
IMPLEMENTACIÓN DE CULTIVOS AGROFORESTALES EN EL MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA PARA MITIGAR LA EROSIÓN DEL SUELO APLICANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Edward Leonardo Lasso Torres, ellassot@unadvirtual.edu.co;

John Alexander Quintero Cervera, jaquinteroce@unadvirtual.edu.co;

María Damaris Vega Gaspar, mdvegaga@unadvirtual.edu.co.

Docente asesor: Gina Carolina Pasada Correa, gina.posada@unad.edu.co

RESUMEN

En el Municipio de Puracé – Cauca, se presenta una gran problemática agroambiental, debido a factores socio ambientales, como la minería ilegal, la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, el uso de plaguicidas y productos químicos, la deforestación y la erosión de los suelos. Por lo anterior, surge la necesidad de establecer sistemas productivos más conservacionistas, haciendo una selección de áreas para establecer cultivos agroforestales, partiendo de la recolección de datos biofísicos que se consideran relevantes para la selección de sitios, como el clima (temperatura y precipitación), relieve (la pendiente y altitud) el tipo de suelo (humedad, porosidad, textura, materia orgánica y pH), clase de vegetación y la disponibilidad de agua.

Estos datos se pueden obtener de diversas fuentes, como imágenes satelitales, estaciones en tierra, datos de encuestas y datos de campo.

Los datos recopilados deben ser procesados para que sean compatibles con el software de SIG. Para ello se utilizaron técnicas de análisis espacial para modelar las áreas con las características de la necesidad a mejorar y los resultados que se quieren obtener. Estos análisis espaciales se validaron con datos de campo. Esto ayuda a garantizar que los sitios identificados son realmente aptos para el establecimiento de dichos sistemas agroforestales.

Además, el municipio de Puracé, reúne todos los factores que se consideran relevantes para para el establecimiento de sistemas agroforestales, los cuales incluyen: zonas con una pendiente mayor o igual a 20 grados que tienen un mayor riesgo de erosión del suelo, zonas con precipitaciones intensas y frecuentes y zonas con una cobertura vegetal escasa.

Palabras claves.

Agroforestal, erosión, cultivos, sistemas de información, problemática ambiental, Biofísico.

1. INTRODUCCIÓN.

Los cultivos agroforestales son sistemas de producción agrícola que combinan árboles, arbustos y cultivos agrícolas. Estos sistemas tienen una serie de beneficios, incluyendo la reducción de la erosión del suelo. En sitios de alta pendiente, los cultivos agroforestales pueden ayudar a reducir la erosión de varias maneras. En primer lugar, los árboles y arbustos proporcionan cobertura al suelo, lo que ayuda a protegerlo del impacto de las gotas de lluvia y el viento. En segundo lugar, las raíces de los árboles y arbustos ayudan a estabilizar el suelo y a prevenir su deslizamiento. En tercer lugar, los árboles y arbustos pueden ayudar a mejorar la infiltración del agua en el suelo, lo que ayuda a reducir la escorrentía y la erosión. (Farfán, 2013).

Existen una variedad de sistemas agroforestales que se pueden implementar en sitios de alta pendiente. Algunos ejemplos incluyen, los cultivos en curvas a nivel: En este sistema, los cultivos se plantan en curvas que siguen la pendiente del terreno esto ayuda a reducir la escorrentía y la erosión. (Rubio, 2006). Los Cultivos intercalados: En este sistema, los árboles y arbustos se plantan entre los cultivos agrícolas. Esto ayuda a proporcionar cobertura al suelo y a estabilizarlo.

La elección del sistema agroforestal adecuado dependerá de una serie de factores, incluyendo la pendiente del terreno, el tipo de suelo, el clima y los cultivos que se desea cultivar. Balam, A. (2020). Los cultivos agroforestales pueden ser una forma efectiva de reducir la erosión del suelo en sitios de alta pendiente. Estos sistemas ofrecen una serie de beneficios adicionales, incluyendo la mejora de la biodiversidad, la calidad del agua y la productividad agrícola.

Al establecer un SAF se deben aplicar técnicas de manejo de uso del suelo, combinando árboles de uso múltiple y maderable, con cultivos agrícolas perennes y/o producción animal en el mismo sistema, lo cual se logra utilizando un “arreglo” o secuencia temporal de cultivo, según las prioridades del productor (Oficina Nacional Forestal, 2013).

