

	<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>	miércoles, 13 de enero de 2021
--------------	--------------------------------

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>	Ingeniería Ambiental

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Rojas Rodriguez	Ariel Camilo	1070621694
Murillo Robayo	Valentina	1110586720

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

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Bello Rocha	Sandy Paola

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: 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>

### TÍTULO DEL DOCUMENTO

Índice De Vegetación De Diferencia Normalizada Para La Evaluación De Las Superficies Vegetales Y Plan De Reforestacion En El Municipio De Coello – Tolima

### SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

### TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía  
Ingeniero Ambiental

### AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO

2020

### NÚMERO DE PÁGINAS

20

### DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
Indice De Vegetacion De Diferencia Normalizada	Normalized Difference Vegetation Index
Corredor Biologico	Biological Corridor
Mapas Cartograficos	Cartographic Maps
Sistemas De Informaciòn Geográfica	Geographic Information Systems
Bosque Seco Tropical	Tropical Dry Forest
Inundacion	Flood

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: 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 BS-T en el municipio de Coello se localiza en áreas de intenso uso ganadero, agrícola, tala legal e ilegal para la extracción de madera, extracción de carbón vegetal a partir de la tala selectiva de especies y la explotación artesanal para la extracción de arena en la cuenca del río. La intervención del hombre en el BS-T genera una permanente presión y estar sometidas alteraciones que pueden provocar su deterioro, incluidos la regulación hídrica que son los ecosistemas más afectados o en la pérdida total del ecosistema o generar zonas fragmentadas o parches aislados sobre los hábitats. Lo cual ocasiona una alteración en los ciclos biogeoquímicos, la composición del suelo, pérdida de flora y fauna que son características propias del territorio tolimense, generando sin lugar a duda una problemática socio-ambiental y económica para el municipio. La obtención del NDVI para la evaluación de las superficies vegetales del municipio es un elemento clave que nos permite trabajar de la mano con la alcaldía de Coello para realizar el proyecto de reforestación que se concentra estratégicamente en la zona rural guacharacos, debido a que está expuesta a los procesos de fragmentación de bosques generada por las actividades agropecuarias y la explotación artesanal para la extracción de arena. La importancia de recuperar la cobertura ribereña en el municipio ayuda a que las inundaciones en la zona baja sean menores.

**ABSTRACT:** The BS-T in the municipality of Coello is located in areas of intense livestock and agricultural use, legal and illegal logging for wood extraction, charcoal extraction from the selective logging of species and artisanal exploitation for the extraction of sand in the river basin. The intervention of man in the BS-T generates a permanent pressure and being subjected to alterations that can cause its deterioration, including the water regulation that are the most affected ecosystems or in the total loss of the ecosystem or generating fragmented areas or isolated patches on habitats . Which causes an alteration in the biogeochemical cycles, the composition of the soil, loss of flora and fauna that are characteristic of the Tolima territory, generating without a doubt a socio-environmental and economic problem for the municipality. Obtaining the NDVI for the evaluation of the plant surfaces of the municipality is a key element that allows us to work hand in hand with the Coello mayor's office to carry out the reforestation project that is strategically concentrated in the rural area of Guacharacos, because it is exposed to the processes of fragmentation of forests generated by agricultural activities and artisanal exploitation for the extraction of sand. The importance of recovering the riverine coverage in the municipality helps to reduce flooding in the lower zone.



<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>

### 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 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;



<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>

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 .

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



<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>

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.



	<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: 7 de 7</b>

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



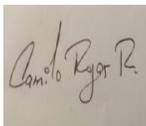
**Nota:**

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).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. Índice De Vegetación De Diferencia Normalizada Para La Evaluación De Las Superficies Vegetales Y Plan De Reforestacion En El Municipio De Coello – Tolima.pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

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

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
ARIEL CAMILO ROJAS RODRIGUEZ	
VALENTINA MURILLO ROBAYO	Valentina Murillo

21.1-51.20.

## FORMATO DOCUMENTO FINAL TRABAJO DE GRADO – OPCIÓN DIPLOMADO

### Estudiantes:

Valentina Murillo Robayo

Código: 323215248

Estudiante Ingeniería Ambiental

Seccional Girardot

Email: [vmurillor@ucundinamarca.edu.co](mailto:vmurillor@ucundinamarca.edu.co)

Ariel Camilo Rojas Rodríguez

Código: 363215164

Estudiante Ingeniería Ambiental

Seccional Girardot

Email: [acamilorojas@ucundinamarca.edu.co](mailto:acamilorojas@ucundinamarca.edu.co)

### Tutor:

Sandy Paola Bello Rocha

Docente

Email: [spbello@ucundinamarca.edu.co](mailto:spbello@ucundinamarca.edu.co)

## 1. TÍTULO

ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA PARA LA EVALUACION DE LAS SUPERFICIES VEGETALES Y PLAN DE REFORESTACION EN EL MUNICIPIO DE COELLO – TOLIMA

