

---

# ESTUDIO MULTITEMPORAL ASOCIADO A LA DEFORESTACIÓN EN EL MUNICIPIO DE EL TAMBO, CAUCA PARA LOS AÑOS 2018 Y 2021

Carol Lastra Diez, [cylastrad@unadvirtual.edu.co](mailto:cylastrad@unadvirtual.edu.co);

José Edier Carabalí Gómez, [jecarabalig@unadvirtual.edu.co](mailto:jecarabalig@unadvirtual.edu.co);

Francy Katherine Martínez Pérez, [fmartinezp@unadvirtual.edu.co](mailto:fmartinezp@unadvirtual.edu.co).

Director y Asesor: John Carlos Ruiz, [john.ruiz@unad.edu.co](mailto:john.ruiz@unad.edu.co)

## RESUMEN

El cambio de coberturas asociados a la deforestación representa grandes desafíos para una gestión ambiental sólida, así como también para lograr la sostenibilidad del territorio. Por ello, es importante realizar el monitoreo y la evaluación de los cambios en las coberturas vegetales, ocasionados por la presión ejercida a raíz de la actividad humana. Por su parte, juega un papel importante en la planificación, requiere de insumos, pueden ser herramientas críticas para la toma de decisiones informadas en la planificación y gestión territorial. Estos datos son fundamentales para la gestión territorial, puesto que permiten tomar decisiones informadas en la planificación y evaluación del uso adecuado de los recursos naturales, de modo que se puedan proponer y desarrollar estrategias efectivas de conservación.

El municipio de El Tambo Cauca cuenta con gran diversidad de flora y fauna, sin embargo, este se ha visto afectado históricamente por el conflicto armado y la implementación de cultivos ilícitos, así como la expansión de las zonas urbanas, la ampliación de la frontera agrícola, la implementación de proyectos productivos de ganadería y la minería ilegal han ocasionado la pérdida de la cobertura vegetal.

Mediante el uso de los sistemas de información geográfica (SIG), se logran analizar los diferentes cambios de cobertura vegetal, identificando, además, las áreas que presentan un cambio de cobertura significativo en el periodo comprendido entre el 2018 y 2021.

Una vez obtenido los mapas con las coberturas terrestres para el Municipio del Tambo, se realizó una intersección con el fin de identificar las áreas modificadas dentro del periodo de tiempo establecido y una vez contrastadas las coberturas y analizados los resultados se pudo determinar la disminución de la capa vegetal correspondiente a bosque asociado a la deforestación.

## PALABRAS CLAVE:

Deforestacion; mineria; cobertura vegetal; Sistemas de informacion geografica.

---

---

## INTRODUCCIÓN

El análisis multitemporal mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se presenta como una herramienta que nos permite evaluar los diferentes cambios en un área geográfica, en un rango de tiempo determinado. En la actualidad los SIG además nos permiten agrupar y analizar diferentes tipos de datos espaciales, permitiendo la aplicación entre otras aplicaciones, el monitoreo ambiental, el comportamiento de la deforestación, el avance de la frontera agrícola y los efectos de la variabilidad climática. Diversos estudios han demostrado que el análisis multitemporal es crucial para evaluar la dinámica de los bosques y la degradación del suelo, proporcionando datos esenciales para la toma de decisiones en políticas de conservación (Van Westen, 2000).

El Tambo es un municipio con una amplia diversidad cultural, que incluye comunidades indígenas y sociales, alberga diversos ecosistemas y se encuentra ubicado en un punto estratégico de comunicación dentro del Departamento del Cauca; sin embargo, es categorizado como uno de los 72 municipios más afectados por el conflicto armado en Colombia, por esta razón fue escogido por la Agencia para la renovación del territorio (ART) como municipio priorizado dentro de los programas de desarrollo con enfoque territorial. (ART, Pacto Comunitario para la Transformación Regional, 2016).

En el departamento del Cauca, la pérdida de cobertura vegetal, ha sido impulsada principalmente por la expansión de la agricultura y la ganadería, prácticas que se han intensificado debido a la demanda de tierras para el cultivo de productos como el café y la caña de azúcar. Adicionalmente, la actividad minera, tanto legal como ilegal, también ha contribuido significativamente a la deforestación, afectando no solo la flora y fauna locales,

sino también la calidad del agua y los suelos (Rodríguez et al., 2013).

