



**Análisis multitemporal de pérdida de bosque de la región amazónica del  
municipio de Mapiripán en el departamento del Meta entre los años 2015 a 2022**

**Heidy Nathaly Benavides Manrique**

**Código: 11922226676**

**Universidad Antonio Nariño**

**Especialización en Sistemas de Información Geográfica**

**Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil**

**Bogotá, Colombia**

**Año 2023**

**Análisis multitemporal de pérdida de bosque de la región amazónica del  
municipio de Mapiripán en el departamento del Meta entre los años 2015 a 2022**

**Heidy Nathaly Benavides Manrique**

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:**

**Especialista en Sistemas de Información Geográfica.**

**Director (a):**

**M.Sc Wilmar Jair Gómez Ríos**

**Universidad Antonio Nariño**

**Especialización en Sistemas de Información Geográfica**

**Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil**

**Bogotá, Colombia**

**Año 2023**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado

\_\_\_\_\_.

Cumple con los requisitos para optar

Al título de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

Ciudad, Día Mes Año.

## Contenido

	Pág.
Resumen .....	7
Abstract.....	8
Planteamiento del problema .....	9
Justificación .....	10
Objetivo general .....	12
Objetivos específicos .....	12
1. Marco referencial .....	13
1.1 Deforestación en Colombia .....	13
1.2 Municipio de Mapiripán colonización .....	16
1.3 Deforestación en Mapiripán.....	18
1.4 Análisis multitemporales en los estudios de cambio de coberturas .....	19
2. Estado del arte .....	21
Metodología .....	25
Definición del Área de estudio.....	25
Zona amazónica del municipio de Mapiripán.....	25
Mapa Deforestación bosque no bosque .....	26
Procesamiento .....	27

Fórmulas para utilizar en el cálculo de áreas deforestación.....	27
Resultados y Análisis.....	29
Mapas de deforestación municipio de Mapiripán Zona amazónica.....	29
Área de deforestación 2015 a 2021 .....	33
Conclusiones.....	37
Recomendaciones .....	39
Referencias Bibliográficas.....	40

#### **Lista de tablas**

<b>Tabla 2. Área de deforestación 2015 a 2021 .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 3. Tasa promedio anual de deforestación .....</b>	<b>35</b>

#### **Lista de Figuras**

<b>Figura 1. Porcentaje de Área perteneciente a la región amazónica en Mapiripán... 15</b>	
<b>Figura 2. Zona Amazónico municipio de Mapiripán .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 3. Deforestación años 2015 a 2016 .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 4. Deforestación años 2017 a 2018 .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 5. Deforestación 2019-2020 .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 6. Deforestación 2021-2022 .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 7. Áreas Deforestadas (Ha) 2015-2022 .....</b>	<b>34</b>

## **Imagen**

**Imagen 1.** Núcleo deforestación Mapiripán (Meta)..... 19

**Imagen 2.** Reporte detección temprana de deforestación por municipio..... 35

## Resumen

El presente documento pretende realizar un análisis multitemporal en un periodo de tiempo desde el 2015 a 2022, respecto a la pérdida de bosque en la zona amazónica en el municipio de Mapiripán (Meta), esto con el fin de determinar si la implementación de la Sentencia STC4360 de 2018 generada por la corte suprema de justicia es determinante en la lucha contra la deforestación en esta zona.

Para ello se utilizaron los datos libres provenientes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Bosque No Bosque y los correspondientes polígonos de deforestación de estos años, realizando el procesamiento y preparación de la zona de estudio por medio del Software ArcGIS Pro.

Los resultados obtenidos determinan que respecto a la deforestación de la región amazónica del municipio de Mapiripán en un periodo de 2019 a 2022, hubo un aumento en las áreas de deforestación del 70.3% equivalente a 27542,88 hectáreas a comparación con el periodo de tiempo 2015 al año 2018 cuando se emite la sentencia de un 29,65 % equivalente a 11611,3 hectáreas.

**Palabras clave:** análisis deforestación, polígonos deforestación, Mapiripán, región amazónica, Sentencia STC4360 de 2018

## Abstract

This document aims to carry out a multitemporal analysis over a period of time from 2015 to 2022, regarding the loss of forest in the Amazonian area in the municipality of Mapiripán (Meta). The objective is to determine whether the implementation of the STC4360 ruling of 2018, generated by the Supreme Court of Justice, is decisive in the fight against deforestation in this area.

To achieve this, free data from the Institute of Hydrology, Meteorology, and Environmental Studies (IDEAM) of Forest Non-Forest and the corresponding deforestation polygons of these years were used, processing and preparing the study area through ArcGIS Pro software.

The results obtained determine that the deforestation of the Amazonian region of the municipality of Mapiripán in the period from 2019 to 2022 showed an increase in deforested areas of 70.3%, equivalent to 27,542.88 hectares, compared to the period from 2015 to 2018 when the ruling was issued, which showed a deforestation rate of 29.65%, equivalent to 11,611.3 hectares.

**Keywords:** Deforestation analysis, deforestation polygons, Mapiripan, Amazon region, Ruling STC4360 of 2018



## **Planteamiento del problema**

En Colombia las cifras de deforestación han aumentado de acuerdo con las cifras arrojadas por los informes del (IDEAM, 2022), en especial en la región amazónica, esto al ser un tema importante en el país se han generado estrategias para frenar la deforestación entre los que se encuentra las sentencias emitidas por la corte suprema de justicia entre las que se encuentra la Sentencia STC 4360 de abril del 2018, sin embargo, las cifras siguen en aumento.

Entre los municipios que generan los mayores aumentos en los cambios de cobertura (áreas deforestadas) se encuentra el municipio de Mapiripán (Meta) el cual se ubicó en el primer puesto de la deforestación en el país (IDEAM, 2023), donde parte de su territorio un 61,65% se encuentra en la región amazónica colombiana.

Por lo cual se hace necesario conocer la dinámica en la pérdida de bosque de individualizando las zonas, esto con el fin de determinar qué tan efectiva son estas políticas de lucha contra la deforestación en estos territorios que sufren el abandono del estado.

## Justificación

De acuerdo con el Informe de la (FAO, 2022) en el mundo los bosques representan el 31% de la cobertura de la tierra equivalente a 4 060 millones de hectáreas, sin embargo, entre los años 1990 a 2020 se han perdido 420 millones de hectáreas por la deforestación y entre los años 2000 al 2020 se perdieron alrededor de 47 millones de hectáreas.

En Colombia, de acuerdo con cifras entregadas por el (IDEAM, 2022) la deforestación para el año 2021 se calcula en 174.103 ha con un aumento del 1.5% respecto para el año 2020, enfocadas en 5 regiones como la Amazonia con un (64.8%), Andes (17.2%), Pacífico con (7.7%), Caribe con (5.5%) y Orinoquia con un (4.8%).

Para la región amazónica el (79 %) de la deforestación en el 2021 se concentra en los departamentos del Meta, Caquetá, Guaviare, Putumayo, donde el departamento de Meta representó el (22 %).

Entre los municipios donde se concentra la mayor deforestación se encuentra el municipio de Mapiripán del departamento del Meta el cual en el Boletín número 33 (IDEAM, 2023) para el cuarto trimestre del año 2022 ocupó el primer lugar de toda la deforestación a nivel nacional con el 11,8 %, y parte de su territorio un 61,65% se encuentra en la región amazónica colombiana, región definida por el Instituto SINCHI (Salazar & Riaño, 2016)

Para la lucha contra la deforestación presente en la Región Amazónica, la Corte Suprema de Justicia expidió la Sentencia STC 4360 de abril del 2018 como medida para frenar la deforestación en la Amazonia y los municipios entre ellos el municipio de Mapiripán (Meta).

Por lo tanto, este trabajo pretende realizar un análisis multitemporal en un rango de años desde el 2015 al 2022 para determinar si la deforestación bajó, con la emisión de la Sentencia STC 4360; Esto se realizó con los datos disponibles en la página del IDEAM datos de Bosque no Bosque junto a sus polígonos de deforestación.