Las asociaciones más comunes en este tipo de arreglos, son por ejemplo, la siembra de un cultivo perenne como el cacao (*teobroma cacao*), con una especie forestal Teca (*Tectona grandis*) y una herbácea maíz (*Zea Mays*), así mismo, se pueden establecer otros cultivos como el plátano, frijol y cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*), entre otros. Para ello se deben tener en cuenta los requerimientos agroecológicos de los cultivos, el estudio de mercado y sobre todo garantizar la seguridad alimentaria, contribuyendo a la unidad familiar agrícola (UFA), definida por la Agencia Nacional de Tierras, como la empresa básica de producción agrícola,

pecuaria, acuícola o forestal, cuya extensión permite a las familias campesinas beneficiarias recibir remuneración por su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que ayude a la formación de su patrimonio. Lo anterior, de acuerdo con las condiciones agroecológicas de la zona y con la aplicación de tecnología adecuada.

2. OBJETIVOS

Objetivo general.

Desarrollar una estrategia apoyada en los SIG para seleccionar zonas con potencial para el establecimiento de cultivos agroforestales en el municipio de Puracé, Cauca.

Objetivos específicos.

- Caracterizar las zonas de alta pendiente del municipio de Puracé.
- Identificar los factores antrópicos que influyen en la erosión del suelo en el municipio de Puracé.
- Seleccionar los sistemas agroforestales más adecuados para las zonas identificadas.

3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA AMBIENTAL.

El municipio de Puracé, ubicado en el departamento del Cauca, Colombia, es un territorio de gran importancia ambiental, alberga el Parque Nacional Natural Puracé, el cual es uno de los páramos más extensos y elevados del país. Este parque es fuente de agua para los ríos Cauca, Magdalena, Caquetá y Patía, que abastecen a millones de personas en Colombia y Ecuador.

Sin embargo, este importante ecosistema se enfrenta a una serie de amenazas ambientales que ponen en riesgo su conservación. Entre los principales problemas ambientales del municipio de Puracé se encuentran la deforestación, la expansión de la frontera agrícola y ganadera que son una de las principales causas de la deforestación en el municipio, sin olvidar la explotación minera que se da en el municipio la cual es muy ofensiva para la contaminación de las fuentes hídricas, el daño a los ecosistemas y el ambiente. La tala indiscriminada de árboles para la producción de pastos y cultivos está destruyendo los bosques nativos, lo que tiene un impacto negativo en la biodiversidad y el ciclo hidrológico. (Gómez, & Toro 2022), como consecuencia de ello está la migración de especies endémicas, pérdida de bosques nativos y el conflicto entre la comunidad por uso del territorio. La disminución de la cobertura vegetal está provocando un aumento en la escorrentía y la erosión.

La contaminación del agua, el aire y el suelo también es un problema grave en el municipio, derivado en gran parte por la actividad minera ilegal, los residuos mineros están contaminando los ríos y aguas abajo no es posible la captación para consumo humano, además, en las lagunas se acumulan residuos tóxicos como el mercurio, que cambia las propiedades físico-químicas del agua, volviéndola más ácida e insalubre, lo que pone en riesgo la salud humana, animal y la biodiversidad.

4. DESARROLLO Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO

Los ecosistemas naturales pueden ser útiles como modelos para diseñar sistemas agrícolas sustentables. El rasgo más sobresaliente de los bosques naturales radica en la organización múltiple de los árboles, arbustos, malezas y hongos, en la que cada uno utiliza diferentes niveles de energía y recursos, y donde cada uno contribuye al funcionamiento del sistema total. (Farell, 1991).

Así mismo, sembrar árboles es de gran utilidad para mitigar los efectos del cambio climático, ya que en su proceso de crecimiento reducen la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, uno de los principales gases de efecto invernadero; además evitan la erosión del suelo y favorecen el ciclo de lluvia (Revista Espejo, 2022).