## 2. INTRODUCCIÓN

El hombre a través de los años ha generado varias actividades para obtener el 95% de los alimentos que proviene directa o indirectamente de los suelos, estas actividades generan la expansión de la frontera agrícola y ganadera. Según la (FAO, 2010) “la superficie de bosques primarios ha disminuido en más de 40 millones de hectáreas desde el año 2000, reduciéndose cada año una superficie aproximada de 75000 km<sup>2</sup>”. Hoy en día los bosques cubren una superficie aproximada de tan solo el 30% de la superficie de la tierra el cual puede ocasionar la desaparición de las selvas tropicales y los bosques pluviales dentro de cien años si continúa el ritmo actual de deforestación, ya que según las cifras de la (FAO) a nivel mundial, cada año se pierden 13 millones de hectáreas de bosques (Rioja, 2017). La cobertura vegetal en el municipio

de Coello tiene una importante influencia en la composición del suelo, microclima, el recurso hídrico, la diversidad y abundancia de las especies apropiadas del BS-T. No es posible entender el significado de los cambios que ocurren en la cobertura del terreno y la conectividad que tienen todos los biomas, si no se cuenta con información adicional del uso del terreno. Los estudios relacionados con los cambios progresivos en la cobertura vegetal y de uso de suelo han cobrado importancia en la alcaldía municipal, ya que permiten evaluar y entender las tendencias espaciotemporales de los procesos de deforestación y el uso que se le está dando al suelo, provocadas por las actividades como las áreas de intenso uso ganadero, agrícola, tala legal e ilegal para la extracción de madera, extracción de carbón vegetal a partir de la tala selectiva de especies y la explotación artesanal para la extracción de arena en la cuenca del río.

El objetivo de este proyecto es implementar el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, también conocido como NDVI que es fundamental en los Sistemas de Información Geográfica, ya que es un elemento clave que permite estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja (Alonso, 2017). Los resultados obtenidos sobre los cambios progresivos en la cobertura vegetal y de uso de suelo permitirán evaluar las tendencias espacio-temporales de procesos como la deforestación y degradación del suelo provocadas por las actividades humanas. La obtención del NDVI del municipio permite tomar decisiones y estrategias a seguir en el ordenamiento territorial para generar un plan de conservación y reforestación en áreas estratégicas para asegurar la regulación hídrica y la creación de un corredor biológico con el fin de preservar la biodiversidad, prevenir la fragmentación de los hábitats, y favorecer la migración, dispersión, vinculación e interrelación de poblaciones de flora y fauna silvestres del BS-T.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Coello está situado en el centro del Departamento del Tolima, en límites con el Departamento de Cundinamarca y tiene una extensión de 349 km<sup>2</sup> con una altura de 329 msnm, cuenta con una vegetación de BS-T (Bosque Seco Tropical), el cual presenta una cobertura boscosa continua con temperaturas superiores a los 24 °C. El BS-T en el municipio de Coello se localiza en áreas de intenso uso ganadero, agrícola, tala legal e ilegal para la extracción de madera, extracción de carbón vegetal a partir de la tala selectiva de especies y la explotación artesanal para la extracción de arena en la cuenca del río. La intervención del hombre en el BS-T genera una permanente presión y estar sometidas alteraciones que pueden provocar su deterioro, incluidos la regulación hídrica que son los ecosistemas más afectados o en la pérdida total del ecosistema o generar zonas fragmentadas o parches aislados sobre los hábitats. Lo cual ocasiona una alteración en los ciclos biogeoquímicos, la composición del suelo, pérdida de flora y fauna que son características propias del territorio tolimense, generando sin lugar a duda una problemática socio-ambiental y económica para el municipio. La obtención del NDVI para la evaluación de las superficies vegetales del municipio es un elemento clave que nos permite trabajar de la mano con la alcaldía de Coello para tomar decisiones y estrategias a seguir en el ordenamiento territorial del municipio para mejorar la calidad de muchos proyectos y procesos de zonificación, manejo y monitoreo en áreas prioritarias de recuperación y conservación que llegan a ser útiles en el BS-T.

El proyecto de reforestación se concentra estratégicamente en la zona rural guacharacos, debido a que está expuesta a los procesos de fragmentación de bosques generada por las actividades agropecuarias y la explotación artesanal para la extracción de arena. Ante esta situación, surge el interés de estudiar la fragmentación y la conectividad del BS-T en la parte baja de la cuenca debido a la gran erosión que se presenta en la zona. La importancia de recuperar la cobertura ribereña en el municipio ayuda a que las inundaciones en la zona baja sean menores, también mantiene la calidad del agua de los ríos al actuar como filtro, ya que retiene sedimentos, nutrientes y contaminantes, impidiendo que lleguen a las corrientes de agua y así se aumentaría el ecoturismo en la zona.

#### **4. OBJETIVOS**

##### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la cobertura vegetal presente en el municipio de Coello, identificando las áreas intervenidas por acciones antropogénicas para generar un plan de conservación y reforestación en áreas estratégicas asegurando la regulación hídrica y la creación de corredores biológicos en áreas fragmentadas.

##### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Analizar la variación de la cobertura vegetal y uso del suelo presentes en el municipio de Coello mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).
- Realizar los mapas cartográficos de los Índices de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), de la caracterización del Bosque Seco Tropical y el de caracterizaciones de zonas susceptibles a la Inundación del municipio de Coello.
- Desarrollar una propuesta de reforestación para establecer un corredor biológico con el fin de favorecer la migración de las poblaciones de flora y fauna silvestres aledañas a la cuenca del río Coello.
- Realizar la reforestación del corredor biológico con la especie nativa Caracolí (*Anacardium excelsum*).

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

### **1. DECRETO 2811 DE 1974**

**Art 8.** Se consideran factores que deterioran y alteran el ambiente, capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del ambiente o de los recursos de la nación o de los particulares

**Art 137.** Señala que serán objeto de protección y control especial las fuentes, cascadas, lagos y otras corrientes de agua naturales o artificiales, que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección.

### **2. DECRETO 1449 DE 1977**

**Art 3.** En relación con la protección y conservación de los bosques, los propietarios de predios están obligados a Mantener en cobertura boscosa dentro del predio las Áreas Forestales Protectora.

