cobertura se encuentran en mayor concentración en los drenajes correspondientes a las Quebradas: El Salado, La Virgen, La Barrena, Los cojos y El Tambor, pero, en menor concentración en la quebrada Seca, Chituly, Sagamal, San Bárbara y los drenajes presentes en las Áreas de las coberturas de Herbazal, asimismo, esta cobertura se distribuye por diferentes altitudes que van desde los 1.000 a 2.800 m s.n.m., y se encuentran aledañas a otros tipos de coberturas.

De igual manera, para el caso de las coberturas de Herbazal denso de tierra firme con arbustos y Herbazal denso de tierra firme arbolado, también, se encuentran juntas una con la otra debido a su ubicación geográfica, es la más baja dentro del municipio y hacen parte del área de influencia del Río Chicamocha y la unión de este con el Río Servita, las dos coberturas se encuentran en el rango altitudinal de los 1.000 a 1.800 m s.n.m., ambas coberturas conforman las zonas de vida correspondientes a bosque seco tropical (bs-T) y bosque seco premontano (bs-PM).

Por último, todos estos aspectos en conjunto permiten entender como la variedad de coberturas y de zonas de vida que posee el municipio de San José de Miranda se relacionan y conectan entre si y permiten entender la gran importancia que tiene en términos ecológicos y ambientales al existir tantos elementos en un solo territorio.

6. Discusión

Al realizar la comparación de los mapas finales de coberturas correspondientes a los años 1987 y 2022, se evidenció que el municipio de San José de Miranda ha experimentado a través de los últimos 35 años un cambio progresivo en sus coberturas, todo esto fue validado a partir de la información suministrada por las personas entrevistadas quienes atribuyen dichos cambios a factores socioculturales que se han venido dando en la zona como son, cambios los modos de vida de las personas y el uso del suelo, lo que concuerda claramente con estudios como el realizado por Buitrago y Aguirre, (2016) y Quintana, (2017). Donde la información aportada por las personas de la comunidad fue clave para encontrar y entender cuáles son las causas subyacentes más fuertes relacionadas con los cambios en las coberturas.

Del mismo modo, para la comparación de los cambios ocurridos en las coberturas en el municipio durante este periodo de tiempo, se hizo un proceso acorde a lo hecho en otros estudios de investigación como es el caso de Salas et al., (2019), quienes emplearon imágenes Landsat correspondientes a distintos años para realizar su investigación, similar a lo desarrollado por Guzmán y Flórez, (2019). Sin embargo, al utilizar para esta investigación imágenes satelitales con mayor resolución espacial procedentes de otros sensores como SPOT y PlanetScope, permitió desarrollar un estudio más preciso y detallado.

Por otro lado, todo el desarrollo de la investigación se asemeja en gran medida a lo hecho por Valencia et al., (2019), quienes evaluaron los cambios en las coberturas hechos por las inundaciones y el uso de suelo durante los años 1984 y 2017 apoyándose en el uso de los SIG y de la leyenda Corine Land Cover en el municipio de Campo de la Cruz en el departamento de Atlántico, así como lo hecho por Wanumen et al., (2019), quienes estudiaron los cambios en las coberturas entre los años 1992 y 1993 circundantes al lago de la Tota en el departamento de Boyacá.

Con respecto a, la comparación de las imágenes satelitales, se evidenciaron diversos cambios algunos de ellos positivos para el paisaje del municipio, como es el caso del aumento en la cobertura de Vegetación secundaria o en transición y la aparición de la cobertura de Mosaico de cultivos pastos y espacios naturales, la cual, ha reemplazado en gran parte la cobertura de Mosaico de pastos y espacios naturales, que pasó de representar el 72,24% del área total en 1987 a solo el 34,57% en 2022. Por tal motivo, todo esto repercute de manera positiva, en aspectos importantes como la conservación del suelo y la biodiversidad de la zona, siempre y cuando exista sostenibilidad, tal como lo manifiesta (Arguelles, 2022).

De igual manera, el estudio de la conectividad ecológica a partir de la imagen del año 2022, reflejó, que los bosques riparios en conjunto con las cercas vivas, son quienes hacen las veces de corredores biológicos dentro del área rural del municipio, al contribuir de manera positiva en la conexión entre las diferentes coberturas, compuestas por vegetación de tipo arbustivo y arbóreo, tal como lo mencionó la WWF, (2018). De igual manera, De la Ossa, (2013), considera las cercas vivas como elementos que favorecen la conservación de la avifauna nativa, además, sirven de sistemas de flujo para la fauna silvestre y de conexión entre remantes de bosque y elementos

arbóreos dispersos en una matriz altamente fragmentada, lo cual, se pudo evidenciar durante el trabajo de campo.

Por tal motivo, según lo estudiado por Tobar y Muhammad, (2009), las cercas vivas también ayudan a la conservación de diversas especies de insectos como es el caso de las mariposas, por tal motivo, las cercas vivas no solo favorecen la conectividad ecológica dentro del municipio y sus distintas coberturas, sino que también favorece la conservación de la diversidad de especies de insectos, reptiles, aves y mamíferos, lo cual, es muy importante debido a que gran parte del municipio está formado por mosaicos que evidencian el gran impacto que ha dejado la actividad antrópica en la zona a lo largo del tiempo, tal como lo mencionado por Corponor, (2019).

Sin embargo, a pesar de que los cambios en el modo de vida de las personas y el uso del suelo de la agricultura por la ganadería han contribuido a la regeneración natural en varios sectores del municipio, estos cambios son de acuerdo con Rey, (2019), los efectos secundarios del abandono del campo y el desaceleramiento de las actividades antrópicas. Además, estos cambios son garantía para que exista o se dé la conservación, porque, aún falta mucho por mejorar, y si bien las cercas vivas hacen parte del paisaje y la matriz de los mosaicos, estas junto con los Bosques riparios se deberían mejorar, ya que, son las únicas estructuras que favorecen la conectividad ecológica y la conservación de diversas especies de fauna en la zona, tal como lo mencionó en investigación de Rey, (2019).

Por consiguiente, de acuerdo con lo planteado en las investigaciones hechas por Martínez y Sainz, (2016) y León, (2019). la conectividad se puede mejorar analizándola a nivel de paisaje, para de esta manera identificar y priorizar las áreas, donde se requiere promover la conectividad ecológica y aquellas donde es necesario mejorar lo ya existente, para así, a través de programas de reforestación con especies nativas alrededor de los distintos drenajes y nacimientos de agua

existentes, favorecerá no solo la preservación de la diversidad de flora y fauna de la zona, sino también de los servicios ecosistémicos. Los cuales, de acuerdo con Brito et al., (2020), son muy importantes para la subsistencia de los mismos habitantes del municipio.

Por otra parte, los cambios en las coberturas influenciados por la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, como el ocurrido en la quebrada la Virgen en el año 2007, son objeto de investigación dentro del tema relacionado al cambio de las coberturas, debido, a que en ocasiones la misma naturaleza promueve estos cambios, más aún cuando en la zona existen variedad de drenajes con condiciones ambientales y topográficas, que favorecen la ocurrencia de este tipo de fenómenos, tal como lo propusieron en su investigación (Manson et al., 2009).

