

# **Utilización de herramientas geoinformáticas como apoyo al proceso de formalización de predios rurales**

**Manuel Armando Vega Quiroga**

Informe final de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Asesor:

Ph.D. Omar Antonio Vega

Línea de Investigación: Territorios inteligentes y sostenibles

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Manizales, 2024

## Resumen

La intervención que se ha ejercido en el campo colombiano no ha sido suficiente en temas de formalización, ya que existen espacios que no son tenidos en cuenta para estos procesos. Por esta razón se desarrolló un proceso que involucra una imagen satelital Sentinel 2 en el cual se realiza una clasificación no supervisada con el fin de determinar e interpretar los tipos de cobertura existentes en la vereda objeto de estudio. Para la clasificación de la cobertura vegetal fue usada la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, en la cual se utilizan ciertos colores previamente prestablecidos para representar la vegetación observada dentro de la misma. Posteriormente fue elaborado un mapa con esta clasificación gráfica para determinar cuáles son las zonas con menor o ninguna explotación agrícola o urbana, esto debido a la tipología de cobertura descrita según el procesamiento de la imagen seleccionada.

De esta manera se determinó cuáles son las zonas potencialmente aptas para procesos de formalización rural. La idea fue optimizar las características físicas que contiene la imagen satelital, por lo que son interpretadas estableciendo sectores favorables para tener en cuenta en los procesos de formalización. De esta manera al aprovechar las herramientas geoinformáticas se obtuvieron resultados que contribuyen a los procesos que aportan al desarrollo del sector rural en aras del progreso del campesino colombiano.

**Palabras clave:** formalización, SIG, interpretación, no supervisada, satelital, cobertura.

## Abstract

The intervention that has been carried out in the Colombian countryside has not been sufficient in terms of formalization, since there are spaces that are not taken into account for these processes. For this reason, a process was developed that involves a Sentinel 2 satellite image in which an unsupervised classification is carried out in order to determine and interpret the types of coverage existing on the path under study. For the classification of the vegetation cover, the Corine Land Cover methodology adapted for Colombia was used, in which certain previously pre-established colors are used to represent the vegetation observed within it. Subsequently, a map was prepared with this graphic classification to determine which are the areas with less or no agricultural or urban exploitation, this due to the typology of coverage described according to the processing of the selected image.

In this way, it was determined which areas are potentially suitable for rural formalization processes. The idea was to optimize the physical characteristics contained in the satellite image, so they are interpreted by establishing favorable sectors to take into account in the formalization processes. In this way, by taking advantage of GIS tools, results were obtained that contribute to the processes that contribute to the development of the rural sector for the progress of the Colombian peasant.

**Keywords:** formalization, SIG, interpreted, unsupervised, satellite, coverage



# Contenido

	<b>Pág.</b>
1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación.....	9
1.1 Descripción del área problemática.....	9
1.2 Formulación del problema.....	11
1.3 Justificación.....	12
2. Objetivos.....	16
2.1 Objetivo general.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3. Antecedentes.....	17
4. Referente normativo y legal.....	29
5. Referente teórico.....	31
6. Metodología.....	34
6.1 Enfoque metodológico.....	34
6.2 Tipo de estudio.....	35
6.3 Procedimiento.....	35
7. Resultados.....	49
7.1 Descripción de resultados.....	49
7.1.1 Fase I: Elaboración de modelos gráficos.....	49
7.1.2 Fase II: Implementación recursos digitales mediante una herramienta SIG.....	50
7.1.3 Fase III: Procesamiento de una imagen satelital.....	52
7.1.4 Fase IV: Identificación de coberturas.....	54

---

7.2	Discusión de resultados .....	56
8.	Conclusiones.....	61
9.	Recomendaciones .....	62
10.	Referencias .....	63

---

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1 .....	11
Figura 2 .....	13
Figura 3 .....	34
Figura 4 .....	36
Figura 5 .....	37
Figura 6 .....	37
Figura 7 .....	38
Figura 8 .....	40
Figura 9 .....	41
Figura 10 .....	42
Figura 11 .....	43
Figura 12 .....	45
Figura 13 .....	46
Figura 14 .....	47
Figura 15 .....	49
Figura 16 .....	50
Figura 17 .....	51
Figura 18 .....	52
Figura 19 .....	53

Figura 20 .....	55
Figura 21 .....	56
Figura 22 .....	60

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 .....	29



# **1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación**

En los siguientes capítulos se describe cómo este trabajo contribuye a la formalización de predios en el municipio de Chaparral (Tolima), mediante una caracterización y clasificación gráfica, realizada por medio de un procesamiento de imágenes satelitales con sus componentes físicos, usando herramientas geoinformáticas, para establecer cómo influyen estos componentes son usados a favor de una posible formalización en territorios rurales más eficientemente.

## **1.1 Descripción del área problemática**

Al revisar la legislación colombiana vigente, se entiende como predio baldío un bien inmueble que continua como patrimonio del Estado, en otras palabras, que la nación es el titular. Por lo que para conseguir un derecho real del dominio de este terreno se requiere el otorgamiento de un título por medio de un acto administrativo por parte de la entidad agraria, hoy día la Agencia Nacional de Tierras – ANT. (Franco Amaya, 2021).

Durante el proceso de titulación de los predios baldíos en Colombia, existe una desarticulación entre el beneficiario y la entidad encargada de la titulación de predios baldíos, ya que en varios casos no se conoce el estado actual del mismo, a sabiendas de que debe estar en estado de abandono o un lugar de residencia utilizado por el campesino, para obtener algún tipo de ganancia para su sustento o su mismo consumo. Para que el campesinado tenga opciones de siembra, se debe contar con desarrollo en el sector rural colombiano. Normalmente, este trámite no es claro, hay desconocimiento por parte del campesino y el estado no promueve planes o

---

campañas para instruir estas comunidades, retrasando las expectativas de trabajo y desarrollo para el campesino.

Poniendo como ejemplo, un predio baldío alejado de cualquier acceso vial, que incluya características físicas óptimas para una explotación de cacao, ya sea que esté en desarrollo o por el contrario sin explotación alguna, por lo que sería importante conocer esta clasificación del territorio teniendo en cuenta características que se destaquen, como el tipo y uso del suelo, topografía, altura, entre otros. Existen varios factores por los cuales el campo colombiano no cuenta con un desarrollo rural viable, amigable y productivo en los últimos años, y como resultante se obtiene que los campesinos no pueden suplir la totalidad de sus necesidades básicas por la falta de recursos propios. Durante el proceso de formalización sería importante contar con un banco gráfico de predios rurales donde puedan ser reflejados, mediante imágenes satelitales procesadas, para la interpretación de cada zona en particular.

En la actualidad, los procesos gubernamentales para la formalización son tediosos, puesto que la información geográfica se recolecta solo hasta que una comisión topográfica se acerque al predio a formalizar, con el fin de realizar georreferenciaciones y una posterior elaboración de insumos, como lo son informe técnico, plano de georreferenciación, actas de colindancias, postprocesos, entre otros.

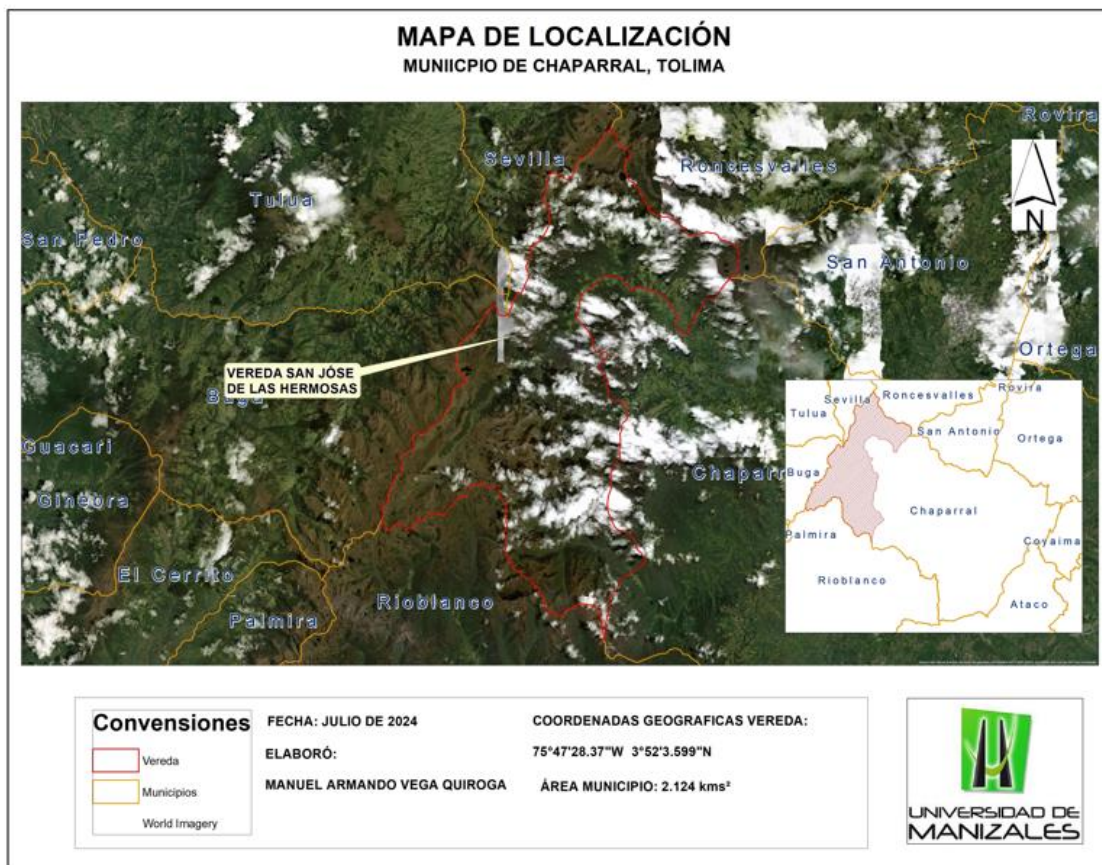
Aprovechando la información ya consolidada por entidades nacionales, que recurren a datos físicos y gráficos de los territorios, pueden utilizarse mediante una herramienta geográfica conocida para observar los predios a visitar en una jornada de formalización, como datos del tipo de topografía, si cuenta con vías de acceso cercanas, qué tipo de cultivos explotan en la mayoría de la vereda a seleccionar, altura sobre el nivel del mar, entre otros.

## 1.2 Formulación del problema

El municipio de Chaparral, departamento del Tolima, es un sector conocido por su variedad de suelos ricos para explotaciones agrícolas, sino también por haber sido golpeado por la violencia en los últimos 50 años. Cuenta con una topografía quebrada y una rica red de cuencas hídricas que vienen alimentando sus 143 veredas y sus cinco corregimientos. A pesar de contar con características agroecológicas favorables, no cuenta con una biblioteca geográfica utilizable para una formalización predial acertada. En la Figura 1 se visualizan sus características morfológicas.

**Figura 1**

*Mapa de localización*



---

*Nota.* Mapa autoría propia – ArcGIS - ArcMap 10.8

El municipio de Chaparral cuenta con un alto potencial agrícola, según Cuevas Rayo (2020) “en el Municipio de Chaparral, la economía gira en torno a los cultivos tradicionales tales como café en un 75% cacao con un 10% y plátano, maíz caña de azúcar y frijol con un 15% de la producción agrícola total, según el informe anual suministrado por la alcaldía municipal”. (...)

El municipio de Chaparral se encuentra localizado al suroccidente del departamento del Tolima a 4° 55' Latitud Norte y 75° 07' de Longitud Oeste, (Arce Hernandez & Garzón Florez, 2022). Su nombre proviene de la abundancia de plantas conocidas como chaparros. Fue fundado el 6 de enero de 1586. (Vargas et al., 2023)

De igual manera, la vereda San José de las Hermosas, ubicada al occidente del municipio, cuenta con características físicas y climatológicas interesantes para una diversidad de proyectos de explotación, pasando por varios pisos térmicos y rico en ecosistemas. Como se puede ver en la Figura 2, dentro del territorio veredal existen diferencias altitudinales.

### **1.3 Justificación**

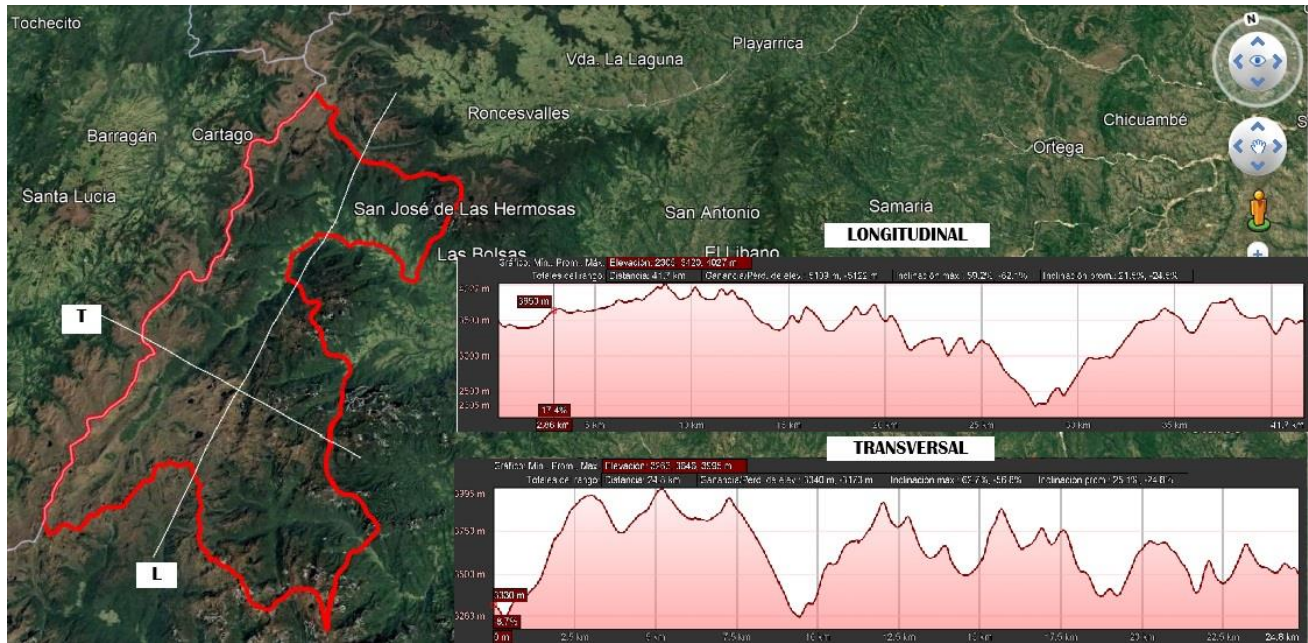
- **Interés y motivaciones**

Este trabajo de grado contribuye positivamente al proceso de formalización de predios baldíos en el territorio colombiano, de una manera práctica y abreviada, creando información gráfica y digital del sector rural el cual es intervenido. La utilización de este proceso apoya satisfactoriamente al avance de la titulación de la comunidad veredal de San José de las Hermosas, ubicada en el municipio de Chaparral, Tolima, con la interpretación de características físicas

reflejadas en un mapa temático con la ayuda de herramientas de Información Geográfica - SIG. Estas características físicas existentes en la vereda objeto de estudio, estos aspectos topográficos de consideración para el trabajo pueden ser observados en la figura 2, la cual contiene un corte longitudinal y un corte transversal del área objeto de estudio.

