

---

# ALTERNATIVAS AGRÍCOLAS EN EL MUNICIPIO DE TURBO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, BASADOS EN LA VOCACIÓN DE LOS SUELOS, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEGRÁFICA.

Mateo Alexis Yepes Jaramillo, Mayepesj@unadvirtual.edu.co;

Fredy Nel Marzola Espitia, fnmarzola@unadvirtual.edu.co;

Howal De Jesús Moreno Molina, hmorenom@unadvirtual.edu.co;

Director asesor: Jhon Carlos Ruiz Caicedo, Jhon.ruiz@unad.edu.co

## RESUMEN

La degradación de los suelos, la ejecución de malas prácticas agrícolas, el uso indebido del suelo empleado en cultivos que no son óptimos para las condiciones edafoclimatológicas, desconocimiento de la vocación real de los suelos, uso intensivo de agroquímicos, la pérdida de la biodiversidad, el cambio climático, entre otros. Por tal causa se pretende buscar alternativas agrícolas para el municipio de Turbo basado en la vocación de los suelos identificando de las áreas más adecuadas para la actividad agrícola mediante el conocimiento de la vocación de uso de suelo.

El estudio se realizó mediante el uso de la herramienta QGIS versión 3.3.30, utilizando como base la cartografía nacional y municipios, archivos shp de restricciones ambientales, humedales, parques nacionales naturales, red hídrica, coberturas, entre otras y con la recopilación de información secundaria.

En el resultado final del estudio se obtiene que los cultivos alternativos recomendados para actividad agrícola basados en la vocación del suelo y las condiciones ambientales del municipio, son la maracuyá (*Passiflora edulis*) y el cacao (*Theobroma cacao*) y se mapean las áreas clasificándolas teniendo en cuenta las características principales de los suelos.

## INTRODUCCIÓN

Colombia es un país clasificado como megadiverso y altamente natural, pero a pesar de eso afronta cada vez con más intensidad un deterioro significativo en los recursos naturales disponibles debido principalmente a las formas negativas, estrategias ineficientes, malas prácticas de uso y mal manejo de los suelos, sin duda alguna uno de los recursos naturales más afectados en la humanidad. El suelo está definido como una delgada capa ubicada en la corteza terrestre que se ha formado a lo largo de los siglos muy lentamente gracias a la interacción de los factores climáticos, el tiempo, el material parental y los organismos vivos, entre ellos incluido el ser humano. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO & Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible MADS. 2018).

Por cierto, el incremento en la problemática de la degradación del suelo en Colombia, se ha considerado exponencial y por lo tanto en los últimos años se ha dedicado mucha atención e importancia a lograr identificar las razones, causas y procesos que fomentan la degradación de los suelos, esto porque se ha entendido la importancia dentro de los ecosistemas, siendo fundamentales para el funcionamiento óptimo y estructural de ciclos

---

como el ciclo del agua, ciclo del aire y el ciclo de los nutrientes, soportando la vida y las actividades que nos asegura la supervivencia. (MADS. 2021).

La improductividad en los sectores bananeros y plataneros, principalmente se dan como resultado de todos los factores anteriormente mencionados, dado que el suelo es la materia prima o la base de cualquier cultivo, pero también se tiene dificultades con otros factores cuya relevancia es altamente significativa. Según AUGURA, gremio de los bananeros del Urabá y el Magdalena en 2022 *“la productividad está en decadencia hace mas de 1 década, pero en 2022 fue de un -3% y el 2023 estaría por encima del -4:7%”* (pág. 25). Por lo que el sector viene teniendo resultados económicos críticos, si bien parece un número pequeño, en cálculos de cajas estos valores representan una disminución de más de 3 millones de cajas al año. Por otra parte Fresh Plaza manifiesta que de acuerdo con AUGURA, *“las exportaciones de banano en 2021 totalizaron 898 millones de dólares, pero en 2022 totalizaron 892, una disminución de 6 millones de dólares en el sector”* (pág. 1).