### **3. LEY 99 DE 1993**

**Art 33.** Según el caso, deberá adoptar en la cuenca las medidas de conservación y protección de los recursos naturales renovables, previstas en dicho plan, en desarrollo de lo cual podrá restringir o modificar las prácticas de su aprovechamiento y establecer controles o límites a las actividades que se realicen en la cuenca.

### **4. LEY 388 DE 1997 DEL POT**

Los municipios y distritos del país deben planificar el ordenamiento del territorio urbano y rural. Y de cómo puede la ciudad hacer uso del suelo, en qué condiciones se puede localizar la vivienda, las actividades productivas, culturales y de esparcimiento. También define los perímetros de las zonas que se encuentran clasificadas como áreas protegidas.

## **6. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **¿Cómo lo va a hacer?**

Para comenzar, se detallan los datos a utilizar y su fuente de obtención. Luego se describe la zona que va abarcar el estudio, tanto de monitoreo y el desarrollo de la vegetación, los criterios de análisis para la combinación matemática de dos o más bandas espectrales en los software de Arcgis y Qgis hasta la obtención de los productos finales del NDVI. El cual mostrara la reflectancia espectral de la vegetación a través de diferentes bandas medidas por un sensor que sirve como un indicador de la presencia de plantas o árboles y su estado general. Con estos resultados se genera un plan de conservación y reforestación en áreas estratégicas del municipio.

### **1. OBTENCION DE INFORMACION**

Para llevar a cabo el análisis multitemporal para la evaluación de las superficies vegetales. La obtención de la información se realiza a través de las páginas web como el IGAC, IDEAM, SIAC, EARTH EXPLORER- USGS, entre otros. Que son fuentes de datos muy importantes ya que proporcionan las imágenes previamente procesadas con porcentajes de baja nubosidad y georeferenciadas.

### **2. ZONA DE ESTUDIO**

Para analizar el NDVI se ha utilizado los datos del satélite LANDSAT – 8 con porcentajes de baja nubosidad. En este caso el estudio se realizara en toda el área del Municipio de Coello ubicado en el departamento del Tolima y se encuentra en límites con el Departamento de Cundinamarca y tiene una extensión de 349 km<sup>2</sup> con una altura de 329 msnm con coordenadas geográfica Latitud: 4° 16' 59" Norte - Longitud: 74° 54' 0" Oeste. Cuenta con una vegetación de BS-T (Bosque Seco Tropical), el cual presenta una cobertura boscosa continua con temperaturas superiores a los 24 °C.

### 3. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION

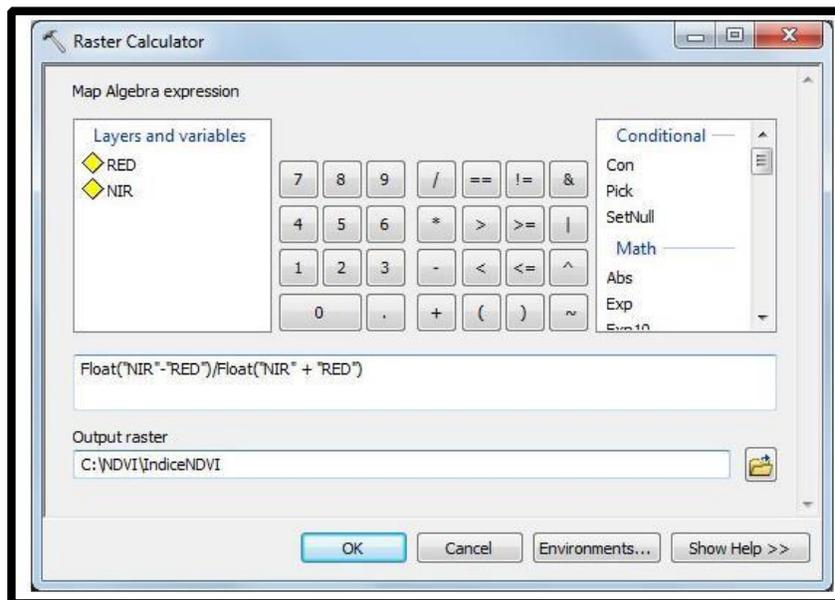
Utilizando el software ArcGIS se delimitó el área de estudio, por medio de un polígono que incluyó toda el área donde se encuentran distribuido el paisaje del BS-T. Es importante también efectuar trabajos de campo en áreas estratégicas para obtener información de campo que luego se usa en la clasificación de las imágenes, que incluye entrevista con la comunidad, la obtención de puntos georeferenciados con GPS o Mobile topographer, de manera que se suministre confiabilidad a la interpretación de las imágenes proyectadas.

#### - OBTENCIÓN DEL NDVI

El índice de vegetación es una combinación matemática de dos o más bandas espectrales en los Software como ArcGIS y QGIS que disponen de la calculadora Raster, esto permite localizar los lugares en los que existe una mayor cubierta vegetal y el estado en el que se encuentra. Los resultados de NDVI se presentan como un mapa de colores con valores permisibles que oscilan entre -1 y 1, donde cada color corresponde a un cierto rango de valores, usualmente se usa el «rojo-verde», lo que significa que los tintes rojo-naranja-amarillo indican suelo desnudo o vegetación muerta / escasa, y todos los tonos de verde son un signo de cubierta de vegetación normal a densa donde se calcula con la siguiente expresión (Toribio, 2019).