Para desarrollar este estudio, se recopiló información del municipio de Puracé, como los aspectos ambientales más importantes, datos como el clima, tipo de suelo, hidrografía, topografía y vegetación, entre otros. Fue importante determinar la extensión de la erosión del suelo en Puracé. Se realizó mediante el uso de técnicas de teledetección, como imágenes satelitales o imágenes aéreas que pudimos identificar gracias a la plataforma del Instituto Geográfico Agustín Codazzi "IGAC".

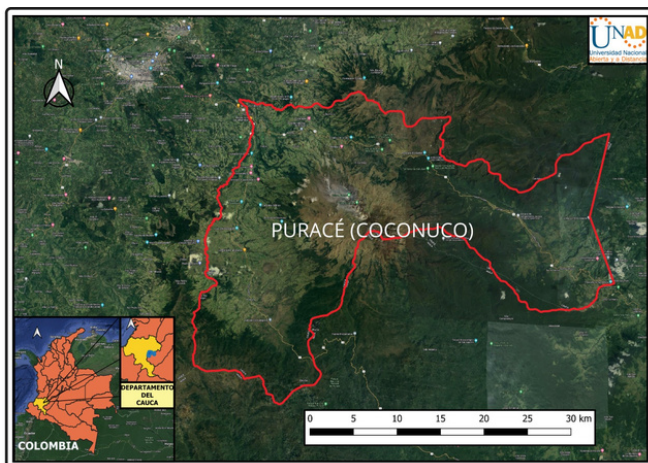
También fue importante identificar los factores que causan la erosión del suelo como la agricultura, la ganadería, la deforestación, el cambio climático y la topografía apoyados de la plataforma del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Y finalmente determinamos los impactos de la erosión del suelo en Puracé los cuales pueden incluir la pérdida de productividad agrícola, la disminución de la calidad del agua, la pérdida de biodiversidad y la degradación del paisaje.

ÁREA DE ESTUDIO.

El Municipio de Puracé está ubicado en el departamento del Cauca, Colombia. Su cabecera municipal es Coconuco localizada a los 02° 20' 53" de latitud norte y 76° 30' 03" de longitud oeste y ubicada a una altitud de 2850 metros sobre el nivel del mar. El municipio limita por el norte con Popayán y Totoró, por el este y el sur con el departamento del Huila y por el oeste con Sotará.

Cuenta con área de 783 km² y tiene una topografía escarpada. La población del Municipio es de aproximadamente 20.000 habitantes y está compuesta principalmente por campesinos e indígenas. El municipio está ubicado en la cordillera central de los Andes colombianos.(Alcaldía de Purace, Cauca, s.f.)

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.



Fuente. Elaboración propia. 2023

El Municipio de Puracé es una zona de gran importancia ecológica, alberga el Parque Nacional Natural Puracé, que es un área protegida de gran importancia para la conservación de la biodiversidad.

Principales características geográficas del Municipio de Puracé:

Topografía: El municipio tiene una topografía escarpada, con pendientes que superan el 50% en algunos casos. Esta topografía es el resultado de la actividad volcánica, que ha moldeado el relieve de la región.

Hidrografía: El municipio está atravesado por una serie de ríos y arroyos, que son afluentes del río Cauca. Los principales ríos del municipio son el Puracé, el Coconuco y el Patía.

Clima: El municipio tiene un clima templado-frío, con temperaturas que varían entre los 10 y los 25 grados Celsius. El municipio se encuentra en la zona de vida de bosque húmedo montano.

Vegetación: El municipio está cubierto por una exuberante vegetación, que incluye bosques húmedos, páramos y humedales. El municipio alberga una gran diversidad de flora y fauna, que incluye especies endémicas y amenazadas.

La economía del Municipio de Puracé se basa principalmente en la agricultura, la ganadería y el turismo. Los principales productos agrícolas del municipio son el café, el maíz y la papa. La ganadería también es una actividad importante en el municipio. El turismo es una actividad creciente en el municipio, que ofrece atractivos naturales como el volcán Puracé, el lago de Puracé y el páramo de Puracé.

Volcán Puracé: El volcán Puracé es un volcán activo, ubicado en el centro del municipio. El volcán tiene una altura de 4.650 metros sobre el nivel del mar.