En un entorno mundial lleno de complicaciones para el gremio bananero y la exportación de banano y plátano, el volumen total exportado por los principales países productores, entre los que se encuentra Colombia, disminuyó en aproximadas -25 millones de cajas en el 2022 y se presume según los indicadores a la fecha que el 2023 podría estar por cima de 30 millones de cajas. Esta situación es el resultado de múltiples dificultades presentadas, como las exigencias de los clientes (calidad) cada vez más elevadas, limitaciones de algunos mercados de moléculas químicas necesarias para la producción y mantenimiento de los cultivos, condiciones climáticas adversas y los altos costos de los insumos, transporte, fertilizantes, precios de venta que no incrementan con el pasar de los años, entre otros. Se han vuelto una dificultad para

garantizar un producto competitivo y de alta calidad. (AUGURA. 2022).

Debido a tantas dificultades y como resultado de muchas investigaciones, se logra saber que los suelos se encuentran estructuralmente muy dañados, los niveles de fertilidad cada vez son más bajos, dado que es una característica de los monocultivos y cada vez se hace más intensa la necesidad de emplear fertilizantes de origen químico y materia orgánica compostada para lograr mantener la poca fertilidad y estructura que se tiene.

Los campesinos de bajos recursos que emplean la agricultura de subsistencia se ven afectados directamente por todos estos fenómenos, muchos de ellos no conocen cual es la vocación de los suelos de su predio y a lo largo de los años se han dedicado a producir plátano o banano, el negocio siempre ha sido rentable, pero hoy se ven en la necesidad de buscar alternativas diferentes para escapar de los altos costos de producción que hoy cubre el gremio de bananeros y plataneros.

Según AUGURA (2022) *“Colombia tiene unas 53.318 hectáreas sembradas en banano y plátano, de las cuales Urabá posee unas 35.000”* (pág.03).

Los sistemas de información geográfica son una herramienta poco utilizadas por el campesino del común, en muchas ocasiones no las conocen o no saben utilizarlas, pero los gremios y asociaciones de grandes productores utilizan estos sistemas para la toma de datos y el análisis de los mismos, lo que los ha llevado a ser mucho más eficientes en sus procesos y todo se traduce en rentabilidad y sostenibilidad. Este trabajo estará dirigido a esos productores que no tiene el acceso a esas fuentes de información primaria, pero que requieren alternativas diferentes en el municipio de Turbo, departamento de Antioquia, basados en la vocación del suelo y las condiciones climatológicas principales.

Turbo es el municipio más grande de Antioquia, está conformado por 18 corregimientos y 230 veredas, y con un total de 160 mil habitantes es un municipio de interés enorme. La extensión del municipio es de 3.055 km<sup>2</sup>, el área urbana representa 11.9 km<sup>2</sup> y una extensión rural fantástica de 3.043.1 km<sup>2</sup>. (Alcaldía de Turbo. 2023). Por lo anterior es un municipio con un potencial agrícola enorme, muchas veredas y corregimiento que viven de la agricultura.

Por último resaltamos que el municipio de Turbo a raíz de la baja productividad en los cultivos de banano y plátano, han ido migrando a palma africana, maracuyá, cacao, piña, maíz, limón tahiti, entre otros, pero aun así siguen desconociendo la vocación de los suelos.

## OBJETIVOS

### General

Identificar las áreas más adecuadas para la actividad agrícola, mediante la vocación de uso del suelo en el municipio de Turbo (Antioquia), utilizando los sistemas de información geográfica.

### Específicos

-Diseñar un modelo lógico que permita entender la metodología utilizada.

-Identificar las áreas las áreas más adecuadas para la producción agrícola, basados en la vocación de uso del suelo.

-Aplicar geoprocetos para obtener la información específica de interés, mediante el uso de la herramienta QGIS.

## IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El Urabá antioqueño ha sido una región productora de musáceas por más de 50 años, el mercado de exportación de banano y plátano es la base de la economía, muchas familias dependen de estos cultivos y existen grandes extensiones de tierra bajo el dominio de empresas grandes con fortaleza financiera capaces de lograr la sostenibilidad en el tiempo, aun así bajando cada año sus ingresos.

De acuerdo a la Cámara de comercio de Urabá (CCU), (2020). *“durante el año 2020 el Urabá antioqueño tuvo 10.869 empresas registradas, lo que representa un decrecimiento del 9,1% en comparación al año anterior”* (pág. 3). El principal factor que lleva al decrecimiento es la improductividad agrícola, dado que los niveles de circulación del dinero baja y la demanda de productos, bienes y servicios, se ven afectados por este fenómeno.