### Figura 2

#### *Perfil 1 Longitudinal y Transversal*



*Nota.* Mapa autoría propia - Google Earth

La Agencia Nacional de Tierras – ANT, entidad responsable del proceso de formalización de predios baldíos, implementa trámites de formalización para la propiedad rural mediante tareas previamente establecidas, las cuales van encadenadas, convirtiendo estos procesos en trámites largos y tardíos.

---

De acuerdo con los datos entregados por el Instituto Agustín Codazzi – IGAC, en los años noventa, los resultados de un cuestionario de actualización catastral en el país eran concluyentes, puesto que las comunidades rurales no podían demostrar la tenencia de las tierras que ocupaban, ya que carecían de títulos o algún tipo de registro público (Londoño y Velásquez, 2022).

Debido a esto, los territorios no han podido contar con el debido apoyo gubernamental que les garanticen un desarrollo integral de forma que estas comunidades se beneficien de proyectos en los que participen de manera asociada y asertiva.

- **Novedad del problema o temática de investigación**

Por tal motivo, este trabajo aprovecha la información física del territorio seleccionado contenida en una imagen satelital tipo Raster, realizando una clasificación de tipos de cobertura y uso del suelo, arrojando como resultado las características necesarias para definir su estado actual. Esto adelanta en una medida el proceso de formalización como tal brindando una posibilidad para una intervención rural y participación en el proceso de formalización de forma incluyente.

- **Utilidad**

El proyecto aporta una metodología útil para la reducción en el proceso de titulación, favoreciendo a la comunidad campesina pudiendo obtener más oportunidades de formalización, en caso de verse beneficiado, el tiempo que generalmente requiere el proceso de titulación rural, se acorta, facilitando la atención a más comunidades, que actualmente no se encuentran dentro de una focalización.

Uno de los aportes interesantes del trabajo, es que se comprende la diversidad agrícola que existe en cada una de las regiones a intervenir, en este caso el municipio de Chaparral, departamento del Tolima. Como es bien conocido, la interpretación y clasificación de imágenes

satelitales se viene implementando en diferentes ámbitos profesionales, los cuales hacen importantes aportes a una temática determinada, en este caso se utilizan las características físicas definidas del territorio como; cobertura alta y baja, la morfología del terreno y demás aspectos que son interpretados mediante mapas para definir cuáles son las áreas más aptas para intervención del estado con políticas de formalización, o por otra parte en la contribución a la formulación de proyectos productivos.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Proponer un procedimiento para la visualización de áreas potencialmente destinadas a la formalización de inmuebles rurales en el municipio de Chaparral (Tolima, Colombia).

### **2.2 Objetivos específicos**

- Elaborar modelos gráficos, que contribuyan en la visualización de características físicas en la vereda San José de las Herosas, en el municipio de Chaparral, Tolima.
- Implementación de una metodología de herramienta geoinformática, utilizando los recursos digitales necesarios para la clasificación de sectores rurales sobre coberturas vegetales y usos del suelo.
- Interpretar, mediante el procesamiento de una imagen satelital apropiada, un conjunto de mapas temáticos que ayuden positivamente en la formalización de predios rurales.
- Identificar la cobertura y uso de la tierra en el territorio seleccionado, realizando una adecuada interpretación de lo observado.

### **3. Antecedentes**

El trabajo realizado por (Meriño Daza, 2016) pretende utilizar sistemas de información geográfica para los predios ubicados en el municipio de Santa Marta, por medio de identificación de las zonas que ya fueron intervenidas, de esta manera se puede crear información para una posterior caracterización de la zona rural y a su vez identificar las zonas de alto riesgo. Esto fue a partir de la creación de varios mapas que contengan la información predial básica de los predios, esto se pudo realizar usando la base catastral oficial del IGAC. Se concluyó que estos procedimientos gráficos pueden contribuir a la planificación de planes de riesgos y titulación de predios en el territorio, a su vez, se crea una base de datos para ser usada por la Secretaría de Planeación con la que puedan aportar a planes de mitigación en el POT.

La investigación ejecutada por (Garzón Marín, 2018) determina el análisis de imágenes satelitales tomadas por el Sentinel 2B, para posteriormente clasificar la información en varias clases de coberturas que contengan información física, como el uso del suelo, que es fundamental para determinar la vocación del inmueble. Este uso del suelo es útil en futuros programas de titulación, para el adecuado diseño de proyectos productivos en los predios. Para condensar la información se relacionó a la leyenda nacional de coberturas. Se concluyó que los datos usados en el procesamiento de la imagen y el uso de bandas adecuadas, correspondía a la realidad física. contrastada mediante visita a campo. Adicionalmente, se pudo definir el uso adecuado para el suelo en estudio y a su vez las zonas susceptibles a inundaciones, zonas de conservación, restablecimiento de la vegetación entre otros.

---

El trabajo que desarrollaron (Calderón et al., 2016) pretendió relacionar la información existente en el territorio de Santa Lucía como la cobertura y el uso de la tierra, la información adicional fue extraída de bases gubernamentales como del Sistema Nacional de Información – SIN, posterior a esto se levantó información de campo para determinar las variables entre las dos, de manera que se integraran y elaborar cartografía para el uso exclusivo de los agricultores de la región estudio y elaborar análisis económicos, sociales, entre otros. Se concluyó que este tipo de información creada, posteriormente con mapas temáticos, es mucho más sencillo de comprender por los agricultores de la zona, por lo que la información recolectada existente y la adquirida en campo fue fusionada y de esta manera realizar proyectos asociados a cada territorio por separado, ya que presentan coberturas diferentes como diferentes tipos de pasto o de explotaciones en desarrollo.

Este proyecto creado por (Ávila, Cadena y Sánchez, 2018) consiste en diseñar un visor gráfico que contenga información de la siguiente manera: recopilación de información, definición de datos, desarrollo del prototipo y documentación final. Para estos fueron consultados datos reales del POT y el IGAC. Posterior fue creada una database en ArGIS y usando una de las herramientas de este software, como appbuilder, fue integrada la información. El desarrollo de la integración de datos correspondiente al municipio de Floridablanca. Se concluyó que, como resultado de dicha integración, fue un mapa web con atributos previamente definidos creando una buena integración con el usuario proporcionando herramientas que faciliten la creación de planes que contribuyan a la resolución de problemáticas del territorio. Adicional, el banco de inmuebles creado y visualizado puede ser alimentado de manera que su información pueda apoyar en el momento oportuno.

El trabajo presentado por (Méndez Cárdenas, 2022) utiliza sistemas de información geográfica con el fin de construir una cartografía de uso rural. Esta cartografía se construye con datos recopilados en visitas de campo en áreas previamente definidas, cuyos datos puedan ser usados en el catastro multipropósito, Además será usada información estatal como IGAC, ACC, VUR, EOT, entre otras. El objetivo de la visita es definir atributos físicos y características de cada propietario para una mejor individualización y desarrollo del ordenamiento territorial. Se concluyó que la seguridad jurídica de cada inmueble fue apoyada mediante estos procesos de caracterización mediante SIG, de tal manera que puedan ser usados en el desarrollo del catastro multipropósito en Colombia. Además, fue útil para determinar el porcentaje de predios baldíos y su posterior trámite de formalización en una vereda del municipio de Gachetá.

El estudio realizado por (Ortiz Vivanco, 2020) pudo evidenciar el uso actual y conocer el potencial agrícola en la provincia de Puerto Inca, utilizando fotografías aéreas y vuelos de dron, donde se recaudó información para ser comparada con la información gubernamental posteriormente clasificándolas y definiendo áreas potencialmente agrícolas mediante fotogrametría, SIG, entre otros como resultado se obtiene una guía gráfica y estructurada donde se puedan observar predios formalizados o baldíos. Para esto se definen las áreas agrícolas, los diferentes tipos de relieves, la climatología creando mapas a cada categoría consolidada (relieve, delimitaciones, usos del suelo). Se concluyó que, al delimitar los predios seleccionados, se pudo categorizar las aptitudes rurales de zonas determinadas, observando en el mapa los tipos de cultivos existentes, los tipos de suelos y tipos de relieves. Todo este trabajo digital fue condensado de tal

---

manera que estos usos físicos puedan contribuir al desarrollo predial mediante su análisis cartográfico.

El trabajo de (Cerón González y Liévano Idrobo, 2015) genera la creación de una página web con el fin de consolidar la información predial de los inmuebles en el proceso de restitución de tierras - URT. Al consolidar la información de estos predios se generan atributos alfanuméricos para cada inmueble para posteriormente ser visualizados en una herramienta SIG de visualización. Al concluir con el diseño del almacenamiento predial, posteriormente con el uso de código abierto pueden ser usados, en el servidor web GeoServer, para la construcción de estrategias de planeación y así alimentar la interfaz gráfica. Se concluye que al diseñar esta herramienta con código abierto se puede contribuir al desarrollo de información catastral unificada facilitando la intervención territorial, optimizando la claridad en las pretensiones, consultas, visualización de caracteres, generación de información, ingreso de información, modificaciones cargue de capas entre otros.

El trabajo elaborado por (González Molina y Ortiz Párraga, 2020) genera resultados en áreas de exploración determinadas con el uso de análisis geoestadísticos. Estos análisis buscan potencializar aquellas zonas aptas para la explotación de minera y ricas en oro. Para ello el uso de herramientas SIG contribuye a tomar el área y con el uso de interpolación Kriging se puede observar el comportamiento de la conformación rocosa, usando datos de exploración existentes para crear superficies de predicción de zonas mineralizadas y estos puedan observarse mediante mapas temáticos en 2D y 3D creados en ArcGIS. Se concluye que estos modelos de exploración reducen la intervención indebida en el ecosistema, generando confiabilidad a los análisis geoestadísticos, por lo que estos datos pueden ser soportados con trabajo de campo, muestreos y la determinación de decisiones en zonas de altos índices de explotación.

---

(López Altamiranda, 2020) genera la clasificación de coberturas de bosques, determina áreas de estudio y su caracterización gráfica, con ayuda de herramientas SIG. Al identificar este tipo de coberturas intervenidos por proyectos viales, es posible realizar su análisis y posteriormente determinar el tipo de estrategia a tomar producto del daño obtenido por la intervención física. Se concluye que con la elaboración de mapas temáticos que contengan las diferentes coberturas de la zona de influencia es posible identificar el impacto ocasionado en el área. Para ello, se elaboran diferentes salidas gráficas con cada una de las coberturas a preservar observando los tipos de conflictos que pueden ser generados con la subutilización o sobreutilización de cada una de las coberturas definidas.

El trabajo de (Rocha Martínez y Ángel Parrado, 2023) pretende crear una base de datos que contenga información usada por el IGAC en condición de propiedad, esta interacción gráfica busca actualizar los cambios de la propiedad o mutaciones. Estas alteraciones cuentan con información de los años 2017, 2020 y 2023 consolidando en la base de datos dichos inmuebles con atributos que contengan las características que expresen sus cambios observándose en el mapa la clasificación del tipo de propiedad en los territorios en el municipio seleccionado. Se concluye de esta manera que al usar este tipo de modelamientos se evidencia el crecimiento y expansión de la propiedad en el área objeto de estudio. Adicional al cruzar información de diferentes fuentes oficiales se observa cuáles son las áreas más idóneas para la construcción.

El estudio que presenta (Oviedo Vega, 2022) demuestra, mediante una superposición de coberturas con herramientas SIG, la caracterización multicriterio de la revegetalización de un área determinada integrando información para relacionar criterios gráficos y análisis matemáticos con

---

resultados visuales. Los mapas consolidan cartografía de áreas con siembras para el posterior análisis, convirtiendo imágenes Ráster a TIN. Los mapas incluyen índice de sobrevivencia, tasa de crecimiento y curvas de nivel. Se concluye que con el uso de herramientas geoestadísticas se obtuvo índices de sobrevivencia entre el 80% y el 98.14%, por lo que permite observar diferentes variables ambientales que permiten decisiones adecuadas al momento de su intervención.

En su trabajo, (Briñez Carvajal y Yandun, 2015) pretenden planificar el uso del suelo con herramientas SIG, inicialmente se descarga un colector de campo donde se cargan los diferentes tipos de coberturas y la cobertura recolectada durante el recorrido en campo. Posteriormente, estos datos se sincronizan en ArcGIS para generar datos actuales y mapas de pendientes con un DEM Aster generado una reclasificación de pendientes como lo establece el IGAC. Se concluye que, con la creación de una salida gráfica, visualizando coberturas de impactos en el uso del suelo, se puede interpretar de una manera más realista para comprender los espacios urbanos y rurales sin ocupar, de manera que se puedan optimizar estas áreas realizando una debida planificación y toma de decisiones de orden territorial.

(Soto Machado, 2017) genera una mejor orientación en el campo para la clasificación forestal, obteniendo como resultado una regulación mediante que contribuye a la conservación del área de estudio con herramientas SIG y la utilización de bases prediales del IGAC y Corpocaldas. Se generan mapas de caracterización y protección ambiental de bosques para conocer la delimitación y de esta manera observar las cualidades físicas de estos territorios en pro de la normalización. Se concluye que, al realizar este procesamiento gráfico, es posible observar las pérdidas de tipos de bosques nativos con porcentajes definidos en 52.2%, 26.73% y 17.27%,

---

observándose los cambios en los mapas creados sirviendo como aporte generar normativas de ecoturismo o zonas de reserva de especies y conservación de los ecosistemas.

El trabajo de (Chuchón Gutiérrez, 2020) propone actualizar la información catastral regional utilizando una herramienta SIG e información topográfica digital previamente generada en campo. Mediante un modelo Ráster y posterior caracterización de la zona de estudio, al realizar salidas graficas con distribución de zonas según sus pendientes, características físicas y posteriormente clasificándose en tipos de áreas para su uso de acuerdo con su calidad agrológica. Se concluye que con esta estrategia de clasificación se puede contribuir a la actualización de métodos para la valorización de los territorios de acuerdo con el uso de suelo creando bases cartográficas actualizadas. De igual manera, analiza el potencial uso del suelo para que la explotación rural sea más asertiva.

El trabajo desarrollado por (Duarte y Castaño, 2020) genera seguridad en los derechos de la propiedad para las comunidades rurales en Colombia, mediante la utilización de herramientas SIG delimitando las diferentes comunidades existentes como resguardos indígenas, zonas de reserva campesinas, de esta manera podrían ser creados territorios multiculturales conociendo la ocupación actual de estas comunidades de tal manera que contribuyan a nuevas políticas públicas para la generación de espacios territoriales. Se concluye que, mediante análisis gráfico, se pueden asegurar datos con diversas características de los territorios. Por tal motivo, se pueden construir territorios de interacción de comunidades rurales con altos niveles de conflictividad entre ellos.