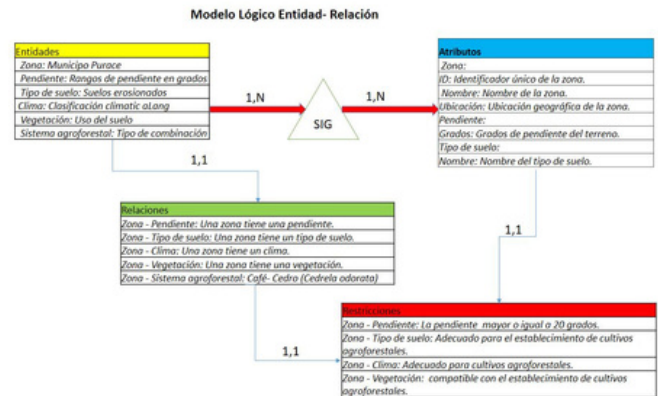
Lago de Puracé: El lago de Puracé es un lago de origen volcánico, ubicado en la base del volcán Puracé. El lago tiene una superficie de 2,5 km² y una profundidad de hasta 100 metros.

Páramo de Puracé: El páramo de Puracé es un páramo ubicado en la parte alta del municipio. El páramo tiene una altura de entre 3.000 y 4.000 metros sobre el nivel del mar.

5. MODELO LÓGICO ENTIDAD – RELACIÓN.

Este modelo lógico entidad relación puede utilizarse para identificar zonas con potencial para el establecimiento de cultivos agroforestales en el municipio de Puracé. El modelo permite almacenar datos sobre las características de las zonas, como la pendiente, el tipo de suelo, el clima y la vegetación. Estos datos pueden utilizarse para identificar las zonas con mayor riesgo de erosión del suelo, las cuales son las zonas más adecuadas para el establecimiento de cultivos agroforestales. Una vez que se han identificado las zonas con mayor riesgo de erosión del suelo, se pueden seleccionar los sistemas agroforestales más adecuados para estas zonas. La selección de los sistemas agroforestales debe basarse en las características de las zonas, así como en los objetivos de la restauración.

Figura 2. Modelo Lógico Entidad- Relación



Fuente. Elaboración propia. 2023

6. PLANTEAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE LOS GEO PROCESOS.

La identificación de las zonas que permitan establecer cultivos agroforestales, se puede realizar por medio del empleo de técnicas de análisis espacial. El análisis espacial es el proceso de modelar áreas o sectores a partir de imágenes y datos obtenidos desde sensores remotos que por medio de los sistemas de información geográfica podemos interpretar y analizar los resultados obtenidos e implementar las estrategias de mitigación.

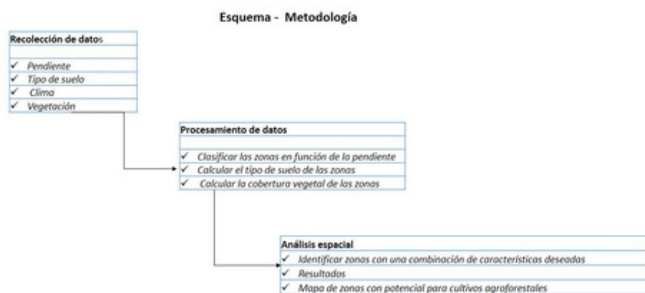
El análisis espacial resulta útil para evaluar la conveniencia y la capacidad del área de estudio, para realizar los cálculos, predecir, las relaciones entre la calidad del suelo y la productividad de los cultivos agroforestales. Las direcciones de las zonas de cultivo se pueden geo codificar tomando como referencia la capa de suelo, adicionar características específicas (como pH, textura,

nutrientes, etc.) y establecer zonas de influencia, por ejemplo, a una distancia de 150 metros.

Estas capas se pueden superponer para estudiar la relación espacial y su impacto en la productividad de los cultivos agroforestales. Rubiano, J. E., & Castro, A. (2016). El análisis espacial es uno de los aspectos más interesantes y destacables de SIG con él, los usuarios pueden combinar información de numerosos orígenes, públicos, privados, independientes y obtener un grupo completamente nuevo de información.