Según la CCU, (2020) *“el 11% de las empresas radicadas en Urabá pertenecen a una clasificación agropecuaria”* (pág. 22). Debido a la baja productividad que cada vez es más evidente se ha venido aumentando la tasa de desempleo, Según la CCU, (2020) *“El desempleo en el 2020 alcanzo la cifra de 10,20%, siendo una de las más altas del departamento y a nivel nacional”* (pág. 18). El municipio de Turbo está ubicado geográficamente muy bien, tiene acceso al mar por donde salen las exportaciones de los principales productos agrícolas producidos en la región, pero con suelos que poseen restricciones como reservas naturales, parques nacionales, humedales, zonas urbanas, entre otras, que hacen que el área cultivable sea menor a la deseada.

El municipio de Turbo atraviesa hoy en día ese fenómeno de improductividad principalmente en los cultivos de banano y plátano, gran parte de los suelos del municipio tiene vocación agrícola y las condiciones naturales han permitió que se pueda producir una gran

variedad de cultivos. Otra ventaja es la disponibilidad de agua y la biodiversidad, esto le ha permitido contar con ventajas a la hora de explotar los recursos naturales como el suelo, pero las malas prácticas, la sobre explotación, los mono cultivos intensivos, entre otros, han logrado degradarlos demasiado, hasta el punto que se ha vuelto muy difícil ser sostenible principalmente para los pequeños productores que no cuentan con el capital económico para invertir en la recuperación de los suelos. (Restrepo, A. 2018).

En la pandemia los insumos y movilidad incrementaron más de un 300%, los precios finales también, pero siguen siendo los terceros o mediadores los que se quedan con el mayor porcentaje de ganancia, esto ha ocasionado que los pequeños productores no puedan seguir ese ritmo de costos de producción y decidan migrar a otro cultivo o en muchos casos dejar de trabajar la tierra y ser empleado de otro campesino o grande productor. (Loja, M; Saavedra, M; & Vega, L. 2022). El municipio de Turbo es uno de los más afectados dado que el porcentaje de vocación agrícola de la población es muy alta por las 230 veredas con las que cuenta, el mayor porcentaje de insumos, maquinaria, herramientas son importadas y el incremento en los costos de producción mediante y después de la pandemia han afectado principalmente a los pequeños productores llevándolos al desequilibrio económico y la insostenibilidad.

El conflicto entre Ucrania y Rusia ha representado un fuerte golpe en el sector agrícola del municipio de Turbo y del país en general, un volumen representativo de insumos, principalmente fertilizantes nitrogenados (N) son importados desde Ucrania y fertilizantes a base de potasio (K) son importados desde Rusia. En el análisis del Seminario de Economía DPN, se destaca que las exportaciones para Rusia en el 2021 sumaron un total de US\$139,6 millones y

las importaciones una suma de US\$533,6. Esto demuestra la importancia de Rusia como aliado económico. Por otro lado el estudio mostro que al inicio de la invasión la moneda colombiana se valorizo respecto al dólar dado el incremento en el valor del petróleo, esto es bueno para las empresas de los hidrocarburos, pero para los pequeños productores agrícolas de Turbo significa un incremento en los insumos y fertilizantes, los cuales llegan a Colombia con precio en dólar. (Barbosa, S; & Robayo, J. 2022).

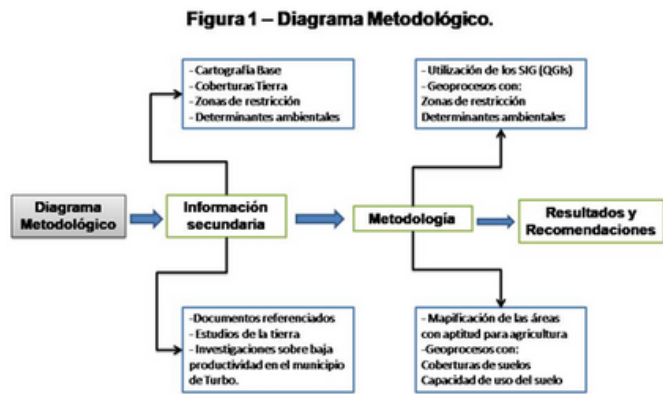
Por último se desconoce por parte de los campesinos del común la vocación de los suelos, sembrando en ellos cultivos que no son los más adecuados causando varios daños, sobre explotación y degradación de los suelos, erosión, impactos negativos sobre el ecosistema para los casos donde se cultiva en humedades o zonas de reserva, talando y deforestando para extender la frontera agrícola. Colombia cuenta con 22 millones de hectáreas de vocación agrícola, pero solo se utilizan 5 y otros 22 millones se utilizan para la ganadería. (IDEAM. 2022). Y según el IGAC en el 2012. *“el conflicto del uso de suelo se presenta cuando su uso no corresponde a a oferta ambiental o vocación”* (pág. 1).