De otro modo, pese a que los cultivos confinados están tanto en auge como en constante expansión dentro del municipio al ser la actividad productiva con más acogida y proyección dentro la población, pueden a futuro remplazar lentamente los cultivos tradicionales del municipio, como son: El maíz, trigo, arveja, frijol entre otros, lo cual, generaría pérdida de semillas y material genético, tal como lo manifiesta en su investigación (Climent, 2018), además, sería ideal que se implementara el cultivo de otras especies diferentes al tomate (Chonto), esto para contrarrestar posibles efectos negativos como la aparición de plagas y enfermedades, también, un posible efecto dominó a causa de la caída en las ventas o en los precios del producto, lo que podría generar graves pérdidas económicas para los productores FAO, (2012).

Finalmente, la población rural del municipio se está reduciendo, bien sea por la muerte de las personas mayores la migración de las personas más jóvenes a otros lugares en búsqueda de mejores oportunidades y junto con el abandono de las escuelas rurales por falta de niños(as), son el reflejo de la escasez de población que hay actualmente en casi toda el área rural del municipio y que no solo ocurre en este lugar, sino en muchas otros lugares de diferentes regiones del país tal

como lo menciona en su investigación de Hernández, (2018). Lo cual, es preocupante al ser el sector campesino el principal motor productivo del país, tal cual, como lo manifestó el DNP, (2015). Por ende, dicha migración podría generar a futuro la pérdida de las tradiciones, costumbres y conocimientos ancestrales propios de la cultura del municipio, tal como lo manifestó en su investigación Mercado, (2008).

7. Conclusiones

Al realizar la investigación, se encontró que en los últimos 35 años si se han presentado cambios en las coberturas del municipio de San José de Miranda, ya que, para el año 1987 más del 70% del área total pertenecía a la cobertura de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, lo que reflejaba claramente la vocación agrícola que existía en el municipio en aquella época, mientras que en el año 2022 esta misma cobertura solo representa el 34,57% del área total, además, de que se han presentado variaciones en el área de las demás coberturas que hacen parte del municipio.

Las entrevistas semiestructuradas, ayudaron a encontrar las causas subyacentes relacionadas con la ocurrencia de los cambios, además, todas están directamente relacionadas con aspectos socioculturales, como los cambios en el modo de vida de las personas, el abandono progresivo del campo en especial por las personas más jóvenes en búsqueda de oportunidades de trabajo y estudio, el cambio de uso del suelo, que pasó de la agricultura tradicional a la ganadería (bovina) y la implementación de nuevos métodos de agricultura como los cultivos confinados (invernaderos) en diferentes predios del municipio.

En cuanto a la conectividad ecológica, se evidenció, que los principales corredores biológicos son las cercas vivas que delimitan los distintos predios rurales del municipio de San José de Miranda asociadas con los bosques riparios, en conjunto forman una red ecológica que permite la interconexión entre todos los tipos de coberturas existentes, lo que favorece de manera positiva aspectos ecológicos como la movilización de la fauna silvestre y la conservación de diversas especies nativas de flora presentes tanto en el municipio como en la región.

Los estudios multitemporales de cambios en las coberturas, permiten analizar con ayuda de los SIG los distintos cambios sufridos en las coberturas de un territorio a través del tiempo, además, permiten relacionar las causas antrópicas o naturales, que los han producido, para de esta manera realizar una planificación más ordenada del territorio y así diseñar diversas estrategias en pro de mejorar la conservación ecológica, entre ellos, el diseño de planes de manejo ambiental, de ordenación forestal, proyectos de revegetalización en diversas zonas entre otros.

8. Recomendaciones

Es de gran importancia realizar estudios similares en otros municipios de la provincia de García Rovira, Santander y Colombia, especialmente en aquellos donde existan relictos de bosques, paisajes heterogéneos y ecosistemas, ya que de esta manera se podrán estudiar no solo los cambios en los tipos de coberturas sino también las dinámicas del cambio de uso de suelo en otros municipios dentro y fuera de la región.

Es fundamental desarrollar estudios de investigación donde se involucre a los SIG de diversas maneras, ya que, estos proveen una variedad de líneas de trabajo, que no solo ayudarán a apoyar y desarrollar mejor la investigación que se desee llevar a cabo, sino que también, permitirá

analizar la zona de estudio desde otra perspectiva, además, los avances tecnológicos y el acceso a nuevas bases de datos con productos de mejor calidad, permitirán desarrollar mejores investigaciones.

Se recomienda involucrar siempre a las personas que residen en la zona de estudio dentro del desarrollo de la investigación, ya que, son ellos los que permiten entender las diversas situaciones socioculturales y ambientales que se presentan en el municipio, además, el componente social requiere una mayor atención e inversión por parte de los entes encargados de la planificación y administración del municipio en especial en el área rural, para que las personas que viven en el campo puedan trabajar la tierra y gozar de una mejor calidad de vida, sin tener que desplazarse o irse a otros lugares en búsqueda de oportunidades, porque de nada va a servir que el municipio de San José de Miranda tenga en mejor estado sus coberturas y el paisaje que conforman, si no hay personas que puedan apreciarlo y hacer un uso sostenible de sus recursos.

Referencias Bibliográficas

- Achicanoyet al., (2018). “Land Cover Vegetation Analysis and Projection through Remote Sensing and Geographic Information Systems in the Suba District, Bogotá-Colombia”. *Gestión Y Ambiente* 21, no. 1: 41.
- Aeroterra. (2021). “¿Qué es SIG? Sistemas de Información Geográfica”. Un marco de trabajo para organizar, comunicar y comprender la ciencia del mundo. <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>.
- Arguelles V. (2022). Cattle raising can be an ally in fighting climate change, desertification, and biodiversity loss if sustainable practices are implemented. Sustainable Beef in the Americas. Blog del IICA. <https://blog.iica.int/en/blog/cattle-raising-can-be-ally-fighting-climate-change-desertification-and-biodiversity-loss-if>.
- Arteaga G. (2020). “Entrevistas semiestructuradas en la investigación cualitativa”. *Testsiteforme*. <https://www.testsiteforme.com/entrevista-semiestructurada/>.
- AWF-WIK. (2019). Clasificación de uso/cobertura del suelo utilizando el complemento de clasificación semiautomática para QGIS. http://wiki.awf.forst.uni-goettingen.de/wiki/index.php/Land_Cover/Use_Classification_using_the_Semi-Automatic_Classification_Plugin_for_QGIS.
- Axess Networks. (2019). “Las imágenes satelitales y sus aplicaciones en la vida cotidiana”. <https://axessnet.com/las-imagenes-satelitales-y-sus-aplicaciones-en-la-vida-cotidiana/>.
- Bastidas E. y Naranjo L. (2020). “Análisis multitemporal del cambio de la cobertura vegetal y su efecto en los caudales máximos para la cuenca del río Guaguí en el municipio de Barbacoas, Nariño”. Universidad Católica de Colombia. Bogotá. 68 p.