Flujo de trabajo para identificar zonas para establecer cultivos agroforestales utilizando SIG:

Figura 3. Esquema - Metodología

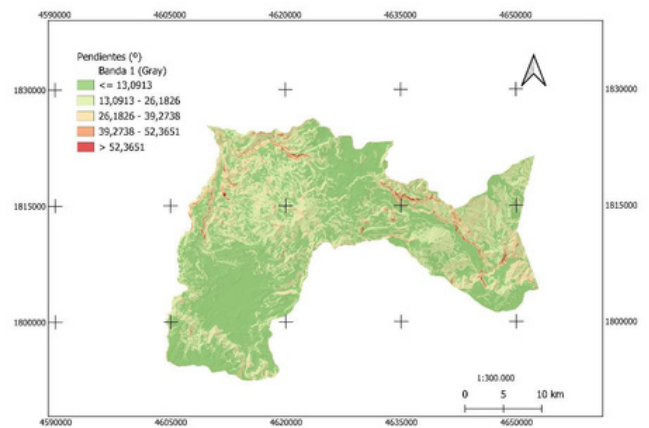


Fuente. Elaboración propia. 2023

Para identificar las zonas con potencial para el establecimiento de cultivos agroforestales, se realizaron los geo procesos apoyados con SIG, teniendo en cuenta:

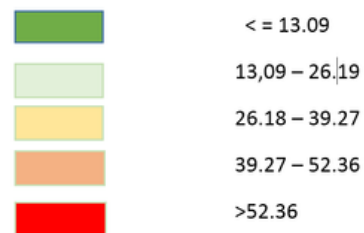
Pendiente: Las zonas con una pendiente mayor o igual a 20 grados tienen un mayor riesgo de erosión del suelo, por lo que son más adecuadas para el establecimiento de cultivos agroforestales. Se realizara partiendo de un modelo digital de elevación y procesarlo para obtener pendientes en grados.

Figura 4. Pendiente.



Fuente. Elaboración propia. 2023

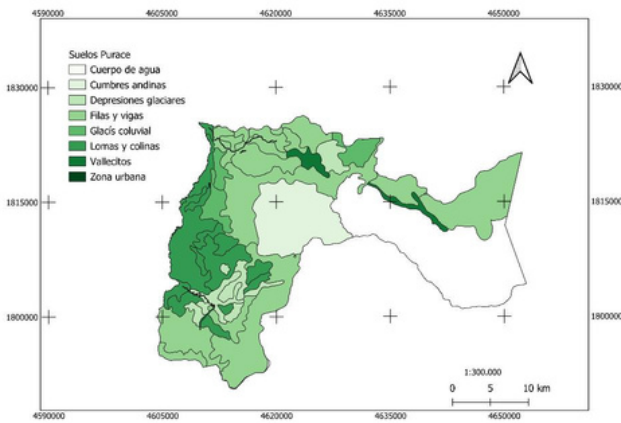
Interpretación de las pendientes en el municipio de Puracé



Tipo de suelo: Los suelos arenosos y pedregosos tienen un mayor riesgo de erosión del suelo, por lo que son más adecuados para el establecimiento de cultivos agroforestales. Se obtendrá de la capa de suelo que proporciona el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

<https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>

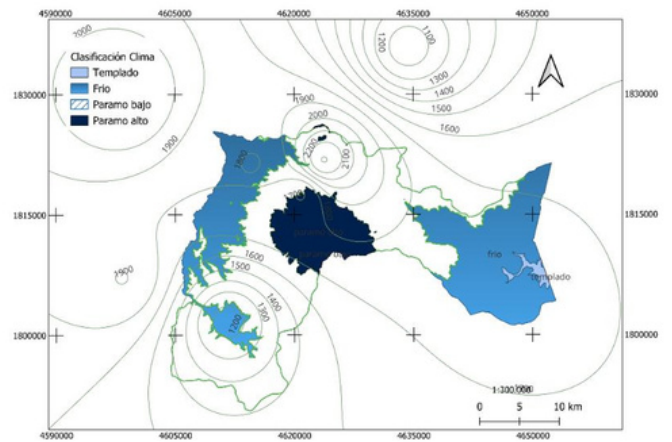
Figura 5. Tipo de Suelo



Fuente. Elaboración propia. 2023

Clima: Las zonas con precipitaciones intensas y frecuentes tienen un mayor riesgo de erosión del suelo, por lo que son más adecuadas para el establecimiento de cultivos agroforestales. Esto se determinará con la capa Precipitación Media Total Anual Promedio Multianual durante el periodo 1981-2010 tomada de <http://www.ideam.gov.co/capas-geo>