## METODOLOGÍA

Los sistemas de información geográfica son la herramienta más precisa para el desarrollo de este tipo de investigaciones y/o proyectos de que se basan en la agrupación de información geográfica para la identificación de problemas, procesos y soluciones.

Continuando bajo la propuesta planteada, se presenta la construcción del modelo lógico conceptual y funcional que va a permitir la identificación de los resultados a partir de las variables y la aplicación de geoprocursos, como lo son cortar, diferencia simétrica,

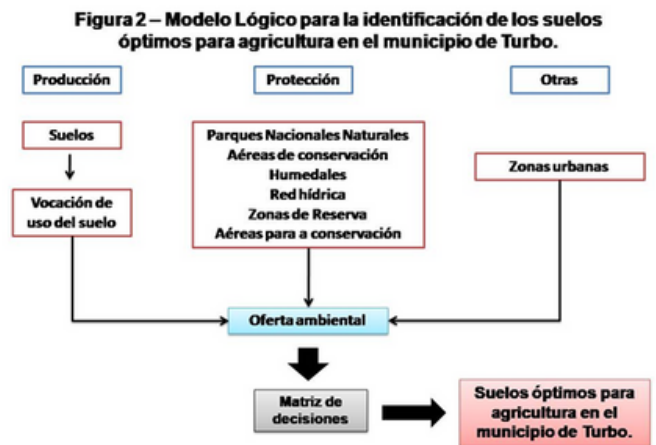
interpolación, unión de capas, entre otros. Por último la combinación de la información de fuentes secundarias y el programa QGis el cual es nuestra herramienta metodológica de sistema de información geográfica, nos arroja como resultado la capa de suelos óptimos para agricultura en el municipio de Turbo y que con la interpolación o relación de variables climáticas, nos lleva a identificar que opciones a parte del banano y plátano se pueden tener en el sector agrícola del municipio, como se ilustra a continuación en la figura 1.



Fuente: Autores, 2023.

Para desarrollar el presente estudio del caso, se requiere consultar y recopilar información secundaria del municipio de Turbo relacionada específicamente con aspectos edafológicos y climáticos siendo posible. Para el estudio del caso la principal información requerida es la de carácter geográfico, mediante las cuales se lograra identificar todas aquellas áreas que poseen restricciones de uso y que se encuentran dentro de las determinantes ambientales establecidas por la Corporación Autónoma de Urabá (CORPOURABA). Por otro lado se requiere la información de la cartografía base del municipio de interés, la red hídrica con los drenajes sencillos y dobles, y por último las capas de vocación y uso de suelo, para la cual emplearemos un corte en la capa cartográfica de

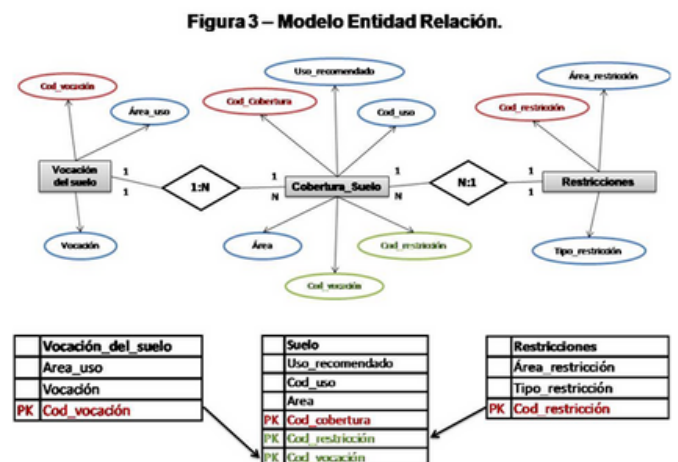
las coberturas de la tierra.



Fuente: Autores, 2023.

Finalizada la etapa de construcción de los modelos lógicos necesarios para la organización de la información, se procede con el modelo final el cual representa el modelo de entidad relación.