- Brito et al. (2020). Importancia de los servicios ecosistémicos del recurso vegetal de la parroquia San Juan, cantón Riobamba. *Ciencia Digital*. 4(3): 253-270.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1333>
- Buitrago O. y Aguirre M. (2016). “Transformaciones Espaciotemporales De La Reserva Natural Laguna De Sonso (Colombia) Desde Medios Del Siglo XX a Principios Del Siglo XXI”. *Anales De Geografía De La Universidad Complutense* 37, no. 1: 43-65.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25549/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20-%20BASTIDAS%20-%20NARANJO.pdf>.
- Climent J. (2012). La pérdida de cultivos ancestrales y costumbres tradicionales en un medio rural de la provincia de Alicante. *Revista Digital Geographos*. Vol. (3): 1-37 pp.
<https://doi.org/10.14198/GEOGRA2012.3.21>.
- Congedo L. (2021). “Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. *Journal of Open Source Software*” 6(64), 3172. <https://doi.org/10.21105/joss.03172>.
- Corantioquia. (2003). “Verificación de coberturas vegetales obtenidas a partir de imágenes de satélite SPOT”, Corporación autónoma de Antioquia. Colombia. 75 pp.
https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/FLORA/AIRNR_CN_4474_2003.pdf.
- Corponor. (2019). “Identificación de causas antrópicas”. Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental. Colombia. 47 pp.
https://corponor.gov.co/calidad_agua/2019/RIO_ZULIA/6_IDENTIFICACION_CAUSA_S_ANTROPICAS.pdf.

- Correa et al., (2014). “Análisis del cambio en la conectividad estructural del paisaje de la cuenca del lago Cuitzeo, Michoacán, México”, *Revista de Geografía Norte Grande*, 59: 7-23.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022014000300002&script=sci_abstract.
- De la Ossa A. (2013). “*Live fences and its environmental importance in the conservation of native avifauna. Universidad de Sucre*”, Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical, *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. Vol. (5): 1-23.
<https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/483>.
- Díaz et al. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Metodología de Investigación en Educación Media*. ELSEVIER. 2(7): 162-167.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349733228009>.
- DNP. (2015). “El campo colombiano: un camino hacia el bienestar y la paz misión para la transformación del campo”. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá. Colombia.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/agriculturapecuarioforestal%20y%20pesca/el%20campo%20colombiano%20un%20camino%20hacia%20el%20bienestar%20y%20la%20paz%20mtc.pdf>.
- El Geógrafo. (20 de octubre de 2021). Descarga de imágenes satelitales SPOT a 2,5 metros [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=8sSfTmiWSFk>.
- Embarra2. *Aventura Offroad*. (25 de septiembre de 2019). Crear ruta en Google Earth a mano y pasarla a GPS Garmin [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=Tf9UUWE9exo>.
- FAO. (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo. *Alcance, causas y prevención*. Roma. 42 pp. <https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf>.

- FAO. (2016). Map Accuracy Assessment and Area Estimation. *A practical Guide*. 69 pp.
<https://www.fao.org/3/i5601e/i5601e.pdf>.
- Flórez et al. (2016). “Análisis Multitemporal De Las Coberturas Vegetales En El área De Influencia De Las Minas De Oro Ubicadas En La Parte Alta Del Sector De Maltería En Manizales, Colombia”. *Dyna (Medellín, Colombia)* 84, no. 201: 95-101.
- García et al. (2022). Uso del suelo cubrir conjuntos de datos y Herramientas de validación, *Prácticas de validación con QGIS*. Springer. (1-80).
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-90998-7.pdf>.
- Geoinnova. (2019). “Composiciones RGB de imágenes satelitales”. <https://geoinnova.org/blog-territorio/composiciones-rgb-de-imagenes-satelite/>.
- Geographical Analysis. (11 de junio de 2021). Image Postprocessing using Semi-Automatic Classification Plugin/Sieve and Edit Ráster in QGIS [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=XKkZOi5v07U>.
- Guzmán J. y Flórez A. (2019). “Fragmentation of the landscape through multitemporal analysis of Landsat TM and ETM + satellite images in the municipality of Montelíbano, Colombia”. *Gestión Y Ambiente* 22, no. 1: (1-12).
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/76116>.
- Hernan Tapias. (26 de abril de 2021). Actualización de Mapas de Colombia IGAC – Descarga de Planchas 1/25000 [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=2kdwIR-afFs>.
- Hernández J. (2018). La difícil situación de las escuelas rurales en Colombia. *Colombia + 20. El Espectador*. Colombia. <https://www.elespectador.com/colombia-20/conflicto/la-dificil-situacion-de-las-escuelas-rurales-en-colombia-article/>.

- Hernández et al. (2016). Metodología para el análisis de datos cualitativos en investigaciones orientadas al aprovechamiento de fuentes renovables de energía. 16 pp.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7062638>.
- IDEAM. (2010). “Leyenda Nacional De Coberturas De La Tierra. Metodología Corine Land Cover Adaptada Para Colombia. Escala 1:100.000”. ResearchGate.72 p.
https://www.researchgate.net/publication/303960063_LEYENDA_NACIONAL_DE_COBERTURAS_DE_LA_TIERRA_METODOLOGIA_CORINE_LAND_COVER_ADAPTADA_PARA_COLOMBIA_ESCALA_1100000.
- IDEAM. (2018). “Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional”. Bogotá. Colombia. 244 pp.
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023780/Caracterizacion.pdf>.
- IGAC. (2016). Especificaciones técnicas para la generación de cartografía básica. *Catálogo de Objetos Geográficos, Cartografía básica de Colombia*. 91 pp.
<https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/especificaciones-tecnicas-para-la-generacion-de-cartografia-basica>.
- IGAC. (2021). “Elaboración del mapa de coberturas de la tierra a escala 1:25.000”.94 p. Revista de Geografía Norte Grande, 59: 7-23.
<http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/DOCUMENTOS%20SGI%202021/GAG/PC-GAG-07/IN-GAG-PC07-04%20Elaboracion%20del%20mapa%20de%20cobertura%20de%20la%20tierra%20esca%20la%20125.000.pdf>.
- León, Y. (2019). “Análisis de fragmentación y conectividad del bosque en la subcuenca del río Tapezco, Costa Rica: conectando el bosque para proteger el agua.” Cuadernos de

- Geografía: Revista Colombiana de Geografía 28 (1): 102-120.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v28n1/2256-5442-rcdg-28-01-102.pdf>.
- López, C. (2021). “Multi-temporal analysis of change in vegetation cover in the municipality of Miraflores (Boyacá), from 2000 to 2021”. Bogotá. Colombia. (1-18).
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/38989?locale-attribute=en>.
- Llano, X. (2019). AcATaMa - QGIS plugin for Accuracy Assessment of Thematic Maps, version 19.11. <https://plugins.QGIS.org/plugins/AcATaMa/>.
- Manson et al. 2009. Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico. Conabio, México. Vol. II. pp. 131-184.
http://www2.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II03_Perturbaciones%20y%20desastres%20naturales_Impactos%20sobre.pdf.
- Marín et al. (2016). “Multitemporal Analysis of the Landscape in the Magdalena Medio Region during the Period 1985-2011: Interpretation of Historical Changes and Their Implications for the Structural Connectivity of Forests”. Cuadernos De Geografía. Bogotá. 27 (1): 10.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/55783/0>.
- Martínez J. y Sainz J. *Evaluación de la conectividad ecológica en el área metropolitana de la Bahía de Santander*. Informe final elaborado para la Fundación Naturaleza y Hombre en el marco del proyecto LIFE14 NAT/ES/000699 Anillo Verde de la Bahía de Santander: conectando la naturaleza y la ciudad. pp. 1-31. [chrome-https://anilloverde.files.wordpress.com/2018/06/study-of-the-ecological-connectivity.pdf](https://anilloverde.files.wordpress.com/2018/06/study-of-the-ecological-connectivity.pdf).
- Matallanes R. (2019). “Composiciones RGB de imágenes satelitales” Asociación Geoinnova. Pamplona (Navarra), España. <https://geoinnova.org/promociones-descuentos-subvenciones/#fundae>.

