

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAF113</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 8</b>

16

<b>FECHA</b>	05 de diciembre de 2020
--------------	-------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	SECCIONAL GIRARDOT
------------------------	--------------------

<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>	INGENIERIA AMBIENTAL
---------------------------	----------------------

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
RODRIGUEZ RIVERA	ALISON	1105692226
MUÑOZ CRIALES	VALENTINA	1010100783

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto: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: AAAF113</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 8</b>

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
BELLO ROCHA	SANDY PAOLA

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
ANÁLISIS MULTITEMPORAL PARA DETERMINAR LOS CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL DURANTE EL PERIODO DEL AÑO 2014-2018 EN EL MUNICIPIO DE EL ESPINAL-TOLIMA

<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>
2020	20

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1.Agrícola	Agricultural
2.Urbano	Urban
3.Análisis	Analysis
4.Crecimiento	Growth
5.Cobertura	Coverage
6.Cultivo	Crop

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 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: AAAF113</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 8</b>

**RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS**  
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El cambio de las coberturas y el uso del suelo son procesos influenciados por la acción del hombre a partir del desarrollo de zonas urbanas y agrícolas, las cuales con el paso del tiempo tiende a aumentar en gran medida, generando cambios y transformaciones en ecosistemas al perderse cobertura boscosa, especies nativas y del mismo modo, las propiedades del suelo, por lo que es de gran relevancia llevar un seguimiento de los territorios y los cambios que estos puede llegar a sufrir, siendo los análisis multitemporales una herramienta que permite detectar alteraciones en las coberturas en periodos diferentes. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo busca determinar los cambios en la cobertura vegetal a través de un análisis multitemporal durante el periodo del año 2014-2018 en el municipio de el Espinal-Tolima, a partir de la interpretación de imágenes satelitales Landsat y una clasificación de las coberturas de la tierra teniendo en cuenta la metodología Corine Land Cover con el fin de identificar los factores que influyen en los cambios de la cobertura vegetal en el municipio y apoyar la toma de decisiones para la desarrollo del Ordenamiento Territorial de la región.

**AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN**

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (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>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 mi (nuestra) obra sea explotada en las



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAF113</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 8</b>

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, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (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, manifiesto (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 mí (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, continuaré (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.

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



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAF113</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 8</b>

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso

### LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) 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) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(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, manifiesto (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 mí (nuestro) 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(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. TRABAJO DE GRADO FINAL OPCIONDIPLIMADO_RODRIGUEZ_MUÑOZdocx	TEXTO (PDF)
2. TRABAJO DE GRADO FINAL OPCIONDIPLIMADO_RODRIGUEZ_MUÑOZdocx	TEXTO (WORD)
Coberturas 2010	IMAGEN (PDF)
Coberturas 2014	IMAGEN (PDF)
Coberturas 2015	IMAGEN (PDF)
Coberturas 2016	IMAGEN (PDF)
Coberturas 2017	IMAGEN (PDF)
Coberturas 2018	IMAGEN (PDF)

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAF113</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: 7 de 8</b>

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafo)</b>
RODRIGUEZ RIVERA ALISON	
MUÑOZ CRIALES VALENTINA	

21.1-51.20

## TRABAJO DE GRADO-OPCION DIPLOMADO

### RESPONSABLES

<b>Nombre estudiante:</b>	<b>Código:</b>
<b>Valentina Muñoz Críales</b>	363216146
<b>Alison Rodríguez Rivera</b>	363216163
<b>Nombre del tutor:</b>	
<b>Sandy Paola Bello Rocha</b>	

### 1. TÍTULO

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL PARA DETERMINAR LOS CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL DURANTE EL PERIODO DEL AÑO 2014-2018 EN EL MUNICIPIO DE EL ESPINAL-TOLIMA**

### 2. INTRODUCCIÓN

El cambio de las coberturas y el uso del suelo son procesos influenciados por la acción del hombre a partir del desarrollo de zonas urbanas y agrícolas, las cuales con el paso del tiempo tiende a aumentar en gran medida, generando cambios y transformaciones en ecosistemas al perderse cobertura boscosa, especies nativas y del mismo modo, las propiedades del suelo, por lo que es de gran relevancia llevar un seguimiento de los territorios y los cambios que estos puede llegar a sufrir, siendo los análisis multitemporales una herramienta que permite detectar alteraciones en las coberturas en periodos diferentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo busca determinar los cambios en la cobertura vegetal a través de un análisis multitemporal durante el periodo del año 2014-2018 en el municipio de el Espinal-Tolima, a partir de la interpretación de imágenes satelitales Landsat y una clasificación de las coberturas de la tierra teniendo en cuenta la metodología Corine Land Cover con el fin de identificar los factores que influyen en los cambios de la cobertura vegetal en el municipio y apoyar la toma de decisiones para la desarrollo del Ordenamiento Territorial de la región.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de El Espinal cuenta con 79 barrios aproximadamente, que para el 2016, eran aproximadamente 42 barrios el área urbana, 6 corregimientos y 7 veredas en el área rural, demostrando así, el crecimiento desmedido de las zonas urbanas (CONSEJO MUNICIPAL DE EL ESPINAL, 2016); A su vez gran parte de la economía en el municipio, está basada en la

producción agrícola, con cultivos de arroz, algodón, maíz, entre otros; La relación entre estos aspectos es directamente proporcional, es decir que a medida que aumentan los individuos en la zona, surge la necesidad de transformar áreas de coberturas vegetales, en agroecosistemas y en áreas urbanas, sobrellevando la población con la generación de empleo.

Así mismo, una de las problemáticas que más causa incertidumbre es la sobrepoblación; Cada vez las ciudades albergan una mayor cantidad de individuos, que como anteriormente se menciona, aumenta la producción desmedida de alimentos, y de áreas urbanas, dicha situación desencadena una serie de problemáticas sociales, ambientales, económicas, políticas y culturales, que afectan de manera significativa el recurso suelo, al aumentar su capacidad de producción, modificando de manera permanente su estructura y/o composición, es decir transformando ecosistemas primarios, en secundarios y terciarios, desplazando especies endémicas o pertenecientes de la zona. (Hidalgo, 2005)

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente proyecto busca estimar las áreas de pérdida o disminución de las coberturas vegetales por el crecimiento urbano y agrícola del municipio, por medio de un análisis multitemporal, categorización y/o clasificación supervisada, el cual permita comparar estas áreas en un periodo de 8 años (2010 – 2018), y a su vez, los resultados obtenidos dentro de la realización del proyecto, puedan ser tenidos en cuenta para la toma de decisiones futuras, debido a que la disminución de cobertura vegetal, aumenta la capacidad del uso del suelo, modifica su estructura y composición, además de contribuir a los efectos del calentamiento global.

#### **4. OBJETIVOS**

##### **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar los cambios en la cobertura vegetal a través de un análisis multitemporal durante el periodo del año 2014-2018 en el municipio de el Espinal-Tolima.

##### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Zonificar las zonas de cobertura vegetal, desarrollo urbano y agrícola.
- Clasificar las coberturas del municipio en un periodo del 2014-2018, según la metodología Corine Land Cover.
- Identificar los factores que influyen en los cambios de la cobertura vegetal en el municipio.