Una vez identificadas y obtenidas las capas, mediante el Software QGis versión 3.3.30, se realizan la sobre posición e intersección de cada capa, las cuales poseen información de importancia geográfica, esto nos permitirá tener un comparativo con el uso actual y la oferta ambiental del municipio de Turbo. Para lo anterior se tendrá en cuenta el siguiente modelo de entidad relación.



Vocación del suelo	Suelo	Restricciones
Area_uso	Uso_recomendado	Area_restricción
Vocación	Cod_uso	Tipo_restricción
<b>PK Cod_vocación</b>	<b>PK Cod cobertura</b>	<b>PK Cod restricción</b>
	<b>PK Cod restricción</b>	
	<b>PK Cod_vocación</b>	

Fuente: Autores, 2023.

## DESARROLLO Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO.

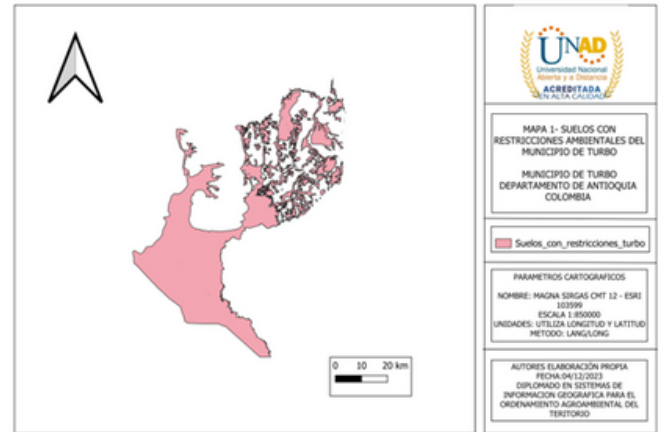
La improductividad agrícola es un fenómeno que afecta todos los eslabones de la cadena productiva, el municipio de Turbo en los últimos años se ha visto afectado enormemente y cada vez los pequeños productores ven más difícil ser sostenibles.

En los últimos 20 años la productividad en el sector agropecuario en Colombia se ha mantenido un 15,1% por debajo del promedio del resto de países de América latina, pero más preocupante que en comparación a países del trópico con condiciones agroclimatológicas similares como Costa Rica por ejemplo, se encuentra un 47,5% por debajo del promedio. La baja productividad se agudiza con la informalidad de la tenencia de la tierra, dando uso en proyectos y/o cultivos para los cuales no son adecuados según la vocación del mismo. (España, C; & Camacho, C. 2021).

Para la identificación se inicia con la cartografía base de los municipios de Colombia (IGAC, 2018). El primer Geoproceso ejecutado corresponde al corte del municipio de Turbo de la capa original, esto nos permite poder delimitar y trabajar únicamente sobre el área de interés.

Posteriormente se realiza el corte de las siguientes capas generales (Colombia): drenajes dobles y sencillos, embalses, humedales, parques naturales nacionales y reservas forestales, con superposición de la capa del municipio de Turbo. Cada uno de estos cortes entregan una capa tipo shape diferente, el siguiente proceso consiste en unir las todas las capas las cuales representan el área con restricciones ambientales del municipio de Turbo, como se ilustra en la figura 4.

Figura 4 - Suelos con restricciones ambientales del municipio de Turbo.

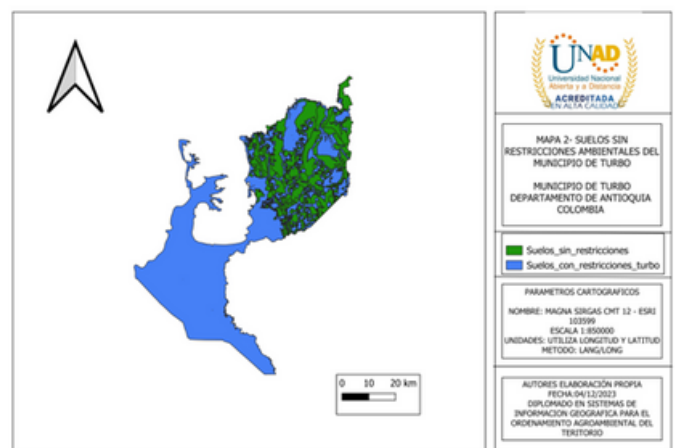


Fuente: Autores, 2023.