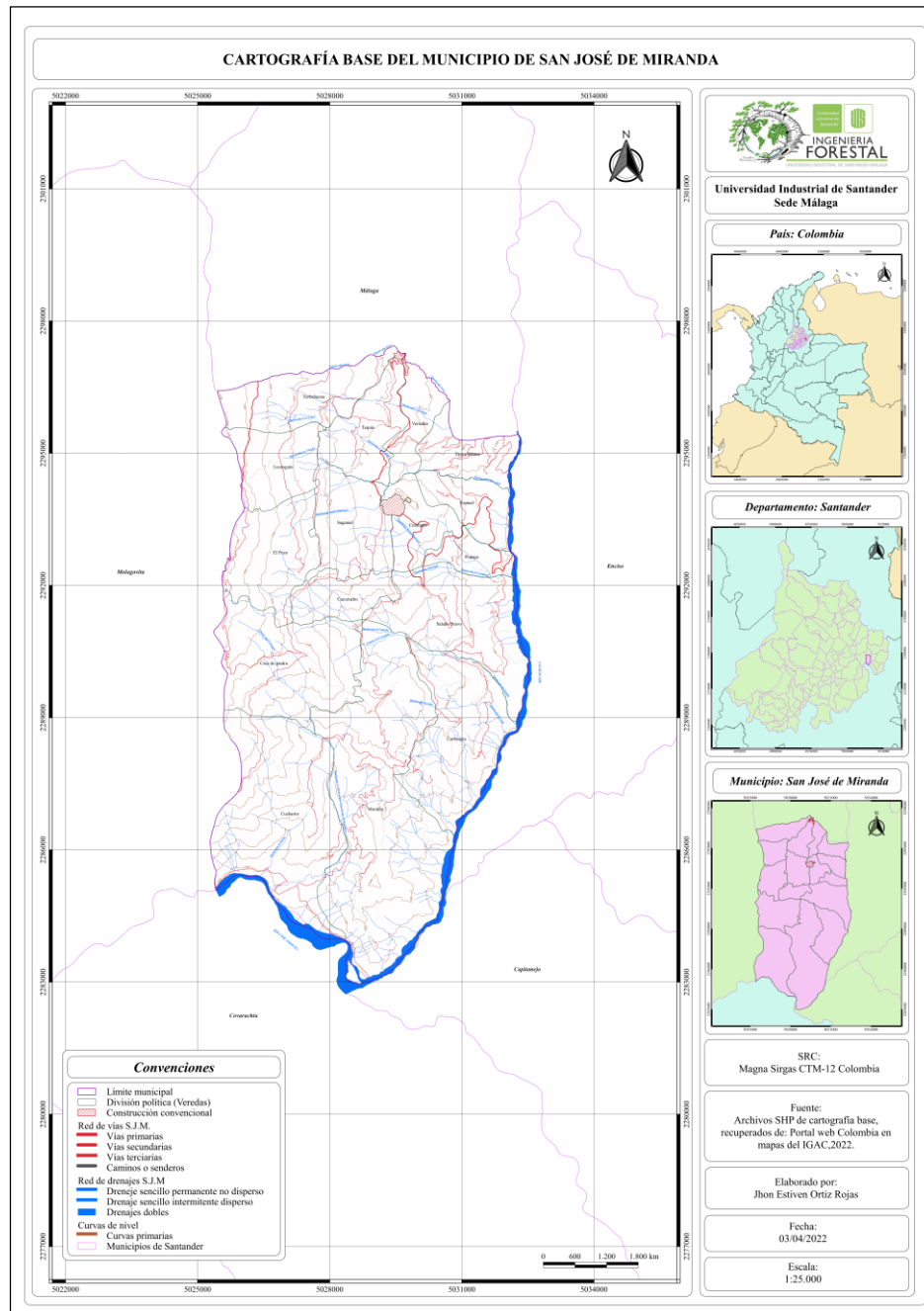
- Mercado J. (2008). Las consecuencias culturales de la migración y cambio identitario en una comunidad tzotzil, Zinacantán, Chiapas, México. *Scielo*. 5(1): 19-38.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722008000100002&lng=es&tlng=es.
- Ministerio de vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. (2021). “Plan de ordenamiento territorial”. Bogotá. Colombia. <https://www.minvivienda.gov.co/espacio-urbano-y-territorial/plan-de-ordenamiento-territorial>.
- Nieto O. Jiménez L. y Nieto M. (2016). “Variation of Forest Coverage and Occupation of the Land in the Municipality of Armenia 1939-1999”. *Luna Azul*, no. 42: 319-40.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-24742016000100019&lng=pt&nrm=iso&tlng=en.
- Olaya V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. 854 pp.
https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf.
- Pérez C. y Muñoz A. (2006). “Teledetección Nociones y Aplicaciones”. Universidad de Salamanca. España. 378 pp.
<https://mundocartogeo.files.wordpress.com/2015/03/teledeteccion-nocionesaplicaciones-2006publico.pdf>.
- Pucha et al. (2017). *Fundamentos de SIG. Aplicaciones con ArcGIS*. Ediloja Cia. Ltda.1-85.
[/http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro_sig.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro_sig.pdf)
- Quintana A. (2017). “Impacto de las causas próximas y subyacentes en el cambio del bosque andino y altoandino del municipio de Chámeza (Casanare-Colombia)”. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Colombia. 44 p.
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5869>.

- Robledano et al. (2016). Consecuencias del abandono de cultivos en la Región de Murcia y recomendaciones de gestión. Servicio de Publicaciones Universidad de Murcia (227-263). https://www.researchgate.net/publication/304989312_Consecuencias_del_abandono_de_cultivos_en_la_Region_de_Murcia_y_recomendaciones_de_gestion.
- Rey J. (2019). El abandono de pueblos y cultivos abre la puerta a la resilvestración del paisaje. Universidad de Alcalá. <https://theconversation.com/el-abandono-de-pueblos-y-cultivos-abre-la-puerta-a-la-resilvestracion-del-paisaje-118137>.
- Salas et al. (2019). Análisis Multitemporal De La Cobertura De Manglar En La Reserva Cayos Miskitos, 2006-2017. Revista Universitaria Del Caribe 22 (1): 61-68. https://www.researchgate.net/publication/336003115_Analisis_multitemporal_de_la_cobertura_de_manglar_en_la_Reserva_Cayos_Miskitos_2006-2017.
- Secretaria de Planeación Departamento de Santander y Universidad Industrial de Santander (2011). “Diagnostico dimensión biofísico ambiental territorial de Santander”. Santander. Colombia. 250 pp. <https://docplayer.es/5420139-Santander-2030-diagnostico-dimension-biofisico-ambiental-territorial-de-santander-departamento-de-santander-secretaria-de-planeacion.html>.
- SIGYURY- Efrain Yury. Turpo Cayo. (22 de diciembre de 2017). Obtener imagines de satélite diarias de 3m, PLANETSCOPE [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=C8c9iQAQIpQ>.
- Troncoso C. y Daniele E. (2003). “Las entrevistas semiestructuradas como instrumento de recolección de datos. Una aplicación en el campo de las ciencias naturales”. Facultad de ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. Argentina.12 p. <http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/adiv/article/view/3313>.

