	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 7</b>

16-

<b>FECHA</b>	viernes, 4 de diciembre de 2020
--------------	---------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Facatativá

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Extensión Facatativá
------------------------	----------------------

<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
--------------------------	------------------

<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
-----------------	------------------------

<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
---	----------


<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Ambiental
---------------------------	----------------------

Autores:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
MENDOZA ALFONSO	HERNAN FELIPE	1070984285
CARRERO OVALLE	LUCY PAOLA	1077035920

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 2 de 7</b>

Director y/o Asesor del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
BALLESTEROS PINTOR	DIONNE PAOLA

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS MULTITEMPORAL EN LA FINCA LA ESPERANZA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE CARCASÍ - SANTANDER

<b>SUBTÍTULO</b> (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:</b> Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
INGENIERO AMBIENTAL

<b>AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
04/12/2020	26 pág.

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1. Analisis Multitemporal	Multitemporal Analysis
2. Cobertura del suelo	Landcover
3. Imagen satelital	Satelital Image
4. Clasificación de Coberturas	Landcover Classification
5. Uso del suelo	Land use
6. Perdida de Cobertura	Landcover loss

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 7</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar la pérdida o cambio de la cobertura vegetal a través de un análisis multitemporal a partir de imágenes satelitales landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 descargadas del geovisor Earth Explorer del servicio geológico de los Estados Unidos (USGS) en la finca la esperanza en Carcasí, Santander.

Se realizó a través de un proceso de interpretación haciendo uso de la clasificación no supervisada en el software ArcGIS donde se pudieran determinar las coberturas de interés en el año 2013 y 2020 con el fin de estimar el porcentaje de pérdida de cobertura vegetal en este lapso.

### ABSTRACT

The present work was developed with the objective of determining the loss or change of vegetation cover through a multitemporal analysis with satellite landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 downloaded from the Earth Explorer portal of the United States Geological Service (USGS) from La Esperanza farm in Carcasí, Santander.

It was done through an interpretation process using the unsupervised classification in the ArcGIS software where the coverage of interest could be determined in 2013 and 2020 in order to estimate the percentage of plant coverage loss in this period.

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizamos a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre nuestra obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:  
Marque con una "X":



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 7</b>

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso nuestra obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizamos en nuestra calidad de estudiantes y por ende autores exclusivos, que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de nuestra plena autoría, de nuestro esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de nuestra creación original particular y, por tanto, somos los únicos titulares de la misma. Además, aseguramos que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifestamos que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de nuestra competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaremos conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 5 de 7</b>

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI \_\_ NO \_X\_.** En caso afirmativo expresamente indicaremos, en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

### LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titulares del derecho de autor, conferimos a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los Autores, garantizamos que el documento en cuestión es producto de nuestra plena autoría, de nuestro esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de nuestra creación original particular y, por tanto, somos los únicos titulares de la misma. Además, aseguramos que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 7</b>

difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifestamos que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de nuestra competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**



Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el siguiente archivo.



<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. Determinación de la perdida de cobertura vegetal a través de un análisis multitemporal en la finca la esperanza ubicada en el municipio de Carcasi_Santander .pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmamos el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafo)</b>
MENDOZA ALFONSO HERNAN FELIPE	
CARRERO OVALLE LUCY PAOLA	

12.1-40

**DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL A TRAVÉS DE UN  
ANÁLISIS MULTITEMPORAL EN LA FINCA LA ESPERANZA UBICADA EN EL  
MUNICIPIO DE CARCASÍ - SANTANDER**

**LUCY PAOLA CARRERO OVALLE**

**463215119**

**HERNAN FELIPE MENDOZA ALFONSO**

**463215236**

**DIRECTORA:**

**DIONNE PAOLA BALLESTEROS PINTOR**

**Docente TCO**

**PROYECTO DE GRADO**

**2020**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL  
FACATATIVÁ-CUNDINAMARCA**



## **1. TÍTULO**

Determinación de la pérdida de cobertura vegetal a través de un análisis multitemporal en la finca la esperanza ubicada en Carcasí - Santander.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Actualmente la pérdida de cobertura de bosques se ha ido incrementando a nivel mundial tanto así que existe una necesidad mundial de trabajar en proyectos que se enfoquen a minimizar la expansión agrícola y la protección de las fuentes hídricas a través de análisis de coberturas vegetales. (Arteaga & Villareal, 2019)

Las imágenes satelitales en la actualidad son utilizadas para analizar la dinámica de los bosques con el fin de conocer el cambio de coberturas y usos del suelo a través del tiempo.

Sin embargo, también han sido implementadas para inventarios forestales y estudios de modelización de carbono, agua y el ciclo de nutrientes en una zona determinada. Tanto así, que esta gran variedad de estudios ha logrado recuperar atributos estructurales en bosques altamente intervenidos y su diferenciación estructural asociada a la pérdida de coberturas..(Quiasua, Corredor , & Puentes, 2016). En Colombia la detección de cambios se ha convertido en una herramienta esencial derivada de programas satelitales con el fin de evaluar los comportamientos y transformaciones de los ecosistemas y coberturas vegetales en determinados lapsos de tiempo. (DeLuque, Perez, Rodriguez, & Jimenez, 2019)

Los análisis multitemporales son usados para mejorar la interpretación de la imagen y para la detección de los cambios; en el último caso, se puede hacer uso para determinar cambios de cualquier tipo de cobertura del suelo y así mismo realizar un seguimiento a los fenómenos efímeros que influyen sobre esta. (Chuveco, 1995)

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar la pérdida o cambio de la cobertura vegetal a través de un análisis multitemporal a partir de imágenes satelitales landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 descargadas del geovisor Earth Explorer del servicio geológico de los Estados Unidos (USGS) en la finca la esperanza en Carcasí, Santander.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el IDEAM la superficie de cobertura de bosque natural para el año 1990 correspondía a un 56%, para el año 2010 se encontraba en 53% y finalmente en el año 2014 se obtuvo un porcentaje de cobertura de 51,6% del área original que correspondía a 58'965.582 ha; lo anterior ha permitido evidenciar la pérdida de superficie cubierta por bosque natural en Colombia. (IDEAM, 2014)

Las principales causas de pérdida de cobertura vegetal son la expansión de la frontera agrícola, la extracción de maderas y la ganadería extensiva. Santander es uno de los departamentos en Colombia en donde más ejercen presión sobre los recursos forestales. Se estima que solo en este departamento el bosque primario cubre apenas 293.000 ha mientras que los pastos naturales y/o cultivados ocupan más de 1 '800.000 ha, indicando que el mayor porcentaje de este territorio está dedicado a la actividad agrícola y ganadera. (Castellanos, 2005)

La eliminación de la cobertura y los patrones de uso del suelo ejercen un efecto importante sobre la biodiversidad y sobre la estructura y funcionamiento de diversos ecosistemas que en consecuencia afectan la provisión tanto de bienes como servicios ambientales. Para entender la complejidad de estos efectos e impactos se hace importante el análisis de los cambios en la cobertura vegetal a diferentes escalas (temporales y espaciales) y en contextos sociales (Instituto de Geografía UNAM, 2017). Es así como las imágenes satelitales son una herramienta esencial para el análisis de coberturas a partir del manejo de información espacial. El monitoreo y análisis

multitemporal son herramientas útiles para evaluar superficies afectadas por procesos de deforestación. (Gutiérrez, 2016)

La problemática principal que abarca este trabajo es estudiar la disminución o pérdida de la cobertura vegetal resultado de la sustitución o reemplazo por otro tipo de coberturas debido al uso del suelo agrícola y ganadero.