### **Objetivo general**

- Analizar la dinámica de deforestación de en la Región Amazónica del municipio de Mapiripán del departamento del Meta entre los años 2015 a 2022.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el incremento de la deforestación en la zona de estudio por medio de un análisis multitemporal en un periodo de tiempo de 8 años.
- Determinar la incidencia de la STC4360 de 2018 de la corte suprema de justicia en la lucha contra la deforestación en la región amazónica del municipio de Mapiripán en el departamento del Meta.

## 1. Marco referencial

### 1.1 Deforestación en Colombia

De acuerdo con los informes del IDEAM (2022) al año 2021 Colombia cuenta con 59.5 millones de hectáreas de bosque natural, se presenta también un aumento de la superficie deforestada en Colombia con una pérdida de 171.103 ha con un aumento de 1.5% respecto al 2020.

Entre los factores de deforestación en Colombia se identifican la praderización para el acaparamiento de tierras, malas prácticas de ganadería extensiva, infraestructura de transporte no planificada, minería, tala ilegal y ampliación de frontera agrícola y la presencia de cultivos ilícitos los cuales, de acuerdo con (Garcia et al., 2003), se encuentran ubicados en zonas con poca presencia del estado, este tipo de cultivos en estas zonas genera fenómenos de bonanza cocalera, cuando esta se acaba la comunidad de se encuentra en estos sitios quedan sin opciones a una sustitución que generen rentabilidad.

De la deforestación en Colombia el 76% se concentra en los departamentos del Meta, Caquetá, Guaviare, Putumayo, Antioquia y Norte de Santander, donde el departamento del Meta cuenta con el mayor porcentaje un 22%, el cual el municipio del Mapiripán presenta el 5,7% de la deforestación a nivel nacional.

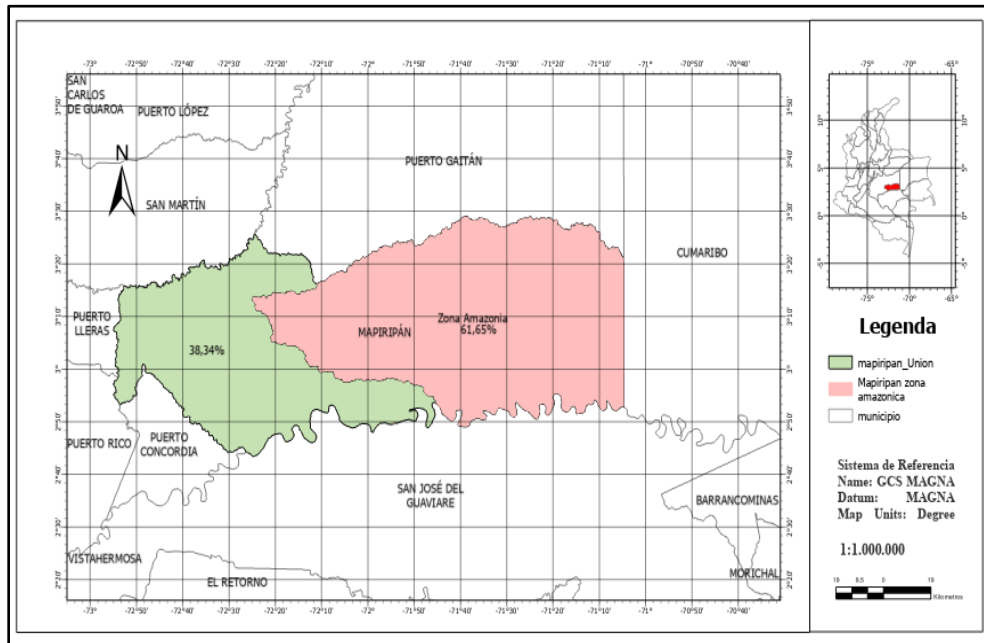
Al ser una problemática nacional el tema de la deforestación un grupo de 25 personas compuestas por adultos, niños, niñas y adolescentes interpusieron una tutela a la nación para exigir la protección de su derecho al medio ambiente sano, a la vida ya la salud, considerando que sus derechos están siendo vulnerados por la deforestación masiva en la Amazonía colombiana, lo que agrava aún más el escenario del cambio climático. Por lo

cual la Corte Suprema de Justicia expide la Sentencia STC 4360 de abril del 2018 que ordena a la presidencia de la república, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, a la cartera de Agricultura y Desarrollo Rural, municipios de la Amazonia Colombiana, y a las Autoridades Ambientales presentes en los territorios, y formular planes de acción que contrarresten los problemas de deforestación, *“se reconoce a la Amazonía colombiana como entidad sujeto de derechos, titular de protección, conservación, mantenimiento y restauración a cargo del Estado y las entidades territoriales que la integran”*.(SINA, 2019)

Esta Sentencia, en su orden 3, establece que todos los municipios de la Amazonía colombiana “deben actualizar e implementar los planes de ordenamiento territorial, en lo pertinente, deberán contener un plan de acción de reducción a cero la deforestación en su territorio, el cual abarcará estrategias medibles de tipo preventivo, obligatorio, correctivo, y pedagógico, dirigidas a la adaptación del cambio climático”

Entre los municipios que se encuentran en la Región amazónica, se encuentran 15 municipios sujetos a la sentencia STC4360 de 2018, en el que se encuentra el municipio de Mapiripán donde parte de su territorio un 61,65% corresponde a la región amazónica.

**Figura 1.** Porcentaje de Área perteneciente a la región amazónica en Mapiripán



Fuente: SINCHI, IDEAM. Elaboración propia

Para el municipio de Mapiripán las determinantes ambientales que ordena la Sentencia fueron realizadas por la autoridad ambiental del área la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de La Macarena (Cormacarena) por medio de la Resolución 1821 de 2018 “*por medio de la cual se identifican y compilan las determinantes de ordenamiento territorial de los municipios de la Macarena, Mapiripán, Puerto Rico, Uribe y Vistahermosa en el departamento del Meta, jurisdicción de la Corporación para el Área de Manejo Especial La Macarena Cormacarena y se dictan otras disposiciones*”. (Cormacarena, 2018)

Igualmente se encuentra el acuerdo para la Terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera firmado entre el gobierno nacional y las FARC-EP el 24 de noviembre de 2016, el cual tiene entre sus principales pilares una Reforma

Rural Integral en el que se contempla el acceso y uso de tierras, formalización de propiedad y protección de las zonas de reserva como el cierre de la frontera agrícola con un ordenamiento socioambiental sostenible en el que contribuyen grupos campesinos, comunidades indígenas, negras, afrodescendientes, raizales y palenqueras y demás comunidades étnicas con ordenamiento socioambiental con ordenamiento socioambiental sostenible, (Gobierno Nacional & FARC-EP, 2016)

### **1.2 Municipio de Mapiripán colonización**

Para conocer un poco de los procesos propios del territorio es necesario conocer su proceso de colonización del municipio de Mapiripán la cual según (Bonell et al., 2016) inicia con el auge del caucho a principios del siglo XX, el cual atrajo mano de obra de otros municipios como San Martín; Entre los años 50 a 60, por situaciones de violencia política, llegaron personas de otras zonas del país como Boyacá, Tolima Cundinamarca, Santander, Valle y Antioquia, y se empiezan a colonizar zonas ubicadas en el extremo sur oriental con límites con Guaviare. Por último, mediante el desarrollo económico dado por la ganadería y la necesidad de extender fronteras ganaderas, se crea la inspección de policía de Mapiripán en 1969 que hacía parte del municipio de San Martín (Meta), se genera una colonización sin formalización de títulos de propiedad sobre la tierra y se presenta la compra y venta de tierras desde la informalidad.

El estado fomenta la ampliación de la frontera agrícola y en los baldíos del territorio llegan extranjeros de Alemania y Estados Unidos quienes se apropian y establecen extensiones de tierra, y la ganadería se vuelve el eje central de economía de la región, la cual disminuyó



en los años 80 a los 90 con la producción de cultivos ilícitos como la coca, generando una problemática social y de violencia por el desplazamiento, cambio de uso de la tierra y por último en el año de 1989 se otorga a la zona el carácter de municipio.