- Turístico. (2018). *Experiencias típicas y tradiciones*. “San José de Miranda”.
<http://turisco.com.co/index.php/que-comer/comida-tradicional/pizzerias/53-municipios/provincia-de-garcia-rovira/531-municipio-de-san-jose-de-miranda>.
- Valencia et al. (2019). “Cambios en las coberturas de la tierra en el periodo 1984 – 2017 y análisis de la amenaza ante inundaciones en el municipio de Campo de la Cruz, Atlántico, Colombia”, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas Universidad del Valle, 26 p.
<https://www.sciencegate.app/source/308213>.
- Veloza J. (2017). “Análisis multitemporal de las coberturas y usos del suelo de la reserva forestal protectora -productora (Casablanca) en Madrid Cundinamarca entre los años 1961 y 2015: Aportes para el ordenamiento territorial municipal”. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia, 67 pp.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532017000200095.
- Wanumen A., López R., y Rodríguez N. (2019). “Are Agricultural Landscapes Dynamic or Stable? Case Study in Lake Tota (Boyacá, Colombia).” Cuadernos De Geografía (Bogotá) 29, no. 1: 207. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-215X2020000100207.
- WWF. (2018). Glosario ambiental: “¿Qué son las cercas vivas?” WWF - Colombia.
<https://www.wwf.org.co/?335770/Glosario-ambiental-Que-son-las-cercas-vivas>.

Apéndices

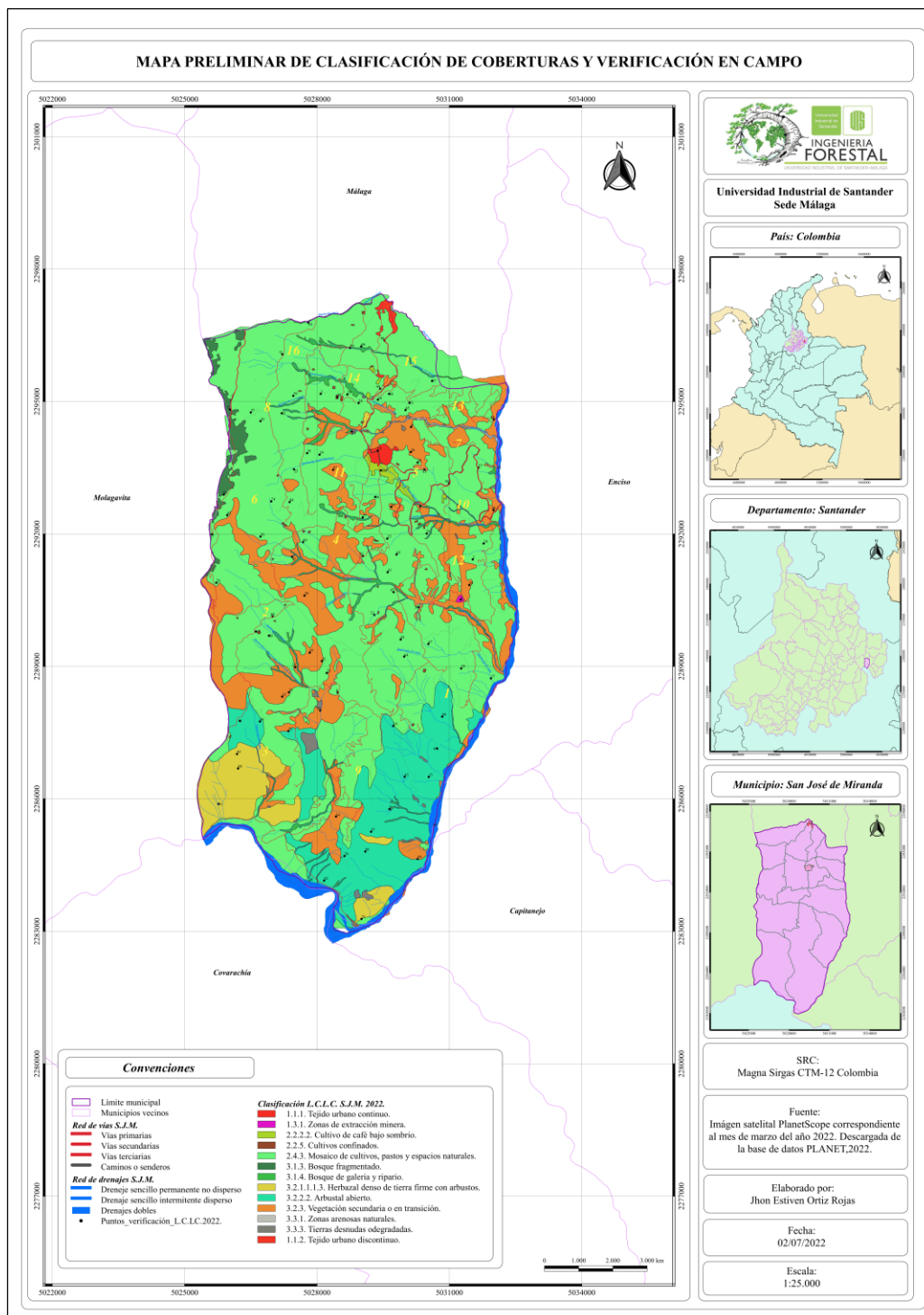
Apéndice A. Mapa cartografía base del municipio de San José de Miranda.



Nota: Para mejor visualización ingresar al enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1UZY2Tii2vPI4XMivclGOOn3kU92EWs9D/view?usp=sharing>

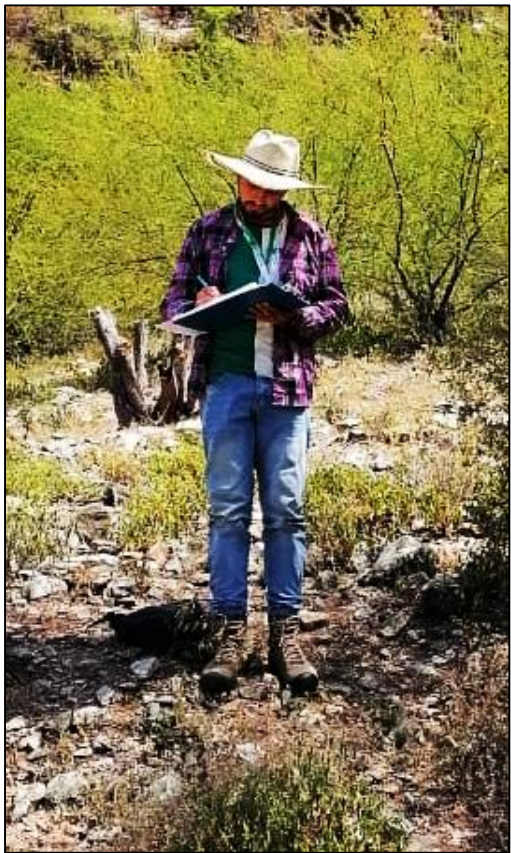
Apéndice B. Mapa preliminar de verificación en campo de coberturas.




Nota: Para mejor visualización ingresar al enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1rnJkhoehLAq-PljoXkBdBa43wFOtsIX/view?usp=sharing>

Apéndice C. Corroboración de coberturas en campo.





Apéndice D. Formato de corroboración de coberturas en campo.