#### **5. MARCO NORMATIVO (Si aplica).**

##### **METODOLOGIA CORINE LAN COVER**

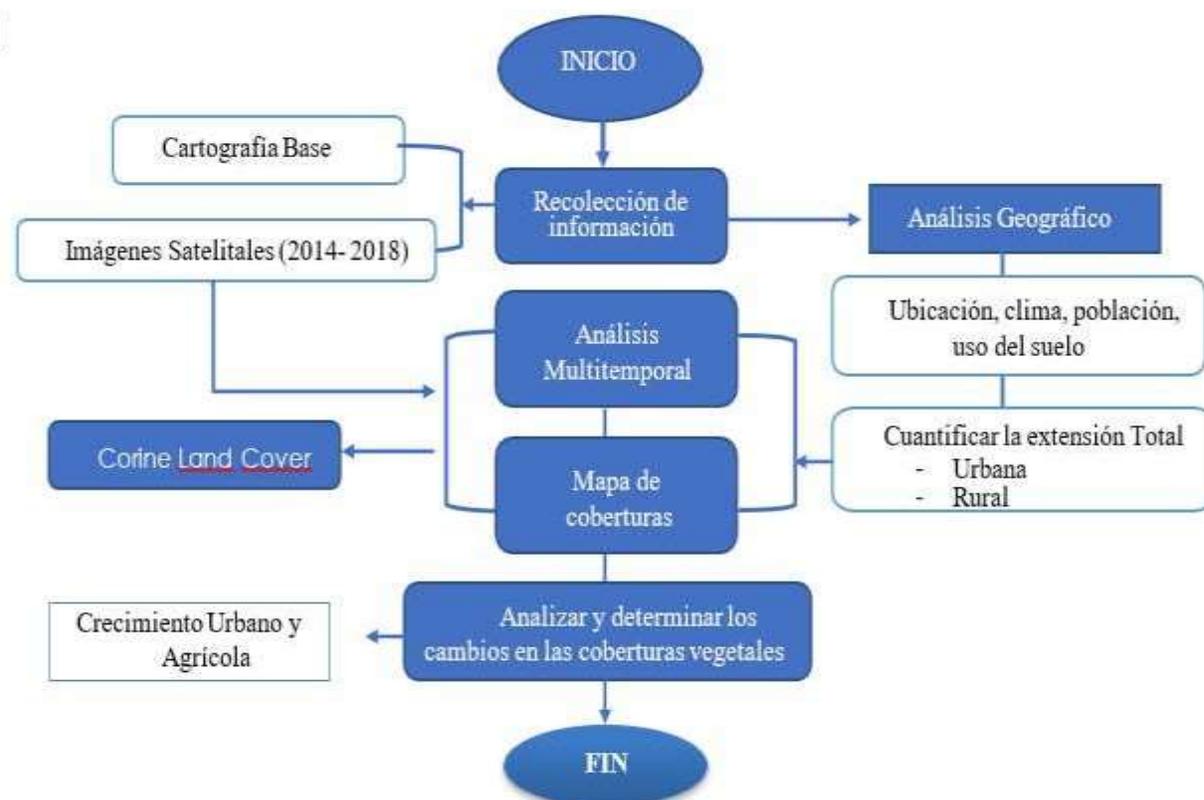
La metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover a escala 1:100.000 es adaptada en Colombia por el IDEAM en el año 2010 con el fin de realizar un inventario y clasificación de las coberturas de la tierra por medio de interpretación de imágenes satelitales.

Así mismo, la metodología esta dividida en cuatro niveles de clasificación, tomando en cuenta territorios artificializados, agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y por último superficies de agua.

LEY 1454 DE 2011

El Ordenamiento Territorial (OT) en Colombia es un instrumento de planificación y gestión de las entidades territoriales con el fin de promover el desarrollo a nivel económico, institucional, cultural, ambiental y a su vez, fiscalmente sostenible, regionalmente armónico tomando en cuenta la diversidad físico geográfica y cultural.

## 6. DISEÑO METODOLÓGICO

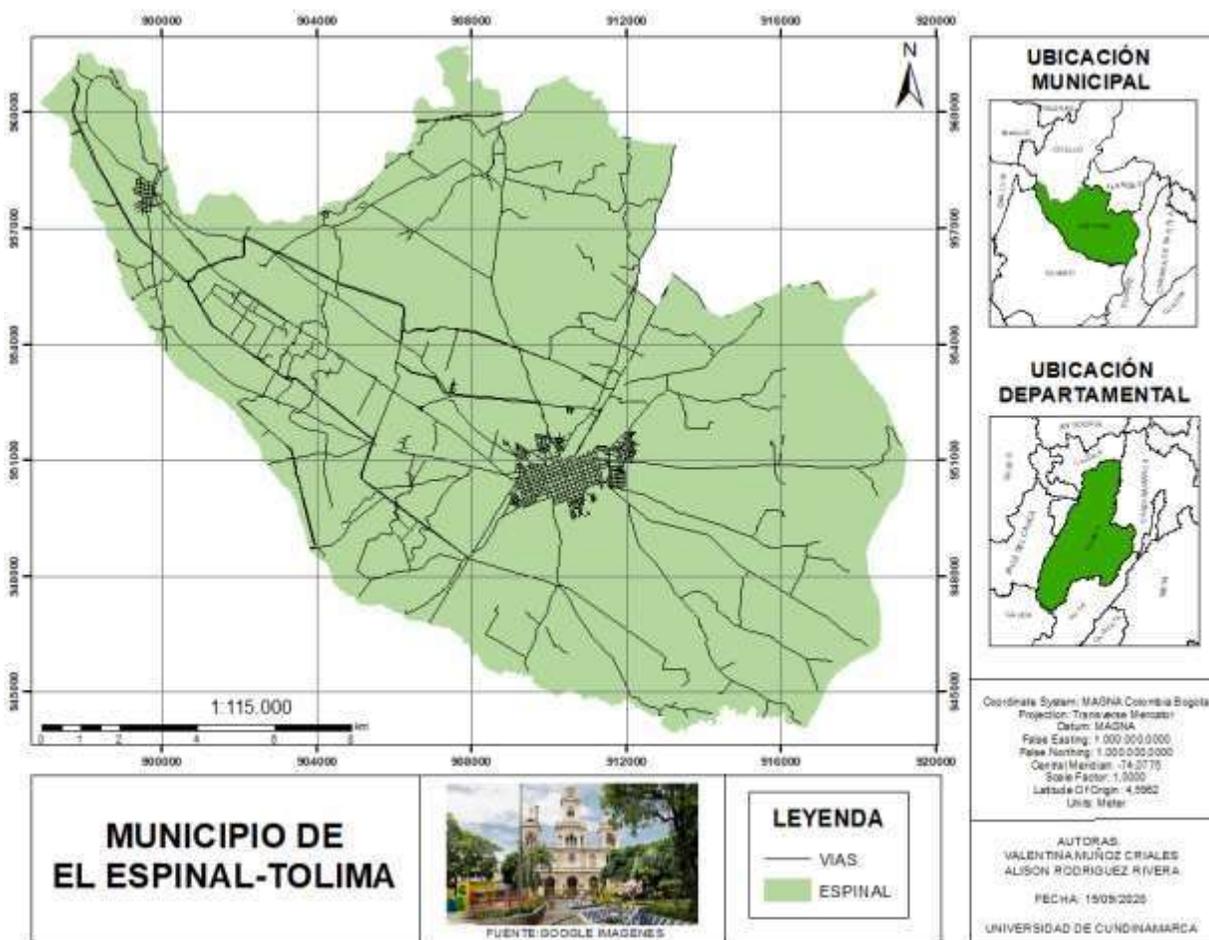


Elaboración propia

## 6.1. ANALISIS GEOGRAFICO

El municipio del Espinal, limita al norte con Coello y Flandes, al sur con el Guamo, al oriente con Suarez y al occidente con San Luis; su localización en Latitud Norte ( $4^{\circ} 09'$ ) y Longitud oeste ( $74^{\circ} 53'$ ), cuenta con una altura sobre el nivel del mar de 323 m.s.n.m, temperatura promedio de  $29^{\circ}C$  y se encuentra situado a 48 Km de la capital del Tolima.