Entre las poblaciones de la zona también se encuentran los resguardos agrupados en dos grupos los Sikvani y Guayabero ubicados en los resguardos caño ovejas, caño Jabón, Chaparral (Sikvani) y Mocuare (Guayabero).

El Municipio de Mapiripán de acuerdo con (Bonell et al., 2016) presenta conflictos por la tierra, orden público y una falta total de democracia lo que genera un escenario de debilidad institucional, la exclusión en la política, pocas oportunidades de participación ciudadana y altos niveles de corrupción, también hay una desigualdad en la distribución de uso de la tierra, como el despojo de campesinos para acreditar la ganadería extensiva y cultivo de palma, y por último la presencia histórica de las FARC y la existencia de grupos paramilitares que continúan en el territorio aun después de los procesos de desmovilización, lo que genera constante violencia en la zona.

Después del 2007 los predios abandonados son adjudicados a personas o empresas como la italiana Poligrow empresa palmera ubicada en zonas con conflicto de propiedad para Mapiripán. Cambiar de este modelo a otro ha ayudado con la inversión privada en cultivos agroindustriales, como la palma africana, los cuales amplían la frontera agrícola y pasan de un extractivismo a otro, sin diversificar cultivos o encontrar otras formas de economía (Castro et al., 2020). Por último, la desigualdad en la posesión de tierras, el

conflicto armado, y abandono del estado generan el escenario para la deforestación que actualmente ocurre en la zona.

### **1.3 Deforestación en Mapiripán**

Para el municipio de Mapiripán el IDEAM (2022) reporta que las principales causas de deforestación se relacionan con la praderización para acaparamiento de tierras, ganadería extensiva, actividades que aumentan con el crecimiento de infraestructura vial no planificada en la zona.

De acuerdo con el informe de seguimiento de la pérdida de bosques y cambio de cobertura en el arco de deforestación en la amazonia colombiana (abril2021–marzo2022) de FCDS (2022) reporta que este aumento en el municipio de Mapiripán se consolida una red vial desde el 2018 entre los ríos Siare e Iteviare de 596 kilómetros, afectando 7.230 hectáreas de bosque con 526 abiertos de deforestación que avanzan en dirección de la matriz boscosa, de acuerdo a (Vélez et al., 2010) las maderas son voluminosas y pesadas por lo cual al facilitar las distancias de extracción y transporte como la apertura de carreteras y vías de penetración desatan una oleada de colonización a medida que se construyen más intensas serán las oleadas; De acuerdo a (Freitas et al., 2010) las vías son impulsores económicos y con el tiempo dinamizan el cambio en el uso de la tierra, la deforestación y la fragmentación de los bosques en los territorios.

**Imagen 1.** Núcleo deforestación Mapiripán (Meta)



Fuente: Autor (2018) coordenadas 3°24'32.0"N 71°35'07.2"W

#### **1.4 Análisis multitemporales en los estudios de cambio de coberturas**

Un análisis multitemporal determina en un periodo de tiempo los cambios de cobertura, entre estos cambios se encuentra la pérdida de bosque (Flores et al., 2017) Los análisis multitemporales se utilizan como un medio para complementar el análisis ambiental: principalmente para identificar problemas de uso de la tierra, impactos ambientales relacionados con la deforestación; Su implementación en el proyecto aportó información importante para poder conocer los cambios sufridos por la vegetación a lo largo del tiempo y analizar la relación de los sistemas de producción con los efectos ambientales presentados. En general, los SIG se han utilizado para cuantificar los procesos de erosión, en ese sentido, se han analizado diversas técnicas de imágenes digitales

utilizando datos Landsat MSS, y se ha demostrado que este tipo de técnicas ofrecen oportunidades para la cuantificación y la medición de áreas y problemas del medio ambiente y su desarrollo a lo largo del tiempo.

De acuerdo con (Pérez González & Garcia Rodriguez, 2013) en los últimos años, el acceso a imágenes de diferentes sensores, caracterizados por una alta resolución espectral, espacial y/o temporal, permite analizar estos problemas desde diferentes enfoques, algunos sensores como los embarcados en satélites Landsat, Aster, NOAA o Envisat, permiten por medio del estudio de sus bandas como el espectro del infrarrojo ayudar en el seguimiento de los incendios forestales.

(Flores et al., 2017) Realizar un análisis multitemporal de largo plazo permite planificar los procesos de la región, comprender el desarrollo de los problemas y buscar una solución a través de procesos planificados.

Colombia cuenta con información oficial y de libre acceso de la cobertura de bosque el cual sigue lineamientos técnicos del Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia Versión 2.0 (Galindo et al. 2014)

## 2. Estado del arte

Para el análisis de la deforestación en el tiempo se evidencian estudios enfocados en cambio de coberturas en una zona determinada, utilizando para ello los análisis multitemporales, a continuación, se describen algunos estudios en el análisis del cambio de cobertura en un tiempo determinado.

(Muñoz et al., 2009) realizaron un estudio en la microcuenca Las Minas a través de análisis multitemporales con imágenes con fotografías aéreas e imágenes satelitales para monitorear los cambios de uso de suelo y cobertura rocosa. Estos se analizaron por datos por 19 años determinando que la deforestación unida a un aumento de actividades como agricultura y ganadería y desarrollo no planificado con una pérdida del bosque secundario de 58,51 ha con deforestación por año de 3,08 ha.

(Freitas et al., 2010) para la zona de la Meseta de Ibiúna en Brazil, obtuvo mapas de carreteras, uso del suelo y cobertura del suelo, mediante modelos de regresión de mínimos cuadrados para exportar las relaciones entre las tres variables forestales (fragmentación, deforestación y regeneración) y cinco variables independientes (densidad de caminos, cobertura agrícola, cobertura de edificios y desviación estándar de pendientes y distancia de la ciudad de São Paulo), determinado que la apertura de carreteras y uso de la tierra juegan un papel importante en la determinación de factores de deforestación en la Meseta de Ibiúna, Las carreteras y la topografía no son los impulsores reales de la deforestación, pero actúan como factores de atracción del cambio de uso de la tierra y la deforestación y, por lo tanto, desempeñan un papel en la dinámica forestal. Entonces, los verdaderos impulsores de

la deforestación son las condiciones socioeconómicas a gran escala que generan demanda de productos agrícolas y forestales

(Pérez, M & García, P. 2013) Determina en varias zonas del mundo algunos casos de erosión y pérdida de calidad del suelo, de pérdida de materia orgánica por los incendios forestales por medio de los sensores embarcados en los satélites Landsat y Spot con diferentes imágenes satelitales. Para ello las imágenes fueron sometidas a diferentes tratamientos espaciales (filtros, depuración, sumatoria 3 x 3, combinaciones bandas, y índices de vegetación Diferencia Normalizada (NDVI)), para analizar la degradación de los suelos.

(Chadid, M. 2014) utiliza el procesamiento de imágenes satelitales (LANDSAT ETM+ y TM) de fechas (2002, 2007, 2020) analizando la dinámica del cambio de bosque en la Serranía de San Lucas, Colombia; Para coberturas usaron los mapas del Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos (SIMCI) y los datos de hidrografía del geo portal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi 201, se realizó el pre procesamiento y procesamiento en la zona de estudio, y como conclusión se determinó que el análisis de métricas del paisaje permite determinar forma de bosques que se están transformando en potreros con fines ganaderos, patrones de colonización y de cultivos ilícitos.

(Flores,G et al., 2017) realiza un análisis multitemporal de la parte alta de Maltería, perteneciente al municipio de Manizales , Colombia por medio de fotografías aéreas del año 1998, cartografía uso del suelo suministrado por Copocaldas e imágenes satelitales de Google Earth del año 2015 y se usó ArcGIS para la digitalización, determinando que el mayor impacto sobre el paisaje son producidos por la ganadería ocasionando pérdida de

bosques e incrementando la fragmentación, respecto al recurso agua es contaminado por la minería de oro.