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

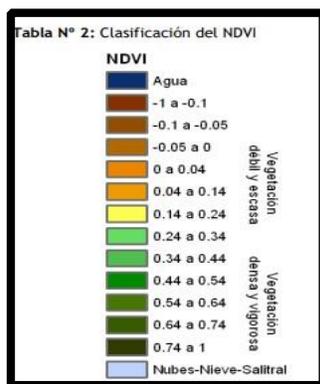
- **NIR** es luz infrarroja cercana - **Red** es luz roja visible.



*Fuente: <http://www.gisandbeers.com/calculo-del-indice-ndvi/>*

#### 4. INTERPRETACION DIGITAL DE LA COBERTURA VEGETAL

Para realizar la interpretación digital se debe tener en cuenta los parámetros del NDVI donde el intervalo de valores varía según el tipo de la cobertura vegetal (Merg, 2011).

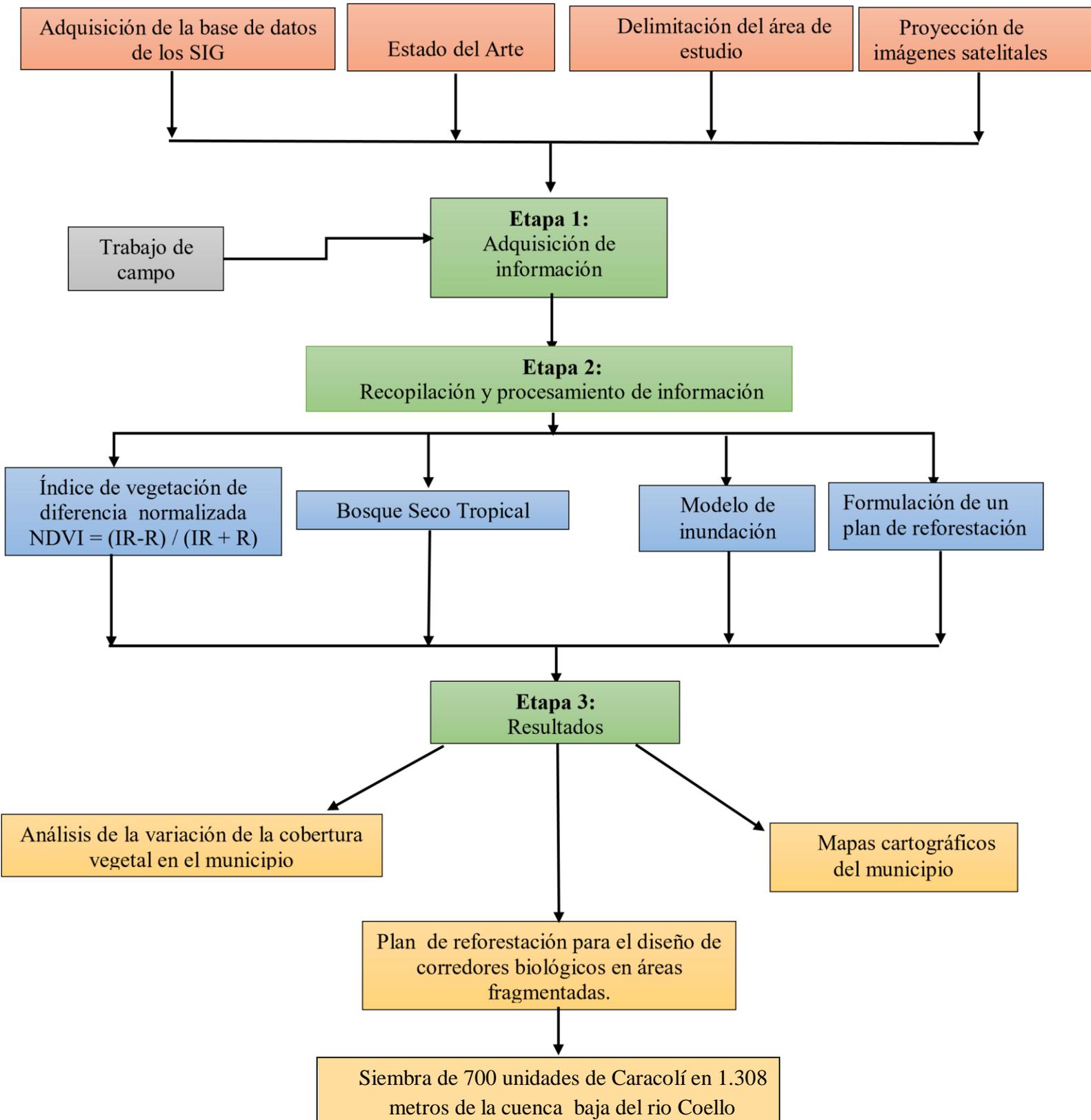


*Fuente: Dialnet-MapasDigitalesRegionalesDeLluvia, índice estandarizado de precipitación e índice verde*

#### 5. PROPUESTA DE REFORESTACION CON ESPECIES NATIVAS DE BS-T EN AREAS FRAGMENTADAS

A través de la interpretación digital del NDVI, el modelo de inundación y la ubicación del BS-T del municipio se escogen las áreas que han sido fragmentadas para establecer un corredor

biológico con especies nativas para la preservación de los BS-T y asegurar la regulación hídrica de la Cuenca.