 FORMATO CORROBORACION DE COBERTURAS VEGETALES L.C.L.C. EN CAMPO							
Ubicación _____		Fecha (dd/mm/aa) : _____		Altura (m s.n.m.): _____			
N ^o	Tipo de cobertura	Descripción	Fotografías	Coordenadas		Coincide	
				EW	NS	Si	No
		Norte:					
		Este:					
		Sur:					
		Oeste:					
Observaciones: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>							

Apéndice E. Elaboración de entrevistas semiestructuradas.



Apéndice F. Formato de entrevistas semiestructuradas.

Entrevista semiestructurada n° ____

En virtud de la ley 1581 del 2012, reglamentada parcialmente por el decreto 1377 de 2013, cuyo objeto es desarrollar el derecho constitucional que tienen todas las personas a conocer, a actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en base de datos o archivos los demás derechos, libertades y garantías constitucionales a que se refiere el artículo 15 de la constitución política de Colombia, así como el derecho de la información consagrada en el artículo 20 de la misma.

Los datos recolectados en la presente entrevista serán utilizados única y exclusivamente para fines académicos y como señala el artículo 4 del decreto 1377 de 2013 son pertinentes y adecuados y no constituyen violación de la privacidad.

¿Autoriza usted el tratamiento de los datos personales que suministra la presente entrevista?

Sí No

- Fecha: _____ Nombre: (Opcional) _____
- Edad: _____ Ocupación: (Opcional) _____
- Nombre del predio o finca: (Opcional) _____
- Nombre de la vereda o sector: _____

1. ¿Qué detalles recuerda de cómo era este lugar hace 35 años?
2. ¿Ha notado cambios en las coberturas vegetales del lugar durante los últimos 30 años?
3. ¿Qué especies de plantas se cultivaban hace 35 años y cuales aún se cultivan en el lugar?
4. ¿Ha visto el cambio de la agricultura, por la ganadería bovina, caprina u otra actividad productiva como los invernaderos en el lugar durante estos últimos 35 años y por qué?
5. ¿Recuerda épocas o años específicos donde el cambio haya sido más abrupto, donde el cambio de cultivos por otros haya sido más extensivo a la mayoría de fincas?
6. ¿Existe o existió algún tipo de extracción minera y que productos se obtenían de esta actividad?
7. ¿Qué actividades económicas, realiza usted y los habitantes del lugar para su subsistencia?
8. ¿En el lugar hubo hechos de violencia o presencia de grupos armados al margen de la ley durante los últimos 30 años?
9. ¿Por qué, en la actualidad, las personas en especial las más jóvenes, están abandonando el campo para irse a las ciudades?
10. ¿Considera que el abandono que se vive actualmente en el campo, ha ayudado a que se regenere la cobertura de bosques naturales en el lugar?
11. ¿La Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS), ha hecho presencia en el lugar con visitas u algún otro tipo de actividades, donde se realice capacitación y acompañamiento a los habitantes de esta comunidad?

Apéndice G. Tejido urbano continuo.

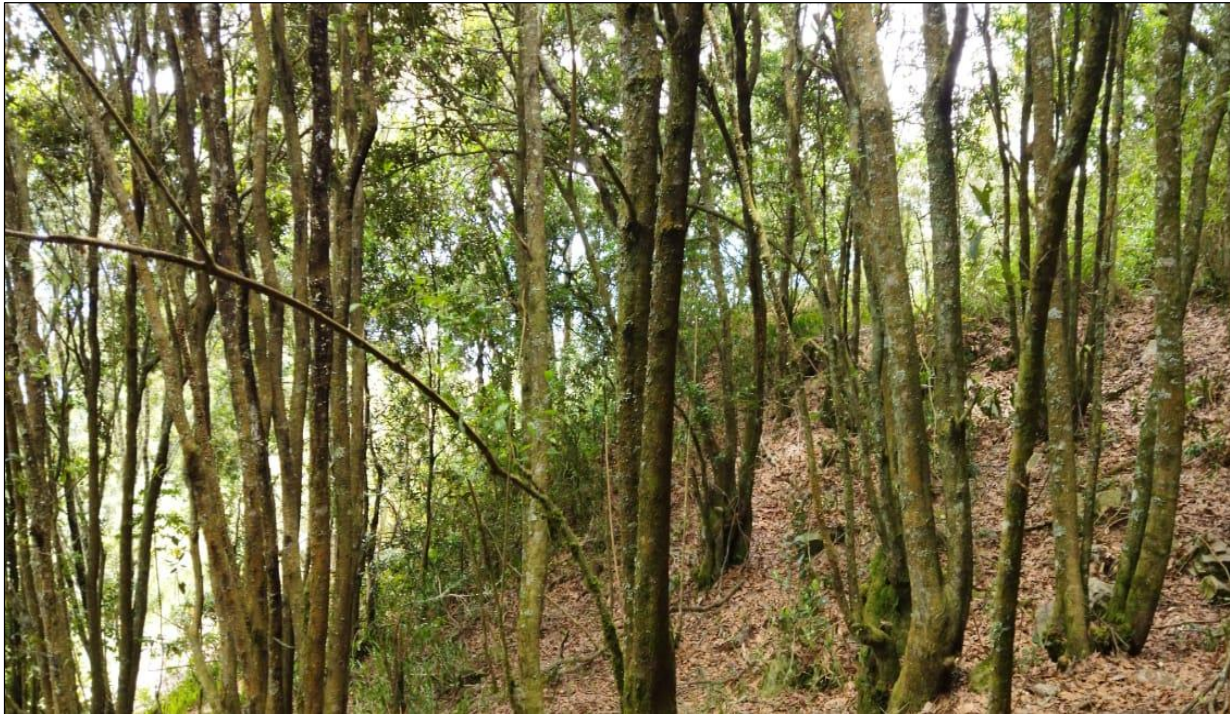




Apéndice H. Tejido urbano discontinuo.



Apéndice I. Bosque fragmentado (Robledal).



Apéndice J. Bosque ripario.



Apéndice K. Mosaico de pastos cultivos y espacios naturales.



Apéndice L. Mosaico de pastos y espacios naturales.