El análisis que desarrollaron (Ordoñez Hoyos & Serna Castaño, 2015) utiliza imágenes satelitales Landsat permitiendo un análisis preliminar en la zona intervenida por el proyecto,

---

identificando trazas minerales por medio de las deformaciones rocosas. Adicional se puede reconocer los diferentes usos del suelo para la toma de decisiones técnicas. Mediante el procesamiento de las imágenes contenidas en una herramienta SIG, pueda informar de sus cualidades físicas y así definir la intervención adecuada. Se concluye que, al contar con datos de campo, la información de las coberturas suele ser más precisas y a su vez fue caracterizado el área objeto del proyecto minero con el uso de la imagen Landsat 8 OLI TIRS, evidenciando el incremento agrícola en el área de influencia.

(Lara Rivera, Obando Hidalgo & Quiñonez López, 2016) presentan resultados de análisis espacio temporal en el uso del suelo y coberturas de la tierra entre las cotas 3000 y 3500. Usaron sensores remotos para la elaboración de cartografía social y, por último, se elaboró cartografía temática del sector seleccionado. Mediante una herramienta SIG, fue representada la información contenida en la cartografía, usando el apoyo de la comunidad para actualizar esta cartografía y verificar los cambios físicos realizados. Se concluye que hubo cambios significativos sobre las coberturas y uso del suelo, de esta manera conociendo como se clasifican los bosques y formaciones de vegetación que anteriormente no estaban clasificadas. Se captaron cambios en diferentes pisos térmicos.

En su investigación, (Grande Medina, 2015) ejecuta herramientas de teledetección contenidas en imágenes satelitales multiespectrales, con las cuales se realizan procedimientos que permitan la identificación los tipos de coberturas y el uso real del suelo en una época del año específica. El uso de imágenes Landsat contribuyo al modelamiento de la cobertura completa de la subcuenca del río Molino. Se concluye que, en los años 1989, 2001 y 2014, los resultados obtenidos, producto del análisis multitemporal, permitieron identificar los cambios en los usos del

---

suelo y cobertura vegetal. Esto expone aumento de población, aumento de coberturas en los bosques, cambios en actividades comerciales exponiendo la explotación de recursos naturales.

El proyecto presentado por (Aya Castañeda & Nieves Murcia, 2015) busca analizar cambios la ciénaga Zapatosa, por medio de una clasificación digital identificar las zonas de inundación en las que puedan desarrollarse planes de recuperación. El procesamiento fue basado en la clasificación supervisada y no supervisada para la obtención de un análisis multitemporal y finalmente la elaboración de mapas en áreas de recuperación. Se concluye que, el mejoramiento con obras de contención ha ocasionado desplazando en los niveles de agua de la ciénaga, a su vez con la herramienta SIG como ArcGIS se identificaron cambios en la cobertura sobre la zona de influencia de la ciénaga durante un periodo de ocho años.

El su trabajo, (Patiño Narváez, 2016) pretende clasificar la cobertura en el sector rural del municipio de Pupiales y vincular un plan de ordenamiento territorial. El uso de herramientas SIG para el procesamiento de imágenes y posterior representación gráfica. Los resultados pueden determinar los tipos de superficies proporcionando características temáticas para posterior almacenamiento en una base de datos. El resultado final es cartografía base que contenga información de interés como proyectos de explotación para ser analizado con el POT vigente. Se concluye que con la clasificación supervisada fue posible la creación de mapas base de pendientes, de coberturas para identificar las zonas agrícolas, áreas de bosques y territorios artificiales. A su vez las zonas urbanas son identificadas para contribuir a la actualización del POT o planes de desarrollo social, permitiendo una visión territorial integral y contextualizada en el ámbito geográfico municipal y regional.

---

El proyecto realizado por (Meza Trujillo y Puerta Palacio, 2016) utiliza el procesamiento y análisis de imágenes satelitales, mediante una herramienta SIG, con el fin de contextualizar en porcentajes la precisión de la cobertura de un lote en particular de acuerdo con la información que arroja la imagen Ráster, lo cual permite la construcción de mapas individualizando una especie de bosque en particular. La especie en estudio fue el eucalipto y la obtención de la mejor calidad del suelo para su siembra. Se concluye que los datos consolidados, mediante un SIG, y posteriormente analizados, brindan soluciones a problemáticas de delimitación, coberturas de siembras y análisis individualizado más precisas y útiles en planes de expansión y mantenimiento.

(Lamprea Avellaneda, 2017) utiliza herramientas SIG para analizar las transformaciones de coberturas y el uso de la tierra, esto es asociado a una zona y época específica que permite definir estrategias orientadas al aprovechamiento y conservación de las coberturas. Mediante esta clasificación se posibilita describir, localizar, cuantificar, representar y modelar las superficies seleccionadas. Adicionalmente, se realiza un inventario homogéneo de la cubierta biofísica dependiendo del análisis visual realizado previamente. Se concluye que se cuentan con argumentos para aportar a la formulación y actualización del POT, según sus lineamientos. Se puede observar, de igual modo, el crecimiento de una cobertura específica, en este caso las coberturas que colindan la sabana de Bogotá. La metodología Corine Land Cover complementa datos a las coberturas vegetales en el ámbito nacional.

El trabajo presentado por (Manco Santamaria, 2019) desarrolla un protocolo técnico para la eficiencia de los trámites catastrales de rectificación de áreas y linderos y se identifican los elementos conceptuales técnicos y normativos necesarios para desarrollar la propuesta, aquellos elementos del flujo actual del trámite de rectificación de áreas y linderos en la gerencia de catastro,

---

e intentar entender el porqué de los retrasos generados en los procedimientos establecidos. Se concluye que con la ayuda de la herramienta SIG, el recurso humano puede ser exonerado de los tramites de alinderamiento y rectificación de áreas. A su vez, se observa que el trámite disminuye el proceso de espera y de esta manera una adecuada actualización y conservación catastral.

El trabajo elaborado por (Bello Hernández & Romero Lora, 2022) tiene como objetivo describir la distribución espacio-temporal de los predios solicitados en restitución de tierras en el municipio de Valencia, departamento de Córdoba. Identificando las características de concentración y disparidades de los predios solicitados en la URT, al utilizar herramientas SIG se puede observar el comportamiento de distribución de los predios. Con la elaboración de mapas la distribución espacial se puede consolidar y actualizar de manera homogénea para considerar una distribución espacial en las áreas de influencia. Se concluye que los desplazamientos obligados por la intrusión de violencia en el territorio, puede ser identificado en la clasificación de mapas. De igual modo, los resultados de mapas con densidad de solicitudes de URT confirman los corregimientos más afectados por la violencia y las condiciones actuales de concentración de la tierra de acuerdo con la estructura de coberturas observadas y analizadas.



## 4. Referente normativo y legal

En la elaboración de este trabajo, se tuvo en cuenta la normativa vigente para la formalización de la propiedad privada rural en Colombia y ordenamiento del suelo rural (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Listado de documentos legales que soportan el proyecto*

<b>Normativa</b>	<b>Entidad que la emite</b>	<b>Año</b>
Decreto ley 902 de 2017	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	2017
Resolución No. 20230010000036	Agencia Nacional de Tierras - ANT	2023
Decreto 3600 de 2007	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	2007
Decreto 1071 de 2015	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	2015
ACCTI-F-027 Forma Solicitud Adjudicación Persona Natural	Agencia Nacional de Tierras - ANT	2017
Comunicado de prensa 26 del 18 de agosto del 2022 “Sentencia de Unificación 288 del 2022”	Corte Constitucional de Colombia	2022
Sentencia No. C-595/95	Corte Constitucional de Colombia	1995
Cartilla “El régimen de Baldíos, un asunto de todos”	Laura Katherine Arias González	2023

---

<b>Normativa</b>	<b>Entidad que la emite</b>	<b>Año</b>
Resolución 1040	Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC	2023

---

## 5. Referente teórico

Para contribuir en el desarrollo del campo en Colombia, es importante utilizar las herramientas técnicas en conjunto con las políticas actuales en los procesos de formalización de territorios, más precisamente en la obtención de la información catastral de la zona objeto de estudio a intervenir. Por tal motivo se obtiene información real y útil en la titulación de predios que pueda contribuir al Plan Nacional de Desarrollo (Ibagón Rojas, Herrán Álvarez, & Camacho Tuta, 2021).

En el proceso de conseguir resultados eficientes en los procesos de formalización de predios, se encaminan estrategias que tengan como finalidad el aprovechamiento del territorio físico con ayuda de herramientas innovadoras, que en la actualidad son de bajo costo y eficientes para lograr resaltar las características físicas de un área determinada, para ello se buscaron combinar metodologías prácticas en este tipo de proyectos (Silva Matiz & Bravo Prado, 2022).

Teniendo presente las dificultades que se presentan para la recolección de datos geográficos de un territorio determinado en la actualidad, existe la necesidad de reunir información geográfica para el procesamiento de la información y almacenamiento de estos datos de tal manera que se pueda crear un modelo de visualización con todos los datos digitales, ya que existen dificultades en la consolidación de esta información presencial por temas de desplazamientos o solicitudes tardías de las entidades gubernamentales (Vásquez Molano, 2020).

La Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) indica que, en Colombia, el uso del suelo total es de 50.102.269 hectáreas, clasificándose en uso pecuario, zona de bosques, uso agrícola y otros usos. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2019).

Si bien ha habido cambios importantes en las políticas para el desarrollo rural como la creación de las zonas de reservas campesinas, con el fin de estabilizar los pequeños asentamientos

ya localizados en estas zonas y que cuentan con vocación agrícola en pequeña proporción, estas comunidades se localizan en fronteras distantes a zonas de proyectos de desarrollo agroindustrial y a una mejor comercialización (Fajardo, 2002).

A pesar de la creación de normas y leyes previstas por el estado colombiano para apoyar el desarrollo del campo, como por ejemplo la expedición de la ley 160 de 1994, denominada la reforma agraria y desarrollo rural, al paso del tiempo los resultados no fueron los esperados, ya que la pobreza rural ha sido más difícil de combatir, puesto que replicar el concepto de un desarrollo sostenible para la protección del medio ambiente, no es aplicada como se pretendía para facilitar el acceso a la tierra (Bottia Gómez, 2015).

Al abundar un poco más en la temática que destaca este trabajo, la utilización de Sistemas de Información Geográficas – SIG, es una de las metodologías más completas con las que se puede hacer uso de las nuevas tecnológicas informáticas digitales, de tal manera que la información sea de fácil acceso, confiable y que su divulgación y comprensión sea asequible. Por lo que con el uso de la tecnología SIG es posible transformar información capturada en una imagen satelital y posteriormente sea interpretada. Abarcar los cambios de cobertura y el uso del suelo en un sector rural determinado es posible usando métodos de clasificación supervisada de máxima probabilidad e interpretación visual interdependiente de imágenes del satélite Landsat. Dentro de los resultados del procesamiento se pueden obtener la pérdida de cobertura, tasas de deforestación, actividades de ganadería y expansión agrícola, entre otras (Rojas et al., 2019).

El aporte de esta tecnología es significativo, mediante la agrupación de información gráfica que resalte las características físicas, para que puedan ser interpretadas y posteriormente de un análisis de estos resultados sean usados de manera positiva en aquellas zonas donde no hay

intervención del estado para programas de formalización de predios rurales, y a su vez en la fomentación del desarrollo de proyectos agrícolas. En la actualidad, existen áreas en los campos colombianos en espera de algún tipo de proyecto que les dé acceso al crecimiento de sus explotaciones y oportunidades de emprendimiento económico. Por lo que una de las barreras principales del desarrollo en el campo, es la titularidad y la falta de tenencia de la tierra que garantice derechos al campesinado en los territorios colombianos.

## 6. Metodología

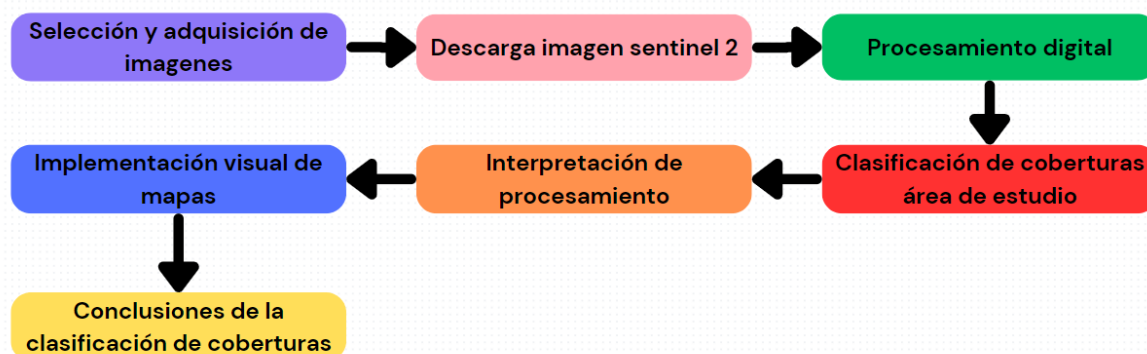
### 6.1 Enfoque metodológico

Se realizó un análisis de enfoque cuantitativo, desarrollando un procedimiento mediante herramientas geoinformáticas conformado por cuatro fases y obteniendo como resultado final mapas temáticos los cuales se interpretaron y fueron usados como apoyo a los procesos de formalización de tierras baldías en el municipio de Chaparral, departamento del Tolima. Contiene información gráfica acerca de la cobertura del suelo del área de estudio contenida en una imagen satelital. Estas características físicas apoyan en la intervención de predios objeto de formalización, aportando de manera asertiva y efectiva, que acortan el tiempo de los procesos de formalización rural.

Para la selección de la imagen satelital, se realizó una búsqueda de imágenes tomadas por el satélite Sentinel 2, seleccionando una imagen con buena resolución y del presente año. En la Figura 4 se puede observar el desarrollo del procedimiento utilizado en este trabajo para el análisis y clasificación de coberturas.

**Figura 3**

*Procedimiento para el análisis y clasificación de coberturas*



*Nota.* Esquema autoría propia – Canvas online

## **6.2 Tipo de estudio**

El tipo de estudio del presente trabajo se enmarca como cuantitativo, describiendo características reales e inmodificables de la vereda San José de las Hermosas ubicada en el municipio de Chaparral, departamento del Tolima. La información procesada funciona como apoyo a los procesos de formalización que actualmente gestiona la Agencia Nacional de Tierras – ANT en el territorio colombiano.