Otro factor importante que ha exacerbado la deforestación en El Municipio del Tambo es la presencia de grupos armados ilegales, que ha dificultado la implementación de políticas de conservación y manejo sostenible de los bosques (Ramírez et al., 2018).

Es preciso mencionar, que el conflicto armado trae consigo innumerables impactos sociales, económicos que a su vez afectan directa o indirectamente los recursos naturales dentro del territorio de influencia, por ello en el presente documento se presenta un análisis detallado del comportamiento de la deforestación en el Municipio del Tambo, para el periodo 2018 – 2021. Para llevar a cabo el análisis multitemporal mencionado, se hizo necesario aplicar diversas herramientas de georreferenciación que permiten obtener resultados fiables y útiles para la posible toma de decisiones informadas a futuro enfocadas en la conservación de los bosques.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Analizar los cambios generados en la cobertura vegetal, asociados a la deforestación en el Municipio del Tambo, departamento del Cauca, Colombia, para el periodo 2018-2021.

### Objetivos Específicos

- Identificar las áreas que presentan un cambio de cobertura significativo, que permitan cuantificar los cambios en la cobertura vegetal haciendo uso de los sistemas de información geográfica.
-

- Evaluar la pérdida de área vegetal a través del análisis y comparación entre coberturas en el rango de tiempo establecido.
- Realizar la validación de la información obtenida con los datos históricos bibliográficos disponibles, estableciendo las posibles recomendaciones.

## IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El municipio de El Tambo se encuentra ubicado en la Región Pacífica de Colombia, en el departamento del Cauca, Limita al norte con el Municipio de López de Micay, al sur con los municipios de Patía, La Sierra y Argelia, al oriente con los municipios de Morales, Cajibío, Popayán, Timbío y Rosas y al occidente con el Municipio de Guapi. Por su ubicación estratégica, durante muchos años ha sido objeto de la violencia que rodea los cultivos ilícitos, el narcotráfico y la minería ilegal, impactando negativamente los bosques nativos y los recursos naturales disponibles en la región.

Figura 1 Mapa de El Tambo



Fuente: Google Earth Pro 2023

De acuerdo con la (WWF) La deforestación en Colombia no solo afecta la biodiversidad y el medio ambiente, sino que también tiene impactos directos en las comunidades locales que dependen de los bosques para su sustento. La pérdida de recursos forestales afecta a la seguridad alimentaria y los medios de vida sostenibles.

Diversos estudios mencionan que la región andina de la cual hace parte el departamento del Cauca, ha perdido cerca de 33.679 hectáreas de bosque, que corresponden al 24% total nacional del área deforestada, siendo sus principales causas la minería ilegal, la expansión de límites agropecuarios, la tala ilegal. Esto no solo ha desencadenado en la pérdida desde la mitad de las especies de árboles, sino también, de la biodiversidad de nuestros ecosistemas, causando daños irreparables (IDEAM, 2014). Estas cifras muestran un panorama desalentador, que de seguir en aumento representaría grandes consecuencias para los recursos naturales del territorio y por ello es importante realizar estudios de monitoreo geo espacial, entre diferentes periodos de tiempo que permitan analizar el comportamiento de la cobertura vegetal y de esta manera suministrar información actualizada que sirva como insumo para la toma de decisiones oportunas en el futuro.

Figura 2 Áreas de Minería Ilegal

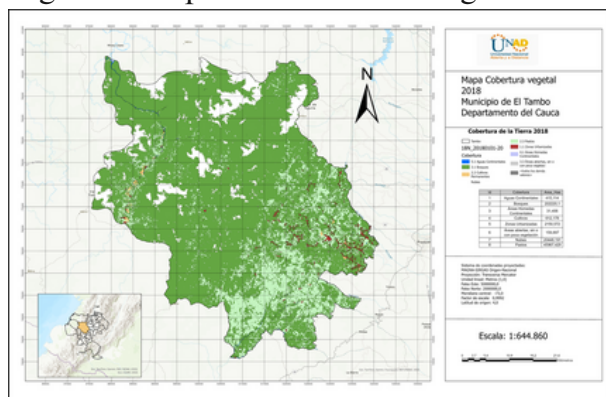


Fuente: Google Satellite visualizado en ArcGIS

## CASO DE ESTUDIO

El Tambo posee un área de extensión de 3280 km<sup>2</sup>, cuenta con el Parque Nacional Natural Munchique con una extensión total de 44.000 hectáreas que brinda una amplia capa boscosa, sin embargo, El Tambo ha perdido cerca de un 3.6% de la cobertura de bosque entre los años 2002 y 2023 según Global Forest Watch. Teniendo en cuenta lo anterior, el estudio se centró en el periodo comprendido entre los años 2018 y 2021 debido a los fenómenos presentados como el incremento de los incendios en el año 2018 para una totalidad de 9 en el año, seguido de la pandemia por COVID19 en el año 2020 y su análisis para el 2021, un año post pandemia.