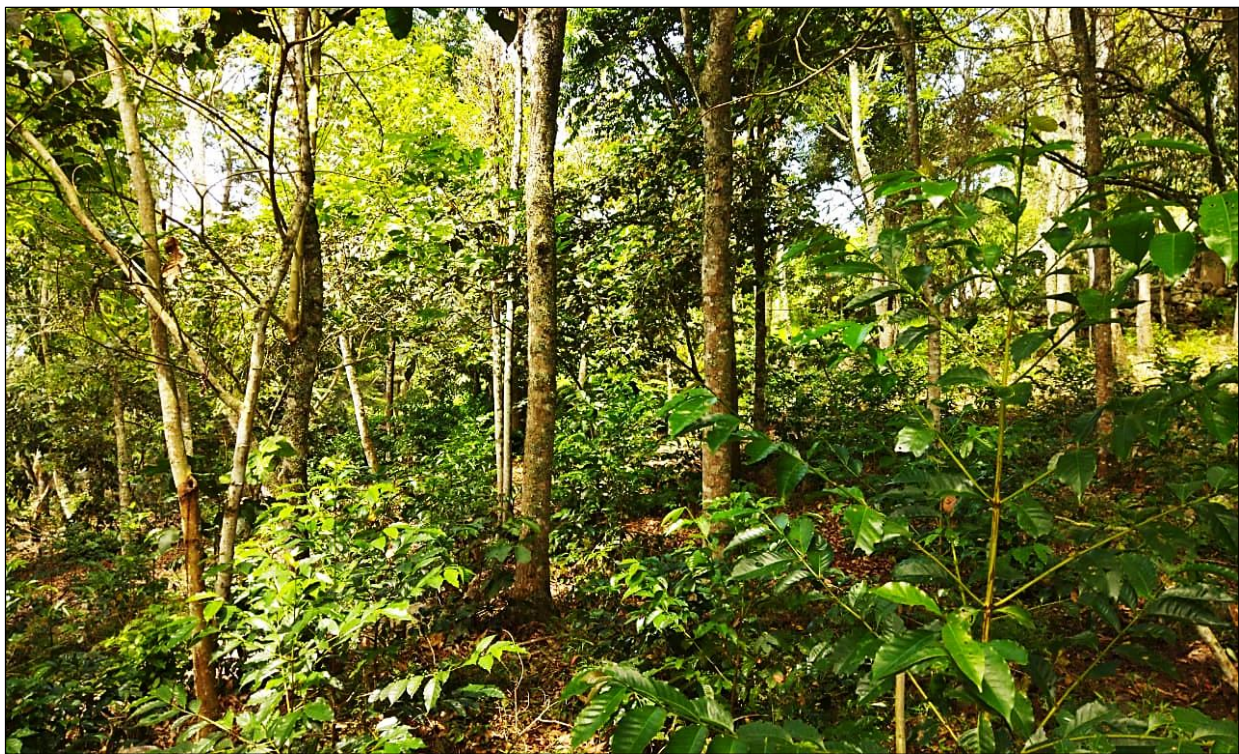


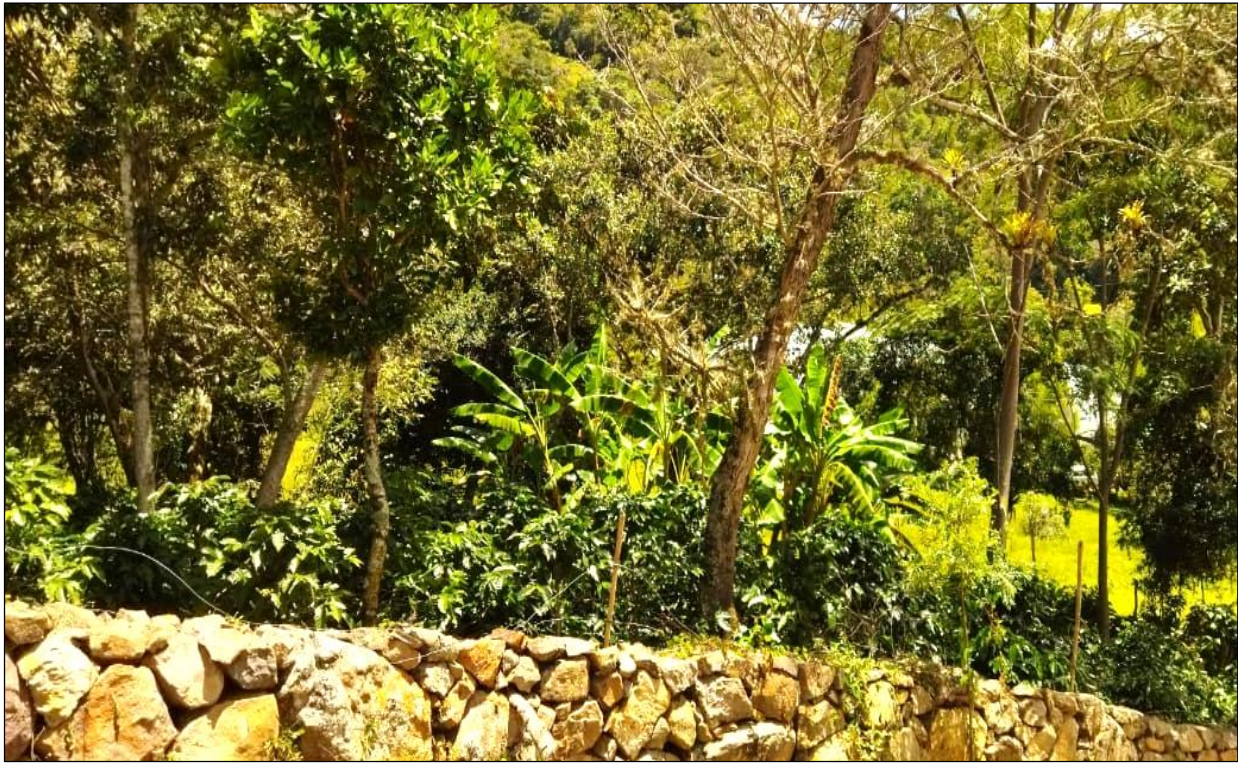
Apéndice M. Cultivos confinados (invernaderos).





Apéndice N. Cultivos de café bajo sombrío.





Apéndice O. Zonas de extracción minera.





Apéndice P. Arbustal abierto mesófilo.





Apéndice Q. Herbazal denso de tierra firme con arbustos.





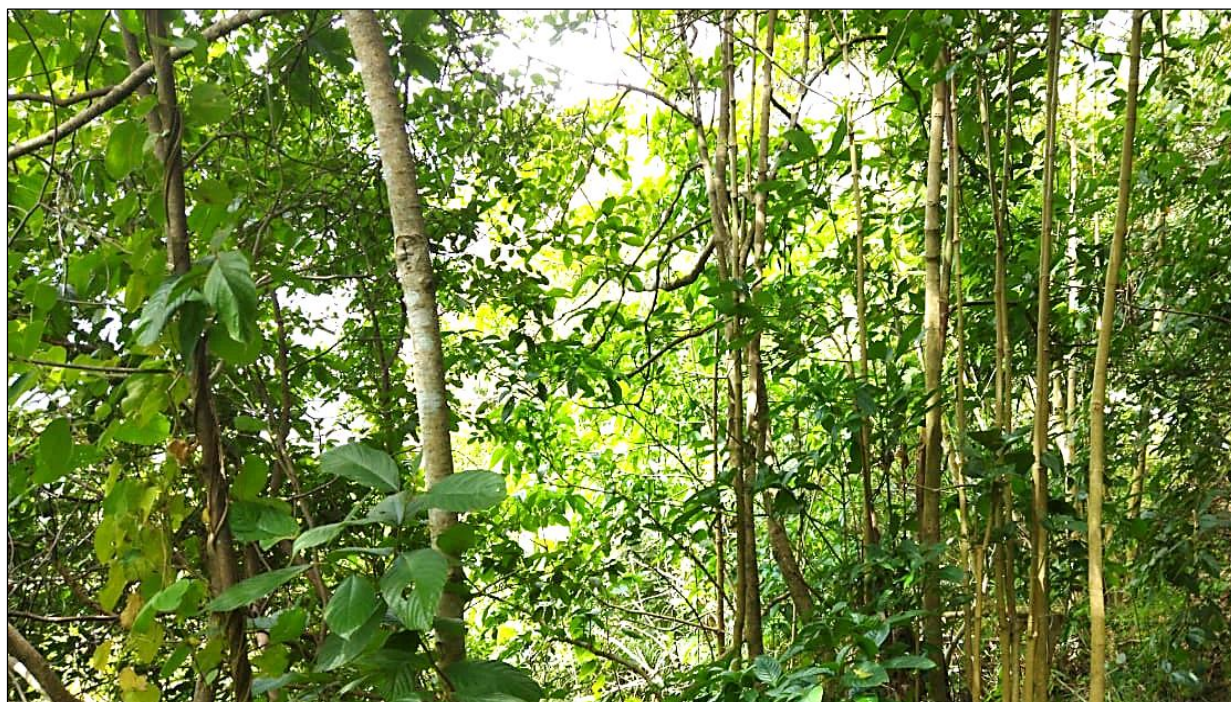
Apéndice R. Herbazal denso de tierra firme arbolado.