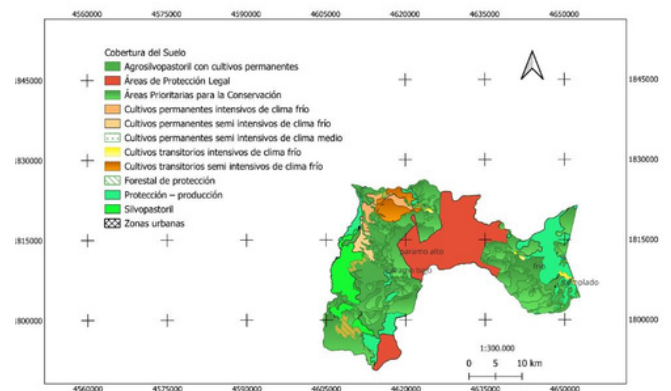
Figura 6. Clima



Fuente. Elaboración propia. 2023

Vegetación: Las zonas con una cobertura vegetal escasa tienen un mayor riesgo de erosión del suelo, por lo que son más adecuadas para el establecimiento de cultivos agroforestales. Se realizara un corte de la capa de cobertura del suelo tomada de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>

Figura 7. Vegetación.



Fuente. Elaboración propia. 2023

7. MODELAMIENTOS PARA LOGRAR TANTO LA CORRECTA IDENTIFICACIÓN Y MAPIFICACIÓN DEL PROBLEMA LOCALIZADO GEOGRÁFICAMENTE.

Especificación de los Geo procesos.

- **Clasificación:** Se puede utilizar para clasificar las zonas en función de los criterios establecidos.
- **Operaciones de geometría:** Se pueden utilizar para calcular la pendiente, el tipo de suelo y la cobertura vegetal de las zonas.
- **Análisis espacial:** Se pueden utilizar para identificar zonas con una combinación de características deseadas.
- **Capas de atributos:** Estas capas contienen información sobre las características de las zonas de conservación y cultivos. Por ejemplo, la capa de zonas de conservación puede contener información sobre el tipo de ecosistema, la importancia ecológica, y la vulnerabilidad a la degradación. La capa de cultivos puede contener información sobre el tipo de cultivo, el rendimiento esperado, y los requisitos de riego. (Fajardo,2017)
- **Herramientas de análisis:** Estas herramientas se utilizan para identificar las zonas de conservación y cultivos. Por ejemplo, se pueden utilizar herramientas de clasificación para identificar los tipos de ecosistemas, y herramientas de análisis espacial para identificar las zonas que son adecuadas para la agrofrestación. (Fajardo,2017)

Por ejemplo, para identificar las zonas con una pendiente mayor o igual a 20 grados, se puede utilizar el geoproceto de Clasificación para clasificar las zonas en función de su pendiente. El geoproceto de Clasificación utiliza una tabla de valores de clasificación para asignar una clase a cada zona. En este caso, la tabla de valores de clasificación podría ser la siguiente:

Tabla 1. Pendiente

Pendiente	Clase
Menor a 20 grados	No apta
Igual o mayor a 20 grados	Apta

Una vez clasificadas las zonas en función de su pendiente, se pueden utilizar otros geoprocetos para identificar zonas con otras características que puedan ser usadas para la implementación de los sistemas agroforestales. Por ejemplo, para identificar las zonas con un tipo de suelo, se puede utilizar el geoproceto de Operaciones de geometría para cortar el área de influencia en estudio de cada zona. El geoproceto de Operaciones de geometría utilizado un modelo digital de elevación (DEM) será para generar el mapa de pendiente.

El Álgebra de Mapas se utiliza para identificar áreas prioritarias, también es la técnica más sencilla con la cual se realizan los análisis cuantitativos simples y en muchos casos de carácter subjetivo; sus resultados

llegan a presentar gran incertidumbre y un elevado margen de error, por esta razón es importante la clasificación de las capas que nos van a dar las variables que nos permitan obtener los mejores resultados. Se considera que el Álgebra de Mapas debe considerarse como el instrumento final de análisis de cualquier proceso, que cuente con un análisis cuantitativo previo y adecuado a los criterios, indicadores, amenazas o restricciones; o bien su empleo tiene que sustituirse por métodos de optimización. (Fajardo, 2017).