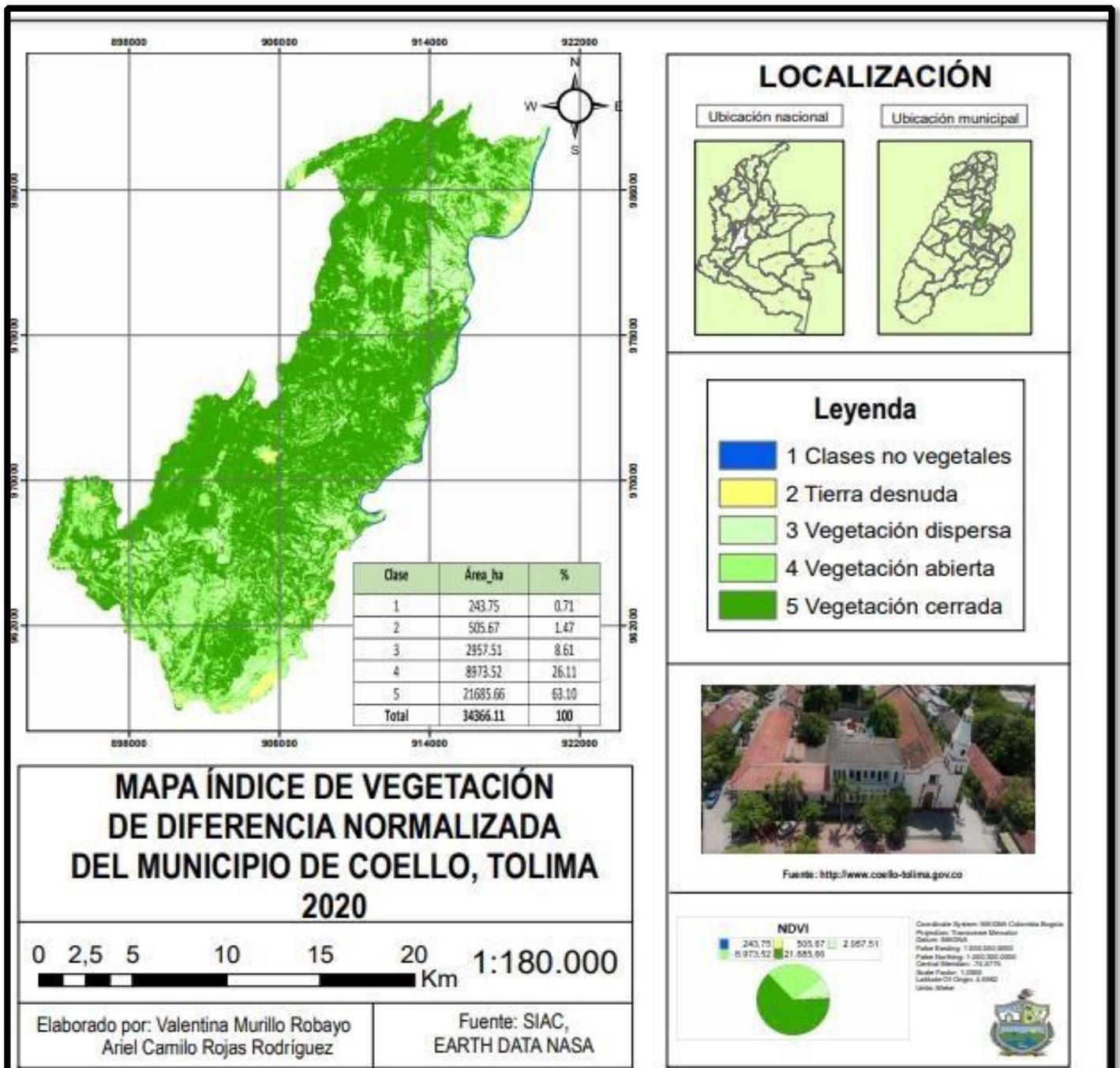
## **7. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Después de tener las imágenes corregidas y se realizó el respectivo proceso para generar el NDVI de cada imagen por medio del software ArcGis. Con este software se procesaron las imágenes. Para el procesamiento del NDVI se tuvo en cuenta la clasificación empleada en el trabajo de grado elaborado por los estudiantes Edwin Caicedo Sterling y Rossana Karina Barrera de la Universidad de Ibagué basándose en el “Análisis del Índice Normalizado de Diferencia de Vegetación (NDVI) en la zona oriente del departamento del Tolima, donde se encuentra ubicado el municipio de Coello por este motivo se utilizó esa clasificación.

Se puede hacer una comparación del resultado obtenido para el 2020 con el del 2017, debido a que, en el estudio de los estudiantes Caicedo y Barrera tuvieron en cuenta el año 2017 para el análisis del NDVI, donde evidenciaron una disminución de vegetación cerrada y la disminución de la tierra desnuda para distribuirse entre la vegetación dispersa y abierta. Pero para el año 2020 según lo arrojado con mayor porcentaje es la vegetación cerrada, seguido de la vegetación abierta y posteriormente por la vegetación dispersa coincidiendo con el año 2017 en la disminución de la tierra desnuda.