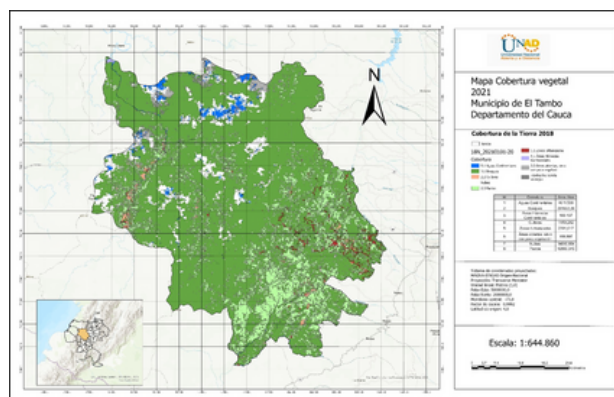
Figura 3 Mapa de Cobertura Vegetal 2018



Fuente: Elaboración Propia

Una vez realizada la clasificación supervisada se obtuvo las coberturas de aguas continentales las cuales al realizar una ampliación del mapa satelital identificamos las posibles zonas de minería, coberturas de bosques, cobertura de cultivos permanentes, zonas urbanizadas, áreas húmedas continentales y áreas abiertas sin o con poca vegetación correspondientes a ganadería y prácticas de quema, incluyendo las áreas afectadas por incendios presentados durante el año 2018. Debido a la alta nubosidad generada por la capa vegetal del PNN Munchique no se logra la clasificación para nivel 3 del Corine Land Cover para Colombia.

Figura 4 Mapa de Cobertura Vegetal 2021



Fuente: Elaboración Propia

La influencia de grupos armados ha ocasionado la ampliación de los cultivos de uso ilícito como la coca y la marihuana, también la intensificación de la explotación de oro aluvión siendo el Cauca uno de los departamentos con mayor producción tanto legal como ilegal, aunque El Tambo hace parte de los municipios PDET y pertenece al Programa Nacional de Sustitución de Cultivos de Uso Ilícito el incumplimiento del gobierno con su implementación ha impedido que las acciones sean efectivas y que se presente una resiembra de los cultivos y aquellos que erradicaron migren hacia la minería ilegal, generando un problema mayor, ya que a raíz de esta no solo se ven afectados los bosques, sino también la contaminación de las fuentes hídricas.

La expansión de la frontera agrícola, la construcción de vivienda cada vez más hacia la zona rural que pesar de contar con un plan básico de ordenamiento territorial actualizado al 2014 y las acciones de la Corporación Autónoma Regional del Cauca para la conservación de la biodiversidad, han venido ganando espacio a las coberturas de bosque del municipio. Se busca analizar, mediante estudio multitemporal para un periodo de tres años, con el uso de los sistemas de información geográfica, de qué manera se han modificado las coberturas terrestres.

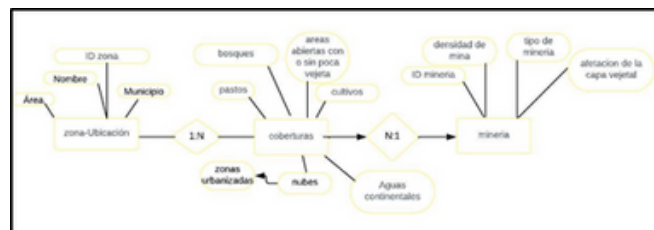
## METODOLOGÍA

Para analizar las coberturas de bosque en el municipio de El Tambo se utilizó la metodología de clasificación supervisada de uso de suelo o cobertura vegetal de la tierra, realizada en ArcGIS Pro, para el cual se toman imágenes satelitales del geo portal Copernicus Data Space Ecosystem, del satélite Sentinel2 a una resolución de píxeles de 10 x 10, para el mes de agosto en los años 2018 y 2021 teniendo en cuenta que es la época donde se presenta menos nubosidad. Una vez se contó con la información base, se procede a realizar la clasificación supervisada utilizando las herramientas de análisis iniciando por un shape de puntos por cobertura que permitiera montar el archivo de firmas, los cuales se codificaron agregando los campos con la leyenda de las coberturas de la tierra en el nivel 2 de Corine Land Cover para Colombia.