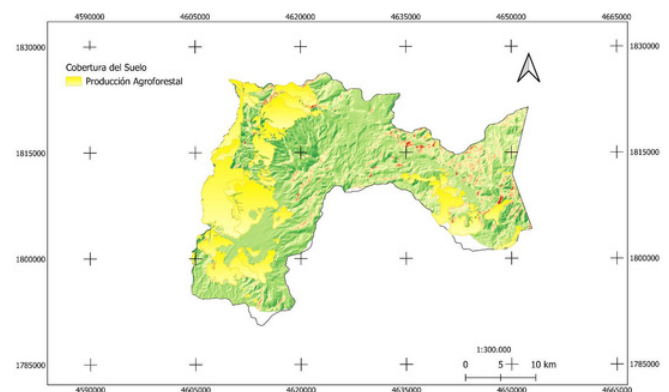
El municipio de Puracé tiene un área de 783 Km² y con una altura promedio de 2850 m sobre el nivel del mar, es de gran relevancia hídrica para el departamento del Cauca, pues tiene aproximadamente 50 lagunas y lo atraviesa los ríos Magdalena, Patía, Cauca y Caquetá. En los indicadores históricos recopilados por el Municipio se observa una deforestación aproximada de 805,24 hectáreas para el año 2010, información contrastada con los datos del IDEAM, siendo los proyectos de agricultura y vías rurales las de mayor impacto principalmente en las veredas San Bartolo, Alto de la Laguna, Patugó, Cobaló y San Pedrillo.

Por medio de la herramienta QGIS se realiza el proceso de para estimar la erosión del suelo para esto contamos con el modelo digital de elevaciones, al cual se le ha realizado el proceso de corte para indicar el municipio y establecer el área total, disponemos de una capa vectorial que contiene el factor de cobertura vegetal,

otra con la información de los datos climáticos, así mismo la información de los ecosistemas, y finalmente los valores de la erosión del suelo.

Sobre el modelo digital de elevaciones realizamos el cálculo de las pendientes, de esta forma obtenemos los polígonos y las áreas de pendientes inclinadas, a continuación se hace el proceso de intersección de la capa de cobertura vegetal para estimar las zonas propensas a la erosión de esta forma se hace la clasificación acorde al grado de inclinación esta acción nos permite también clasificar las otras capas vectoriales de clima y de los ecosistemas, para obtener el mapa final con las zonas aptas para la implementación de los procesos agroforestales que corresponde a 1'436022 hectáreas en el municipio de Puracé.

Figura 8. Esquema Mapa de selección de sitios Agroforestales



Fuente. Elaboración propia. 2023

8. CONCLUSIONES

Los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas útiles para la selección de áreas aptas para el desarrollo de la producción agroforestal. Algunas de las ventajas de aplicar SIG son mejora la toma de decisiones: Los SIG permiten la integración de datos de diferentes fuentes y su análisis espacial, lo que facilita la identificación de áreas aptas para la producción agroforestal y la toma de decisiones informadas. Rubiano & Castro, (2016). En el trabajo se logró la identificación de áreas con mayor potencial para la producción agroforestal, lo que permite optimizar el uso de recursos como el agua, la tierra y los fertilizantes evitando la erosión del suelo.

La información para la aplicación de esta metodología se necesita datos sobre una variedad de factores, como la pendiente, el tipo de suelo, el clima y la vegetación. Finalmente los SIG permiten realizar análisis espaciales precisos para identificar áreas con las características deseadas. Esto es importante para garantizar que los cultivos agroforestales se establezcan en áreas que sean adecuadas para su desarrollo. El establecimiento de cultivos agroforestales en esta región presenta una serie de ventajas, entre las que se encuentran, mejora de la producción agrícola y pecuaria, los cultivos agroforestales pueden ayudar a aumentar la producción agrícola y pecuaria, ya que brindan una serie de beneficios, como, protección de los cultivos de los vientos, el sol y las plagas también mejora la fertilidad del suelo, ahorro de agua y uno de o más

importante y que es el objetivo de la investigación es la reducción de la erosión.