(Borrero, 2017) Realiza un Análisis de los efectos en la deforestación de Cartagena del Chairá, Caquetá, luego del acuerdo de paz firmado con las Farc-EP, a través de datos multitemporales generados por el SINCHI, entre los periodos 2002-2007; 2007-2012 y 2012-2014, determinado el aumento de la deforestación, y las políticas públicas deben tener en cuenta el desarrollo del municipio.

(S. Garcia et al., 2019) utiliza imágenes Landsat y MODIS aplicando un enfoque multitemporal y espacial para clasificar el uso de la tierra en la cuenca del río Xingu Superior, como resultado ubican un arco de deforestación de la Amazonía brasileña determinando que en un periodo de años entre 1985 a 2015 hay un aumento de la producción agrícola de la zona concluyendo un cambio de cobertura boscosa a agrícola.

(Acosta R, & Ramírez B, 2020) Determina su área de estudio se define en el sur del Meta en el Área de manejo espacial de la Macarena (AMEN) conformado por Parques Nacionales (Sumapaz, Los Picahcos, Tinnigua y la Macarena) usando como imágenes las del sensor MODIS entre los años 2003 a 2019, para los datos de evapotranspiración (ET) se usó el programa Infostat, determinando que las coberturas con mayores valores medios de ET son en zonas con presencia de bosque.

(Forero Riaño et al., 2021) Realiza un análisis multitemporal de la deforestación en el municipio de la Macarena del departamento del Meta, antes y después de la firma del acuerdo de Paz, para ello utilizan la información oficial generada por el IDEAM de los mapas bosque no bosque para un periodo de años 2015 a 2018, y se utilizó diferentes

fórmulas de la tasa de deforestación. Como conclusión del estudio determinan que la deforestación aumentó en años posteriores a la firma del acuerdo de Paz.

(Vásquez López, 2023) Realiza un análisis de cobertura de bosque en el municipio de Guaviare por medio de un análisis multitemporal de dos años antes y después de la firma de los acuerdos de Paz entre el gobierno nacional y las FARC-EP con datos obtenidos por medio de información oficial del IDEAM y utilizando cálculos de la relación estadística entre los polígonos de deforestación encontrando que hay un aumento en la tasa de deforestación.

(He et al., 2023) en su estudio sobre la aceleración de la pérdida mundial de bosques de montaña amenaza los puntos críticos de biodiversidad, determina que se perdieron 78 ha de bosque montano durante 2001–2018 y la pérdida anual se aceleró significativamente, siendo las pérdidas recientes 2,7 veces mayores que las de principios de siglo. Los principales impulsores de la pérdida de bosques de montaña incluyen la silvicultura comercial, la agricultura y los incendios forestales. Las áreas con la mayor pérdida de bosques se superponen con importantes puntos calientes de biodiversidad tropical.



## **Metodología**

### **Definición del Área de estudio**

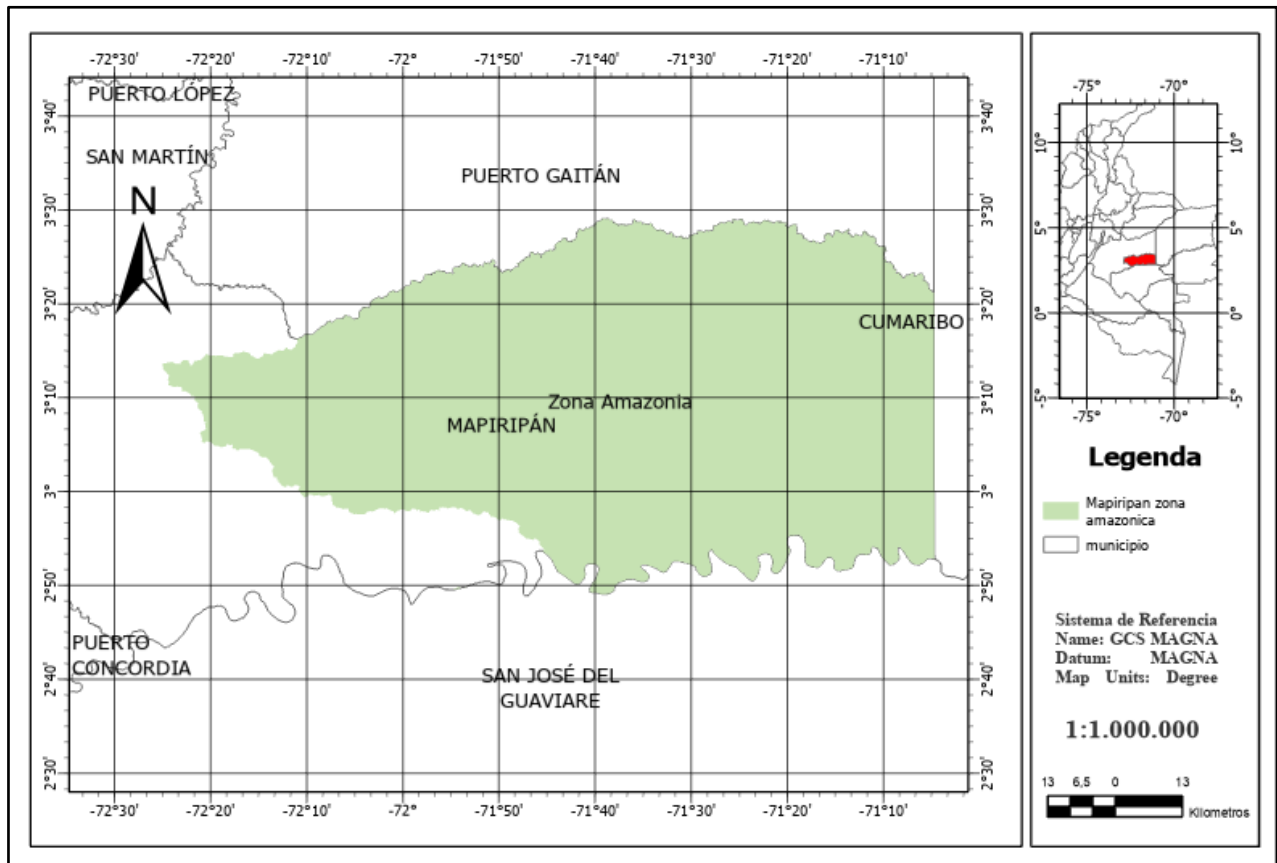
El municipio de Mapiripán cuenta con una extensión total del 11962,85 km<sup>2</sup>, fue fundado el 01 de enero de 1968, se encuentra ubicado en el departamento del Meta, la cabecera municipal está localizada aproximadamente a los 02°53'07" de latitud norte y 72°08'54" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 200 m, limita al sur con el departamento del Guaviare, al norte con el río Iteviare y Manacacías, al oriente con el departamento del Vichada y al occidente con los municipios del departamento del Meta Puerto concordia, Puerto Lleras y Puerto Rico; El promedio anual de temperatura es de 26.5° siendo marzo el mes de mayor temperatura y julio el de menor, la precipitación media promedio para el municipio es de 2.539 mm, la humedad relativa tiene una variación en invierno es de 75-80% y en verano del 50-60% y población (hab): 6.036. La vegetación del municipio se caracteriza por la presencia de Sabana Abierta, Sabana Arbolada, Morichales, Médanos con vegetación de Sabana Abierta, Bosque de Galería, Vegetación de pantanos, Bosque de altillanura y mata de monte EOT (Alcaldía Municipal de Mapiripán, 2000)

### **Zona amazónica del municipio de Mapiripán**

Respecto a la Sentencia STC4360 de 2018 Mapiripán hace parte de los 15 municipios que componen el bioma amazónico priorizados para frenar la deforestación (SINA, 2019) Para determinar el área de la región amazónica que le corresponde al municipio de Mapiripán se descarga los Shapefiles del visor ambiental de Cormacarena <https://viam.cormacarena.gov.co/>, y en ArcGIS Pro se realizó un corte de la zona

correspondiente al bioma amazónico del municipio de Mapiripán esta será el área que se utilizara para realizar los recortes

**Figura 2.** Zona Amazónica municipio de Mapiripán



Fuente: SINCHI, IDEAM. Elaboración propia

### Mapa Deforestación bosque no bosque

Respecto a los mapas, se procedió a descargar de la página del IDEAM

<http://www.ideam.gov.co/capas-geo> la información geográfica de datos abiertos obteniendo

los Shape de Cambio Cobertura Bosque - No Bosque. Periodo 2015 a 2022

## Procesamiento

Una vez obtenidos los mapas se procede a realizar los recortes del área de estudio (región amazónica del municipio de Mapiripán) se procede a calcular los polígonos de deforestación en el software ArcGIS Pro y realizar los cálculos de pérdida de bosque en el área en los últimos años con sus las salidas gráficas correspondientes.