Posteriormente, la codificación se añaden los campos con los nombres de las coberturas, seguido del cálculo de cambio de ráster obteniendo los cambios de las áreas, sin embargo, por la presencia del Parque Nacional Natural Munchique y la alta concentración de bosques se presentó una alta nubosidad que dificultó la identificación total de las coberturas.

A través de la opción multivariante se clasificaron de la siguiente manera: el 1 corresponde a aguas continentales, 2 bosques, 3 áreas húmedas, 4 cultivos, 5 zonas urbanizadas, 6 áreas abiertas sin o con poca vegetación, 7 nubes y el # 8 pastos teniendo presente que inicialmente se buscaba identificar las áreas de bosque deforestadas por los cultivos, pero al identificar las coberturas que han desplazado las hectáreas de bosque en el Tambo se hace necesario incluirlas dentro del análisis multitemporal.

Figura 5 Modelo Entidad Relación



Fuente: Elaboración Propia

## RESULTADOS

Una vez obtenidos los mapas con las coberturas terrestres para los años 2018 y 2021 se realizó una intersección con el fin de identificar las áreas modificadas para cada una de estas, una vez contrastadas las coberturas y analizados los resultados se logró evidenciar la disminución de la capa vegetal correspondiente a bosque asociada a la deforestación.

Figura 6 Cambio de Coberturas

gridcode	Cobertura	Area_Ha 2018	gridcode_1	Area_Ha 2021	Diferencia Ha
1	Aguas Continentales	415,1142	1	4611,5089	-4196,3947
2	Bosques	202220,1	2	201653,25	566,8458
3	Áreas Húmedas Continentales	31,405848	3	103,13733	-71,73148
4	Cultivos	612,17807	4	1959,2816	-1347,1035
5	Zonas Urbanizadas	2150,5719	5	2591,0172	-440,44522
6	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	159,8975	6	4080,2359	-3920,3384
7	Nubes	20448,191	7	14010,854	6437,3372
8	Pastos	45967,429	8	42995,345	2972,0836

Fuente: Elaboración Propia

Es preciso mencionar que, luego de realizada la evaluación del comportamiento de coberturas y al compararlas con las imágenes suministradas por el Geo portal Google Earth Pro 2023 se puede evidenciar la presencia y aumento de zonas dedicadas a la minería que no se encuentran registradas en las bases de datos territoriales, lo que puede ser indicio de zonas destinadas a la minería ilegal y que pueden verse reflejadas en la tabla anterior como cobertura de aguas continentales para de nivel 2, donde se obtiene como resultado un incremento de la minería en 4196,3947 hectáreas para el año 2021, siendo esta la mayor causa de deforestación en Municipio del El Tambo.

En ese mismo orden se evidencia el incremento de 3920,3384 has, de las áreas abiertas, sin o con poca vegetación, planteada para la ganadería, quema de bosque.

Las zonas urbanizadas crecieron con 440,44522 hectáreas, es decir, se está generando la expansión urbana sobre la periferia rural del municipio de El Tambo, ocasionando disminución de la capa vegetal de bosque, causando alteración en los ecosistemas y por ende, paisajísticas.

En cuanto a la ampliación de la frontera agrícola, se obtuvo un aumento de 1347,1035 hectáreas de cultivos permanentes, incluyendo en estos cultivos de uso ilícito.

Al presentarse modificaciones en los ecosistemas, principalmente en las excavaciones de oro aluvión se presentan fenómenos que ocasionan la creación de aguas superficiales, humedales, represamientos entre otros, que se evidencia con el incremento de las áreas húmedas continentales en 71,73148 hectáreas.

Por último se observó una disminución en la capa de bosque en 566,84458 hectáreas, en la capa de pastos de 2972,083633 has, se puede concluir que el cambio en las capas si bien hubo deforestación y pérdida de la capa vegetal, el incremento de las otras variables obedece al cambio también de la capa de pasto y, adicionalmente hubo disminución la capa de nubes 6437,3372 has, esto quiere decir que para el año 2021 hubo menos nubosidad que en el 2018 permitiendo identificar más capas que en el periodo anterior.

## CONCLUSIONES

La presencia de nubes ocasionó dificultades al momento de la identificación de las coberturas,

-esto debido a la ubicación del PNN Munchique que por su capa boscosa las atrae, por lo tanto, para realizar un tipo de análisis usando los SIG es necesario tener en cuenta las condiciones climáticas de la zona para determinar el momento oportuno.

Sí hay disminución del área de bosque como consecuencia de prácticas como la minería, ampliación de la frontera agrícola, expansión de la zona urbana y la ganadería en el municipio de El tambo, Cauca.

El uso de herramientas como los sistemas de información geográfica la permite a las instituciones locales, regionales y del orden nacional tomar acciones para la prevención de la pérdida de la biodiversidad o recuperación de las mismas orientado a una mejor planeación y ordenamiento de los territorios.

## RECOMENDACIONES

Es importante continuar con el monitoreo de coberturas mediante la aplicación de los sistemas de información geográfica, con el fin de ofrecer información veraz y confiable a las entidades gubernamentales encargadas de velar por la conservación de los bosques en el territorio, así como de tomar las decisiones oportunas que puedan contrarrestar la deforestación ilegal. Por otro lado, desde el ámbito investigativo es importante entender cada una de las problemáticas que se evidencian a raíz del conflicto armado para de esta manera proponer estrategias que puedan ser ejecutadas en el territorio.

Fomentar la publicación de la información obtenida en plataformas accesibles es crucial para involucrar a los diferentes actores como la comunidad, grupos de investigación, entidades legales, para de esta manera fomentar la colaboración científica como instrumento de información teniendo en cuenta los conflictos

---

sociales y de seguridad presentes en el Municipio del Tambo. Es importante tener en cuenta además que compartir la información satelital en fragmentos de tiempo periódicos, garantizara que esta información pueda ser empleada en la gestión ambiental y en la construcción de el plan de desarrollo del Municipal y de esta manera realizar una proyección actualizada y precisa que responda de manera oportuna a los diferentes cambios de cobertura evidenciados.

Impulsar la puesta en marcha de programas enfocados en la adopción de prácticas agrícolas que reduzcan la presión ejercida sobre el recurso vegetal, así como en la expansión de la frontera agrícola, esto de la mano de políticas de gobierno que regulen y aseguren la protección de los bosques fomentando la participación activa de a comunidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ART. (2016). Pacto Comunitario para la Transformación Regional. El Tambo Cauca: Agencia para la renovación del Territorio.

Global Forest Watch, (S,f) Pérdida Del Bosque Primario En El Tambo, Cauca, Colombia, <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/COL>

IDEAM (2014) Monitoreo y seguimiento al fenómeno de la deforestación en Colombia <http://www.ideam.gov.co/web/bosques/deforestacion-colombia>

Segura, S (2019) La minería ilegal un impacto ambiental que afecta los ríos Esmita y Bojoleo, Fundación Universitaria Los Libertadores <https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/f091e225-a679-46eb-9a35-e191a8ab8a23/content>

Ramírez, M., et al. (2018). Desplazamiento por conservación forestal militarizada. Evidencias de la Operación Artemisa en la Amazonía colombiana del posconflicto. Recuperado de : <https://www.cmi.no/publications/8971-displacement-by-militarized-forest-conservation#:~:text=As%20a%20result%2C%20these%20historically,the%20Armed%20Forces%20during%20Artemisa.&text=Colombia%20has%20experienced%20deforestation%20for,50%25%20occurred%20in%20the%20Amazon.>

-Rodríguez, N., Armenteras, D., & Retana, J. (2013). La Mata Atlántica de América del Sur: Dinámica espaciotemporal de la vegetación e implicaciones para la conservación. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110499>

Valencia, H (2017) Cultivos ilícitos y minería ilegal: algunos de los retos del posconflicto en la región del Pacífico <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/13224.pdf>

-Van Westen, C.J. (2000). "Remote sensing for natural disaster management." International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Recuperado de: [https://www.isprs.org/proceedings/XXXIII/congress/part7/1609\\_XXXIII-part7.pdf](https://www.isprs.org/proceedings/XXXIII/congress/part7/1609_XXXIII-part7.pdf)

## ANEXO 1

### LINK DEL VÍDEO:

<https://youtu.be/wTQ67OZ7alk>