*Ilustración 1. Mapa de la zona de estudio (municipio de el Espinal)*



*Fuente: Elaboración Propia*



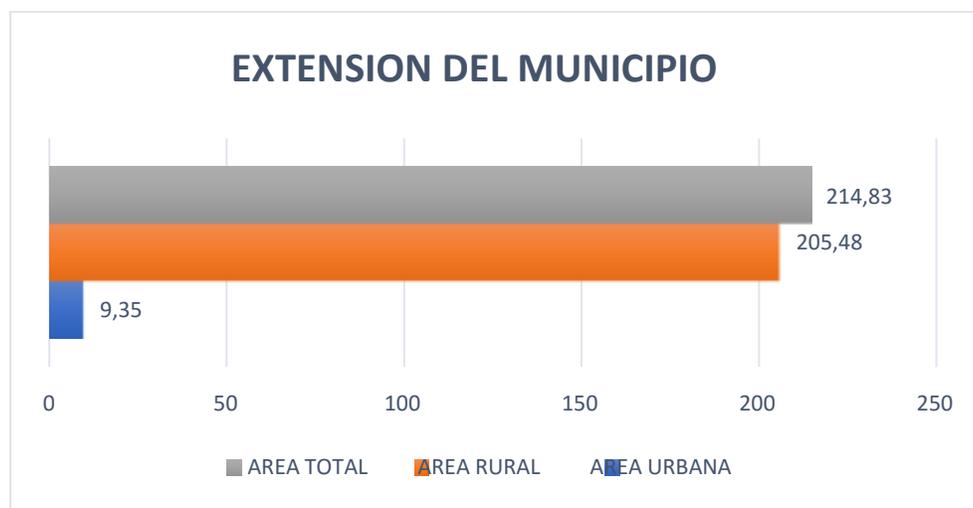
Así mismo, según el Plan de Desarrollo 2020-2023, el municipio tiene una extensión total de 429,66 km<sup>2</sup>, divididos en área urbana y rural, como se evidencia en la Tabla 1 y la grafica 1.

### EXTENSIÓN (KILÓMETROS CUADRADOS)

Tabla 1 EXTENSION MUNICIPAL

Extensión (Km <sup>2</sup> )	
Área Urbana	9,35
Área Rural	205,48
Área Total	214,83

Grafica 1. EXTENSION MUNICIPAL



## 6.2. ANALISIS MULTITEMPORAL

Para el desarrollo del análisis multitemporal del año 2014 al 2018 se tomo en cuenta una mapa base o guía, de las coberturas de las tierra del 2010-2012, del CIAF y 5 imágenes satelitales Landsat 8, una por cada año, ya que para el periodo del 2013, no se encontro registro de imágenes satelitales.

Así mismo, se realizó un modelo de corrección de las imágenes por medio de Arcgis (ilustración 9), a su vez, se realizaron composiciones de banda (tabla 2) para agricultura (ilustración 10) y zonas urbanas (ilustración 11), como guía durante el proceso de fotointerpretación de cada imagen y su respectiva clasificación tomando en cuenta la leyenda de la metodología Corine Land Cover. (ANEXO 1)

## IMAGENES SATELITALES LANDSAT

ILUSTRACION 4  
FECHA: 28/07/2014



ILUSTRACION 5  
FECHA:04/01/2015



FUENTE: EARTH EXPLORER

ILUSTRACION 6  
FECHA: 17/07/2016



ILUSTRACION 7  
FECHA:08/10/2017



FUENTE: EARTH EXPLORER

## ILUSTRACION

N 8 FECHA:

30/12/2018



FUENTE: EARTH EXPLORER

## MODELO DE CORRECCIÓN

Para este modelo se realizó una serie de correcciones atmosféricas de radiancia, reflectancia y de ángulo de elevación, con el fin de mejorar la calidad de las imágenes satelitales, ya que sus datos están codificados en niveles digitales (ND), teniendo en cuenta que entre los satélites y la superficie terrestre se encuentran obstáculos tales como la nubosidad, intensidad de la luz, entre otros; Este proceso se divide en tres etapas, mediante las cuales se realiza tres conversiones:

1. De ND a Radiancia.

$$((\text{RADIANCE\_MULT\_BAND\_X} * \text{Exp}(X)) * (\text{BANDA}) + (\text{RADIANCE\_ADD\_BAND\_X}))$$

2. De ND a Reflectancia.

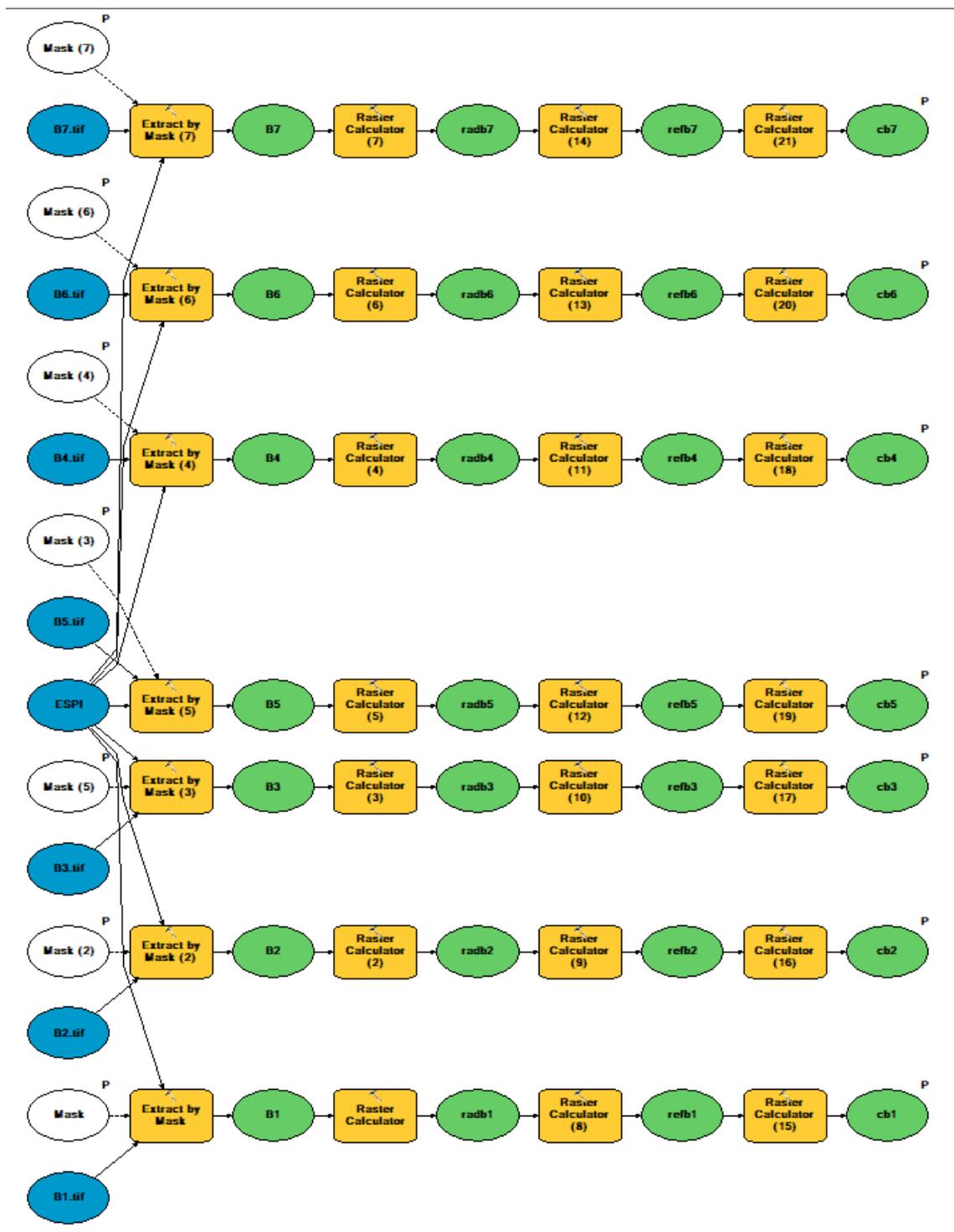
$$((\text{REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_X} * \text{Exp}(X)) * (\text{BANDA}) + (\text{REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_X}))$$