#### **4. OBJETIVOS**

##### **Objetivo General:**

Determinar la pérdida de cobertura vegetal presentada en la finca la esperanza ubicada en Carcasí - Santander durante los años 2013 y 2020.

##### **Objetivos específicos:**

-Realizar la clasificación no supervisada (busca automáticamente firmas espectrales) de las diferentes imágenes para determinar los tipos de cobertura presentes en el área de estudio.

-Estimar el área de cobertura vegetal y de cobertura no vegetal que presenta la finca tanto para el año 2013 como para el año 2020.

-Comparar los datos del área de los tipos de cobertura encontrados para identificar pérdidas de cobertura vegetal en el lapso 2013 y 2020.

#### **5. MARCO NORMATIVO**

Dentro de la legislación que enmarca el desarrollo del proyecto, se encuentran la siguiente Norma que están relacionadas con la obtención, uso y manejo de la información geográfica; la conservación y cuidado de los recursos naturales.

##### **DECRETO 3851 DEL 2 DE NOVIEMBRE DE 2006**

Por medio del cual se crea la Infraestructura Colombiana de Datos, la cual define a la ICDE en su artículo 7 como uno de los principales componentes específicamente en el tema de la información

geográfica y define la información oficial básica como “la información de carácter estadístico, geográfico, de personas y territorial, de utilidad para la administración, resultante de procesar bases de datos conformados a partir de registros, censos, encuestas y observaciones.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Sistemas de información Geográfica (SIG)**

Según el National Center for Geographic Information Analysis (1990), EEUU, un SIG es un sistema compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, analizar, modelizar, y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión ambiental. Las funciones de los SIG se dividen en cinco grupos principales: funciones para la entrada de información (teclado, digitalizadores, etc.), funciones para la salida, representación gráfica y cartográfica de la información (pantalla, impresora, etc.), funciones de gestión de la información espacial (topología), funciones de manipulación y funciones analíticas (recuperación, superposición, conectividad, etc.). (Lopez, Posada, & Jesus, 2018)

Podemos decir que se diferencian dos tipos de modelos de tratamiento de la información espacial, según atiendan a las propiedades de cada punto (en función de una variable o propiedad), o a su localización espacial (determinadas coordenadas espaciales), denominados vectorial y ráster, respectivamente. El sistema ráster define unidades artificiales, mediante la superposición de una malla regular sobre el área de estudio. El espacio que comprende cada una de estas celdas constituye una unidad de observación (píxel) para la que se recoge la información temática. Los sistemas vectoriales contemplan la existencia de unidades individualizadas en el espacio geográfico que tienen determinadas propiedades comunes y representan unidades que realmente existen en el área de estudio. (Bernabé & Lopez, 2012)

---

## **Estudios Multitemporales**

Los estudios multitemporales son análisis de tipo espacial realizados mediante la comparación de las coberturas interpretadas en imágenes de satélite, fotografías aéreas o mapas de una misma zona para diferentes periodos de tiempo. Permite evaluar cambios en la situación de las coberturas que han sido clasificadas deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio. (Chuveco, 1995)

Este análisis multitemporal se ha abordado con una doble orientación:

Por un lado, con objeto de detectar cambios entre dos años de referencia deduciendo de ahí la evolución del medio natural anteriormente mencionada. Este enfoque podría denominarse multi anual por cuanto se utiliza el factor tiempo para seguir la evolución de una zona en un periodo relativamente dilatado.

Por otro lado, podríamos hablar de un enfoque multi-estacional en donde la dimensión del tiempo se utiliza para perfeccionar la interpretación de la imagen, gracias a incorporar información sobre el ciclo estacional de las cubiertas vegetales. (Chuveco, 1995)

## **Cobertura del suelo**

Engloba un amplio rango de aplicaciones. Por cobertura del suelo entendemos el tipo de ocupación existente sobre él, ya sea esta vegetación natural, cultivos agrícolas o espacios urbanos. Este tipo de cartografía resulta básica en la planificación del territorio, ya que resulta preciso conocer la dedicación actual del terreno para proponer cualquier mejora, además los usos del suelo permiten identificar como es la dinámica de un territorio y su evolución, además, esta variable es utilizada también como indicador ambiental: las actividades humanas ejercen presiones sobre el medio y cambian su calidad y la cantidad de los recursos naturales. (Veloza, 2017)

Conviene organizar una leyenda coherente, a la zona y al propósito del estudio, que guie los trabajos de interpretación visual. (Chuveco, 1995)

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### Insumos digitales

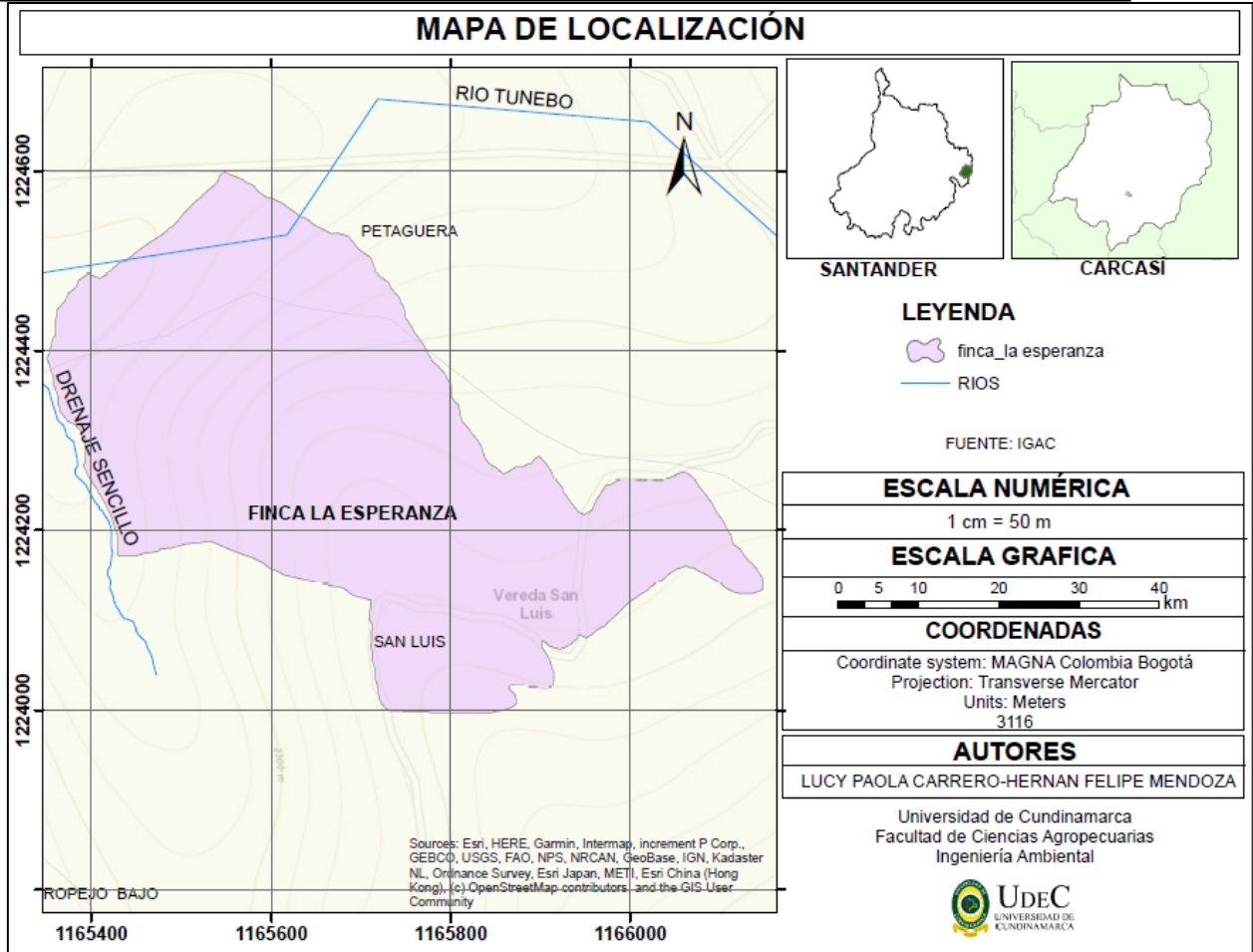
- Software ArcGIS Desktop 10.5
- Freeware SAS PLANET
- Capa de veredas de Colombia
- Capa de division municipal de Colombia
- Capa división departamental de Colombia
- Mapa base OPEN STREET MAP