## **6.3 Procedimiento**

### **6.3.1 Fase I: Elaboración de modelos gráficos, que contribuyan en la visualización de características físicas en la vereda San José de las Hermosas, en el municipio de Chaparral, Tolima**

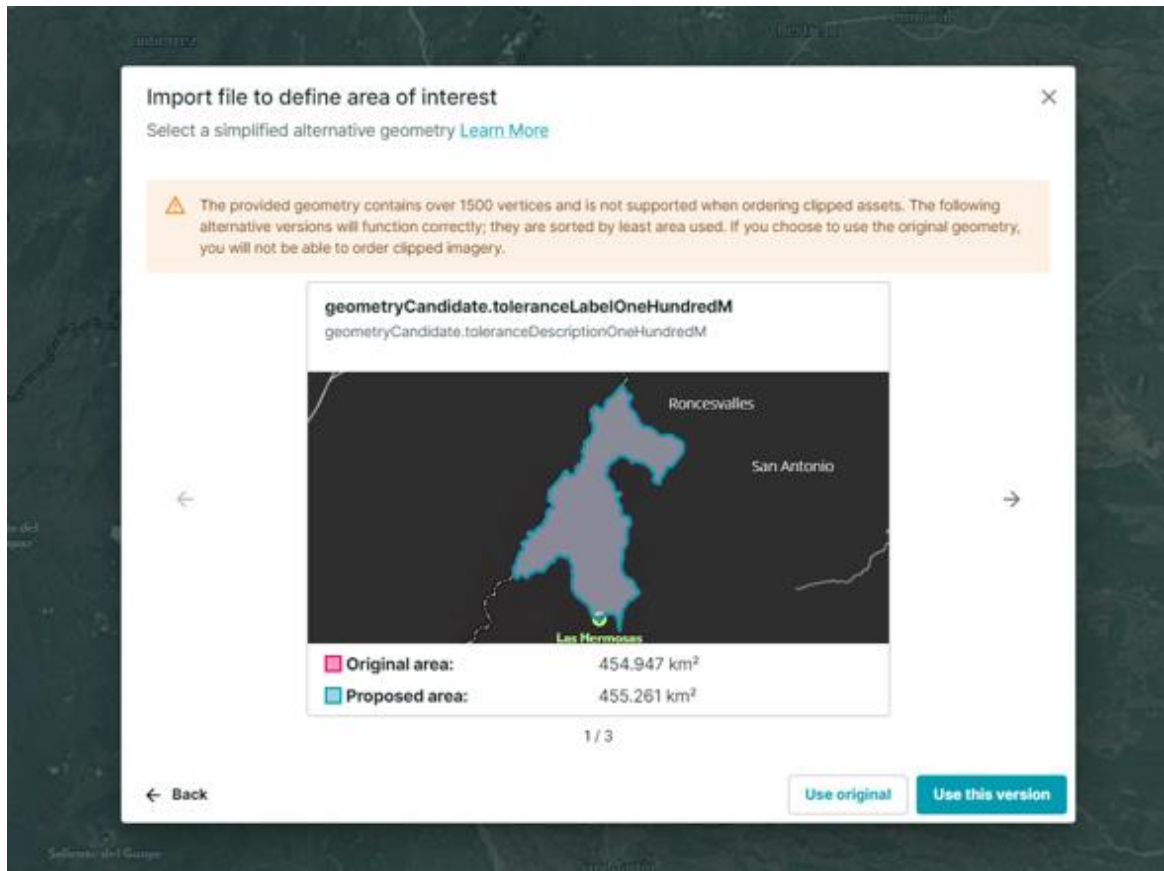
Para iniciar esta fase es necesario indagar en la obtención de una buena imagen satelital de tal manera que contenga varias bandas multiespectrales con una calidad de visualización optima, por lo que se inicia accediendo al software denominado Planet.com, en el cual se hace una búsqueda de la zona la cual se quiere seleccionar, en este caso para Colombia se obtiene un alcance del 100% del territorio.

Como primer paso, se selecciona la zona geográfica (Figura 4) desde el buscador, o mediante un polígono del área de estudio previamente predeterminado, y se inicia la búsqueda. Luego, se determina la fecha más actualizada de la imagen (Figura 5) que se quiere descargar, estas fechas se cargan cada 6 meses o cada mes según corresponda. Como se conoce el polígono del área de estudio, se selecciona la zona para hacer un recorte (Figura 6). La fecha seleccionada para la imagen descargada corresponde al 23 de enero de 2024, ya que, al tener vigencia del año

en curso, garantiza que las características físicas prevalezcan al momento del procesamiento de la imagen.

#### Figura 4

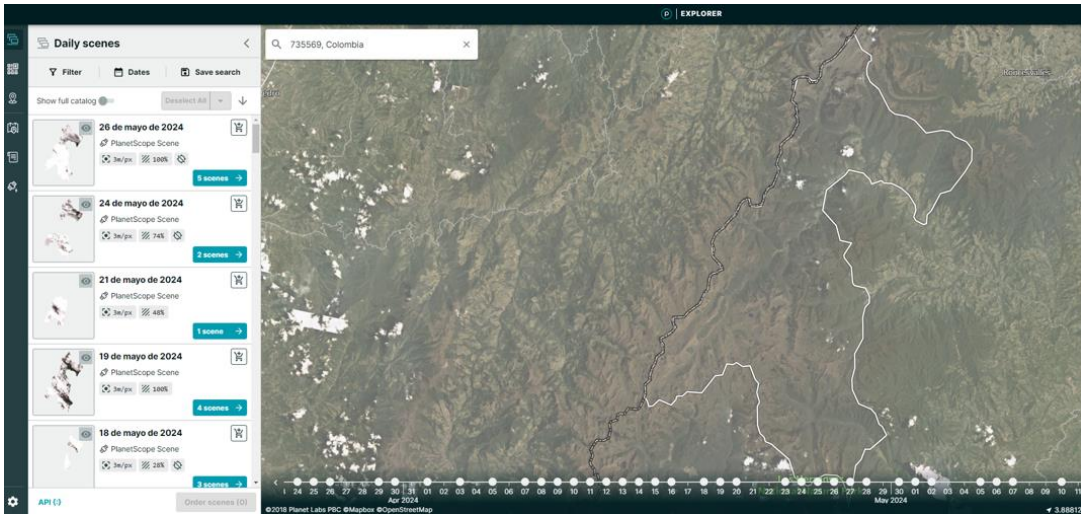
##### *Selección del área de estudio*



*Nota. Esta área de estudio puede seleccionarse mediante un polígono previamente creado o generando uno propio para descargar.*

**Figura 5**

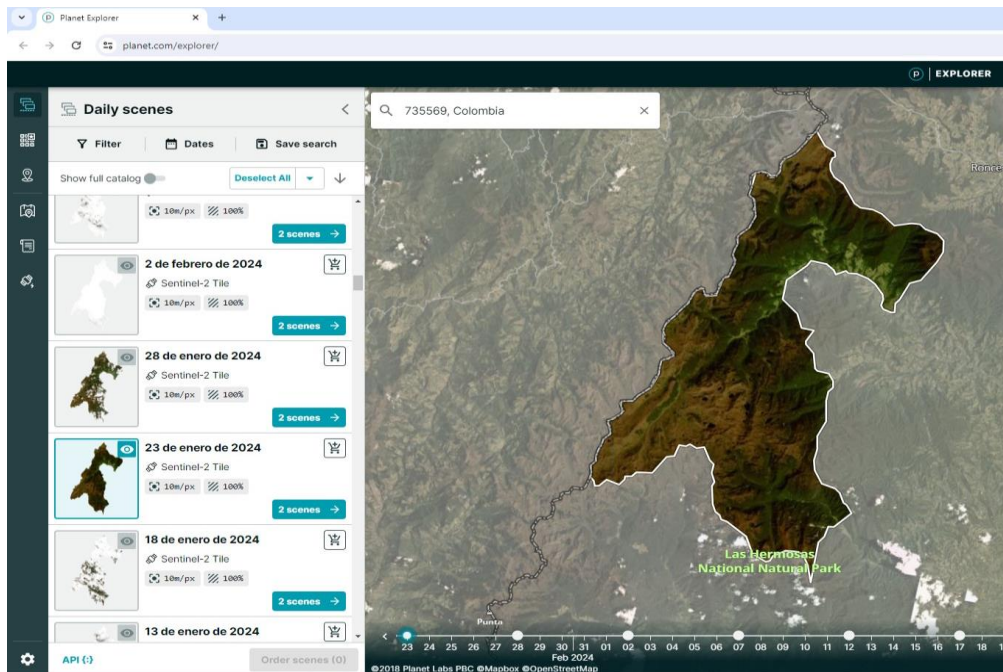
*Selección de la fecha de la imagen*



*Nota. Para la selección de la fecha de la imagen es importante seleccionar la más actualizada.*

**Figura 6**

*Selección de la imagen para recorte*



*Nota. En este apartado se observa el área completa para descargar.*

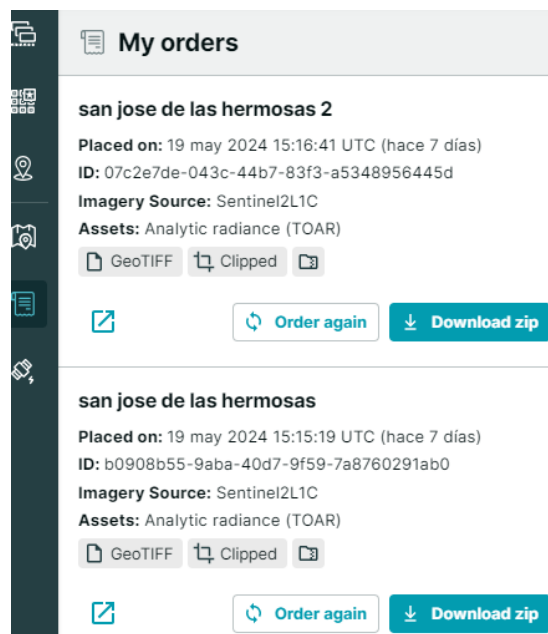
Posteriormente, se descarga el mosaico de la imagen satelital para su posterior proceso, que ofrece sus características digitales (figura 7).

### **6.3.2 Fase II: Identificación, mediante herramientas geoinformáticas, de los recursos digitales necesarios para la clasificación de sectores rurales sobre coberturas vegetales y usos del suelo.**

Al obtener la imagen satelital con las características deseadas, es necesario revisar las bandas que contiene esta la imagen descargada, afirmando que se disponen de aproximadamente 10 bandas para una correcta combinación. Se dispone a combinar las bandas 4,3,2 para obtener el color natural, por lo que se buscan las bandas y se cargan en ArcGIS en este mismo orden obteniendo imágenes representadas con escalas de grises.

#### **Figura 7**

*Características digitales de la imagen descargada*



*Nota. En este apartado se puede observar a detalle la fecha en la que fue tomada la imagen satelital y su resolución espacial.*

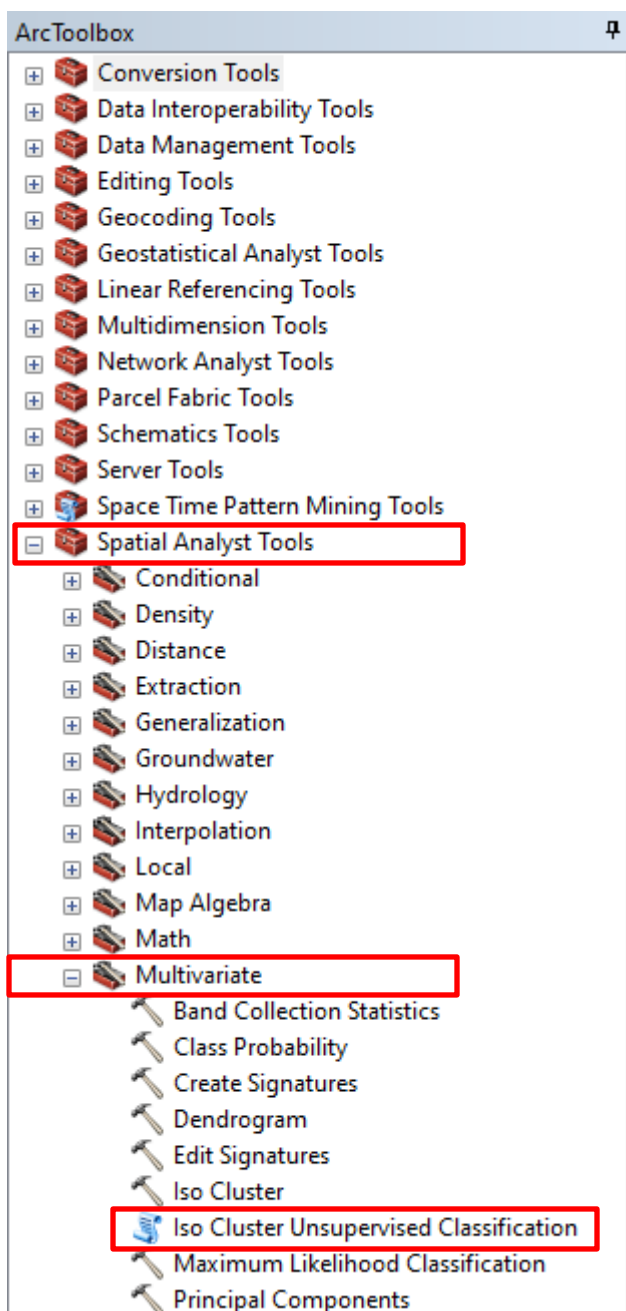
En la figura 8 se representa la secuencia de combinación de bandas, pasando por la escala de grises y su combinación al color natural, Escala de grises de las bandas 4,3,2 a la izquierda y combinación de bandas al color natural a la derecha.