3. De ND a Angulo de elevación (sun elevation)

$$\text{Float}(((\text{"CORRECCION\_RADIANCIA\_REFLECTANCIA\_BX.TIF\%"} / \text{Sin}(\text{SUN\_ELEVATION}))))$$

NOTA: La información utilizada en estas fórmulas, se encuentra dentro de los metadatos de las imágenes satelitales descargadas.

ILUSTRACION 9



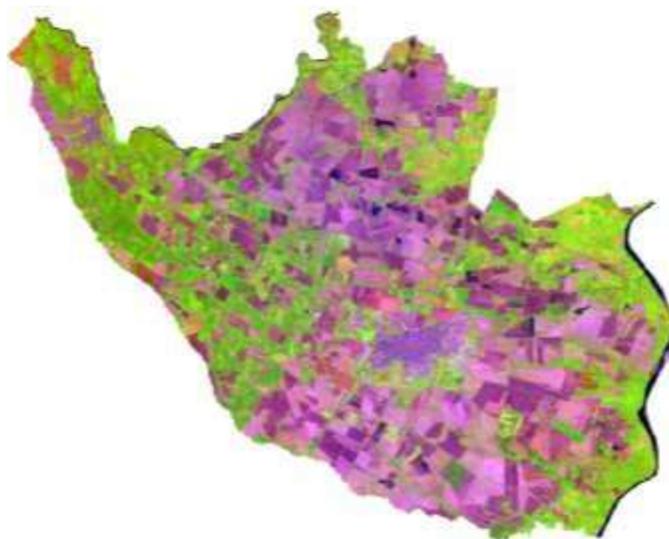
FUENTE: Propia

Tabla 2. Composición bandas

COMPOSICION DE BANDAS	
AGRICULTURA	6,5,2
ZONAS URBANAS	7,6,4

FUENTE: Propia

ILUSTRACION 10. AGRICULTURA



ILUSTRACION 11. ZONAS URBANAS

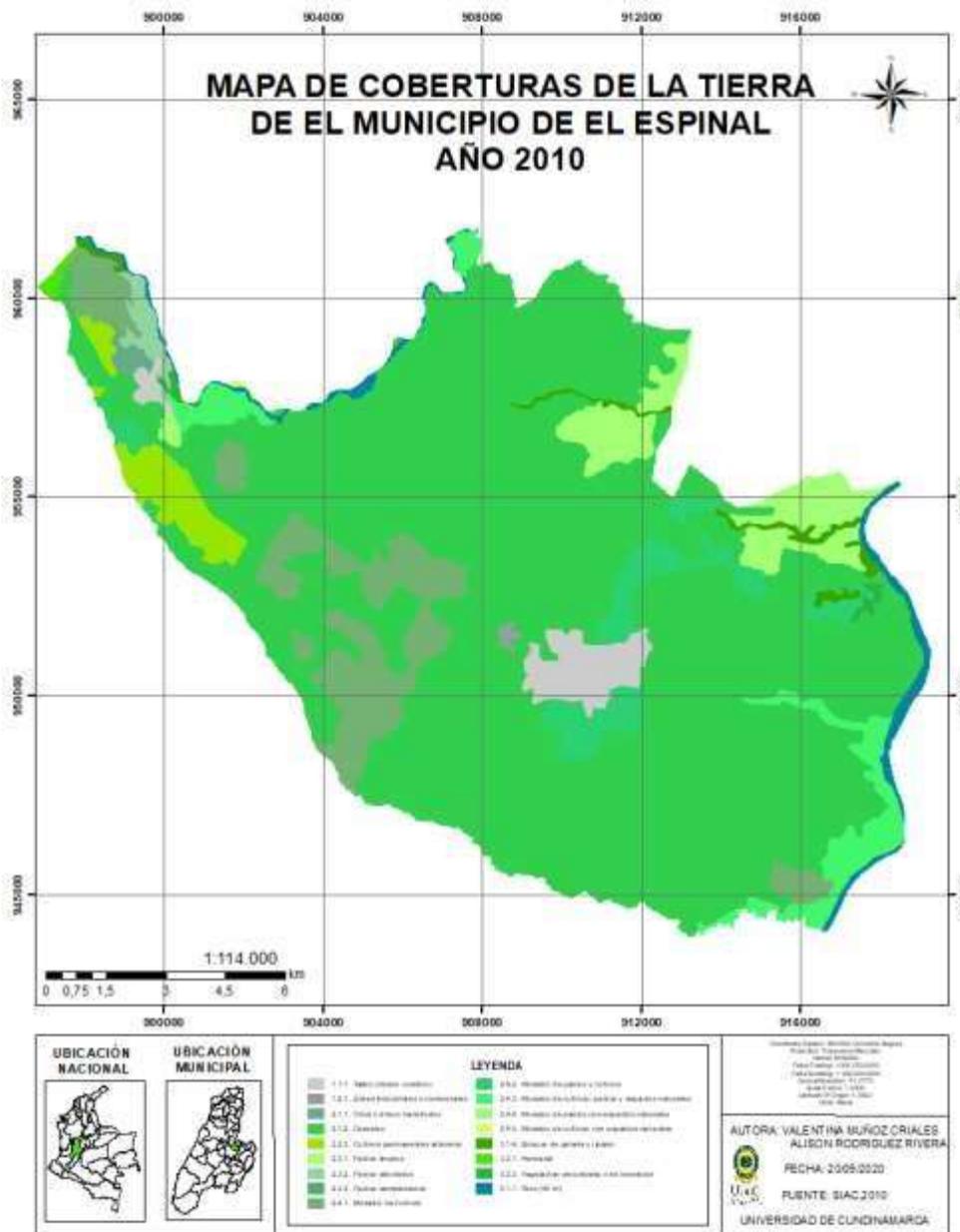


FUENTE: Propia

**1. ANALISIS DE RESULTADOS**

Durante la realización del análisis multitemporal se tomo como base el mapa de coberturas de la tierra para el año 2010-2012 del SIAC (ilustración 12), en el que se clasificación las coberturas según la leyenda de la metodología Corine Land Cover, por lo que se utilizó como guía en la comparación de los cambios de las coberturas del municipio de El Espinal.