### Descripción de la zona de estudio

La finca se encuentra ubicada en la vereda San Luis y la vereda Petaquera pertenecientes al municipio de Carcasí – Santander, se ubica aproximadamente a 1 hora y 30 minutos de la cabecera municipal con una distancia cercana a los 16 km como se puede observar en la imagen 1, la finca se encuentra rodeada por un río y una quebrada que abastecen gran parte de los habitantes de las veredas anteriormente mencionadas. La finca actualmente cuenta con un área total de aproximadamente 21 Hectáreas.

Las coordenadas del lugar son:

Latitud: 6°37'15.4"N Longitud:72°34'44.6"W



*Imagen 1. Mapa de localización del área de estudio.*

## 7. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología que se emplea está basada en un proceso de interpretación para poder identificar, clasificar y analizar los tipos de cobertura, el uso del suelo a partir de imágenes satelitales de la zona de estudio para los años 2013 y 2020. (Veloza, 2017)

Tal metodología se encuentra estructurada de la siguiente manera:

- **Identificación y delimitación de la zona de estudio:** Se realiza teniendo en cuenta los principios de interpretación de imágenes el cual se basa en el reconocimiento e identificación de objetos (UNSE, 2015); de igual manera teniendo previo conocimiento de la zona de estudio, se

realiza un polígono con las herramientas del software, que permite definir los límites del predio.

(Ver Imagen 1)

● **Línea base de la zona de estudio usando como fundamento la descripción del municipio de Carcasí, lugar donde se encuentra el predio.** Realizar esta descripción es importante debido a que son características que ayudan a la evaluación objetiva de los resultados y la magnitud de los cambios. (Medianero, 2014)

En los componentes de la línea base se encuentra el uso de suelos, hidrografía y tipo de suelo.

● **Selección y obtención de imágenes y años de estudio:** Se hace la consulta de imágenes satelitales a través del geovisor libre USGS (Earth Explorer) y se seleccionan las imágenes que cumplen los criterios de cubrimiento de la zona de estudio y una nubosidad menor al 10%; en la siguiente tabla se realiza una descripción de las imágenes seleccionadas.

<b>N° DE IMAGEN</b>	<b>TIPO DE IMAGEN</b>	<b>AÑO</b>	<b>PORCENTAJE DE NUBOSIDAD</b>	<b>SATELITE</b>	<b>RESOLUCION ESPACIAL</b>
1	. GEOTIF	2013	17.71	Landsat 8	30×30 metros
3	. GEOTIF	2020	7.79	Landsat 8	30×30 metros

*Tabla 1. Descripción de las imágenes seleccionadas para el análisis.*

● **Procesamiento de las imágenes satelitales:**

**Ajuste de la resolución radiométrica:** para la obtención de una intensidad homogénea en las imágenes disminuyendo los efectos de dispersión o absorción causados por la presencia de partículas de atmósfera. (IDEAM, 2008), se equilibran los histogramas de cada pixel haciendo uso de las ecuaciones que estandarizan los valores de reflectancia y radiancia a través de la herramienta “ráster calculator” del software ArcGIS; este proceso se elaboró dentro de un modelo de ArcGIS que permite un manejo más eficiente de las herramientas y las capas que se usan.



Las ecuaciones que se usan para los ajustes son:

1.  $(\text{Radiancia multiband banda \#\#} * \text{EXP}(X)) * (\text{BANDA \#\#}) + (\text{Radiancia add band \#\#})$
2.  $(\text{Reflectancia multiband banda \#\#} * \text{EXP}(X)) * (\text{BANDA \#\#}) + (\text{Reflectancia add band \#\#})$
3.  $\text{Float}(((\text{Radiancia} \_ \text{reflectancia BX tif\%}) / \sin(\text{Sun elevation})))$

● **Identificación y clasificación de las coberturas de interés:** Para la identificación del tipo de coberturas, se hace uso de la herramienta dispuesta en ArcGIS (crear mosaico) que permite el ensamble de bandas haciendo uso únicamente de aquellas bandas de la imagen original (formato GEO.TIF) que permiten visualizar e identificar más fácilmente los tipos de cobertura.

Para el caso de las imágenes seleccionadas se hace uso de la combinación de bandas 6,5,2 para un mosaico de agricultura debido a que es la que mejor resalta la vegetación y las áreas agrícolas. (Franco, 2017)

La clasificación de las coberturas presentes en el área de estudio se hará mediante el método de clasificación no supervisada, la asignación de clases se realizó de manera similar para las dos imágenes, es decir, tanto a la imagen del año 2013 como a la imagen del año 2020 se le asignaron 3 clases.

Los tipos de coberturas identificados son: (IDEAM , 2015)

- Pastos enmalezados
- Pastos limpios
- Arbustales
- Bosques
- Cultivos temporales
- Tejido urbano
- Infraestructura