En cuanto a la protección del medio ambiente los cultivos agroforestales pueden ayudar a proteger el medio ambiente, ya que brindan una serie de beneficios, como la reducción de la deforestación, conservación de la biodiversidad, Captura de carbono. En cuanto a la parte económica pueden ayudar a mejorar la economía local, ya que brindan una serie de beneficios, al generar nuevos empleos, diversifica el mercado y da apertura a nuevos mercados.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda incluir a las comunidades locales en el proceso de planificación y elaboración de los proyectos, ejecutando diagnósticos participativos de las necesidades y potencialidades de las comunidades locales ya que estas no son tenidas en cuenta y por eso se presentan este tipo de problemáticas.

Es necesario instaurar mecanismos de apoyo económico y técnico para los agricultores, pues sin recursos no se puede llevar a cabo las medidas de mitigación de impactos ambientales.

Se recomienda desarrollar programas de educación y sensibilización sobre los beneficios de los cultivos agroforestales a todas las comunidades, efectuando programas de capacitación y asistencia técnica para los agricultores y promoviendo la investigación y el desarrollo de nuevos sistemas agroforestales adaptados a las condiciones locales.

9. BIBLIOGRAFIA

Agencia Nacional de Tierras. (s.f.). Unidad Agrícola Familiar (UAF) por Unidades Físicas Homogéneas (UFH). Recuperado el Diciembre de 3 de 2023, de <https://www.ant.gov.co/servicio-al-ciudadano/unidad-agricola-familiar/>

Alcaldía de Puracé, Cauca. (s.f.). Como llegar al municipio. Recuperado el 3 de Diciembre de 2023, de [https://www.purace-cauca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Como-llegar-al-municipio.aspx#:~:text=Por%20el%20Norte%3A%20con%20Popay%C3%A1n,\(Santa%20Leticia\)%20y%20Purac%C3%A9.](https://www.purace-cauca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Como-llegar-al-municipio.aspx#:~:text=Por%20el%20Norte%3A%20con%20Popay%C3%A1n,(Santa%20Leticia)%20y%20Purac%C3%A9.)

Ángeles Mazo, N., Rubiano, J. E., & Castro, A. (2016). Sistemas agroforestales como estrategia para el manejo de ecosistemas de Bosque seco Tropical en el suroccidente colombiano utilizando los SIG.

Chaucanes Tello, J. D., & Rodríguez, A. A. (2018). Propuesta de identificación de zonas aptas para cultivos en el Municipio de Puracé utilizando análisis con sistema de información geográfica y metodología multicriterio.

Domínguez Balam, A. (2020). Análisis de los programas para el establecimiento y mantenimiento de sistemas Agroforestales en el estado de Campeche (Doctoral dissertation).

FARFÁN, F. (2013). Establecimiento de sistemas agroforestales con café. Cenicafé.

Farell, J. G., & Altieri, M. A. (1999). Sistemas agroforestales. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan-Comunidad, Montevideo, Uruguay.

Oficina Nacional Forestal. (2013). Guía Técnica SAF, para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables. Pag 4. Costa Rica: Oficina Nacional Forestal.

Rengifo-Rengifo, i. y., Muñoz-Gómez, f. a., & Toro-Trochez, o. a. (2022). Modelo USLE para estimar la erosión hídrica en siete municipios de la zona andina colombiana. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 20(2), 29-44.

Revista Espejo. (2022). Incrementar áreas verdes para combatir el cambio climático y la erosión del suelo. Espejo. Obtenido de <https://revistaespejo.com/2022/06/28/incrementar-areas-verdes-para-combatir-el-cambio-climatico-y-la-erosion-del-suelo/#:~:text=Destac%C3%B3%20que%20sembrar%20%C3%A1rboles%20es,favorecen%20el%20ciclo%20de%20lluvia.>

Rubio, F. G. (2006). Sistemas agroforestales de Yopal: diagnóstico y diseño. Corpoica.

10. ENLACE YOUTUBE VIDEO DE LA SUSTENTACIÓN

https://www.youtube.com/watch?v=teePf1f_JEA