ILUSTRACION 12. COBERTURAS DE LA TIERRA 2010



FUENTE: Propia

Del mismo modo, se evidencio una predominancia de territorios urbanizados con tejidos urbanos continuos, territorios agrícolas y superficies de agua (tabla 3)

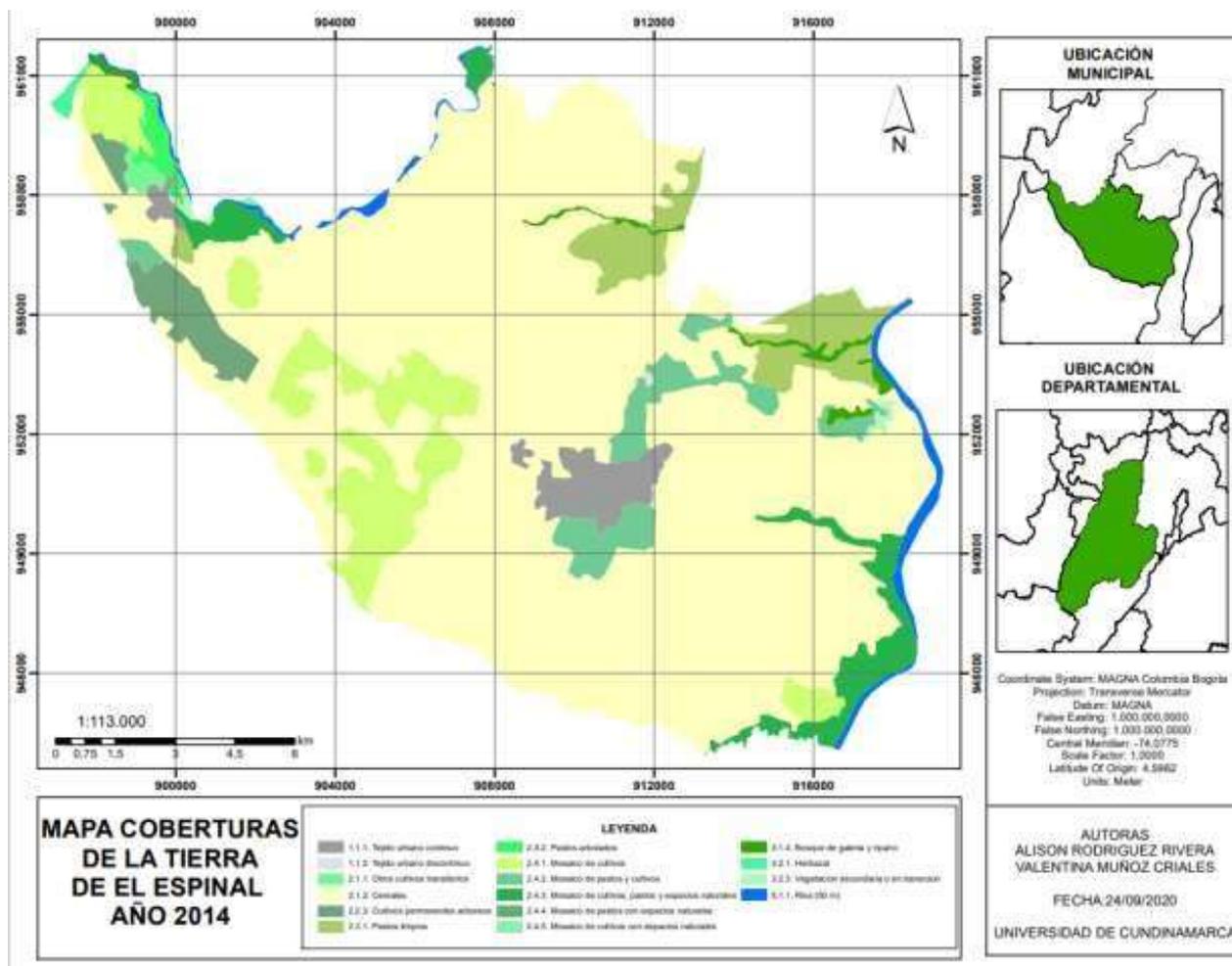
Tabla 3. Leyenda Corine Land Cover año 2014-2018

LEYENDA CORINE LAND COVER		
Territorios Artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo
		Tejido urbano discontinuo
	Cultivos transitorios	Otros cultivos transitorios
		Cereales
Territorios Agrícolas	Pastos	Pastos limpios
		Pastos enmalezados
		Pastos arbolados
	Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos
		Mosaico de pastos y cultivos
		Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
		Mosaico con pastos con espacios naturales
		Mosaico de cultivos y espacios naturales
Bosques y Áreas seminaturales	Bosques	Bosque de galería y ripario
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Herbazal
		Vegetación secundaria o en transición
Superficies de agua	Superficies continentales	Rio (50 m)

FUENTE: Propia

Del año 2010 al 2014, no se evidenciaron cambios significativos en la cobertura agrícola, pero si un crecimiento progresivo de zonas de tejido urbano continuo, en lo cual se puede reflejar un crecimiento poblacional del municipio. (Ilustración 1

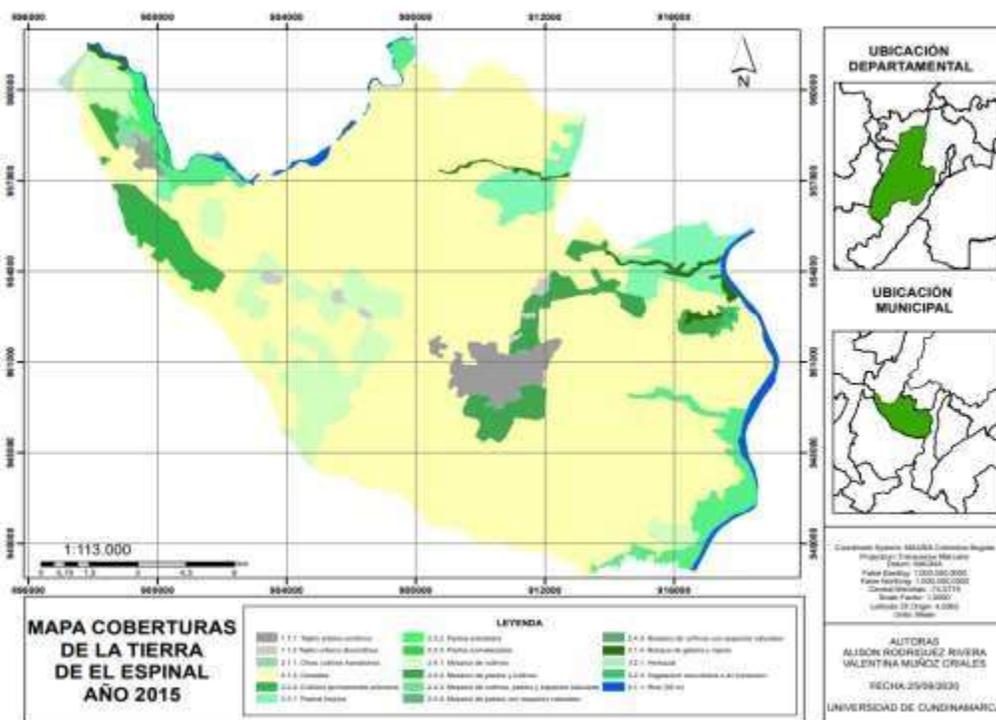
ILUSTRACION 13. COBERTURAS DE LA TIERRA 2014