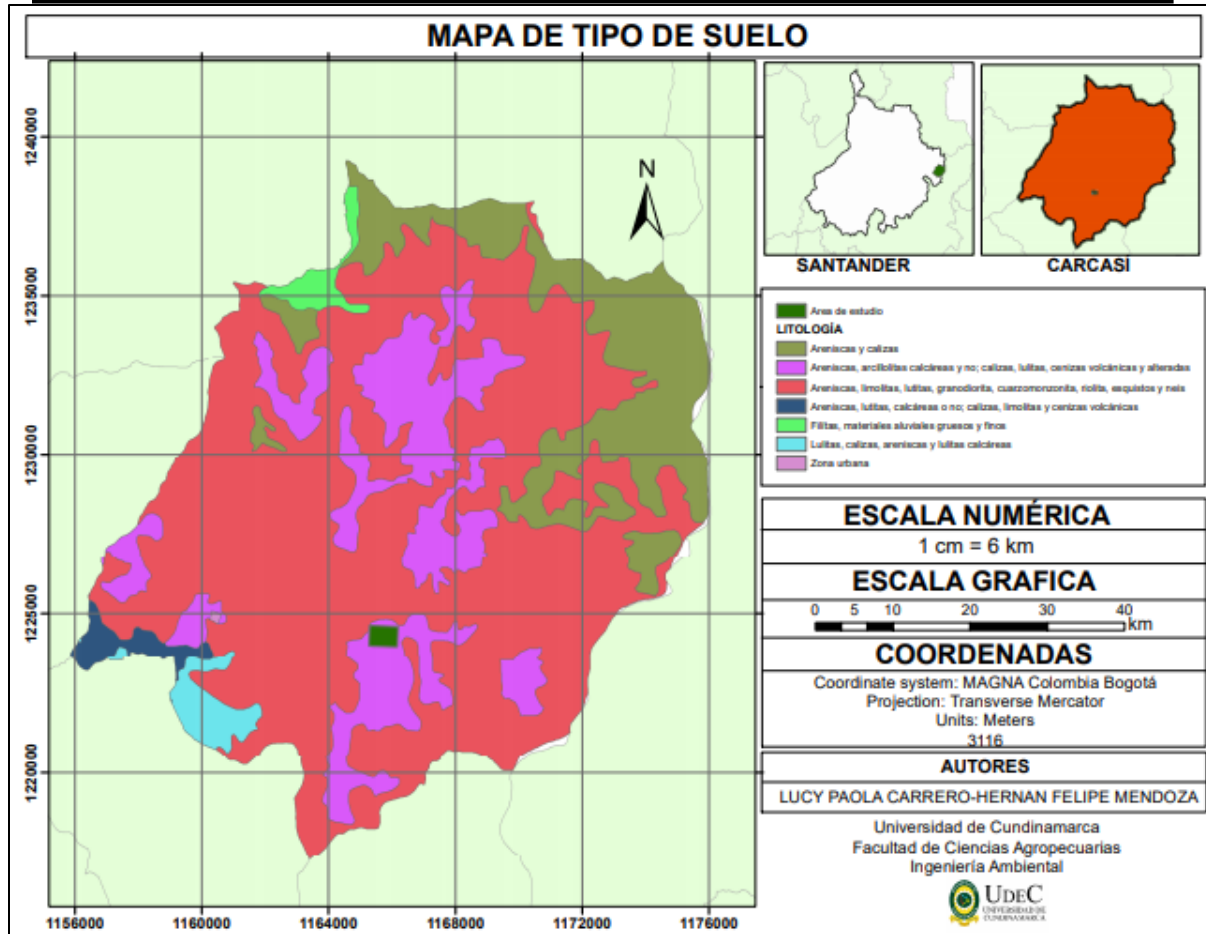
Cabe resaltar que para facilidad del análisis se unificaron en las siguientes tres categorías:

- Uso agrícola y ganadero
- Bosques y arbustales
- Otras coberturas

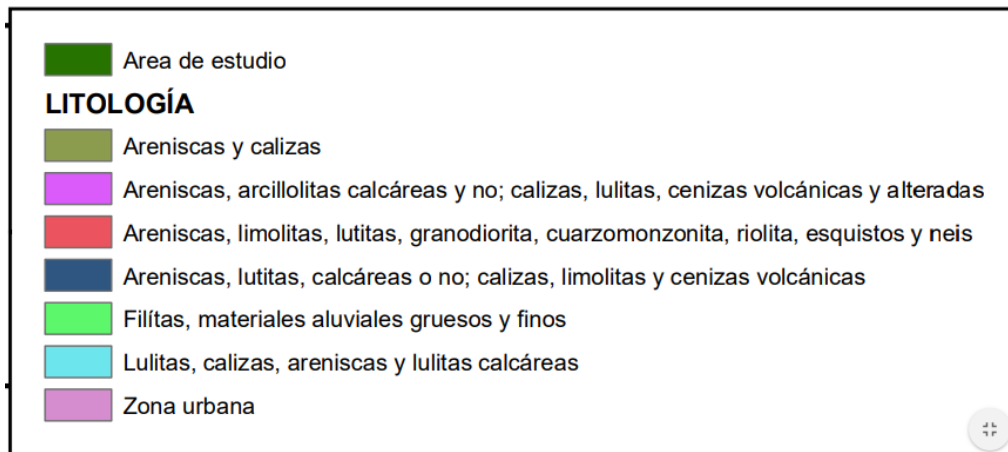
- **Cálculo de las áreas de las coberturas para cada imagen de acuerdo con el año:** Obteniendo la imagen tipo ráster, se hace uso del valor de gridcode transformando la imagen a tipo vectorial conservando los valores de este campo, posteriormente en la tabla de atributos se agregan tres campos: - Área –Área total – Porcentaje
  - El área se calcula a través de la opción <<calculadora de campo>> y seleccionando las unidades en las que se quiere obtener el resultado (hectáreas para este caso).
  - Se toma el dato de “suma” del campo de área y se les asigna este valor a todos los espacios de ese campo, debido a que esta sería el área total. Esta asignación puede ser manual o a través de la opción <<calcular geometría>>.
  - Para el cálculo de porcentajes se realiza la siguiente ecuación:  $((\text{área} / \text{área total}) \times 100)$De esta manera se obtiene el porcentaje de área por cada tipo de cobertura; se realiza este mismo procedimiento para las dos imágenes.
- **Comparación y análisis multitemporal** - Análisis de los datos por medio de la comparación de los porcentajes de áreas de las coberturas para la imagen del año 2013 y 2020.

## 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Mapa de tipo de suelos, uso de suelos



*Imagen 2. Mapa de suelos.*



Como se puede observar en la imagen 2 el área de estudio se encuentra ubicada en una zona donde predomina el suelo con areniscas, arcillolitas calcáreas, calizas, lutitas y cenizas volcánicas y alteradas, lo que quiere decir que son suelos que presentan un color rojo oscuro, con un espesor

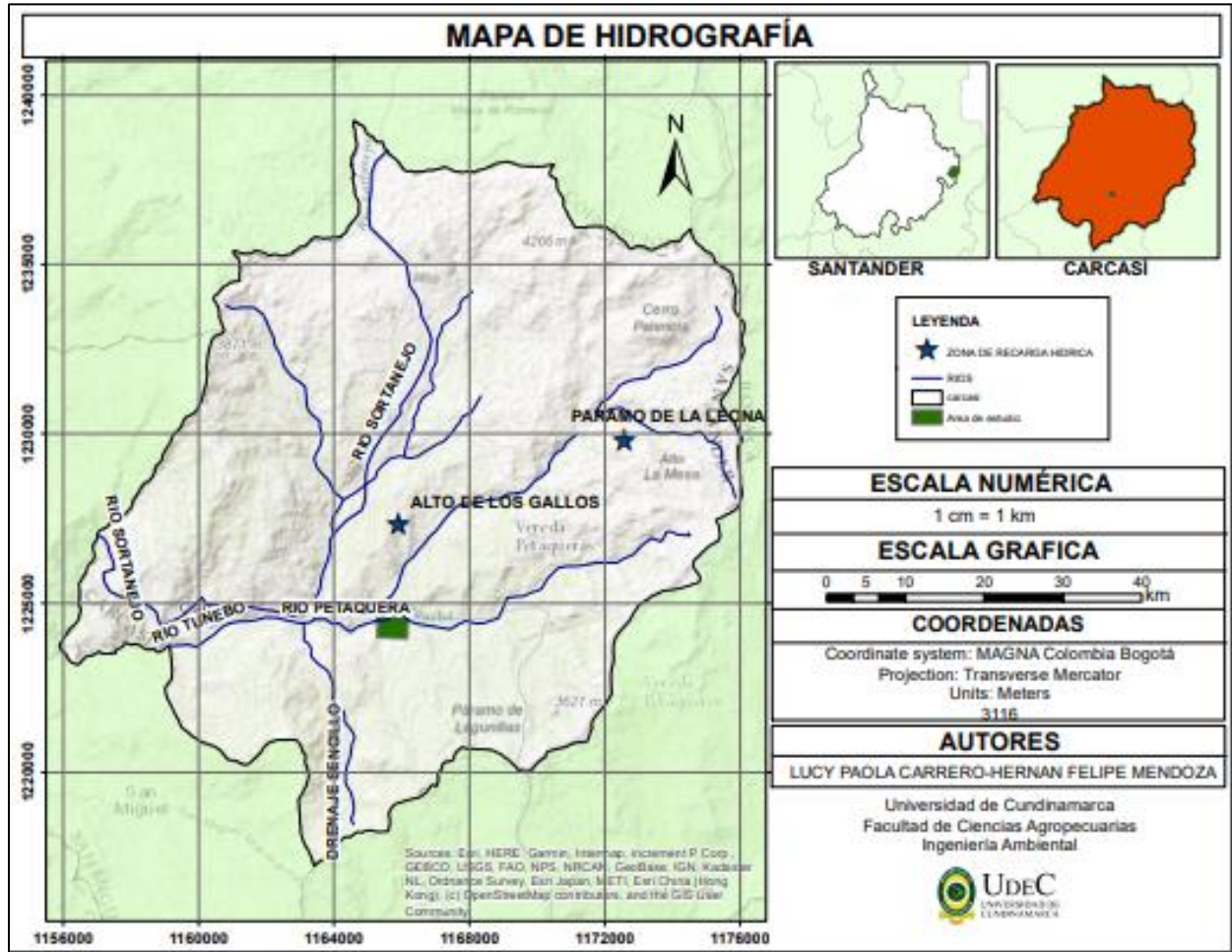
variable; la presencia de arcillolitas favorece el efecto de la erosión por la acción del agua debido a que, al no drenar fácilmente, se endurecen y forman terrones. (Ramos, 2008)