Como paso siguiente para la obtención de las áreas sin restricciones ambientales, se procede con el Geoproceso diferencia simétrica cargando la capa base del municipio con superposición de la capa de suelos con restricciones ambientales (figura 4). El resultante es el mapa con el área efectiva sin restricciones ambientales.

Para la figura 5 se presenta un mapa clasificado en dos componentes, las áreas con restricciones ambientales representados con el color azul y las áreas sin restricciones ambientales representadas con el color verde.

Figura 5 - Suelos sin restricciones ambientales del municipio de Turbo.



Fuente: Autores, 2023.

A continuación, se utiliza la capa mapa de suelos en escala 1:100.000 obtenida del geo portal del IGAC. Se procede con el corte de la capa con superposición del mapa de suelos sin restricciones, el objetivo es conocer las características de los suelos y así poder determinar qué tipo de cultivo podría desarrollarse bien en estas áreas.

En la siguiente imagen (figura 6) se muestran las características de los suelos correspondientes a las áreas sin restricciones ambientales del municipio de Turbo.

Figura 6. Características de los suelos.

Tabla 1 – Características de los suelos en las áreas sin restricciones ambientales del municipio de Turbo.
Moderadamente profundos y superficiales, drenaje natural moderado a pobre, texturas medias a finas, fertilidad moderada
Profundos y superficiales, bien a pobremente drenados, texturas variadas, fertilidad baja a muy baja
Moderadamente profundos y superficiales, limitados por fluctuación del nivel freático, drenaje imperfecto a pobre, texturas moderadamente finas y finas, reacción muy fuerte a ligeramente ácida, fertilidad muy alta a alta
Muy superficiales, drenaje natural pobre a pantanoso, materiales orgánicos, inundables, texturas medias y finas, fertilidad alta
Pobre y moderadamente bien drenados, superficiales a moderadamente profundos, texturas variadas, fertilidad moderada a baja
Muy superficiales, drenaje natural pobre a pantanoso, texturas finas con substrato arenoso
Profundos y moderadamente profundos limitados por pedregosidad, bien drenados, texturas moderadamente finas y finas, reacción fuertemente ácida a neutra, fertilidad moderada a muy alta
Profundos y moderadamente profundos, limitados por roca, bien drenados, texturas moderadamente finas a finas, reacción muy fuertemente ácida a ligeramente ácida, fertilidad alta y muy baja
Moderadamente profundos y superficiales, bien a pobremente drenados, texturas gruesas y finas y fertilidad moderada a alta
Muy superficiales y moderadamente profundos, pobre a moderadamente drenados, texturas gruesas, fertilidad baja
Superficiales y moderadamente profundos, bien a moderadamente bien drenados con inundaciones periódicas; texturas variadas, fertilidad baja a alta
Superficiales y moderadamente profundos, drenaje natural pobre a moderadamente bien drenados, texturas medias a finas, fertilidad moderada

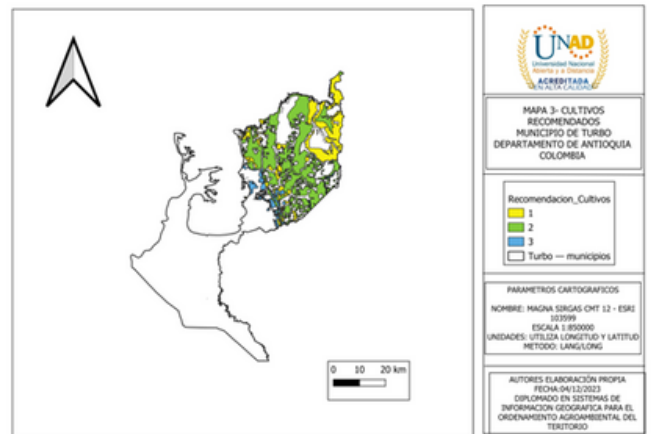
Fuente: Tabla de atributos capa mapa de suelos. (IGAC, 2018).

Apoyado en información secundaria se identifican las condiciones climatológicas requeridas para tres cultivos y se realiza un cuadro comparativo con respecto a las condiciones que posee el municipio de Turbo.

Cultivo	Condiciones climatológicas			
	temperatura requerida	Temperatura promedio turbo	Precipitación requerida	Precipitación promedio turbo
Musáceas	20°C hasta 30°C	27° C	2000 mm hasta 3000 mm	2200 mm hasta 3000 mm
Maracuyá	23°C hasta 28°C		1000 mm hasta 2500 mm	
Cacao	20°C hasta 30°C		1500 mm hasta 3000mm	

Fuente: Autores, 2023

Figura 7 – Mapa de cultivos recomendados basados en las características del suelo y su vocación agrícola.



Fuente: Autores, 2023

### CONCLUSIONES

Después de analizar mediante los sistemas de información geográfica y ejecución de los geoprocesos requeridos para la finalidad u objetivo en el municipio de Turbo, se puede concluir que la información contenida en todas las cartografías base e información secundaria de suelos, condiciones climatológicas, ofertas ambientales, entre otras, se convierte en una de las herramientas más eficientes para fortalecer la productividad agrícola de cualquier región. Por otro lado para todos los futuros profesionales del área agrícola, los sistemas de información geográfica aportan conocimiento en nuevas técnicas de precisión para disminuir los

márgenes de error en las recomendaciones técnicas brindadas a los productores, grandes, medianos y pequeños.

Mediante el proceso de estudio, se concluye que las condiciones ambientales, principalmente la oferta y las climatológicas del municipio de Turbo son muy parecidas en toda la región y las necesidades edafoclimatológicas de las musáceas en comparación a los cultivos alternativos recomendados (Maracuyá y Cacao) son muy similares, por lo que el municipio cuenta con las condiciones óptimas para establecer cualquiera de los mencionados.

Se logra identificar las áreas más adecuadas para la actividad agrícola en el municipio de Turbo mediante el uso de las herramientas de los sistemas de información geográfica. Adicional se presentan la identificación del área mediante un mapa (figura 7) y la rampa de colores permite reconocer más fácil cada área con su respectiva recomendación.

## RECOMENDACIONES

Se debe promover la implantación de estrategias de educación por parte de las administraciones estatales, empezando por los municipios y llegando a todas las áreas rurales, que les permitan a los campesinos reconocer que el suelo es un recurso vital para la vida y se debe hacer un aprovechamiento de este de manera sostenible.

Los costos de producción de las musáceas continúan siendo muy elevados para los pequeños productores y la tendencia es a la alta, por lo anterior se recomienda la implementación de los cultivos alternativos que tienen menores costos de producción y niveles más bajos de exigencia, los que al final permite ser más productivos y tener mejores rentabilidades.

Establecer planes de conservación de suelos basados en la rotación de los cultivos y el establecimiento de coberturas nobles, el aporte

es significativo cuando se disminuye el uso de agroquímicos y logramos disminuir la erosión, ya que son los problemas que más afectan las áreas de vocación agrícola. Adicional la implementación de medidas amigables con el medio ambiente da un valor agregado a los productos.

Se recomienda fomentar la asociatividad de todos los pequeños productores, con el fin de obtener mejores mercados, apropiarse de recursos para investigación, ser escuchados en las mesas de negociación del estado y tener representación legal ante cualquier institución privada o pública, finalmente esto les dará mayor credibilidad y oportunidades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía distrital de Turbo. (2023). Generalidades del municipio. <https://www.turbo-antioquia.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Arnold, C. M., & Osorio, F. (2006). *Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas*. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/11444>
- Álvarez, D. (2023). Implementación técnica de sistema de cultivo de maracuyá *Passiflora edulis*, Var, flavicarpa, con enfoque asociativo para familias víctimas del conflicto armado en el corregimiento de pueblo bello, turbo, Antioquia. Universidad de la Salle, Bogotá. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1297&context=ingenieria\\_agronomica](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1297&context=ingenieria_agronomica)
- AUGURA. (2022). Coyuntura 2022. *Asociación de bananeros de Colombia*. <https://augura.com.co/wp-content/uploads/2023/04/Coyuntura-Bananera-2022-2.pdf>

- Barbosa, S; & Robayo, J. (2022). Análisis de los impactos macroeconómicos en Colombia del conflicto entre Rusia y Ucrania. [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=sqMCYKhwoQ4>
- Burgess, P.J., Graves, A., García de Jalón, S., Palma, J.H.N., Dupraz, C., van Noordwijk, M. (2019). Modeling agroforestry systems. In: Mosquera-Losada M.R., Prabhu, R. (Eds) Agroforestry for Sustainable Agriculture 209-238. Burleigh Dodds Series in Agricultural Science 55. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing. [https://www.researchgate.net/publication/333696631\\_Modelling\\_agroforestry\\_systems](https://www.researchgate.net/publication/333696631_Modelling_agroforestry_systems)
- Cervantes, L. (2015). Modelización matemática. Principios y aplicaciones. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/publicaciones/Modeliza.pdf>
- CCU. (2020). Estudio socioeconómico 2020. Cámara de Comercio de Urabá. <https://ccuraba.org.co/site/wp-content/uploads/2021/01/INFORME-SOCIO-ECONOMICO-2020.pdf>
- España, C; & Camacho, C. (2021). Las necesidades de aumentar la productividad del agro colombiano. Banco de desarrollo de América latina y el Caribe CAF. <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2021/04/la-necesidad-de-aumentar-la-productividad-del-agro-colombiano/>
- Facultad de minas. (s.f). Amenaza por el detonante clima. Universidad Nacional de Colombia & Instituto Geológico Colombiano. <https://recordcenter.sgc.gov.co/B8/21003010028566/Documento/Pdf/2105285661106000.pdf>
- Fresh plaza. (2023). Las exportaciones de banano de Colombia. <https://www.freshplaza.es/article/9511937/las-exportaciones-de-banano-de-colombia-bajaron-un-2-7-en-2022/>
- IDEAM. (2022). Suelos en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. De Colombia. <http://www.ideam.gov.co/web/siac/sueloscolombia>
- IGAC. (2018). Datos abiertos subdirección de Agrología. Instituto Geológico Agustín Codazzi. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>
- InfoAgro. (s,f). Requerimientos edafoclimáticos del banano. Departamento Agronomía InfoAgro. <https://www.infoagro.com/documentos/requerimientos-edafoclimaticos-del-banano.asp#:~:text=%2D%20Temperatura.,son%20favorables%20para%20su%20desarrollo>
- Loja, M; Saavedra, M; & Vega, L. (2022). COVID – 19. Impacto económico al sector bananero entre el periodo 2019 – 2020. Universidad Técnica de Machala, Ecuador. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8331407>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2016). Política para la gestión sostenible del suelo, Bogotá D.C. pg. 17. ANDI. <https://www.andi.com.co/Uploads/Pol%C3%AAdtica-para-la-gesti%C3%B3n-sostenible-del-suelo-FINAL.pdf>
- Mora, D. (2011). El cultivo de maracuyá, Passiflora eduliss en temporada invernal. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. <https://www.ica.gov.co/getattachment/a814b577-c0c0-4369-8ecd-4f01f971cf99/El-cultivo-de-maracuya-en-temporada-invernal.aspx>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f.). Tema 2: El suelo. FAO. <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales, Bogotá D.C. FAO. <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>

Pardo Álvarez, J. M. (2013). Configuración y usos de un mapa de procesos. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/53587?page=1>

Restrepo, A. (2018). Una aproximación al problema de la productividad en el campo colombiano. Repositorio de la Universidad EAFIT.

[https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/13372/Andres\\_RestrepoCampuzano\\_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/13372/Andres_RestrepoCampuzano_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Santos, L. D. P. (2017). Elaboración de un SIG orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos. Revista Ingeniería Agrícola, 4(3), 28-32.

<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/651/652>

Tobon, M. & Vengas, J. (2019). La industria bananera colombiana: retos y oportunidades de mejora. Universidad del Rosario. <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/718e579f-1355-4960-9195-023a3fc9eebd/content>

Urueta, I; Leiva, E; & Ramirez, R. (2017). Crecimiento y desarrollo del cultivo de cacao en bosque húmedo pre montano y bosque húmedo tropical, influenciado por el fenómeno del niño. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ingenierías. [https://www.icco.org/?media\\_dl=2613#:~:text=En%20el%20cultivo%20del%20cacao,et%20al.%2C%202009](https://www.icco.org/?media_dl=2613#:~:text=En%20el%20cultivo%20del%20cacao,et%20al.%2C%202009)

Vargas, R. (2022). OVI. Modelos de datos: Modelo Conceptual, Físico, Lógico. [Objeto\_virtual\_de\_Informacion\_OVI].

Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/52432>

#### LINK DE LA SUSTENTACION:

[https://youtu.be/6ktuGXjIpe4?si=6aefj\\_Is4M7hdNBy](https://youtu.be/6ktuGXjIpe4?si=6aefj_Is4M7hdNBy)