FUENTE: Propia

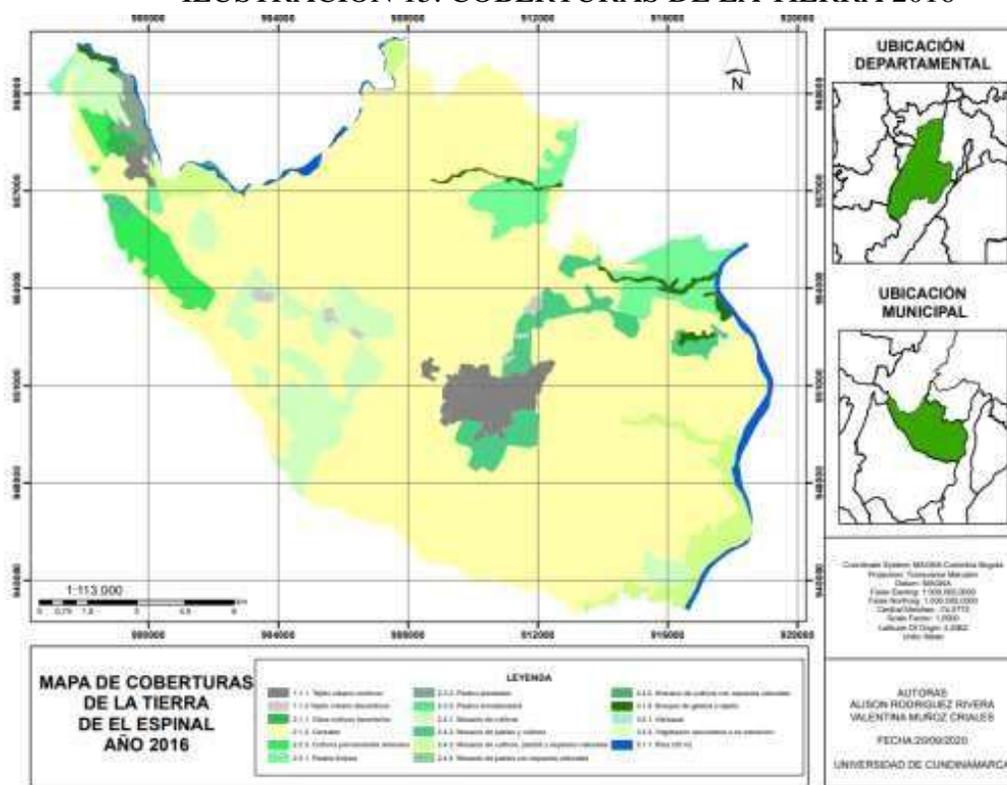
Durante el año 2015, 2016 y 2017, se sigue mostrando el crecimiento en el tejido urbano continuo, pero a su vez, empezaron a aparecer zonas de tejido urbano discontinuo, las cuales no eran de gran área, pero si genera un cambio significativo en las coberturas, ya que estas tienden a establecerse en áreas rurales con cultivos, pastos y espacios naturales. (Ilustraciones 14,15 y 16)