La presencia de cenizas volcánicas y las demás partículas que forman el suelo de la zona de estudio regulan los procesos de movimiento del agua en el suelo y la capacidad retentiva de agua influenciando en la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes para el crecimiento de los cultivos y el pasto (Mechán , Alegre, & Dominguez, 2007) esta disponibilidad de nutrientes hace que los suelos sean muy fértiles pero difíciles de trabajar cuando están muy secos, es por esta razón que la alta nutrición de los suelos favorece principalmente los cultivos no intensivos. Además, la presencia de materia orgánica es otro factor que permite que el agua se impregne e infiltre lentamente logrando que las raíces aprovechen mejor los nutrientes y el agua lo que también favorece la producción de cultivos en la zona de estudio (FAO, 2013).

Teniendo en cuenta que el suelo que predomina en la zona presenta en mayor proporción unas formaciones geológicas como las areniscas y arcillolitas que se encuentran en la clase VI y VII según su capacidad de uso. A pesar de tener presencia de cenizas volcánicas este tipo de suelos presentan limitaciones severas que los hacen generalmente inapropiados para llevar a cabo cultivos de carácter intensivo, este tipo de deficiencias están vinculadas a condiciones edáficas como profundidad efectiva limitada, presencia de grava, fertilidad natural generalmente baja y características topográficas desfavorables con gran susceptibilidad a la erosión. (Velasquez, 2014)

Dada su naturaleza topográfica, este tipo de suelo que predomina en la zona de estudio se prestan casi exclusivamente para la explotación de recurso forestal de manera racional teniendo las medidas básicas para el mantenimiento de reservas forestales en las cuales deben evitarse quemadas y talas masivas con propósitos agropecuarios ya que esto produciría destrucción prematura del suelo comprometiendo las tierras ubicadas por debajo de ellas. (Duque, 2013)

**-Mapa hidrográfico**



*Imagen 3. Mapa de tipo de hidrografía.*

Como se puede evidenciar en la imagen 3, hay un cuerpo hídrico principal llamado “río Petaquera” que aguas abajo es el mismo “río Tunebo” y en la imagen 1 se puede observar un drenaje sencillo conocido por los habitantes de la zona como “quebrada negra”; estos cuerpos de agua limitan con la finca lo que hace que esta tenga un potencial hídrico importante, además aguas arriba de estos ríos se encuentran dos páramos, uno se conoce como “el alto de los gallos” y el otro como “el páramo de la leona” al estar la finca en un área donde la altitud del páramo es menor aumenta tanto la riqueza nutricional de los suelos como la oferta hídrica (Llambí , Soto, Celleri, & Borja, 2012)

favoreciendo así el desarrollo y el mantenimiento las actividades agrícolas y ganaderas debido a que estas fuentes hídricas pueden ser fuentes de abastecimiento para las viviendas cercanas y consecuentemente de sus actividades antrópicas que incluyen la producción de cultivos básicos y tradicionales usados para consumo de los mismos habitantes (papa, plátano) y de tipo comercial y a una escala mayor (frijol, maíz, trigo, cebolla, caña de azúcar); una situación que se evidencia no solo a nivel local sino en todo el territorio nacional ocupando las vertientes, los valles interandinos, los páramos, las llanuras costeras siendo vulnerables al uso intensivo. (IDEAM , 2019)

### **-Cálculo de las áreas de cobertura**

#### **Año 2013 y Año 2020**

Como se puede observar en la imagen 4, el porcentaje del área de bosques respecto al área total de la finca La Esperanza representa una proporción similar al porcentaje del área de las tierras destinadas para el uso agrícola y de ganadería, según lo que se obtuvo mediante percepción visual en el análisis multitemporal. Se asumió para este estudio que el bosque natural en Colombia es toda “tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas en la que predomina la cobertura arbórea” (IDEAM, 2014)

Como se mencionó anteriormente estos suelos son característicamente fértiles y con gran accesibilidad a fuentes hídricas que favorecen el desarrollo de cultivos a pequeña y mediana escala; en esta zona se presentan cultivos principalmente como: papa, frijol, maíz y caña.