Se usa la herramienta ArcToolbox para iniciar el procesamiento de la imagen, mediante una clasificación no supervisada (Figura 9), consistente en que el software, mediante los tipos de pixeles que componen la imagen, clasifica el tipo de suelo automáticamente. Esto se describe en los siguientes pasos:

1. Se abre la herramienta ArcToolbox, posterior se selecciona la caja Spatial Analyst Tools, luego la caja Multivariate, y por último la herramienta Iso Cluster Unsupervised Classification. Este último paso realizará el proceso de clasificación no supervisada.
2. Esta opción se realiza para que el software automáticamente analice los tipos de cobertura y pueda arrojar un número de clases de cobertura determinado de acuerdo con lo requerido. (en este caso 10). Se muestra a continuación de manera grafica las herramientas seleccionadas en el proceso:

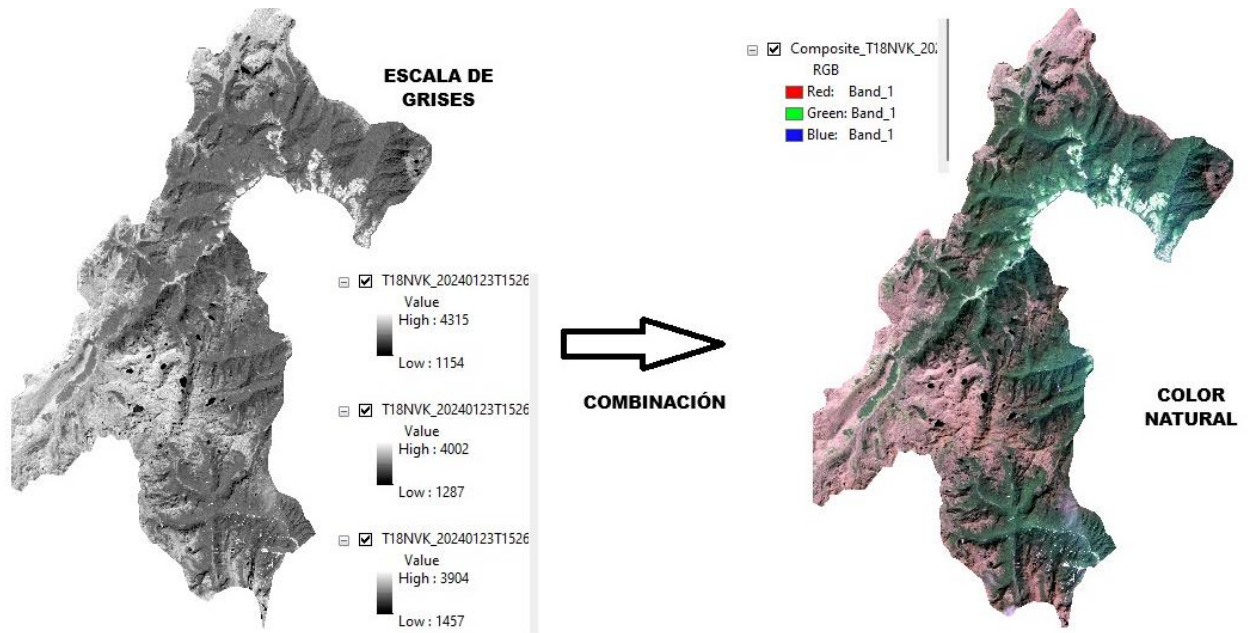
**Figura 8**

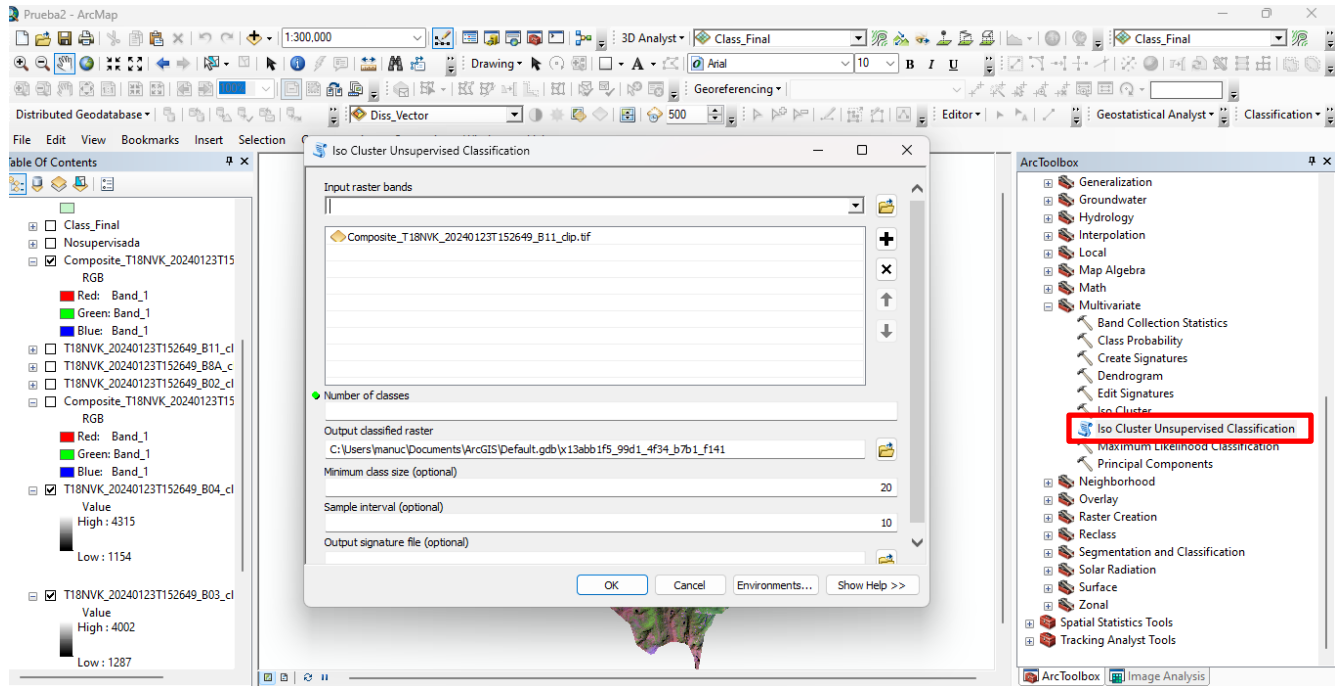
*Herramientas usadas en el ArcToolbox*



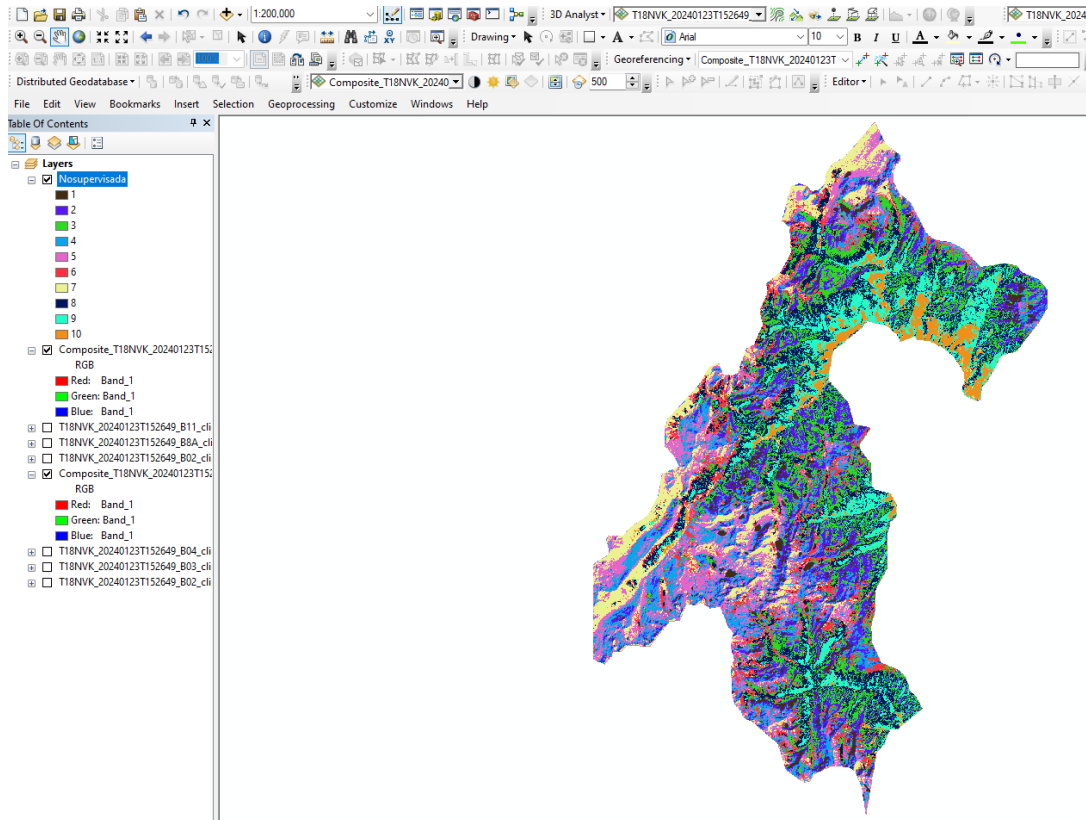
**Figura 9**

*Combinación de bandas*



**Figura 10***Clasificación no supervisada*

Luego, se selecciona la imagen a procesar, y se determina un número de clases (clasificación del suelo) que se quiera interpretar, en este caso se describen 10 clases para observar el resultado, que consiste en una imagen con la clasificación del suelo (Figura 10), para que sea una identificación real de las coberturas a observar, usando la técnica Corine Land Cover. Esta metodología de origen Europeo, consiste en la creación de una leyenda en el mapa para poder observar e identificar los tipos de coberturas, elementos naturales (bosques, cuerpos de agua entre otros) y artificiales (zonas urbanas, vías entre otros). Este tipo de inventario de coberturas se elabora de manera superficial. Esta metodología cuenta con colores previamente creados para cada tipo de cobertura encontrada en una imagen satelital, la cual de acuerdo con su interpretación, se asigna el color correspondiente.

**Figura 11***Imagen clasificada*

*Nota. Este es el resultado del proceso de la clasificación de la imagen seleccionada, mediante la metodología de clasificación no supervisada.*

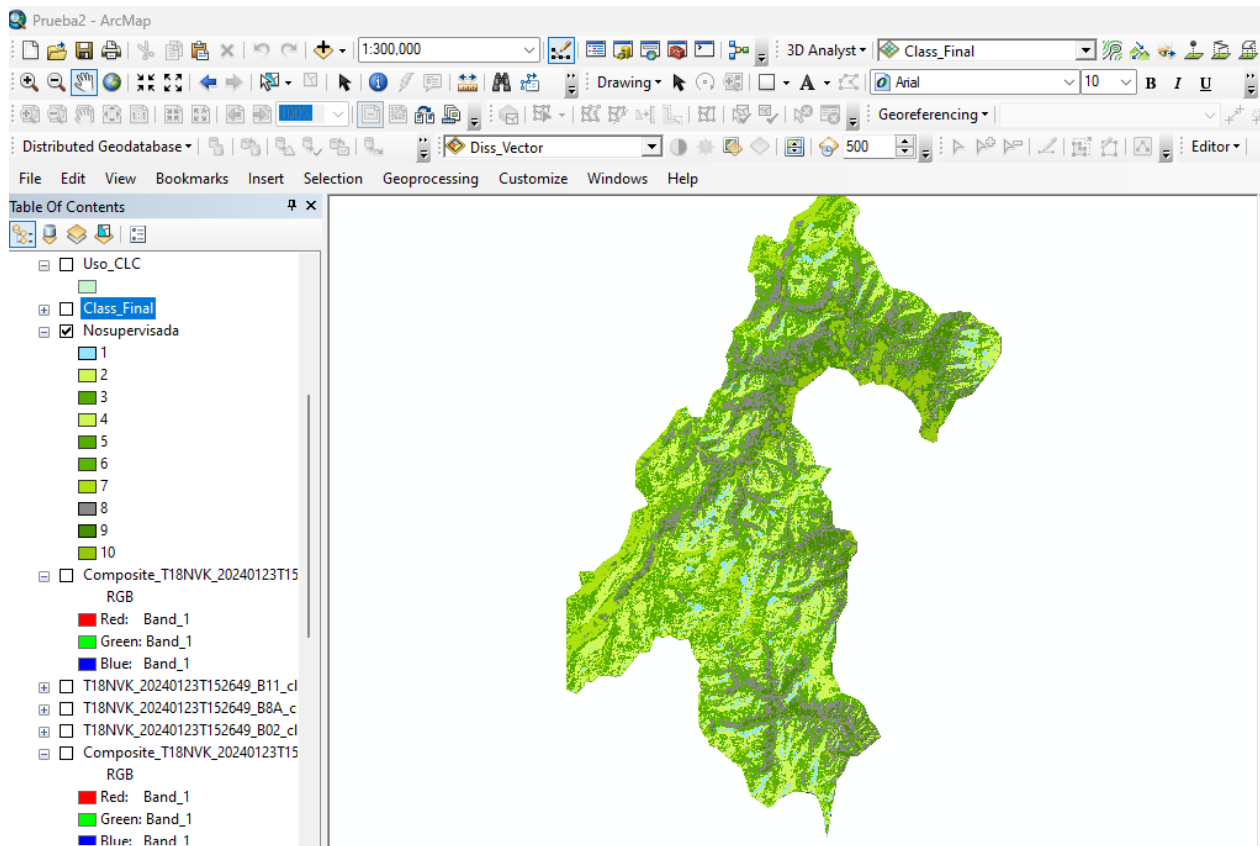
### **6.3.3 Fase III: Interpretación, mediante el procesamiento de una imagen satelital apropiada, un conjunto de mapas temáticos que ayuden positivamente en la formalización de predios rurales.**

En esta fase para la clasificación de coberturas, se usa la técnica Corine Land Rover o clasificación preestablecida de coberturas, determinando de manera visual el uso y coberturas que se quieren clasificar y de esta manera interpretando la clasificación como resultado final.

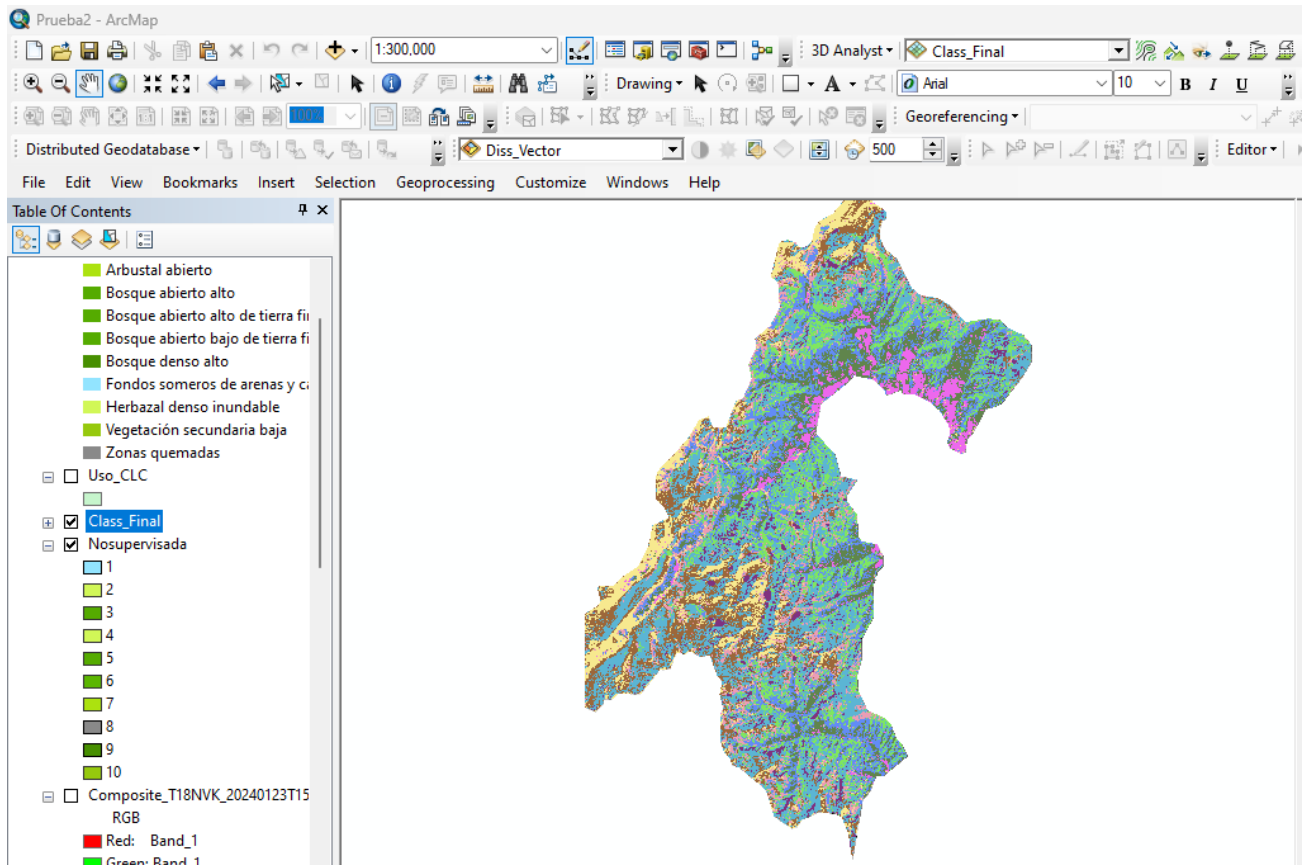
Se relacionan los tipos de cobertura que pueden incidir con el uso del suelo de acuerdo con las características de la imagen satelital de la siguiente manera:

- 9. bosque denso alto
- 1. fondos someros de arenas y cascajos
- 10. vegetación secundaria baja
- 5. bosque abierto alto de tierra firme
- 4. herbazal denso inundable
- 2. herbazal denso inundable
- 6. bosque abierto bajo de tierra firme
- 8. zonas quemadas
- 7 arbustal abierto
- 3. bosque abierto alto

En la Figura 11 se observa cómo se clasifican de áreas de acuerdo con la autoclasificación que realizó ArcGIS previamente.