### Fórmulas para utilizar en el cálculo de áreas deforestación

De acuerdo con los estudios realizados por (Forero Riaño et al., 2021) y (Vásquez López, 2023) para esta metodología se recomienda utilizar la fórmula propuesta por el (SIAC, 2002) para calcular la Tasa promedio anual de deforestación:

- Tasa promedio anual de deforestación:

Permite establecer el porcentaje anual de deforestación en un área determinada esta fórmula se define de la siguiente manera

$$TMAD = \frac{(AB1 - AB2)}{(AÑO2 - AÑO1)} \times 100$$

TMAD = Tasa promedio anual de deforestación

AB1= área en bosque primera evaluación (Año 1)

AB2 = Área en bosque última evaluación (Año2)

Año 1= año primera evaluación

Año 2 “=Año última evaluación

- Tasa de deforestación FAO (1996)

$$Td\ Fao = \left( \frac{AB2}{AB1} \right)^{\frac{1}{(t2-t1)}} - 1$$

- Tasa de deforestación Puyravaud

En el trabajo realizado por (Puyravaud, 2003) propone la siguiente fórmula para calcular la tasa anual de cambio de cubierta forestal:

$$Td P = \frac{1}{(t2 - t1)} \times \ln \frac{AB2}{AB1}$$

Td= tasa continua de cambio o tasa natural de aumento

T1= año de inicio del momento 1

T2 año de inicio de momento 2

AB1= arrea de bosque momento 1

AB2= área de bosque momento 2

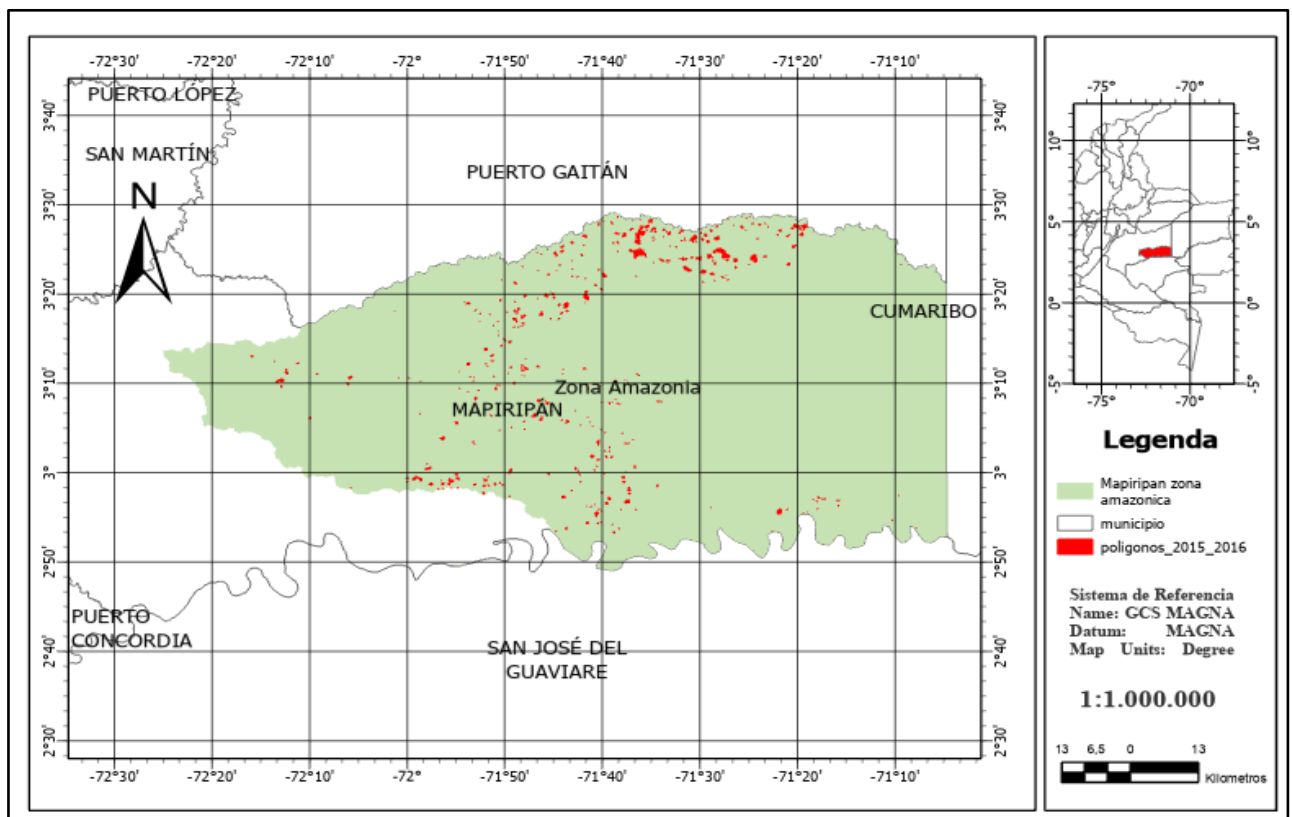
## Resultados y Análisis

### Mapas de deforestación municipio de Mapiripán Zona amazónica

A continuación, se presentan las salidas gráficas de los polígonos de deforestación (en rojo) por cada año periodo de años, estos fueron realizados por el programa ArcGIS Pro