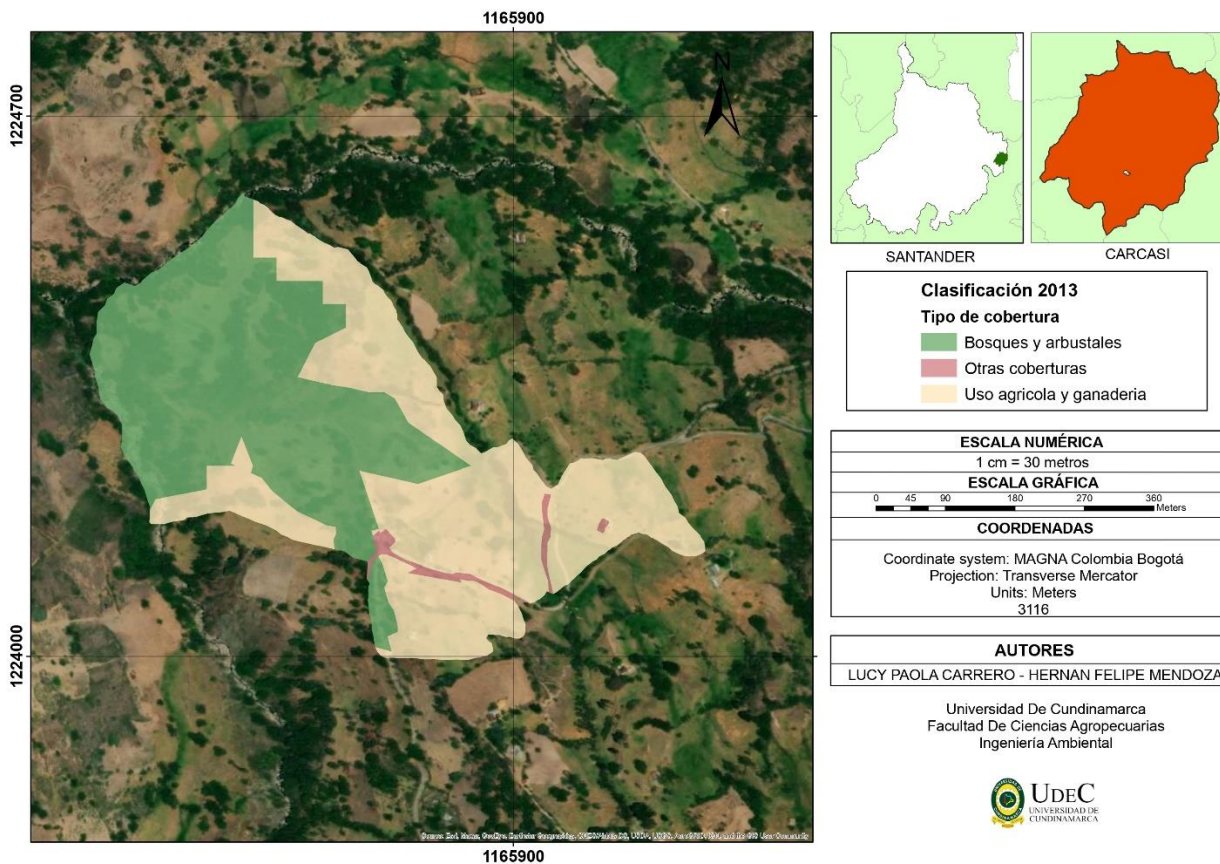
Se obtuvo que para el año 2013 el porcentaje de cobertura de bosques naturales y arbustales fue de 49,36% y destinadas para uso agrícola un porcentaje de 49,13%, según la gráfica 1, lo que quiere decir que tienen un porcentaje de área muy similar existiendo un área considerable de bosque natural. Esta proporcionalidad se debe principalmente, según versiones de los habitantes,

a que la infraestructura de accesibilidad a las veredas no favorecía la producción de cultivos con un fin comercial y únicamente se cultivaba para uso propio; otro factor que influye en estos porcentajes también es la escasa accesibilidad a tecnologías de productividad como los agroquímicos usados para los cultivos.

Para el año 2020 como se evidencia en la gráfica 2, el porcentaje de área destinadas para uso agrícola y ganadero corresponde a un porcentaje de 66,63% y el porcentaje destinada para la conservación del bosque natural corresponde a un 32,33% lo que quiere decir que en comparación con el año 2013, se ha perdido un 17,03% de bosque en los últimos 7 años; este aumento en la destinación de áreas para cultivos y pastos se debe a la posibilidad actual que tienen los productos (lácteos y productos agropecuarios, ganado para consumo de carne, etc.) para entrar a un mercado en los municipios y ciudades cercanas a las veredas de Petaquera y San Luis o aquellos a las que los propietarios tienen acceso; estos municipios son: Carcasí, Ropejo, Málaga, El Tobar y San Miguel.

La venta de los productos anteriormente mencionados representa una oportunidad económica para los habitantes de la zona quienes ven reflejados más fácilmente sus ingresos en estas actividades que en actividades ambientalmente amigables.