**Figura 12***Tipos de Coberturas*

Posteriormente, se usa la herramienta reclasificar para unificar las zonas que corresponden a la misma clasificación y tipo de cobertura unificando las áreas, de igual manera se transforma el resultado del proceso a vector (Figura 12).

**Figura 13***Coberturas con reclasificación*

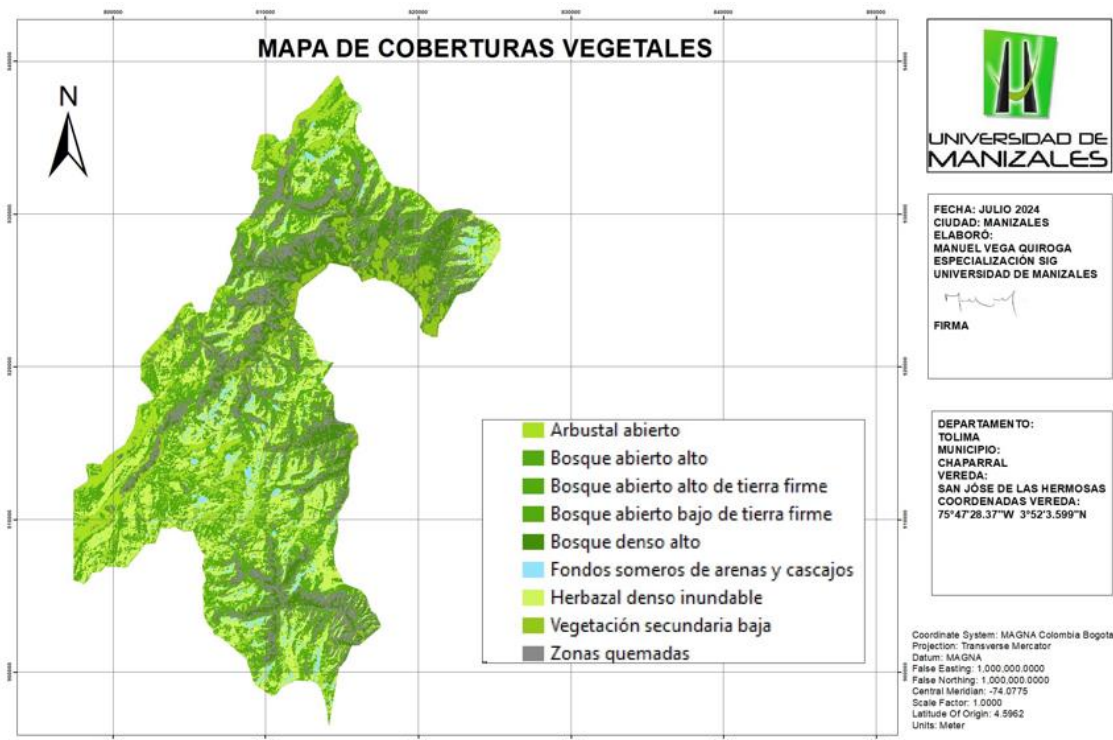
*Nota. El proceso de reclasificación además de unificar las zonas objeto de estudio, proporciona facilidad de manipulación digital para las conversiones correspondientes.*

### 6.3.4 Fase IV: Identificación de cobertura y uso de la tierra en el territorio seleccionado, realizando una adecuada interpretación de lo observado.

Al obtener el resultado en el software seleccionado (ArcGIS 10.8), es importante reconocer cada una de las áreas con las cuales se quiere obtener una interpretación y una posterior conclusión, de tal manera para convertir este trabajo más global, se dispone a clasificar las zonas de estudio según leyenda de coberturas de la tierra con la metodología Corine Land Rover adaptada para Colombia: CLC\_Colombia\_Estilo\_1. Esta metodología fue creada por la Comisión de la Comunidad Europea creando una metodología específica para para realizar inventarios de coberturas en territorios, de tal manera que se cuentan con colores específicos para cada tipo de cobertura (Figura 13).

**Figura 14**

*Clasificación de coberturas*



*Nota:* se puede observar las áreas respecto a cada una de las coberturas clasificadas, posterior al procesamiento de la imagen satelital. Igualmente, los usos de cobertura usados con la metodología Coline Land Cover, donde se presentan diferentes tipos de cobertura, obteniendo un abanico de posibilidades para el uso de la tierra según sea el estudio deseado.

# 7. Resultados

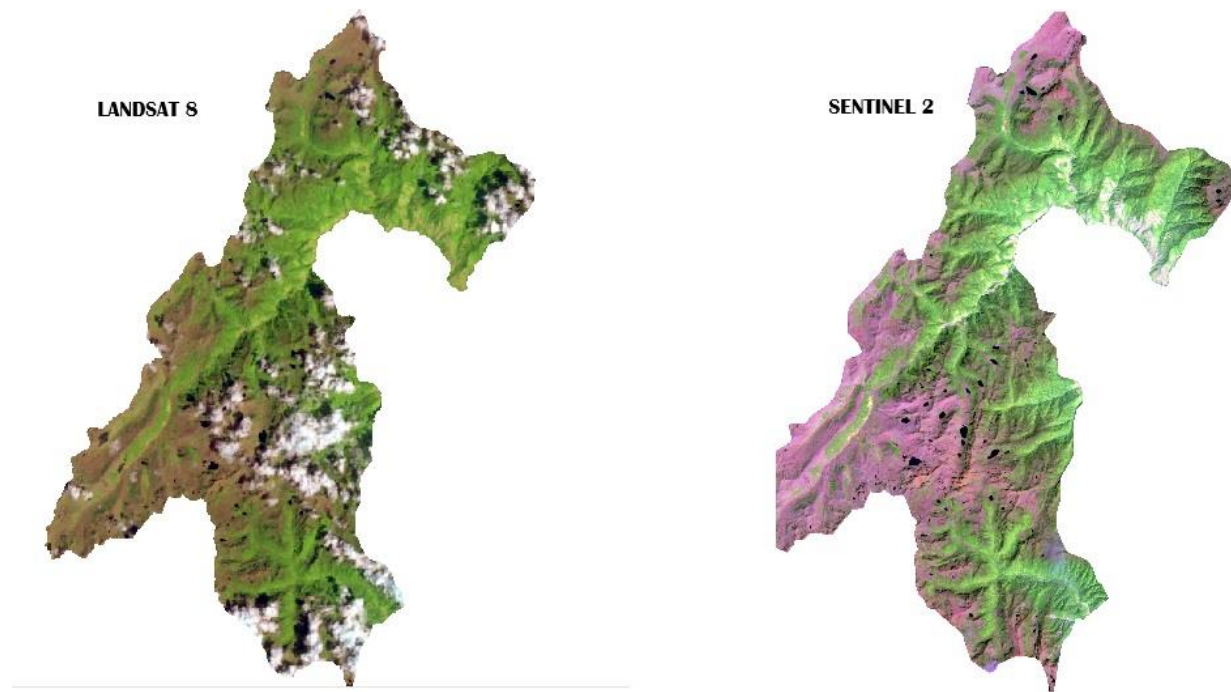
## 7.1 Descripción de resultados

### 7.1.1 Fase I: Elaboración de modelos gráficos

De acuerdo con la imagen satelital seleccionada y usada, se realizaron dos pruebas respecto al tipo de satélite disponible, descargándose dos imágenes satelitales, una que pertenece al satélite Landsat 8, y la otra perteneciente al satélite Sentinel 2, esto para verificar su calidad, al observar la imagen de Landsat 8, contenía nubosidad en algunas áreas, esto altera los resultados del procesamiento SIG, por lo que se descarta. Por esta razón se selecciona la imagen Sentinel 2, obteniendo una imagen adecuada con buena visibilidad y calidad posible (sin nubosidad). En la figura 14 se observan las diferencias de calidad de imagen tomada por cada satélite:

**Figura 15**

*Imágenes captadas de satélites*

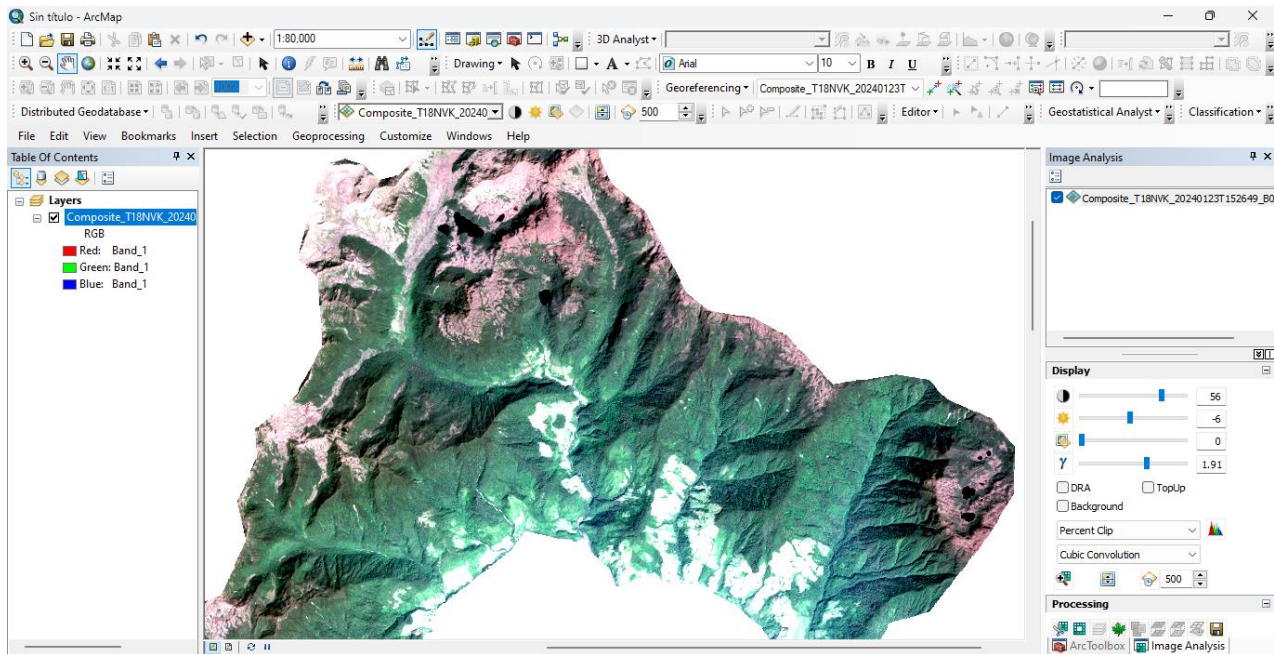


### 7.1.2 Fase II: Definición de recursos digitales mediante una herramienta SIG

Se tomaron las bandas 4,3 y 2 en escala de grises, ya que sus composiciones están conformadas individualmente y, por lo tanto, se requiere combinar estas bandas para lograr el color natural, para una mejor comprensión de lo mencionado, se presenta la figura 15 con el resultado de la combinación de las bandas en color natural, donde se puede detallar la diversidad morfológica y cobertura verde encontrada en una sección de la vereda seleccionada, por lo que se evidencian los canales rojo verde y azul.

**Figura 16**

*Combinación de bandas color real*

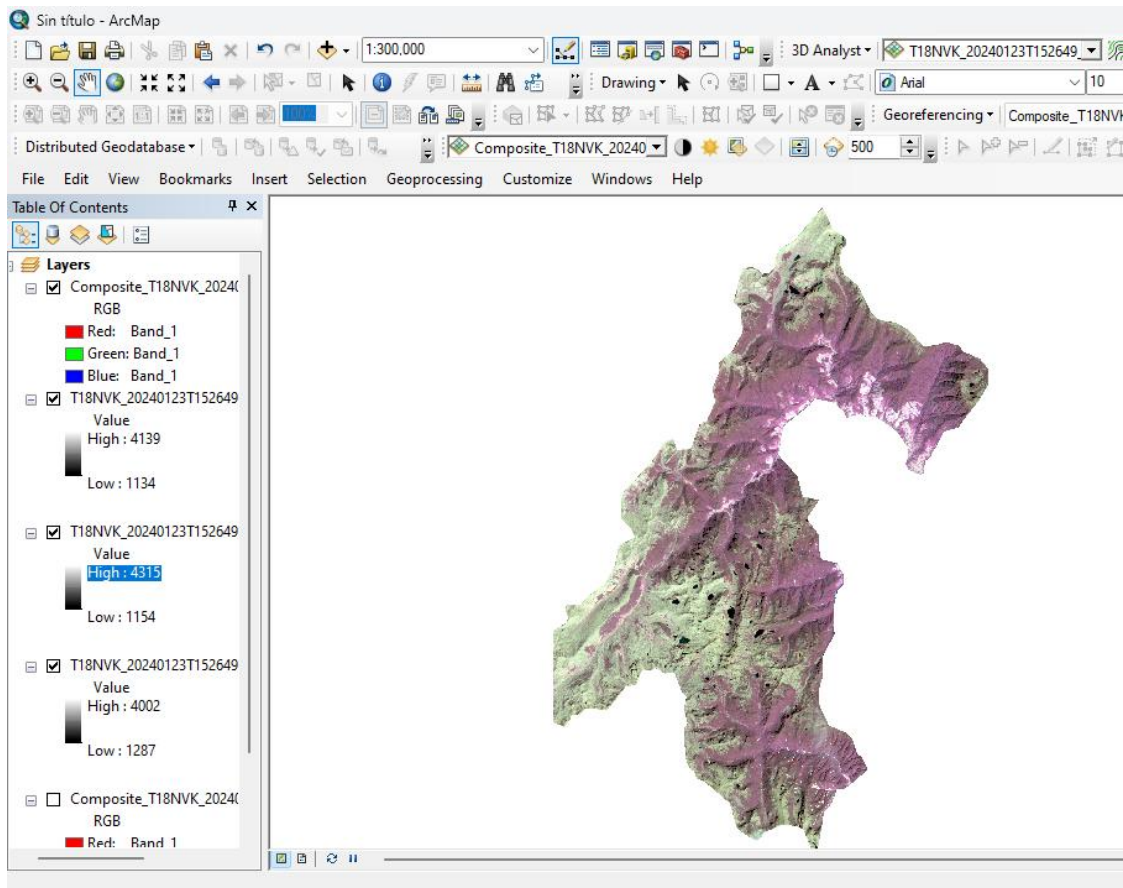


Posteriormente se realiza otra combinación con las bandas 5,4,3, para lograr un color infrarrojo, esto con el fin de afirmar que la interpretación de la combinación natural anterior es la correspondiente para determinar el color de la vegetación que se requiere en la clasificación de coberturas (figura 16), donde la vegetación representada con color rojo, debido a la combinación

de bandas multispectrales, el cual es el color que predomina, la vegetación verde refleja la energía de la luz infrarroja, esta combinación de bandas permite que la vegetación se detecte fácilmente en la imagen, los suelos en color marrón.