- Deforestación años 2015 a 2016

**Figura 3.** Deforestación años 2015 a 2016



Fuente: Elaboración propia

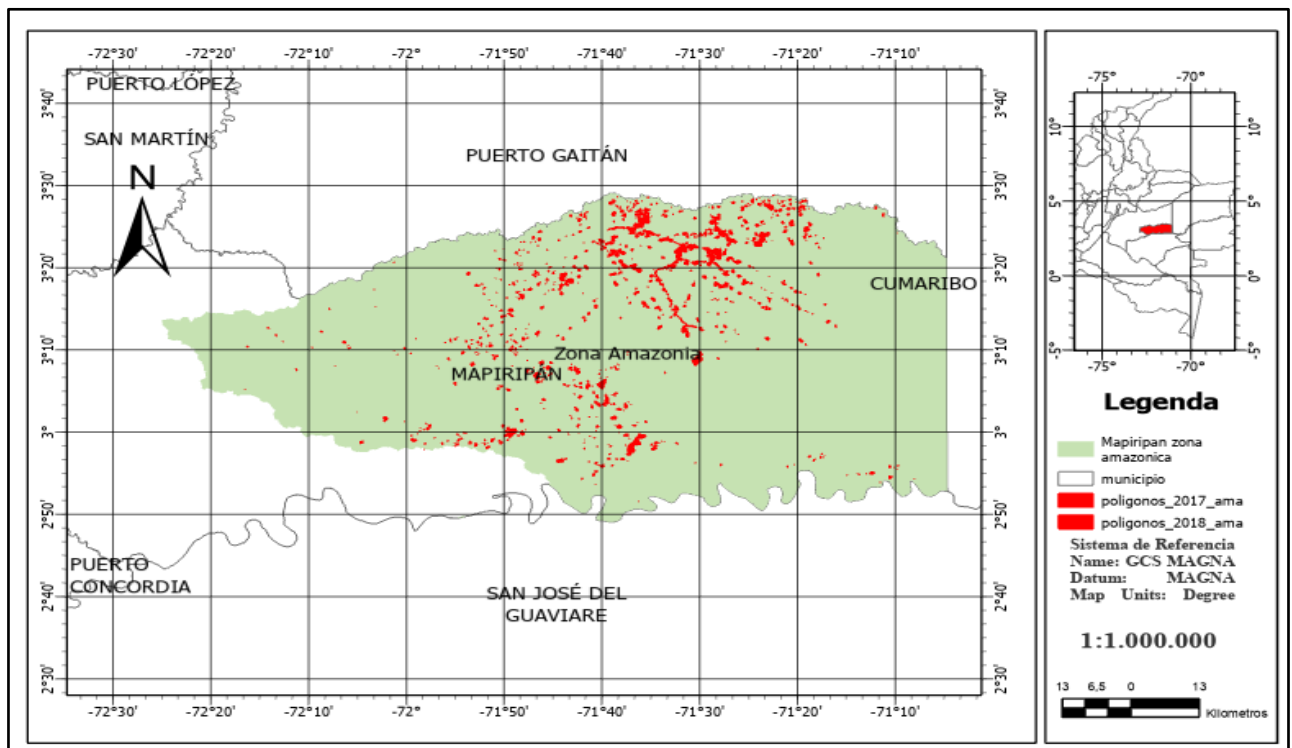
Para este periodo 2015 a 2016, reportó 633 polígonos de deforestación para la zona que representó 2188,589298 hectáreas equivalente al 5.58 % de la deforestación entre los

años 2015 a 2022, estos años fueron anteriores a la sentencia STC4360 de 2018, y acuerdo con (IDEAM, 2017) en el informe integral de control a la deforestación del año 2016, las principales causas de deforestación fueron la praderización, incendios forestales y ganadería extensiva.

El patrón de deforestación que se observan en el mapa es el definido por (Chadid, 2014) un patrón difuso asociado a la agricultura y cultivos itinerantes, es causado por cercanía a cultivos más grandes o ganadería extensiva

- **Deforestación años 2017 a 2018**

**Figura 4.** Deforestación años 2017 a 2018



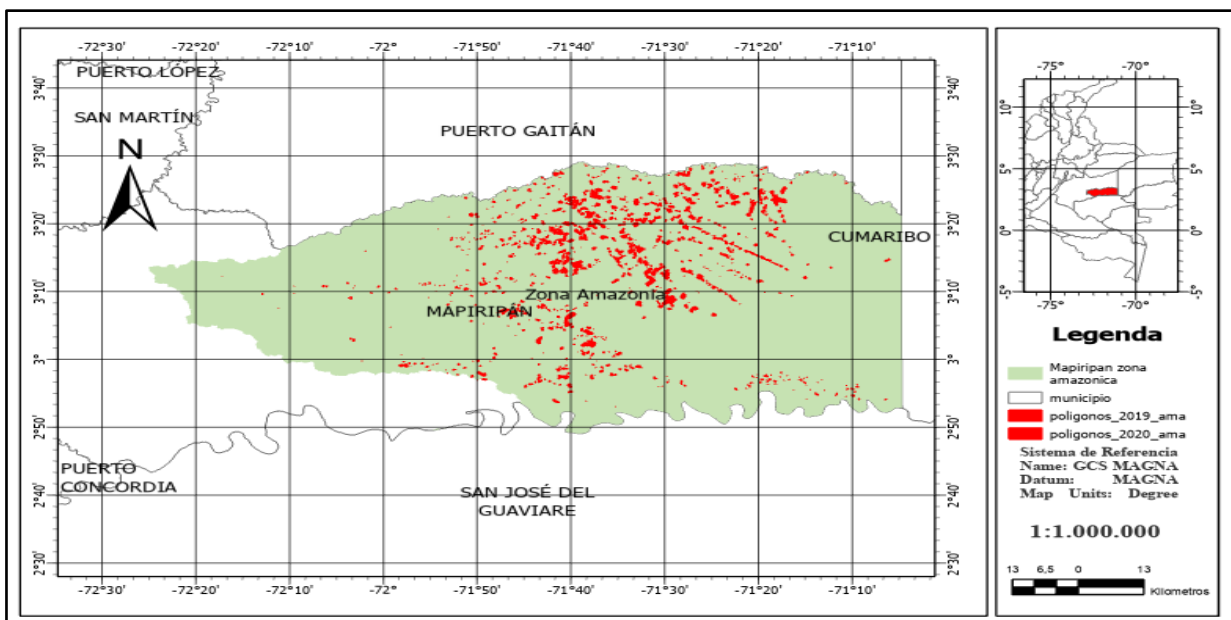
Fuente: Elaboración propia

La deforestación para el periodo de tiempo 2017 a 2018 fueron 1773 polígonos equivalentes a 9422,70351 hectáreas y representa el 24.06% de la deforestación entre los años 2015 a 2022. De acuerdo con el (IDEAM, 2018) la deforestación del 2017 en el municipio de Mapiripán representó el 1.3% a nivel nacional, principalmente la deforestación ocurrió cerca de carreteras, por prácticas como ganadería extensiva, cultivos de plátano, maíz y árbol de coca. Para el 2018 Mapiripán representó el 3% de la deforestación a nivel nacional (IDEAM, 2019)

Con este mapa se puede apreciar patrones espaciales de deforestación como el patrón de espina de pescado definido por (Chadid, 2014) patrón el cual parte de unas vías de acceso para la ampliación de la frontera de colonización y se observa un patrón de corredor el cual se relaciona con bordes de carreteras

- **Deforestación 2019-2020**

**Figura 5.** Deforestación 2019-2020



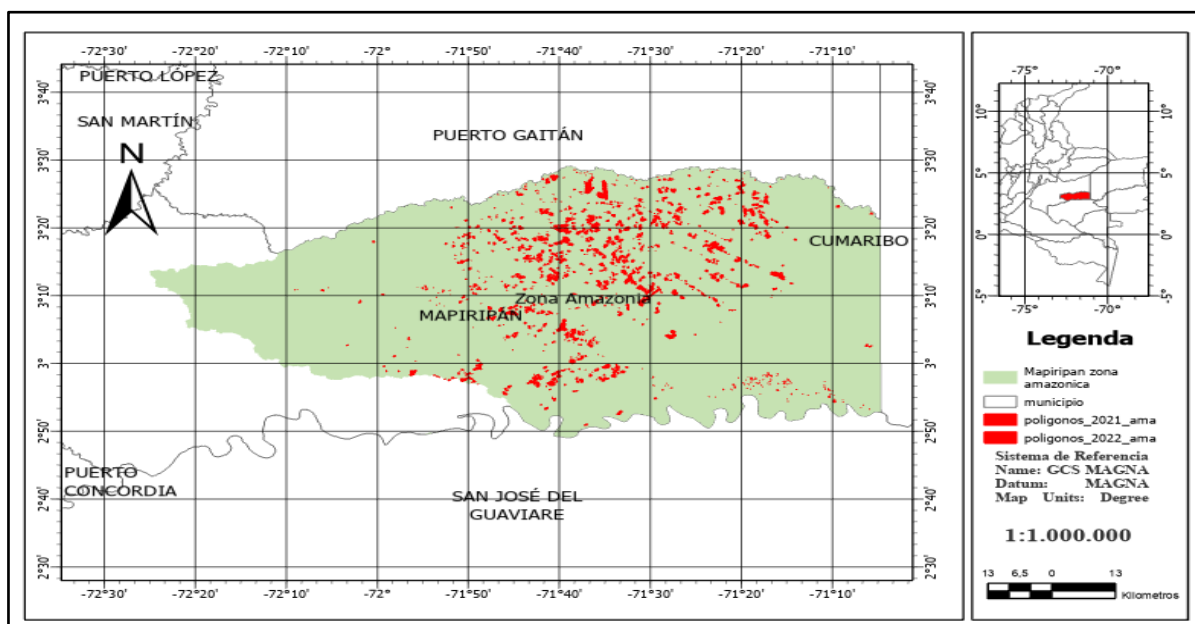
Fuente: Elaboración propia

La deforestación para el periodo de tiempo 2019 a 2020 se contabilizó 1774 polígonos equivalentes a 13554,69624 hectáreas y representa el 34.61% de la deforestación entre los años 2015 a 2022. En el 2019 Mapiripán de acuerdo con el (IDEAM, 2020) ocupó el 4% de la deforestación a nivel nacional, entre los factores se encuentra la infraestructura no planificada (vías terciarias), malas prácticas de ganadería extensiva, praderización, cultivos ilícitos y tala ilegal. Para el año 2020 Mapiripán representa el 5.1% de la deforestación a nivel nacional.(IDEAM, 2021)

Con este mapa se puede apreciar mejor el patrón espacial de deforestación de espina de pescado con la apertura de las vías de acceso favoreciendo la apertura del bosque y establecimiento de nuevas colonias de población.