ILUSTRACION 14. COBERTURAS DE LA TIERRA 2015



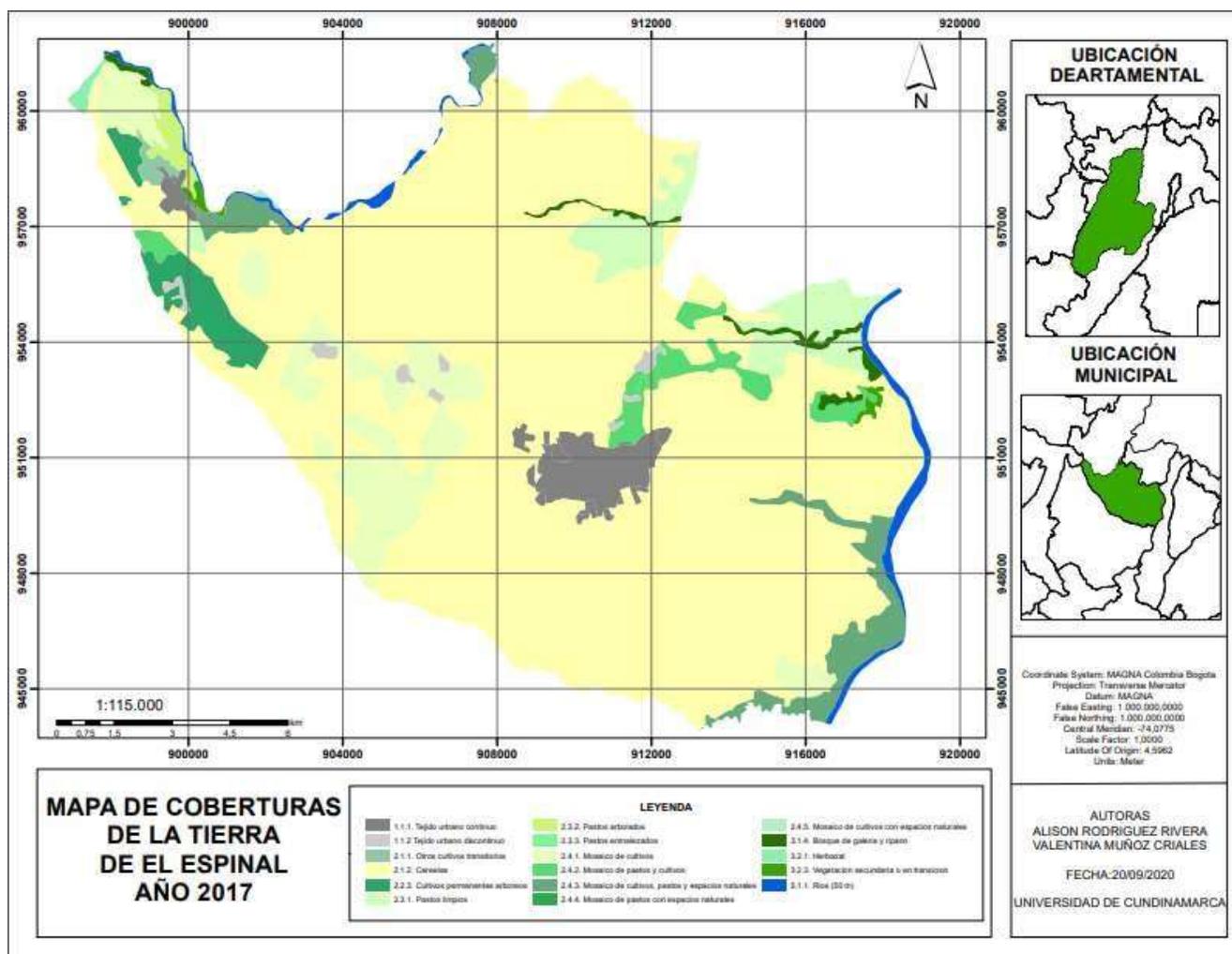
FUENTE: Propia

ILUSTRACION 15. COBERTURAS DE LA TIERRA 2016



FUENTE: Propia

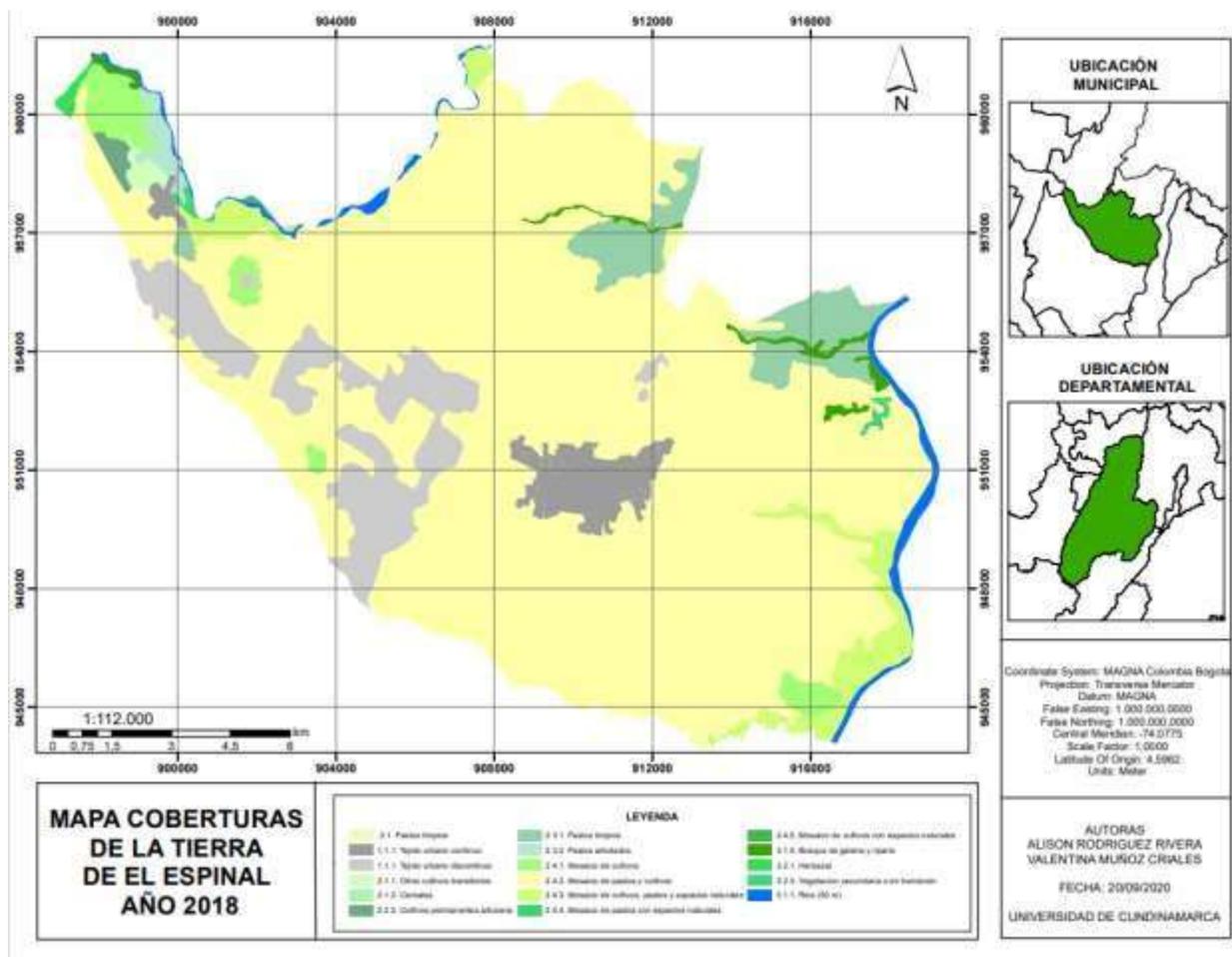
## ILUSTRACION 16. COBERTURAS DE LA TIERRA 2017



FUENTE: Propia

Para el año 2018, se sigue evidenciando el aumento progresivo de zonas de tejido urbano continuo, pero a su vez, se empiezan a establecer zonas urbanas en áreas de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, por lo que estas tienden a pasar a ser áreas de tejido urbano discontinuo. (ilustración 17)

## ILUSTRACION 17. COBERTURAS DE LA TIERRA 2018



FUENTE: Propia

Así mismo, se estimó el porcentaje de área de cada cobertura (tabla 4) y se realizó una comparación del área de crecimiento del tejido urbano continuo durante el año 2010, 2014 y 2018 y se evidenció un crecimiento progresivo durante estos periodos, donde lo que aumentó del año 2010 al 2014 fueron 37,34286 ha y del 2010 al 2018 156,446564 ha. (Tabla 5).

Tabla 4. Crecimiento tejido urbano continuo.

CRECIMIENTO TEJIDO URBANO CONTINUO	
AÑO	AREA (ha)
2010	501,348191
2014	538,691051
2018	657,794755

FUENTE: Propia

Tabla 5. Porcentaje de áreas de cada cobertura

LEYENDA CORINE LAND COVER			AÑOS			
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	2010		2014-2018	
			AREA		AREA	
Territorios Artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	501,348	2,31	657,794	3,04
		Tejido urbano discontinuo	-	-	1676,3	7,75
	Cultivos transitorios	Otros cultivos transitorios	65,904	0,30	65,904	0,30
		Cereales	15598,84	72,1	8,882	0,04
	Pastos	Pastos limpios	951,372	4,39	951,372	4,39
		Pastos enmalezados	0,071675	0,0003	-	-
Territorios Agrícolas	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos arbolados	138,142	0,63	138,142	0,63
		Mosaico de cultivos	1714,49	7,9	469,79	2,1
	Mosaico de pastos y cultivos	796,840	3,6	16210,4	74,9	
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	757,65	3,5	757,65	3,5	
	Mosaico con pastos con espacios naturales	0,256711	0,001	0,256711	0,001	
	Mosaico de cultivos y espacios naturales	8,409622	0,03	8,409622	0,03	

	Cultivos permanentes	Cultivos permanentes arbóreo	476,713	2,20	69,008	0,31
Bosques y Áreas seminaturales	Bosques	Bosque de galería y ripario	190,528	0,88	187,0	0,86
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Herbazal	39,61221	0,18	39,61221	0,18
		Vegetación secundaria o en transición	56,7192	0,26	56,7192	0,26
Superficies de agua	Superficies continentales	Rio (50 m)	328,417	1,51	328,417	1,51
AREA TOTAL			21625	100	21625	100