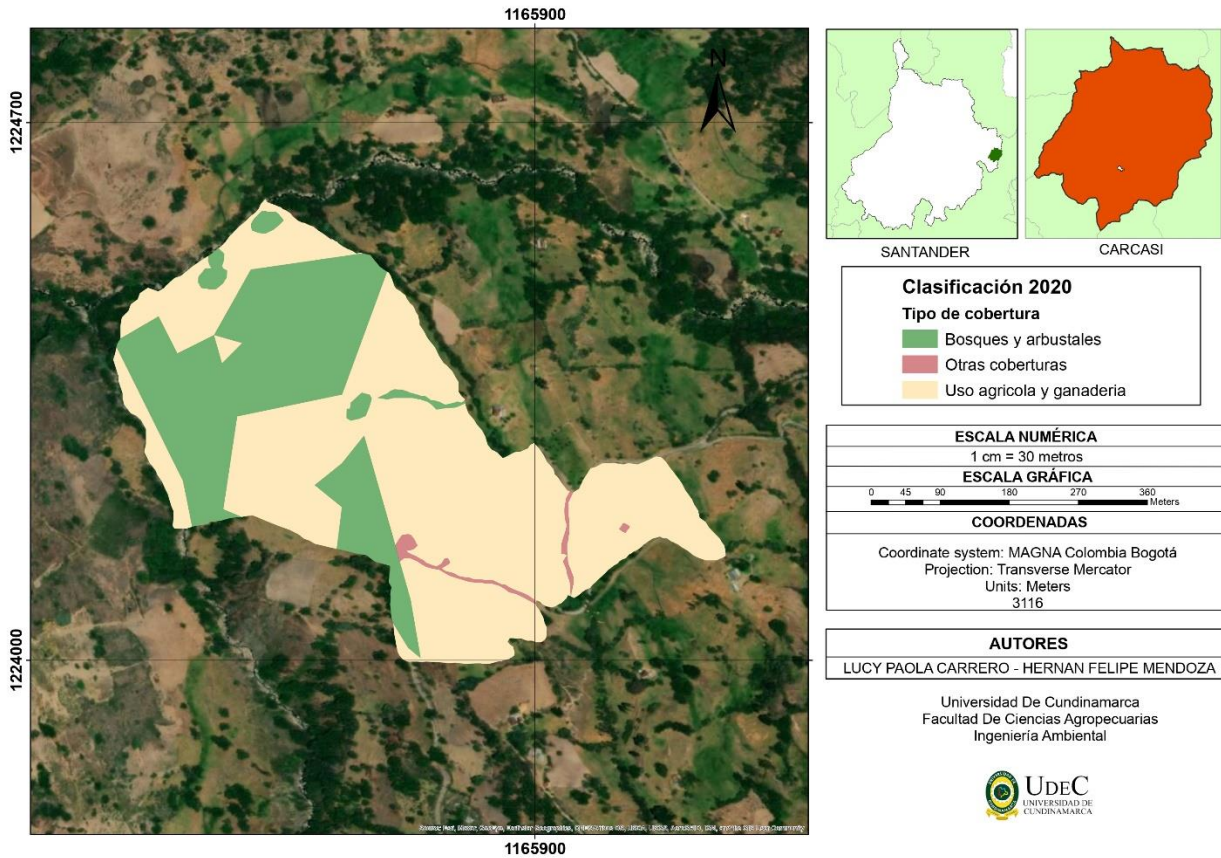
**MAPA DE COBERTURAS FINCA LA ESPERANZA AÑO 2013**



*Imagen 4. Mapa de coberturas de la finca la esperanza en el año 2013.*



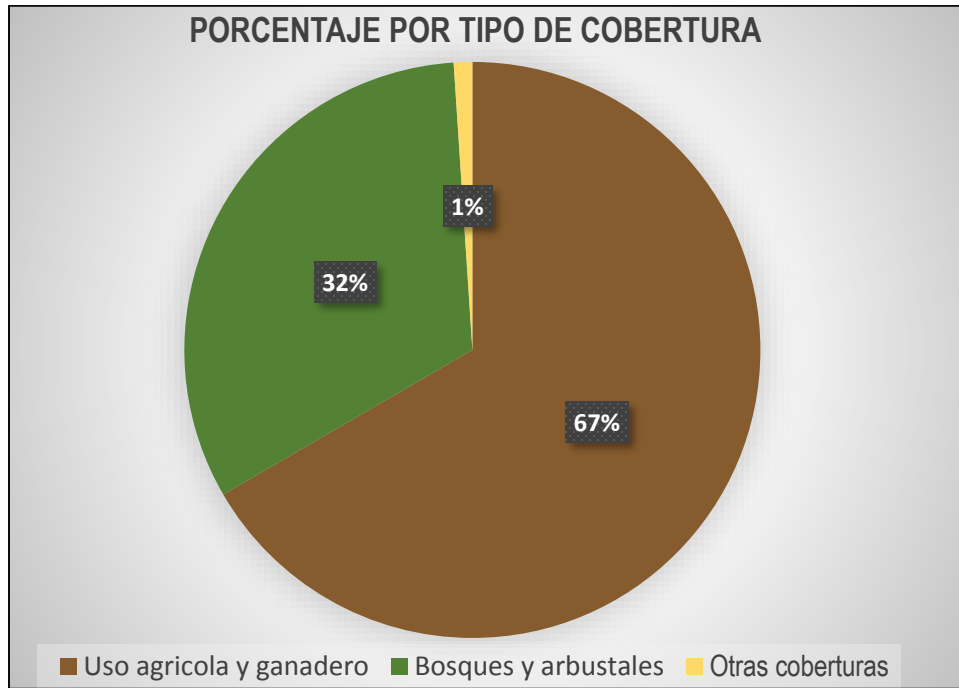
**MAPA DE COBERTURAS FINCA LA ESPERANZA AÑO 2020**



*Imagen 5. Mapa de coberturas de la finca la esperanza en el año 2020.*



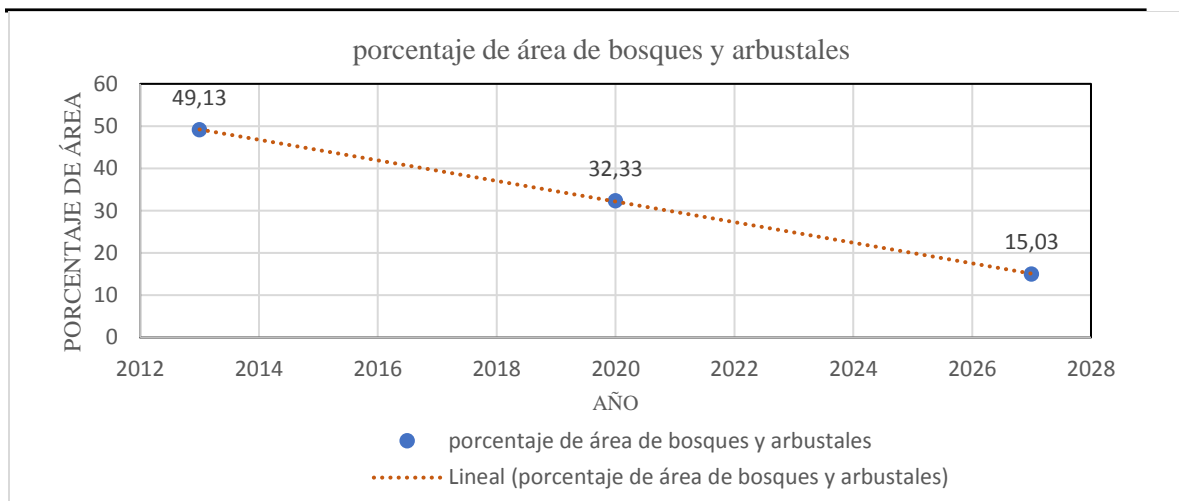
*Gráfico 1. Porcentajes de cobertura de la finca la esperanza en el año 2013.*



*Gráfico 2. Porcentajes de cobertura de la finca la esperanza en el año 2020.*

### **Análisis tendencial**

A partir de los datos de las coberturas de los años 2013 y 2020, se hace un análisis tendencial (grafico 3.) donde se muestra cómo sería la pérdida de cobertura de bosque natural en los próximos años a medida que sigan aumentando las actividades agropecuarias en la finca La Esperanza; este comportamiento se ha evidenciado en fincas aledañas de la vereda y de fincas pertenecientes a veredas cercanas, por lo tanto se puede decir que este estudio es una base para dimensionar la situación que se presenta a nivel municipal acerca del avance de la frontera agrícola y la invasión de esta a bosques naturales.



**Gráfico 3. Porcentajes de cobertura de la finca la esperanza en el año 2027.**

En este sentido se puede afirmar que las actividades con más influencia en las coberturas para estos años en la zona son los cultivos y la ganadería ya que tenían presencia a lo largo y ancho de la finca además de la influencia de las veredas colindantes que ejercían presión sobre estos suelos. No obstante, este análisis sigue siendo impreciso a la hora de determinar coberturas específicas, pero nos brinda una aproximación cercana a la realidad teniendo en cuenta las pocas imágenes que se generan para esta área y la baja resolución que presentan haciendo más compleja la interpretación de esta.

En cuanto a la relación de cambio y pérdida de cobertura al interior de la zona de estudio podemos ver que ocurrieron cambios muy significativos donde se evidencia un incremento en la fragmentación de cobertura arbórea, podemos decir que el proceso de fragmentación se interpretó a partir de los cambios visualizados en los espacios generalmente cubiertos de bosque para este periodo de tiempo relacionado con la disminución de porcentaje de área presentados en los gráficos.

Finalmente se puede evidenciar que el análisis multitemporal para las coberturas evaluadas en cuanto a las áreas interpretadas como bosques, uso agrícola y ganadería tienen correlación en cuanto a la pérdida de cobertura mencionado ya que a través de ellos se pueden observar procesos de deforestación y transición forestal.

## **9. CONCLUSIONES**

-A través de la clasificación no supervisada y la determinación de las áreas a partir del tipo de coberturas con la clasificación realizada tanto para el año 2013 como para el año 2020 podemos inferir que el bosque y las especies arbustivas son las coberturas que presentan mayor pérdida de área debido al crecimiento de mercado en veredas cercanas y municipios aledaños a la finca que ven oportunidades económicas ejerciendo presión en el suelo con fines agrícolas y ganaderos.

-Tanto las imágenes satelitales como los sistemas de información geográfico que se usan para la interpretación de coberturas son de gran ayuda y brindan herramientas para determinar tendencias y dimensionar situaciones futuras con respecto a los cambios de cobertura a través de los años. De esta manera se puede hacer un mejor manejo en los usos del suelo en la finca y proyectarlo a todo el municipio.

-El área de la finca es relativamente pequeña por lo que realizar tanto la línea base como la obtención de las imágenes en formato .TIF en buena resolución se hace difícil; sin embargo, a través de la interpretación de imágenes satelitales se lograron identificar datos importantes para el análisis.

-El cambio de cobertura que se puede evidenciar en el lapso de 2013 – 2020 es aproximadamente de un 17% de pérdida de cobertura de bosques y arbustales que se han transformado por cultivos y pastos para uso agrícola y ganadero.