**Figura 17**

*Zonas de color infrarrojas*



En la figura 17 se observan las zonas infrarrojas que predominan en el área objeto de estudio, para ser usadas como análisis por sus tipos de cobertura y su morfología dado el caso.

### 7.1.3 Fase III: Procesamiento de una imagen satelital

Posterior al procesamiento de la imagen con la clasificación no supervisada, se puede observar que la coloración no es homogénea, esto se debe a las características naturales del tipo del suelo. De esta manera se puede analizar los colores que predominan en el procesamiento. Cabe mencionar que la cantidad de tonalidades son tomadas por ArcGIS de acuerdo con el número de clases creadas, o en otras palabras el número de coberturas que se quiere interpretar. La Figura 18 ofrece una mejor visualización de las coberturas contenidas en la imagen satelital.

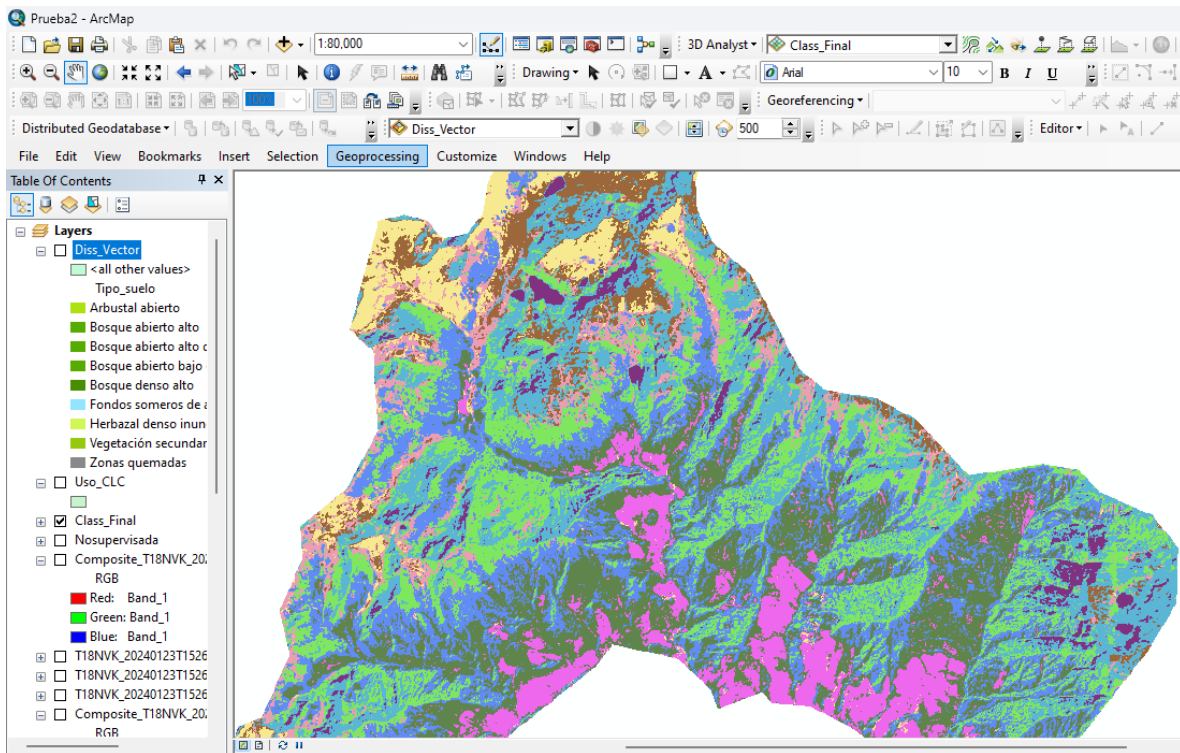
#### **Figura 18**

*Vegetación específica en color rojo*



**Figura 19**

*Tipo de coberturas creadas*




Fue necesario realizar una unión de los polígonos para tener una visión más homogénea, de tal manera se inició la clasificación con la metodología Corine Land Rover para asignar los colores correspondientes de acuerdo con el número de clases creado, en este caso fueron creados 10 clases de coberturas, como se observa en la figura 19.

**Figura 19***Clasificación de coberturas*

Rowid	VALUE	COUNT
0	1	39816
1	3	167954
2	4	273090
3	5	132932
4	6	91194
5	7	97498
6	8	164382
7	9	114398
8	10	43798

**CLASIFICACIÓN CREADA**



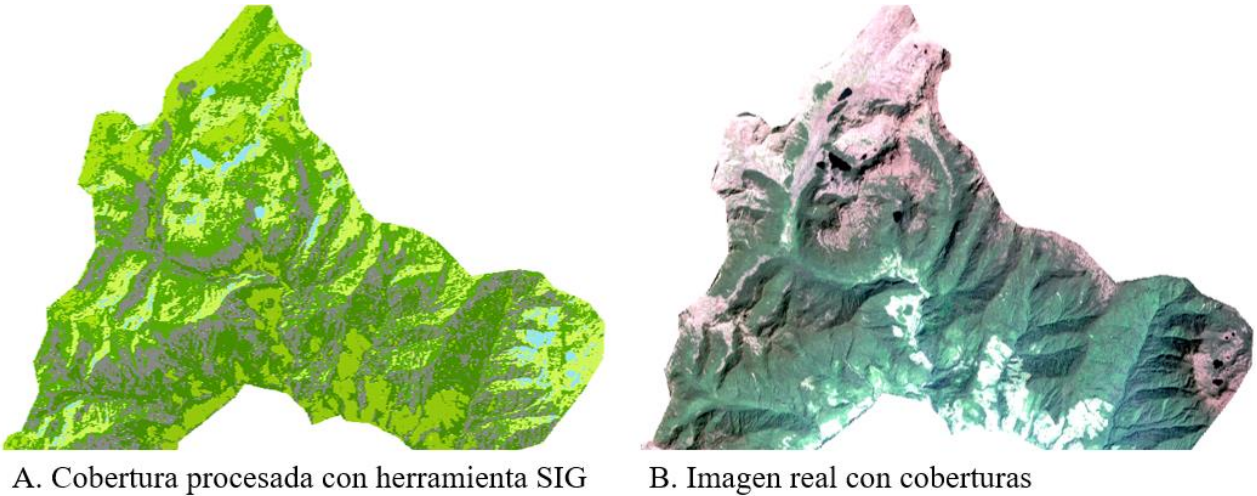
FID	Shape *	gridcode	Tipo_suelo	Area
0	Polygon	1	Fondos someros de arenas y cascajos	1548.4
1	Polygon	3	Bosque abierto alto	6717.64
2	Polygon	4	Herbazal denso inundable	11021.68
3	Polygon	5	Bosque abierto alto de tierra firme	5320.48
4	Polygon	6	Bosque abierto bajo de tierra firme	3639.87
5	Polygon	7	Arbustal abierto	3888.27
6	Polygon	8	Zonas quemadas	6609.58
7	Polygon	9	Bosque denso alto	4580.83
8	Polygon	10	Vegetación secundaria baja	1735.87

**TIPOS DE COBERTURAS CREADAS POSTERIORMENTE**

En este segmento se observan el número de clases sin editar a la izquierda, y la edición completada del tipo de suelos y áreas calculadas a la derecha. Estos tipos de coberturas fueron seleccionados de acuerdo con la visualización de coberturas a la que se quería llegar en este informe. Esta metodología cuenta con variedad de clasificación de coberturas ya predeterminadas y que son usadas por entidades gubernamentales para sus presentaciones gráficas.

#### 7.1.4 Fase IV: Identificación de coberturas

Posterior al procesamiento de la imagen Sentinel 2, para esta última fase se dio a conocer la clasificación de coberturas, de acuerdo con lo requerido por la propuesta del informe. El mapa relacionado contiene las coberturas que definidas para una clasificación asertiva del territorio rural. Como resultado de la clasificación se puede observar una tendencia alta de presencia de vegetación frondosa en la vereda, que en este caso se definieron varios tipos de cobertura, sin embargo, la que predomina es la Herbazal Denso Abundante. En la Figura 20 se observan tanto la cobertura procesada con la herramienta SIG, como la real en la imagen satelital descargada.

**Figura 20***Identificación de coberturas*

Los tonos verdes oscuros y verdes claros que hacen referencia a zonas de arbusto y bosques, de este modo se puede determinar que son zonas sin asentamientos y cualquier tipo de explotación agrícola. Esto se menciona ya que para las zonas intervenidas o con algún tipo de urbanización sus características y colores reflejados serían distintos posterior al procesamiento no supervisado.

Siguiendo con el análisis de coberturas se realizó una estadística básica en la cual se calculó de acuerdo con el área de cada cobertura para conocer la variedad y tipo de vegetación que existe en la vereda. en la figura 21 de estadística de coberturas, la cobertura clasificada como Herbazal denso inundable muestra una mayoría de área en el territorio, seguido de bosque abierto y zonas quemadas. Esto puede indicar una posible subutilización del territorio en estudio, ya que no son zonas que presenten características físicas visuales comunes que estén actualmente en explotación, indicando posibles zonas para intervención y proceso de formalización.

Como bien se ha venido mencionando la utilidad del SIG para el uso de clasificación de coberturas en sectores rurales, este pretende promover el uso adecuado de la tierra, la identificación

de vegetación y su apoyo en nuevas modalidades de formalización de territorios con difícil acceso, con poca información digital y con el desconocimiento de cómo se conforman estas comunidades.

**Figura 21**

*Estadística de tipos de coberturas*



## 7.2 Discusión de resultados

Como bien se ha mencionado al inicio de este trabajo, el factor principal para la propuesta de este proyecto es poder aportar el desarrollo digital actual a los procesos de formalización del país, ya que existe una desatención y desarticulación del estado colombiano con el campo. De esta manera el desarrollo rural es poco o nulo en algunas regiones específicamente en las más apartadas.

Los difíciles accesos a sectores rurales no han permitido que los programas de formalización diseñado por las entidades encargadas de dicha tarea hagan presencia en estos territorios.

Estos programas tienen como principio la recolección de datos de la comunidad con problemas o con interés de poder formalizar sus predios, sin embargo, dados los inconvenientes de acceso, violencia por grupos ilegales, entre otros, no ha sido posible incluir a ciertas comunidades a estos programas de formalización. De tal manera que mediante la ayuda de una herramienta SIG conocida, como un modelo digital con el cual se puedan visualizar datos geográficos o morfológicos, y de esta manera puedan ser usados como herramienta fundamental para el desarrollo rural.

La tecnología SIG es una herramienta que utiliza medios satelitales y digitales y contribuyen a una mejor comprensión y asequibilidad de los datos obtenidos. Al seleccionar una imagen satelital adecuada del área de trabajo, es posible la transformación de información que contiene la imagen y posteriormente pueda ser interpretada. Las imágenes pueden ser de un satelital con información de uso público o de cobro por tal imagen, entre estos está el satélite Landsat en el cual se puede observar el estado actual de las coberturas de la zona a trabajar. (Rojas et al., 2019).

Para lograr tal finalidad en este trabajo, fue necesario el uso de una imagen Landsat 2, ya que la biblioteca de imágenes presentaba buenas condiciones con muy poca nubosidad en sus avistamientos. De esta manera fue seleccionada la imagen más actualizada en cuanto a fecha se refiere y se realiza el procesamiento digital por medio de la metodología de “clasificación no supervisada” en el software ArcGIS 10.8. Al realizar el procesamiento, se edita la clasificación arrojada para obtener 10 clases de coberturas con los cuales se utiliza la metodología Corine Land

Cover, el cual establece ciertos colores a cada una de las coberturas vegetales existentes y poder desarrollar los análisis que se requieran.

En la mayoría del área predomina, según la clasificación aplicada, el herbazal denso abundante, lo que indica que estas áreas no están siendo explotadas y tampoco densificadas con asentamientos de comunidades, de acuerdo con la fecha de captura de la imagen. Asimismo, el área analizada presenta un porcentaje alto en cobertura vegetal (aproximadamente 70%) y condiciones morfológicas aceptables para proyectos de formalización y/o proyectos productivos (esto según el relieve observado en la imagen de color natural).

Las estadísticas de tipos de coberturas establecen por el tipo de cobertura y su área correspondiente. El mapa final, creado como presentación formal del proceso, muestra la totalidad del área de la vereda y sus coberturas definidas por colores, indicando esto, cuáles son las áreas más aptas para una intervención y contribución por sus características físicas, a los procesos de formalización en esta vereda particularmente. Este trabajo se basó en la utilización de herramientas de Sistemas de Información Geográfica – SIG, para obtener modelos gráficos en los cuales se pueda leer e interpretar el estado actual de los territorios con miras a la formalización y, de esta manera, priorizar aquellos sectores que tengan más posibilidades de avanzar en este tipo de procesos estatales. Este proceso definido y explicado durante el procedimiento demuestra que es factible que profesionales con énfasis en manejo de las herramientas SIG, puedan replicar este proceso y puedan ser usados en otros ámbitos que aporten al campo colombiano, como pueden ser proyectos productivos, proyectos de infraestructura o vivienda.