- Deforestación 2021-2022

**Figura 6. Deforestación 2021-2022**



Fuente: Elaboración propia



La deforestación para el periodo de tiempo 2021 a 2022 se contabilizó 2086 polígonos equivalentes a 13988,1878 hectáreas y representa el 35.72% de la deforestación entre los años 2015 a 2022. En el 2021 para el municipio de Mapiripán se aumentó la deforestación un 9% en comparación con el año anterior, donde sus principales detonantes son la praderización para acampamiento de tierras, ganadería extensiva, infraestructura no planificada (vías terciarias) dinamizó el proceso de transformación de los bosques, ampliación de frontera agrícola, cultivos ilícitos en menor medida (IDEAM, 2022), para el año 2022 el municipio de Mapiripán en su último trimestre del año representa el 11,02% de la deforestación a nivel nacional (IDEAM, 2023)

### Área de deforestación 2015 a 2021

En la siguiente tabla se describe el área de bosque en el año determinado junto con las zonas de no bosque, también se muestran la cantidad de polígonos deforestados en el año determinado junto con el área total de estos polígonos de deforestación:

**Tabla 1. Área de deforestación 2015 a 2021**

<b>Año</b>	<b>Bosque (ha)</b>	<b>No Bosque (ha)</b>	<b># polígonos deforestación</b>	<b>Áreas deforestadas (ha)</b>
<b>2015</b>	498340,08	222569,82	486	1595,319934
<b>2016</b>	496957,41	223948,71	147	593,269364
<b>2017</b>	493154,55	227751,57	555	3852,573716
<b>2018</b>	495301,5	230343,12	1218	5570,129792
<b>2019</b>	488192,94	243189,9	669	4716,312448
<b>2020</b>	467479,8	244545,84	1075	8838,383792
<b>2021</b>	472698,27	264313,26	1047	8396,552442
<b>2022</b>	467106,6346	269904,8954	1039	5591,635355

Fuente: Elaboración propia

La deforestación presentó un aumento en un periodo de 2019 hasta 2022 en las áreas de deforestación del 70.3% equivalente a 27542,88 hectáreas a comparación con el periodo de tiempo 2015 al año 2018 cuando se emite la sentencia de un 29,65 % equivalente a 11611,3 hectáreas.

**Figura 7.** Áreas Deforestadas (Ha) 2015-2022



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la figura 7 la deforestación en la zona disminuyó del 2021 al 2022, sin embargo, de acuerdo con el boletín número 33 Detección Temprana de Deforestación DTD cuarto trimestre octubre – diciembre (IDEAM, 2023), determina que a nivel nacional el municipio de Mapiripán representó el 11.02% de la deforestación en el país, indicando que, aunque haya bajado al año anterior el municipio en el último cuarto trimestre del año 2022 es el municipio donde más se deforesta en Colombia.

**Imagen 2.** Reporte detección temprana de deforestación por municipio

REPORTES POR MUNICIPIOS		
NOMBRE MUNICIPIO	%Nacional	% acumulado
MAPIRIPÁN	11,02	11,02
PUERTO GUZMÁN	6,97	17,99
ORITO	4,66	22,65
PUERTO ASÍS	4,23	26,89
PUERTO LEGUÍZAMO	4,16	31,05
TIBÚ	3,93	34,98
SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	3,69	38,67
CALAMAR	3,18	41,85
CARTAGENA DEL CHAIRÁ	2,49	44,35
PUERTO CAICEDO	2,18	46,53
VALLE DEL GUAMUEZ (La Hormiga)	2,15	48,67
SOLANO	2,04	50,71
EL RETORNO	1,95	52,67
CUMARIBO	1,70	54,37
SAN VICENTE DEL CAGUÁN	1,68	56,05
VILLAGARZÓN	1,64	57,69
MIRAFLORES	1,47	59,17
PIAMONTE	1,08	60,25
RIOSUCIO	1,02	61,27
PUERTO RICO	1,01	62,27

Fuente: IDEAM 2022

**Tabla 2. Tasa promedio anual de deforestación**

	2015-2016	2017-2018	2019-2020	2021-2022
<b>TMAD</b>	0,27745511	-0,435350338	4,242818423	1,18291851
<b>TD p</b>	-0,00277841	-0,004344054	0,043354557	0,01189971
<b>Td Fao</b>	-0,00277455	0,004353503	-0,042428184	-0,01182919

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la aplicación de fórmulas de tasas de deforestación determinando en un periodo de 8 años 2015 a 2018 emisión de la sentencia y 2019 a 2022 se determina que hay un aumento exponencial en el crecimiento de la deforestación, el TMAD tasa promedio

anual de deforestación desde el 2019 al 2022, para la Tasa de deforestación empleada por Puyravaud (2003) ocurre el mismo resultado indicando un aumento de la tasa de deforestación desde el año 2019 a 2020 como rango de años con mayor aumento disminuyendo entre los años 2021 a 2022, por último de acuerdo con la Fao el periodo donde hubo un mayor incremento se presenta en el año 2017 a 2019 a comparación a años anteriores. No se muestra algún tipo de incidencia de la Sentencia STC4360 de 2018

## Conclusiones

- A través del análisis multitemporal entre los años 2015 a 2022 es posible apreciar el crecimiento de la deforestación en el Municipio de Mapiripán (Meta) en la zona amazónica que pasó de 586 polígonos de deforestación con un área de 1595,31 ha en el 2015 a 1039 polígonos con un área de 5591,63 ha para el 2022, siendo el año 2020 el año donde más se registra incremento de la deforestación con 1075 polígonos con un área de 8838,38 ha. Por lo cual se concluye que la Sentencia STC4360 de 2018, no tuvo algún efecto en disminuir la deforestación en la región amazónica del departamento de Mapiripán (Meta) sigue siendo una política que no contempla las realidades propias del territorio las cuales superan las órdenes de la sentencia. De acuerdo con (Borrero, 2017) las políticas nacionales entran en conflicto, algunas se enfocan en la protección ambiental y el desarrollo sostenible, otras promueven actividades productivas como la ganadería y las regulaciones que conducen a la deforestación como un mecanismo para que los propietarios obtengan derechos de propiedad.
- De acuerdo a los resultados desde el año 2019 es posible apreciar un patrón recto que forman los polígonos de deforestación lo que podría estar asociado a las llamadas infraestructuras no planificadas o vías terciarias las cuales ha sido un detonador de la deforestación (IDEAM, 2022), estudios como el realizado por (Da Silva et al., 2023) indican que por cada 1 km de ruta no oficial adicional, la deforestación aumenta en 0,036 km<sup>2</sup>, también (Barber et al., 2014), determina que la deforestación es mucho mayor cerca de las carreteras y los ríos que en otras partes

de la Amazonía; casi el 95% de toda la deforestación ocurrió dentro de los 5,5 km de caminos o 1 km de ríos.