Apéndice S. Vegetación secundaria o en transición.





Apéndice T. Lista de morfoespecies y familias identificadas en campo.

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Yatago	<i>Trichantea gigantea</i>	Acanthaceae
2	Garrocho	<i>Viburnum triphyllum</i>	Adoxaceae
3	Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	Adoxaceae
4	Mango	<i>Manguijera indica</i>	Anacardiaceae
5	Sarno	<i>Toxicodendron striatum</i>	Anacardiaceae
6	Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae
7	Castañeto	<i>Casabela thevetia</i>	Apocynaceae
8	Mano de oso	<i>Oreophanax floribundum</i>	Araliaceae
9	Motua	<i>Agave cocui</i>	Asparagaceae
10	Fique	<i>Furcraea cabuya</i>	Asparagaceae
11	Chilco 1	<i>Bacharis latifolia</i>	Asteraceae
12	Chilco blanco	<i>Bacharis nitida</i>	Asteraceae
13	Chilco 2	<i>Baccharis brachylaenoides</i>	Asteraceae
14	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae
15	Chicala	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae
16	Guayacán rosado	<i>Tabeuia rosea</i>	Bignoniaceae
17	Mulato	<i>Cordia curassavica</i>	Boraginaceae
18	Cardón	<i>Bromelia karatas</i>	Bromeliaceae
19	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae

20	Pata de vaca	<i>Bauhinia variegata</i>	Caesalpiniaceae
21	Alcaparro	<i>Senna bacillaris</i>	Caesalpiniaceae
22	Azulillo	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Caesalpiniaceae
23	Dividivi	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Caesalpiniaceae
24	Casuarina	<i>Casuarina</i>	Casuarinaceae
25	Gaque	<i>Clusia multiflora</i>	Clusiaceae
26	Coriaría	<i>Coriaria ruscifolia</i>	Corariaceae
27	Encenillo	<i>Weinmania tomentosa</i>	Cunoniaceae
28	Ciprés	<i>Hesperocypharis lucitanica</i>	Cupressaceae
29	Raque	<i>Vallea stipularis</i>	Elaeocarpaceae
30	Uva camarona	<i>Macleania rupestris</i>	Ericaceae
31	Carbonero	<i>Bejaria aestuans</i>	Ericaceae
32	Uvito	<i>Gaultheria buxifolia</i>	Ericaceae
33	Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	Escalloniaceae
34	Tobo	<i>Escallonia paniculata</i>	Escalloniaceae
35	Lechero	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae
36	Llora sangre	<i>Croton draco</i>	Euphorbiaceae
37	Panamá	<i>Jatropha aconitifolia</i>	Euphorbiaceae
38	Pringa mosa	<i>Jatropha urens</i>	Euphorbiaceae
39	Higuerillo	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae
40	Cují	<i>Prosopis juliflora</i>	Fabaceae
41	Palo verde	<i>Parkinsonia praecox</i>	Fabaceae
42	Mata de ratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
43	Chocho	<i>Erythina rubrinervia</i>	Fabaceae
44	Chachafruto	<i>Erythina edulis</i>	Fabaceae
45	Acacia	<i>Acacia melanoxylon</i>	Fabaceae
46	Bucaro	<i>Erythrina fusca</i>	Fabaceae
47	Roble	<i>Quercus humboltii</i>	Fagaceae
48	Curomacho	<i>Persea caerulea</i>	Lauraceae
49	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
50	Guayacán de Manizales	<i>Lafoensia acuminata</i>	Lythaceae
51	Falso balso	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Malvaceae
52	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
53	Siete cueros	<i>Tibouchina lepidota</i>	Melastomataceae
54	Pionera 1	<i>Clidemia spl</i>	Melastomataceae
55	Pionera 2	<i>Miconia spl</i>	Melastomataceae
56	Pito	<i>Trichilia havanensis</i>	Meliaceae
57	Cedro	<i>Cedrela Odorata</i>	Meliaceae
58	Guamo 1	<i>Inga spp.1</i>	Mimosaceae

59	Espino de cabro	<i>Vachellia farnesiana</i>	Mimosaceae
60	Guamo 2	<i>Inga spp.2</i>	Mimosaceae
61	Gallinero	<i>Phitecellobium dulce</i>	Mimosaceae
62	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Mimosaceae
63	Carbonero	<i>Albizia carbonaria</i>	Mimosaceae
64	Uvo	<i>Ficus soatensis</i>	Moraceae
65	Moral	<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae
66	Higuerona	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
67	Higuerón	<i>Ficus vetulina</i>	Moraceae
68	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i>	Myricaceae
69	Cucharo espadero	<i>Myrsine coriacea</i>	Myrsinaceae
70	Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	Myrsiniaceae
71	Guayabo dulce	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae
72	Guayabo agrio	<i>Psidium guieense</i>	Myrtaceae
73	Eucalipto 1	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae
74	Eucalipto 2	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Myrtaceae
75	Eucalipto 3	<i>Eucalyptus grandis</i>	Myrtaceae
76	Eucalipto 4	<i>Eucalyptus biminalis</i>	Myrtaceae
77	Sururo	<i>Myrcia fallax</i>	Myrtaceae
78	Arrayán	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	Myrtaceae
79	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>	Oleaceae
80	Trompeto	<i>Bocconia frutescens</i>	Papaveraceae
81	Cedrillo	<i>Phyllanthus salviifolius</i>	Phyllantaceae
82	Pino	<i>Pinus patula</i>	Pinaceae
83	Cordoncillo 1	<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae
84	Cordoncillo 2	<i>Piper amalago</i>	Piperaceae
85	Caña brava	<i>Arundo donax</i>	Poaceae
86	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	Poaceae
87	Chusque	<i>Chusquea sp</i>	Poaceae
88	Guinea	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae
89	Mora silvestre	<i>Rubus ulmifolius</i>	Rosaceae
90	Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae
91	Mote frio	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	Rosaceae
92	Café	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae
93	Espino negro	<i>Zanthoxylum spp</i>	Rutaceae
94	Coyol	<i>Amiris pinnata</i>	Rutaceae
95	Uña de gato	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Rutaceae
96	Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	Salicaceae
97	Mamon	<i>Melicocca bijuga</i>	Sapindaceae

98	Pipo	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae
99	Tomatillo 1	<i>Solanum crotonifolium</i>	Solanaceae
100	Borrachero	<i>Acnistus arborescens</i>	Solanaceae
101	Tomatillo 2	<i>Solanum asperrimum</i>	Solanaceae
102	Lulo de monte	<i>Solanum pectinatum</i>	Solanaceae
103	Tinto	<i>Cestrum reflexum</i>	Solanaceae
104	Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae
105	Garbancillo	<i>Duranta triacantha</i>	Verbenaceae
106	Teca	<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae