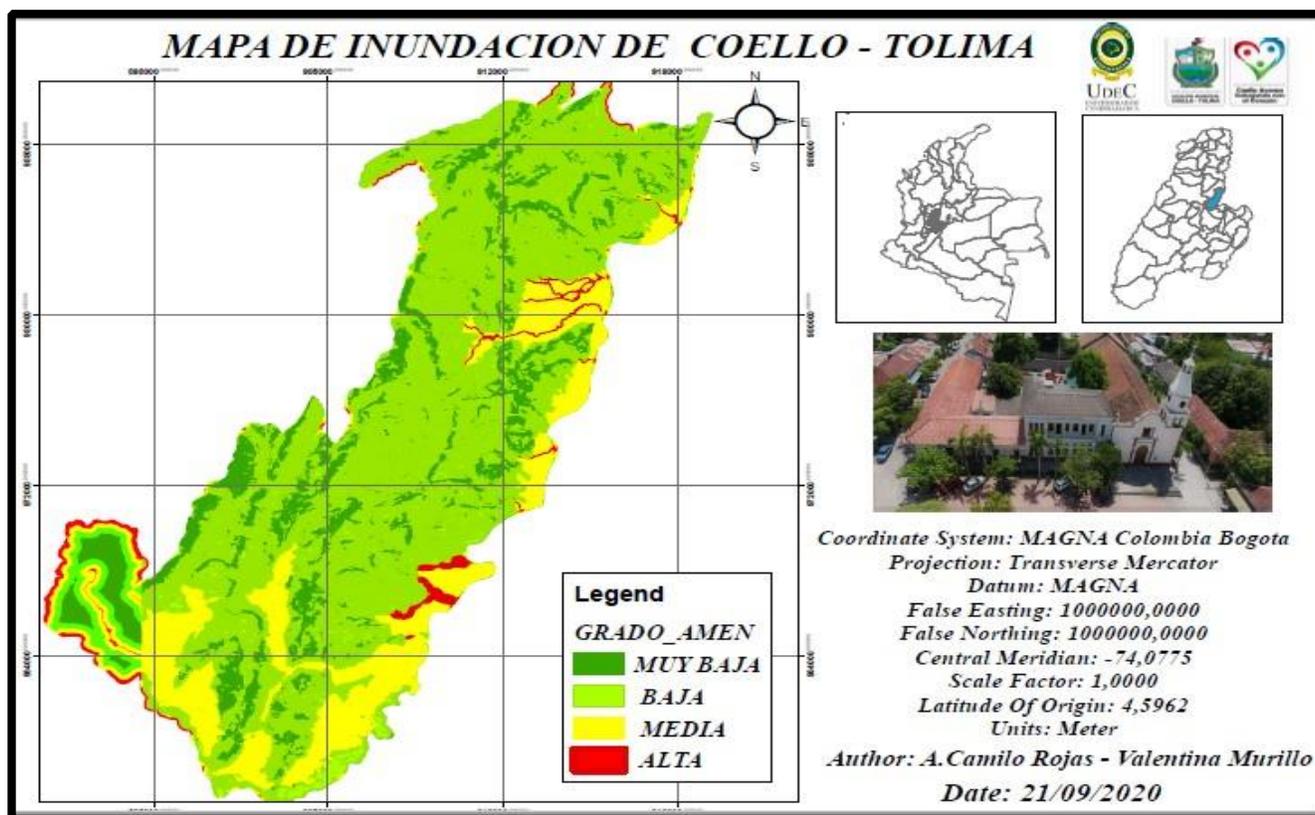
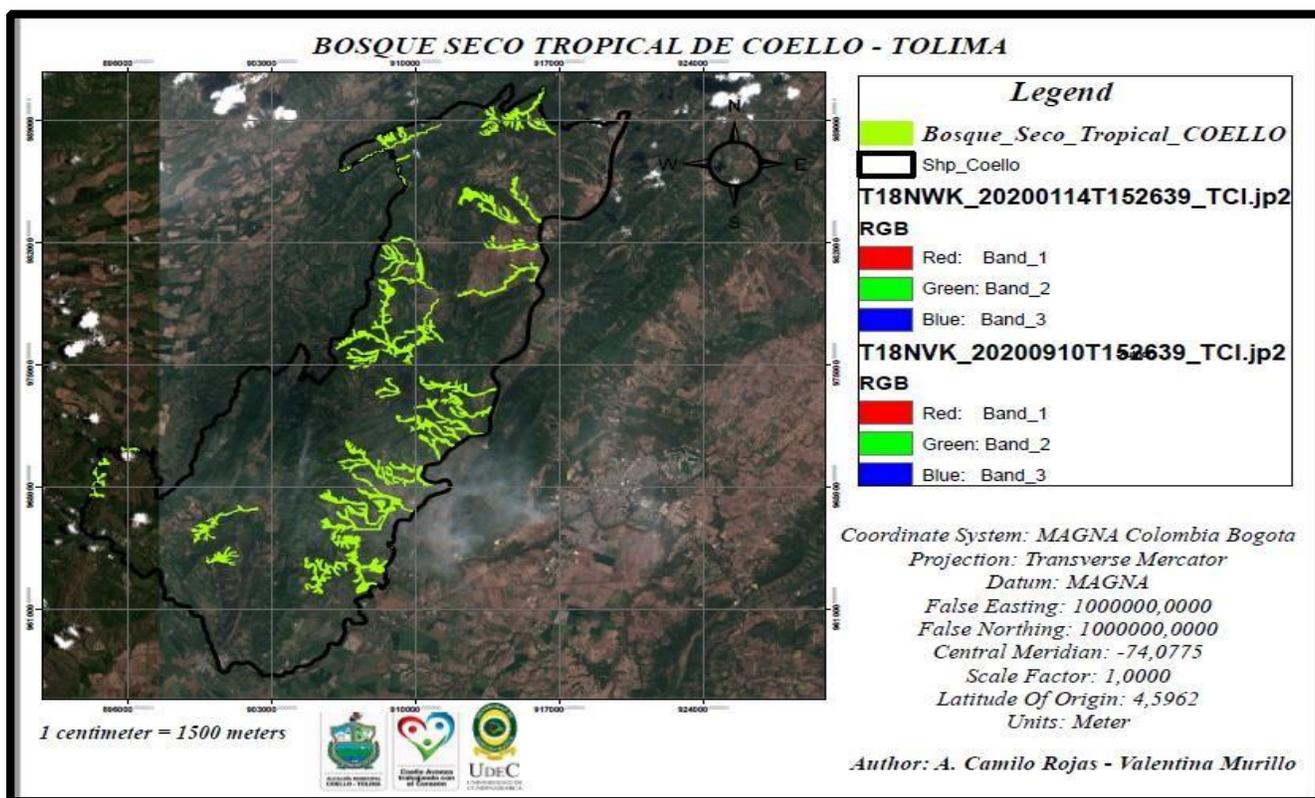
Mediante los mapas cartográficos del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), la caracterización del Bosque Seco Tropical y de las zonas susceptibles a la Inundación del municipio de Coello, Se Escoge el área para generar el corredor biológico ubicado en la cuenca baja del Río Coello, debido a que en la zona escogida se evidenció ausencia de vegetación.

**INDICE DE VEGETACION NORMALIZADA (NDVI) DEL MUNICIPIO DE COELLO – TOLIMA**



<b>Clase</b>	<b>Valores de NDVI</b>	<b>Cobertura de la tierra</b>	<b>Valor</b>
1	< -0,01	Clases no vegetales	Ríos, quebradas, lagunas
2	-0,01 -0,15	Tierra desnuda	Tierras degradadas, asentamientos, vías, suelo sin cobertura vegetal
3	0,15 – 0,25	Vegetación dispersa	Tierras cultivadas, herbazales, arbustos, pastizales, terreno arado para cultivo
4	0,25 – 0,40	Vegetación abierta	Vegetación leñosa, plantación arbustiva, bosque seco.
5	>0,4	Vegetación cerrada	Plantas densas en crecimiento, bosque húmedo

Fuente: Herrera Vargas, Nicolas. 2017. IGAC. *IMPLEMENTACION DE BIOMODELOS ESTIMATIVOS DE LA CALIDAD ECOSISTEMICA EN EL NEVADO DEL COCUY AL AÑO 2030 PRODUCTO DEL RETROCESO GLACIAR*. [Online] 2017. [Cited: abril 16, 2019.] Disponible en: <[https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files\\_ciaf/Herrera\\_Vargas\\_Nicolas.pdf](https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Herrera_Vargas_Nicolas.pdf)>



## DISEÑO DEL PLAN DE REFORESTACION



*Fuente:* Propia

## JORNADA DE REFORESTACION EN LA CUENCA BAJA PARA LA CREACION DEL CORREDOR BIOLOGICO

Se sembraron 700 árboles nativos de BS-T y frutales en la cuenca hidrográfica. Esto permitirá aumentar las áreas de bosques necesarias para mantener un microclima, la conectividad ecológica de las especies, la regulación del recurso hídrico y disminuir las concentración de CO<sub>2</sub> en el municipio; a través de las jornadas de educación ambiental se busca sensibilizar a toda la comunidad sobre impartir la conciencia ambiental, actitudes y valores hacia el medio ambiente para tomar un compromiso de acciones y responsabilidades que tengan por fin el uso racional de los recursos y poder lograr así un desarrollo adecuado y sostenible.

- **Proceso de Germinación**



*Fuente:* Propia

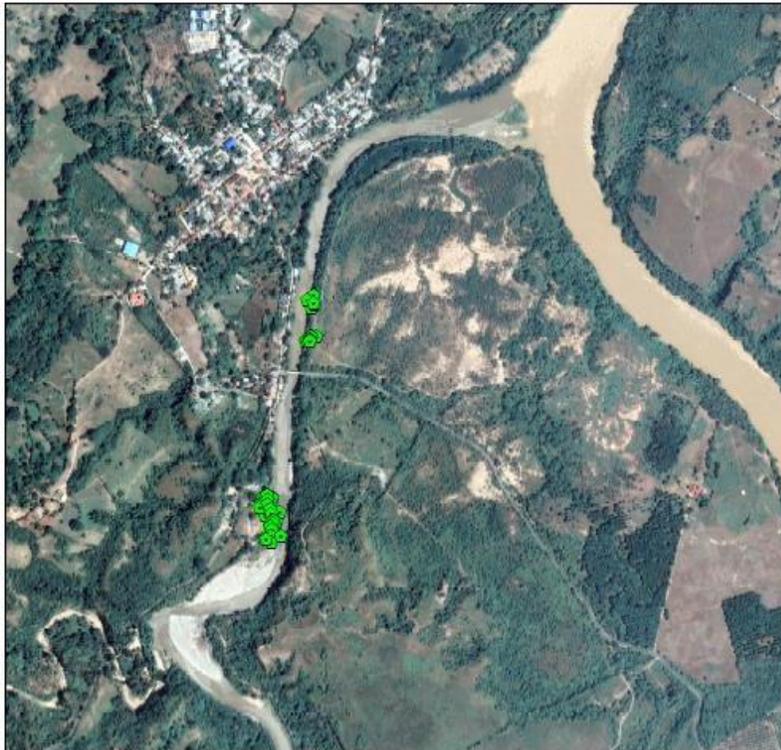
- **Jornada de Reforestación - Georeferenciación con GPS Y Mobile Topographer**





3

## AREAS REFORESTADAS



### Legend

Puntos De Siembra

### IMAGEN SATELITAL

#### RGB

Red: Band\_1

Green: Band\_2

Blue: Band\_3

COORDINATE SYSTEM: Magna Colombia Bogotá  
 Project ion: Transverse Mercator  
 Datum: MAGNA  
 False Easting: 1000000.0000  
 False Northing: 1000000.0000  
 Central Median: -74.0775  
 Scale Factor: 1.0000  
 Latitude Of Origin: 4.5962  
 Units: Meter

Author: Valentina Murillo Robayo - Ariel Camilo Rojas Rodriguez

## **8. CONCLUSIONES**

- El uso del NDVI permite evidenciar el estado de la cobertura vegetal del municipio, pero se debe complementar con la visitas a campo para comparar los resultados obtenidos mediante los programas de SIG y generar alertas tempranas en las anomalías de las coberturas vegetales, permitiendo la toma de decisiones para su manejo.
- El análisis de la variación de la cobertura vegetal en la ronda del río permite a la alcaldía identificar, evaluar y delimitar áreas prioritarias de la cuenca para llevar a cabo la propuesta de reforestación con especies nativas de BS-T para la conservación y recuperación de la cobertura vegetal de la cuenca del río Coello, establecido por el Decreto 1449 de 1977 Art 3 del POT. Cuyo fin es la protección de los 30 metros de cobertura vegetal de los cuerpos de agua.
- Un mapa cartográfico constituye a una forma de comunicación visual y un elemento de apoyo al proceso de enseñanza que permite comprender el territorio y las diferentes problemáticas que se pueden presentar dentro de un área. Se espera que estos mapas cartográficos sean de beneficio por parte de la alcaldía para el manejo y monitoreo en áreas prioritarias de recuperación y conservación que llegan a ser útiles en el BS-T.
- Para alcanzar estos proyectos de reforestación es importante trabajar de manera cooperativa con los gobiernos locales, la asociación de paleros artesanales, instituciones educativas, sociedad civil, entre otros. Para realizar charlas de educación ambiental y dar a entender la importancia de este tipo de manejo en la cuenca, de la conservación y la restauración del bosque seco tropical presente en el municipio, con el fin de contribuir con la conservación de la biodiversidad y los sistemas hídricos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Quinde, G. E., & Espinoza Zambrano, I. A. (2018). Evaluación temporal del uso y cobertura vegetal del suelo en la subcuenca del río Llavircay y planteamiento de acciones para su manejo y gestión (Bachelor's thesis).
- Beltrán Hernández, D. H. (2017). Aplicación de índices de vegetación para evaluar procesos de restauración ecológica en el Parque Forestal Embalse del Neusa.
- Avellaneda, f. a. l. (2017). zonificación de las coberturas de la tierra mediante la aplicación de herramientas sig para la revisión y ajuste del pot en el marco del crecimiento urbano y la conurbación norte: caso municipio de Zipaquirá (doctoral dissertation, universidad distrital francisco José de caldas).
- Achicanoy, J., Robles, R. R., & Gómez, J. S. (2018). Análisis y proyección de las coberturas vegetales mediante el uso de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica en la localidad de Suba, Bogotá-Colombia. *Gestión y Ambiente*, 21(1), 4158.
- Córdoba, l. d. c., González, p. a. m., & rodríguez, a. j. ñ. zonificación de áreas prioritarias para la conservación y recuperación ecosistemica de la cuenca baja del río ranchería mediante sistemas de información geográfica en el departamento de la guajira.
- Rodríguez, g. f. g. a. g. uso de técnicas SIG para la determinación de riesgo de erosión en el área de protección de flora y fauna (apff)“sierra de quila”.
- Alonso, D. (2017). NDVI: Qué es y cómo calcularlo con SAGA desde QGIS. Mapping GIS. Recuperado de <https://mappinggis.com/2015/06/ndvi-que-es-y-como-calcularlo-con-saga-desde-qgis>.

Programa de Ingeniería Ambiental

- FAO. (2010 de marzo de 2010). organizacion de las naciones unidas para la alimentacion y la agricultura. obtenido de la deforestación disminuye en el mundo, pero continúa a ritmo alarmante en muchos países
- 
- Merg, C., Petri, D., Bodoira, F., Nini, M., Díez, M. F., Schmindt, F., ... & Selzer, F. (2011). Mapas digitales regionales de lluvias, índice estandarizado de precipitación e índice verde. Pilquen-Sección Agronomía, (11), 5.
  - Estivariz Rioja, P. (2017). Detección de cortas forestales mediante técnicas de detección de cambios aplicadas a imágenes Sentinel-2.
  - Trejo, E. T., Fleites, G. L., Arvide, M. G. T., Vega, R. D. C. C., Solís, M. D. L. S., Moreno, R. D. P., & Herrera, A. L. R. Diagnóstico de la calidad de suelo utilizando información satelital en Teziutlán, Puebla, México. Coordinador, 21.
  - Toribio, G. (2019). Cursos teledeteccion.com. Obtenido de NDVI, ¿qué es y para qué sirve?

## 10. ANEXOS

En una carpeta adicional agregar los archivos anexos que como mínimo deben ser: **a.**

### **Salidas gráficas**

Mapas presentados en el documento en alta resolución en PDF o JPG .

### **b. Hojas de Excel (Cálculos, matrices)**

Memorias de cálculo, matrices o tablas de calificación usadas, así como coordenadas, tablas de receptores, cálculos de factores, entre otros

### **c. Información Geográfica (Shapefiles, GDB, Ráster)**

Ordenar la información de componente geográfico usado o generada en el trabajo, con el respectivo nombre de la capa