- Respecto a otro tipo de estrategias como la firma de paz en el año 2016, se observa que hubo un aumento de la deforestación para la zona de Mapiripán, lo que coincide con el estudio realizado por (Forero Riaño et al., 2021) para La Macarena identifica que la pérdida de bosque aumentó después de la de la firma de los acuerdos de paz, como las particularidades de la zona junto con las asociadas como la ausencia de figuras del estado y la presencia de grupos al margen de la ley.

### Recomendaciones

- Se recomienda realizar análisis multitemporales en cada municipio que tenga influencia con la región amazónica y analizar las problemáticas propias de cada territorio y así crear políticas en contra de la deforestación que influyan directamente a en cada territorio.
- Las estrategias políticas como la generación de Sentencias para frenar la deforestación desconocen la realidad propia de los territorios, estas políticas deben contemplar las realidades de las zonas propias de cada territorio y que generen valor a mantener el bosque.
- Siendo la generación de infraestructura no planificada (vías terciarias) una de las causas principales de deforestación para la zona, la Corporación para el desarrollo sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena Cormacarena expide la Resolución PS-GJ 1.2.6.21.0051 del 1 de febrero de 2021 “Por medio de la cual se inhabilita algunas vías ilegales en jurisdicción del municipio de Mapiripán-Meta” se recomienda generar un análisis multitemporal antes y después de esta resolución para determinar su influencia de esta resolución para frenar la deforestación.

### Referencias Bibliográficas

- Acosta, L., & Ramírez, N. (2020). *Análisis comparativo de la evapotranspiración en coberturas de bosques y deforestadas en el interfluvio losada – Guayabero departamento del Meta, república de Colombia, mediante el uso del sensor Modis. Universidad Antonio Nariño. UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO.*
- Alcaldía Municipal de Mapiripan. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial. (1998-2000). Municipio de Mapiripan.* <http://www.mapiripan-meta.gov.co/eot-municipal/eot-municipio-de-mapiripan-1998--2000>
- Barber, C. P., Cochrane, M. A., Souza, C. M., & Laurance, W. F. (2014). Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, 177, 203–209. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.07.004>
- Bonell, C., Villamizar, E., & Silva, O. (2016). *El conflicto histórico por la tierra en el municipio de Mapiripán – Meta.* Proyecto Humanidad Vigente. <https://humanidadvigente.net/wp-content/uploads/2018/11/El-conflicto-hist%C3%B3rico-por-la-tierra-en-el-municipio-de-Mapirip%C3%A1n.pdf>
- Borrero, W. (2017). *Análisis contextual de los posibles efectos en la deforestación de Cartagena del Chairá, Caquetá, luego del Acuerdo de Paz firmado con la Farc-EP a partir de experiencias internacionales.* <http://hdl.handle.net/11349/7627>



- Castro, H., Lopez, A., & Rodríguez, J. (2020). Extractivismo agroindustrial en zonas de colonización cocalera, análisis en el municipio de Mapiripan (Meta, Colombia). *Revista Espacios*, 41(0798–1015), 1–12.
- Chadid, M. (2014). *Patrones y dinámica de deforestación en la Serranía San Lucas, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Cormacarena. (2018). *Resolucion No. PS-GJ 1.2.6.18.2053 de 2018. “Por medio de la cual se identifican y compilan las determinantes ambientales para el ordenamiento territorial de los municipios de la Macarena, Mapiripán, Puerto Rico, Uribe y Vistahermosa en el departamento del Meta, jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena Cormacarena, y se dictan otras disposiciones”*.
- Da Silva, C. F. A., de Andrade, M. O., dos Santos, A. M., & de Melo, S. N. (2023). Road network and deforestation of indigenous lands in the Brazilian Amazon. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 119, 103735.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103735>
- FAO. (2022). *El estado de los bosques del mundo 2022. Vías forestales hacia la recuperación verde y la creación de economías inclusivas, resilientes y sostenibles*.  
<https://doi.org/10.4060/cb9360es>
- Flores, Y., Rincon, A., Cardona, P., & Alzate, A. (2017). Análisis multitemporal de las coberturas vegetales en el área de influencia de las minas de oro ubicadas en la parte alta del sector de Maltería en Manizales, Colombia. *DYNA*, 84(201)(2346–2183), 95–101.

- Forero Riaño, J. A., Polanco Puerta, M. F., Forero Riaño, J. A., & Polanco Puerta, M. F. (2021). Análisis de la deforestación en La Macarena, antes y después de los acuerdos de paz. *Colombia Forestal*, 24(2), 9–23. <https://doi.org/10.14483/2256201X.16479>
- Freitas, S. R., Hawbaker, T. J., & Metzger, J. P. (2010). Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*, 259(3), 410–417. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.10.036>
- García, L., Mazo, I., & Ramírez, A. (2003). *Propuesta para la sustitución de cultivos ilícitos mediante modelos agroforestales*. <https://www.fao.org/3/xii/0587-b5.htm>
- Gobierno Nacional, & FARC-EP. (2016). *Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera*. <http://www.altocomisionadoparalapaz.gov.co/Documents/proceso-paz-farc-acuerdo-final.pdf>
- He, X., Ziegler, A. D., Elsen, P. R., Feng, Y., Baker, J. C. A., Liang, S., Holden, J., Spracklen, D. V., & Zeng, Z. (2023). Accelerating global mountain forest loss threatens biodiversity hotspots. *One Earth*, 6(3), 303–315. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.02.005>
- IDEAM. (2017). *Estrategia Integral de control a la Deforestación* .
- IDEAM. (2018). *Resultados Monitoreo de la Deforestación 2017*. [http://172.16.1.31:8380/documents/11769/43705281/Doc\\_metodo1%C3%](http://172.16.1.31:8380/documents/11769/43705281/Doc_metodo1%C3%)
- IDEAM. (2019). *Resultados monitoreo de la Deforestación 2018*.
- IDEAM. (2020). Resultados de Monitoreo Deforestación 2019. In 2020.

- IDEAM. (2021). *Resultados del Monitoreo de deforestación*.
- IDEAM. (2022). *Actualización de cifras de monitoreo de la superficie de bosque – Año 2021*.
- IDEAM. (2023). *Boletín numero 33 Detección Temprana de Deforestación DTD cuarto trimestre octubre – diciembre*.
- Muñoz, D., Rodríguez, M., & Romero, M. (2009). Analisis multitemporal de cambios de uso del suelo y coberturas, en la microcuenca las minas, corregimiento de La Laguna, municipio de Pasto, departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 26(0120–0135), 11–24.
- Pérez González, M. E., & Garcia Rodriguez, P. (2013). APLICACIONES DE LA TELEDETECCIÓN EN DEGRADACIÓN DE SUELOS\*. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles* , 61(0212–9426), 285–308.
- S. Garcia, A., de F. N. Vilela, V. M., Rizzo, R., West, P., Gerber, J. S., Engstrom, P. M., & R. Ballester, M. V. (2019). Assessing land use/cover dynamics and exploring drivers in the Amazon’s arc of deforestation through a hierarchical, multi-scale and multi-temporal classification approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 15, 100233. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.05.002>
- Salazar, C., & Riaño, E. (2016). *Perfiles urbanos en la Amazonia colombiana 2015* (Vol. 1). <https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Perfiles%20urbanos%20libro%20web.pdf>
- SIAC. (2002). *Primera Generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental de Colombia. Tasa media anual de deforestación*. Trade Link Ltda. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18944>

SINA. (2019). *Lineamientos para la actualización de las determinantes ambientales: Tercera orden de la Sentencia STC 4360 de 2018 – Amazonía sujeto de derechos.*

Vásquez López, P. A. (2023). *Análisis de la dinámica de deforestación en el departamento del Guaviare (Colombia) entre los años 2014 y 2018* [Universidad Antonio Nariño].

<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/7775>

Vélez, N., Correa, I., & Ríos, G. (2010). *Deforestación, ordenación forestal y campesinado.* CORANTIOQUIA.