FUENTE: Propia

## 7. CONCLUSIONES

A partir del desarrollo del trabajo podemos concluir que el análisis de las coberturas en un periodo del 2014 al 2018, teniendo en cuenta el mapa de coberturas 2010-2012 del CIAF; Se evidencia cambios significativos en el tejido urbano ya sea continuo o discontinuo, a su vez se mantiene una prevalencia o persistencia en la mayoría de superficies agrícolas, es decir zonas consideradas “estables”, puesto que el municipio ha estado categorizado como un agroecosistema, por un periodo superior a los 20 años; Para el año 1998 ya era un ecosistema modificado continuamente de manera antrópica para la producción agrícola en mayor parte; Con la metodología de (corine land cover), se pudo validar estas zonas estables, puesto que la clasificación Nivel 1 en (Territorios agrícolas), y la mayoría de categorías de Nivel 2 fueron continuas, por otra parte (Territorios artificializados) Nivel 1, presento un cambio con la aparición de (Tejido urbano discontinuo) Nivel 2 y su progresivo aumento en unidades de área durante el desarrollo de todos los mapas de coberturas.

El territorio nacional ha sufrido un aumento poblacional desmedido, que se ve reflejado en el incremento de coberturas urbanas del municipio con 156,446564 ha, (2010-2018), para el año 2010 al 2014 fueron 37,34286 ha y del 2014 al 2018, 119,103704 ha, cabe resaltar que dicha problemática poblacional ha conllevado a un establecimiento urbano en zonas de cobertura agrícola como, cultivos transitorios, pastos y zonas naturales, que tiende a aumentar progresivamente con el pasar de los años.

Los insumos tecnológicos como el SIG, Software como Arcgis 10.5, Google Earth Pro, Bases de datos (Datos abiertos) de diferentes plataformas, fueron de gran importancia para el desarrollo de

este trabajo, puesto que cada imagen revela información histórica en nuestro tema de interés (coberturas de la tierra) (vocación y/o uso del suelo), a su vez permite diagnosticar una problemática que acoge a la zona de estudio, por medio del análisis de la modificación y/o transformación del suelo en un periodo de 4 años y desglosar los factores influyentes en este cambio de cobertura; Así como planificar y buscar posibles soluciones, dentro del marco normativo en la planificación territorial (OT) y los lineamientos de (POT) municipal, mitigando los efectos de las transformaciones físicas del territorio, cabe resaltar que el trabajo de campo es fundamental para corroborar e interpretar de manera real la información encontrada en imágenes satelitales

## 8. BIBLIOGRAFÍA

CONSEJO MUNICIPAL DE EL ESPINAL. (2016). PLAN DE DESARROLLO 2016-2019. Retrieved from [https://espinaltolima.micolombiadigital.gov.co/sites/espinaltolima/content/files/000044/2155\\_plan-desarrollo-espinal-20162019.pdf](https://espinaltolima.micolombiadigital.gov.co/sites/espinaltolima/content/files/000044/2155_plan-desarrollo-espinal-20162019.pdf)

TORRES, J. P., UNIVERSIDAD DISTRITAL, F., CIAF, & IGAC, I. A. (2017). Analisis multitemporal de las coberturas y usos del suelo de la reserva forestal protectora-productora "casa blanca" en madrid cundinamarca entre los años 1961 y 2015: aportes para el ordenamiento territorial municipal. Bogota DC.

Acuerdo N° 010, Consejo Municipal De El Espinal (2020), Plan De Desarrollo 2020-2023.

Rodrigo Hidalgo (2005). La vivienda social en Chile y la construcción del espacio urbano en el Santiago del siglo XX. EURE (Santiago), 31(93), 108-112. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612005009300009>

## 9. ANEXOS

Ilustración 2. Unidades de coberturas de la tierra para la leyenda nacional, escala 1:100.000 de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia

LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
<b>1. TERRIENOS ARTIFICIALES</b>	<b>3. BOSQUES Y ÁREAS SEMIATURALES</b>
1.1. Zonas urbanizadas	3.1. Bosques
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	3.1.1.2. Bosque denso alto inundable
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.2. Red via, ferrocarril y líneas asociadas	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.2. Bosque abierto
1.2.4. Aeropuertos	3.1.2.1. Bosque abierto alto de tierra firme
1.2.5. Obras viales	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
1.3. Zonas de extracción minera y secundarias	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
1.3.2. Zonas de deposición de residuos	3.1.3. Bosque fragmentado
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	3.1.4. Bosque de galería y ripio
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.5. Plantación forestal
1.4.2. Instalaciones recreativas	<b>3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva</b>
<b>2. SUELOS CULTIVADOS</b>	3.2.1.1. Herbazal denso
2.1. Cultivos transitorios	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
2.1.1. Otros cultivos transitorios	3.2.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
2.1.2. Cereales	3.2.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	3.2.1.1.3.1. Herbazal denso inundable no arbolado
2.1.4. Hortícolas	3.2.1.1.3.2. Arrozales
2.1.5. Tubérculos	3.2.1.1.3.4. Pastizal
2.2. Cultivos permanentes	3.2.1.2. Herbazal abierto
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
2.2.1.2. Café	3.2.2.1. Arbusto denso
2.2.1.3. Piñones y laneros	3.2.2.2. Arbusto abierto
2.2.1.4. Tabaco	3.2.3. vegetación secundaria o en transición
2.2.1.5. Pajales	<b>3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación</b>
2.2.1.6. Arrozales	3.3.1. Zonas arenosas naturales
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3.3.2. Alcornocales naturales
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	3.3.3. Terros desérticas y degradadas
2.2.2.2. Caca	3.3.4. Zonas quemadas
2.2.2.3. Cacao	3.3.5. Zonas ganaderas y mixtas
2.2.2.4. Infensas	<b>4. ÁREAS HÚMEDAS</b>
2.2.2.5. Caca	4.1. Áreas húmedas continentales
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreas	4.1.1. Zonas Pantanosas
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreas	4.1.2. Turberas
2.2.3.2. Palma de aceite	4.1.3. vegetación acuática sobre cuerpos de agua
2.2.3.3. Cereales	<b>4.2. Áreas húmedas costeras</b>
2.2.3.4. Mango	4.2.1. Pantanos costeros
2.2.4. Cultivos agroforestales	4.2.2. Salina
2.2.5. Cultivos coníferos	4.2.3. Sedimentos expuestos en la planar
<b>2.3. Pastos</b>	<b>5. MONTAÑAS Y AGUA</b>
2.3.1. Pastos tropicales	<b>5.1. Aguas continentales</b>
2.3.2. Pastos arbustivos	5.1.1. Mta (50 m)
2.3.3. Pastos arborescentes	5.1.2. Lagunas, lagos y charcas naturales
<b>2.4. Áreas agrícolas heterogéneas</b>	5.1.3. Cereales
2.4.1. Mosaico de cultivos	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	<b>5.2. Aguas marítimas</b>
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5.2.1. Lagunas costeras
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5.2.2. Mares y océanos
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	5.2.3. Estuarios para acuicultura marina

FUENTE: IDEAM