## 10. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el tamaño del predio se hace necesario solicitar fotografías aéreas con el fin de obtener una respuesta más ajustada a la realidad debido a que las fotos aéreas presentan una resolución más acorde a la imagen real de la zona de estudio ampliando la información concreta de la finca en la oficina de catastro del IGAC.

Dada la metodología implementada para clasificar los tipos de cobertura su interpretación es demasiado simple, se recomienda usar para cobertura la leyenda de Corine Land Cover para lograr una clasificación más acertada y reconocida a nivel nacional.

Para una mejor comparación de coberturas se sugiere realizar una superposición de mapas con las coberturas establecidas para los años 2013 y 2020 con el fin de obtener un mapa síntesis más específico.

Con el fin de dar una mejor interpretación de coberturas del predio se propone hacer una búsqueda más amplia de imágenes satelitales que alcancen a tener una mayor resolución a la presentada en este proyecto de investigación ya sea de satélites landsat o sentinel que se puedan interpretar con mayor facilidad.

## 11. GLOSARIO

- **Cobertura vegetal:** se puede entender por cobertura vegetal como la capa de vegetación que cubre la superficie terrestre; esta comprende una gran variedad de características

---

fisonómicas y ambientales que van desde suelos desnudos hasta áreas cubiertas por bosques naturales.

- **Uso del suelo:** el uso del suelo es la destinación asignada al suelo de conformidad con las actividades que se puedan desarrollar según sus características y propiedades.
- **Resolución especial:** hace referencia a la finura de detalles visibles en una imagen y esta inmediatamente relacionado con el tamaño del pixel, es decir, entre más pequeño sea el pixel y por lo tanto la resolución espacial, mayor será la calidad en la resolución de la imagen.
- **Resolución radiométrica:** la resolución radiométrica hace referencia al número de niveles digitales utilizados para expresar los datos recogidos por el sensor.
- **Clasificación no supervisada:** es una clasificación de coberturas vegetales que se realiza de manera automatizada con base en las probabilidades, obteniendo como resultado una imagen raster reclasificada y opcionalmente genera un archivo con su respectiva firma.
- **Sistemas de información geográfico:** son un conjunto de datos relacionados con el espacio físico o localización geográfica que permite ser analizado por un software.
- **Análisis multitemporal:** es un estudio de tipo espacial realizado mediante la comparación de diferentes coberturas interpretadas en imágenes de satélite, fotografías aéreas o mapas de una misma zona para diferentes periodos de tiempo.
- **Fotografías aéreas:** las fotografías aéreas son el análisis de la superficie terrestre mediante el empleo de máquinas de vuelo.
- **Fragmentación de bosques:** es un proceso donde se lleva a cabo la división continua o cambios ambientales de los bosques en secciones, la fragmentación afecta principalmente el funcionamiento general de la fauna y la flora de los bosques.

- **Bandas:** las bandas de una imagen satelital son las diferentes regiones del espectro electromagnetico que captan la información captada por el sensor de un aparato que reúne las tecnologías para necesarias para capturar las imágenes a distancia y ser transportado por una plataforma.
- **Imagen tipo ráster:** hace referencia a toda imagen digital que está representada por por pixels y que la divide en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor; esta celda o tamaño de pixel define su resolución espacial.
- **Reflectancia:** se conoce, en teledetección, como la proporción de energía reflejada con respecto a la energía incidente de un cuerpo. La longitud de onda reflejada, es decir, aquella que no es absorbida, determina el color de los objetos que normalmente podemos observar.
- **Radiancia:** hace referencia a aquella energía que corresponde a la energía enviada en una dirección dada hacia el sensor; es también útil definir la reflectancia como la relación entre la energía reflejada contra la potencia total de energía.
- **Geovisor:** un geovisor es una herramienta de software que contiene datos espaciales y mapas por internet o intranet puestos a disposición de los usuarios permitiendo el uso de los Sistemas de Información Geográfica SIG.

## 12. BIBLIOGRAFIAS

- Arteaga, M., & Villareal, J. (2019). *ANÁLISIS DE LA EXPANSIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA Y LA DEFORESTACIÓN DE CERRO NEGRO Y SAN FRANCISCO DE LOS MUNICIPIOS DE CÓRDOBA Y PUERRES DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO*. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7709/Anteproyecto%20de%20grado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- Bernabé, M., & Lopez, C. (2012). *Fundamentos de datos espaciales (IDE)*. Obtenido de [http://redgeomatica.rediris.es/Libro\\_Fundamento\\_IDE\\_con\\_pastas.pdf](http://redgeomatica.rediris.es/Libro_Fundamento_IDE_con_pastas.pdf)

- Chuveco, E. (1995). *Fundamentos de teledetección espacial*. Madrid, España: RIALP, S.A.
- DeLuque, M., Perez, P., Rodriguez, A., & Jimenez, C. (2019). *Análisis del proceso de fragmentación de bosques: metodologías orientadas en el uso de sistemas de información geográfica y métricas del paisaje*. Obtenido de [http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias\\_agropecuarias/article/view/193/0](http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias_agropecuarias/article/view/193/0)
- FAO. (2013). *El suelo*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm#TopOfPage>
- Franco, R. (2017). *Composiciones Landsat en ArcGIS*. Obtenido de [https://mixdyr.files.wordpress.com/2017/06/composiciones\\_landsat\\_en-arcgis.pdf](https://mixdyr.files.wordpress.com/2017/06/composiciones_landsat_en-arcgis.pdf)
- IDEAM . (15 de 02 de 2015). *Libro Corine Land Cover*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021521/LIBROCORINEFINAL.pdf>
- IDEAM . (2019). *Los suelos: estabilidad, productividad y degradación* . Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/medioambiente/cap6.pdf>
- IDEAM. (2008). *Calibración atmosférica y corrección radiométrica*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022108/PARTE2.pdf>
- IDEAM. (2014). *Bosques de Colombia*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/bosques/deforestacion-colombia>
- 
- Llambí, D., Soto , A., Celleri, R., & Borja, P. (08 de 2012). *Ecología, hidrología y suelos de páramo*. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56475.pdf>
- Lopez, E., Posada, C., & Jesus, M. (2018). *Los sistemas de informacion geografica*. Obtenido de <https://huespedes.cica.es/geo/gibraltar/articulo/introducci.pdf>
- Mechán , T., Alegre, J., & Dominguez, G. (2007). *INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD EDAFICA EN LA PRODUCCION DE BIOMASA DEL CULTIVO DE LA UÑA DE GATO Uncaria Tomentosa (Willd) D.C. EN LA CUENCA DEL RIO AGUAYTIA, REGION UCAYALI –PERU*. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v6n1-2/a04v6n1-2.pdf>
- Medianero, D. (17 de 08 de 2014). *Metodología de estudios de linea base*. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/econo/article/download/8994/7822/#:~:tex t=e1%20estudio%20de%201%20C3%ADnea%20de,y%20de%20esta%20manera%20evaluar>
- Ramos, M. (2008). *Erosión hídrica de suelos*.
- Quiasua , A., Corredor, Z., & Puentes , D. (2016). *ANALISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE COBERTURAS DE LA LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR CON TECNOLOGIA CLASlite*. Recuperado el 10 de 2020, de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/download/11348/12082/>
- UNSE. (2015). Obtenido de <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/lpr/pdf/p5.PDF>



---

-Veloza, P. (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.* Obtenido de [https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files\\_ciaf/Veloza-Torres-Jenny-Patricia.pdf](https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Veloza-Torres-Jenny-Patricia.pdf)