De acuerdo con los trabajos verificados previamente, la clasificación de áreas es una de las metodologías más prácticas para el análisis de coberturas y usos del suelo, de esta manera los

---

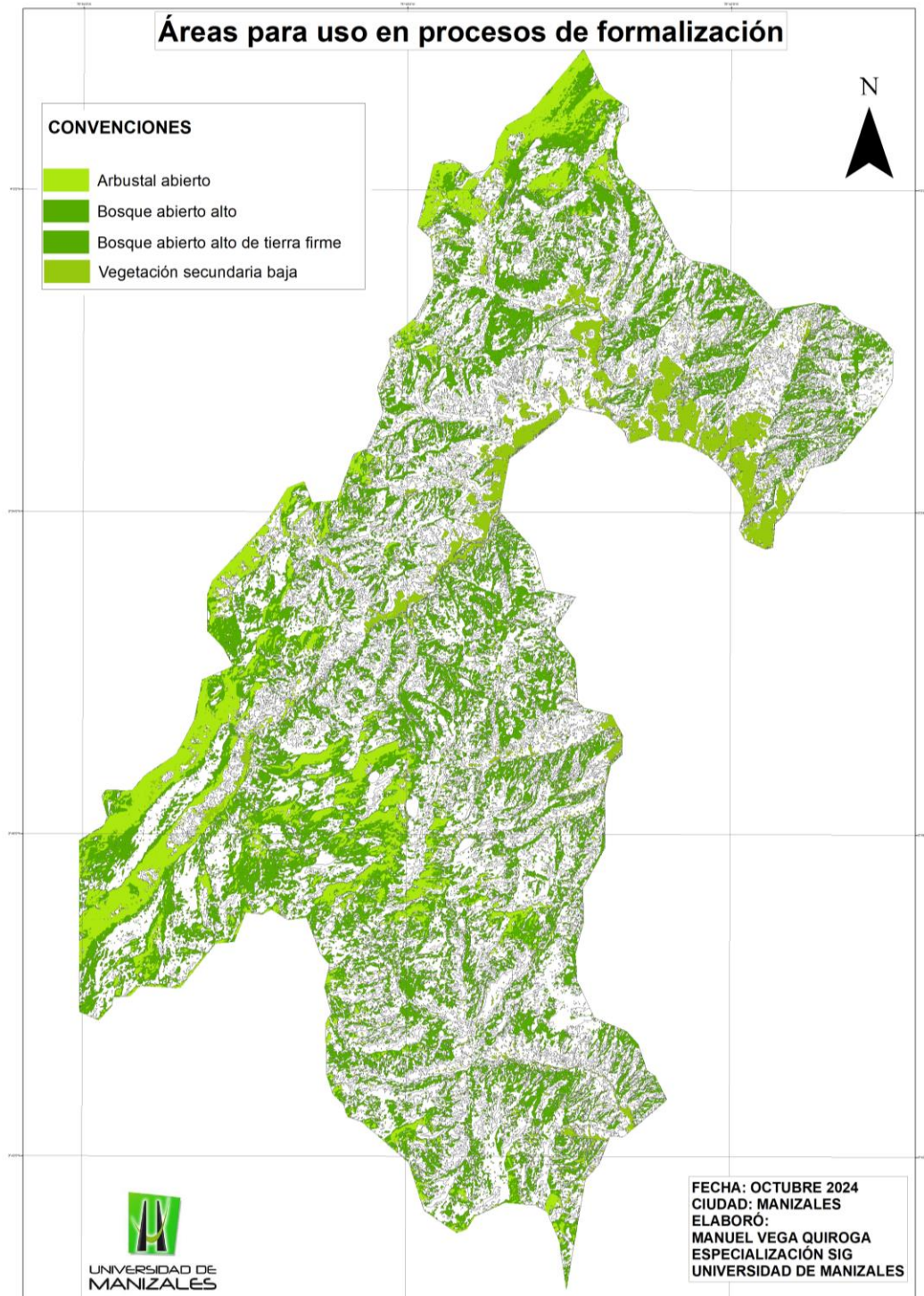
resultados entregados en el procesamiento de la imagen satelital con la metodología no supervisada son más completos, ya que las superficies observadas se interpretan con más facilidad dando un análisis más asertivo.

Como actividad de mejora en el procedimiento que aporta resultados al proceso de formalización, se pueden incluir algunas visitas al territorio para corroborar los resultados, sin embargo, estas visitas pueden realizarse en los cronogramas de trabajo que se contengan para iniciar tramites de formalización en la zona programados. Como se demostró en el procedimiento del trabajo, este es basado en obtener la imagen limpia que se pueda, clasificar las coberturas adecuadas e interpretar las superficies mediante la elaboración de un mapa temático indicando las áreas más sensibles para una intervención a programas de formalización de predios rurales.

A continuación se anexa mapa con las áreas mas factibles para una intervención al proceso de formalización según el cálculo estadístico evidenciado en la figura 21, teniendo en consideración zonas sin posible afectación a inundaciones y zonas boscosas posiblemente ricas en nutrientes para proyectos productivos:

**Figura 22**

*Coberturas más propicias para iniciar procesos de formalización*



## 8. Conclusiones

- Para este tipo de estudios enfocados en las comunidades campesinas de difícil acceso, al usarse herramientas SIG, se presentan ventajas reales para el desarrollo de proyectos que requieran información física, ya que ahorran tiempo y recursos abarcando territorios extensivamente.
- Al observar la diversidad de cobertura existentes en la vereda seleccionada en el municipio de Chaparral, estos pueden ser clasificados y analizados mediante el procesamiento de una imagen satelital que contenga buenas condiciones digitales.
- Los inconvenientes que se presentan en los procesos de formalización sobre las zonas rurales de Colombia pueden ser tratados con información digital mediante el uso de imágenes satelitales previamente descargadas que pueden lograr resultados importantes abarcando diferentes puntos geográficos.
- En ocasiones los procesos de formalización preestablecidos por las entidades en Colombia son tardíos y excluyentes, por lo que al realizarse un procesamiento a una imagen satelital con herramientas geoinformáticas, con el método de clasificación no supervisada, se torna más viable la visualización de tipos de coberturas y estado del suelo mediante la elaboración de modelos gráficos.

## 9. Recomendaciones

- Para una adecuada interpretación de las coberturas observadas posterior al proceso de la imagen satelital, se recomienda seleccionar una imagen que contenga las suficientes bandas espectrales para que su combinación sea la esperada, y a su vez, que esté libre de nubosidad.
- Al realizarse el procesamiento de la imagen para la extracción de tipos de cobertura, la clasificación no supervisada es una metodología que puede ahorrar tiempo, abarcar más territorio mediante un procedimiento sencillo de ejecutar.
- Al realizar este tipo de procesamiento de imágenes satelitales para una posterior interpretación, es posible adicionar a los resultados información básica como: tipos de pendientes, cuerpos hídricos cercanos, centros poblados cercanos, entre otros.
- Sería útil contar con una plataforma de acceso al público que contuviera información actual del estado jurídico de la zona que se quiere intervenir por parte de las entidades responsables de la formalización en Colombia.
- Al revisar las opciones de descarga de una imagen satelital apropiada, no se observan entidades de origen colombiano que puedan facilitar el acceso a este insumo por medio de convenios, que contribuyan a la participación gubernamental en programas de formalización.

## 10. Referencias

- Ávila Monroy, I. J., Cadena Sánchez, L. S., & Sánchez Vega, J. F. (2018). *Prototipo de visor geográfico para consultar y actualizar los predios de propiedad del municipio de Floridablanca* [Proyecto de grado - especialización, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. RIUD. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14669>
- Aya Castañeda, J. A., y Nieves Murcia, E. (2015). *Análisis multitemporal para la recuperación de tierras baldías ocupadas indebidamente en el Complejo Cenagoso la Zapatosa* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2361>
- Bello Hernández, C., y Romero Lora, Ó. L. (2022). *Análisis de la distribución espacio-temporal de los predios solicitados en restitución de tierras entre 1991 y 2019 en el municipio de Valencia – Córdoba* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/5902>
- Bottia Gómez, C. A. (2015). *Política pública de desarrollo rural en Colombia análisis desde la óptica del desarrollo sostenible* [Trabajo de grado – especialización, Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2016/Bottiacarlos2015.pdf>
- Briñez Carvajal, J. I., y Yandun, E. A. (2015). *Planeación de usos de suelo con herramientas SIG para el poblado El Encano, municipio de Pasto - departamento de Nariño* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2450>

- Calderón, M. F., Álava, E. I., Lombeida, A. I., Rebutti, N. P., Palomino, J. A., Cepeda, E. W., Naranjo, A. A., y Guevara, D. F. (2016). Uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como Herramienta de Aprendizaje Aplicado en el Proceso de Integración Universidad-Comunidad. En A. Lago Ferreiro, y M. G. Gericota (eds.), *TICAI 2016: TICs para el aprendizaje de la Ingeniería* (pp. 43-48). Universidad de Vigo. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7316019>
- Cerón González, F. E., y Liévano Idrobo, K. (2015). *Aplicación web basada en SIG para la administración de la información catastral de las solicitudes recibidas por la Unidad de Restitución de Tierras en el Valle del Cauca* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2359>
- Chuchón Gutiérrez, J. P. (2020). *Métodos catastrales para la valuación del predio rural Huayccohuasi, en el distrito de Vischongo, provincia de Vilcashuamán y departamento de Ayacucho, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio DSpace. <https://repositorio.unsch.edu.pe/xmlui/handle/UNSCH/4598>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)* 2019. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin\\_ena\\_2019.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin_ena_2019.pdf)
- Duarte, C., & Castaño, A. (2020). Territorio y derechos de propiedad colectivos para comunidades rurales en Colombia. *Maguaré*, 34(1), 111–147. <https://doi.org/10.15446/mag.v34n1.90390>

- 
- Fajardo M., D. (2002). *La tierra y el poder político; la reforma agraria y la reforma rural en Colombia*. <https://www.fao.org/4/y3568t/y3568t02.htm>
- Franco Amaya, P. J. (2021). *Obstáculos en el acceso progresivo a la propiedad rural en la zona de reserva campesina del valle del río Cimitarra, municipio de Yondó* [Trabajo de grado - maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. Repositorio UNAB. <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/14230>
- Garzón Marín, R. (2018). *Determinar la vocación del suelo para identificar las áreas aptas para la formalización de la propiedad rural mediante imágenes Sentinel: caso predio Las Catas en el municipio de Ayapel - Córdoba* [Artículo para grado - especialización, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio institucional UMNG. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/20461>
- Grande Medina, J. D. (2015). *Modelamiento morfométrico y análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura vegetal de la subcuenca del río Molino ubicada en el municipio de Popayán, departamento del Cauca, utilizando la metodología Corine Land Cover con imágenes de sensores remotos* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/2248>
- González Molina, S. M., & Ortiz Párraga, F. H. (2020). *Utilización de herramientas SIG para el análisis espacial de datos de exploración geológica en el Proyecto Minero San José-B2Gold Corp.* Repositorio Institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/4182>

- Ibagón Rojas, D. C., Herrán Álvarez, M. P., & Camacho Tuta, E. A. (2021). *Propuesta de mejoramiento al proceso tradicional de toma de información física y articulación de los componente físico, jurídico y económico en la actualización catastral* [Trabajo de grado - especialización, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio institucional UNIMINUTO. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/13303>
- Lara Rivera, D. E., Obando Hidalgo, C., & Quiñonez López, F. G. (2016). *Análisis multitemporal de coberturas vegetales y usos del suelo de la cuenca media del río San Francisco de Puracé,(1989-2014)* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/3007>
- Lamprea Avellaneda, F. A. (2017). *Zonificación de las coberturas de la tierra mediante la aplicación de herramientas SIG para la revisión y ajuste del P.O.T en el marco del crecimiento urbano y la conurbación norte: caso municipio de Zipaquirá* [Trabajo de grado - especialización, Convenio IGAC - Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Bibliographical consultation CIAF.IGAC. [https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files\\_ciaf/Lamprea-Avellanea-Ferdy.pdf](https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Lamprea-Avellanea-Ferdy.pdf)
- Londoño Botero, R., & Velásquez Ospina, M. (2022). *La reforma rural integral en Colombia: debates, acuerdos y trasfondo histórico*. Ediciones Uniandes.
- López Altamiranda, S. L. (2020). *Caracterización espacial de coberturas de bosques, cultivos y rondas hídricas intervenidas por el Proyecto Vial Pacífico 1 mediante herramientas SIG* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/4162>

- 
- Lozano Devia, A. M., Vargas Calderón, M. A., & Rodríguez Ortega, G. S. Aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la identificación de zonas aptas para cultivos en el municipio de Chaparral Tolima. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/59391>
- Manco Santamaría, R. (2019). *Metodología técnica para la eficiencia de los trámites de rectificación de áreas y linderos, según resolución conjunta SNR 1732-IGAC 221 del 21 de febrero de 2018* [Trabajo de grado - maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/5745>
- Méndez Cárdenas, L. M. (2022). *Diagnóstico de la información a desarrollar en la vereda Resguardo 1 del municipio de Gachetá Cundinamarca, como base para el catastro multipropósito para el proceso de formalización de la propiedad rural* [Trabajo de grado - especialización, Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional USTA. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/47030>
- Meriño Daza, O. A. (2016). *Implementación de herramientas SIG para el proceso de titulación de la Oficina de Planeación de la Alcaldía Distrital de Santa Marta* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2637>
- Meza Trujillo, J. L. & Puerta Palacio, J. D. (2016). *Aplicación de herramientas SIG para el programa forestal río Magdalena en el municipio de Samaná Caldas* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2646>
- Ordoñez Hoyos, A. E., y Serna Castaño, J. P. (2015). *Análisis superficial y multitemporal de imágenes Landsat 7 ETM+ y Landsat 8 OLI TIRS en el proyecto carbonífero la luna entre*

- los años 2001 y 2015* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales].  
Repositorio institucional UM.  
<https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2523>
- Ortiz Vivanco, J. W. (2020). *Aplicación del SIG para determinar el uso actual de la tierra y el potencial agrícola del Fundo Pecos Bill en Puerto Inca* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de La Selva]. Repositorio institucional UNAS.  
<https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2211>
- Oviedo Vega, D. A. (2022). *Caracterización multi-criterio de áreas de revegetalización en el proyecto Quimbo mediante el uso de los SIG* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM.  
<https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/5946>
- Patiño Narváez, N. A. (2016). *Clasificación de la cobertura de la tierra en el suelo rural del municipio de Pupiales–Nariño mediante la aplicación de herramientas SIG* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM.  
<https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/2510>
- Rocha Martínez, J. A., & Ángel Parrado, C. A. (2023). *Análisis de crecimiento en predios con condición de propiedad horizontal a partir de herramientas SIG en el municipio de Manizales–Caldas* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/6653>
- Rojas Briceño, N. B., Barboza Castillo, E., Maicelo Quintana, J. L., Oliva Cruz, S. M., & Salas López, R. (2019). Deforestación en la Amazonía peruana: índices de cambios de cobertura y uso del suelo basado en SIG. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (81), 2538, 1-34. <https://doi.org/10.21138/bage.2538a>

- 
- Silva Matiz, N., & Bravo Prado, L. V. (2022). *La formalización de tierras en Colombia: una aproximación económica a partir de metodologías colaborativas* [Trabajo de grado - pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional Udistrital.  
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/30123/SilvaMatizNicolas2022.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Soto Machado, S. (2017). *Zonificación forestal en el oriente de Caldas, apoyado en herramientas SIG* [Trabajo de grado - especialización, Universidad de Manizales]. Repositorio institucional UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3096>
- Vásquez Molano, D. (2020). *Diseño de bases de datos espaciales para la cartografía de ordenamiento territorial del suroccidente del Departamento de Boyacá* [Trabajo de grado - pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional Udistrital.  
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/27942/V%C3%A1squezMolanoDaniela2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas Calderón, M. A., Lozano Devia, A. M., Rodríguez, G. S & Posada Correa, G. C. (2023). *Aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la identificación de zonas aptas para cultivos en el municipio de Chaparral Tolima* [Diplomado de profundización para grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD.  
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/59391>