

Propuesta de identificación de zonas aptas para cultivos en el Municipio de Purace utilizando análisis con sistema de información geográfica y metodología multicriterio

Estudiante: Anderson Rodríguez. Correo: aarodriguezrod@unadvirtual.edu.co Estudiante: Julian Darío Chaucanes Tello. Correos: jdchaucanest@unadvirtual.edu.co Grupo: 302278112_9.

JULIAN CHAUCANES 27 DE MAYO DE 2023 14:34 UTC

Resumen

Este estudio propone utilizar sistemas de información geográfica (SIG) y análisis multicriterio para identificar áreas aptas para cultivos y proteger zonas ambientalmente sensibles en el Municipio Puracé, departamento del Cauca. Se integraron datos biofísicos de clima, suelo, restricciones ambientales y cobertura del suelo para evaluar la aptitud agrícola. Los resultados permitieron identificar zonas con alto potencial agrícola, así como áreas para conservación y agroforestales. La metodología empleada incluyó el análisis de datos geoespaciales utilizando SIG y la aplicación de la metodología multicriterio. Estos hallazgos respaldan la toma de decisiones informadas en el desarrollo agrícola sostenible, teniendo en cuenta tanto la productividad agrícola como la preservación del medio ambiente. Esta propuesta busca mitigar problemas ambientales como la degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y la contaminación del agua, al fomentar un desarrollo agrícola sostenible y la conservación del suelo.

Palabras claves: sistema de información geográfica, Análisis multicriterio, Geoprocesos

Abstracto

This study proposes to use geographic information systems (GIS) and multicriteria analysis to identify suitable areas for crops and protect environmentally sensitive areas in the Puracé Municipality, Cauca department. Biophysical data on climate, soil, environmental constraints, and land cover were integrated to assess agricultural suitability. The results made it possible to identify areas with high agricultural potential, as well as areas for conservation and agroforestry. The methodology used included the analysis of geospatial data using GIS and the application of the multicriteria methodology. This evidence supports informed decision-making in sustainable agricultural development, taking into account both agricultural productivity and that of the environment. This proposal seeks to mitigate environmental

problems such as soil degradation, biodiversity loss and water pollution, by promoting sustainable agricultural development and soil conservation.

Keywords: geographic information system, multicriteria analysis, geoprocesos

Índice

- Portada
- Resumen
- Introducción
- Objetivos
- Problemática ambiental
- Modelo entidad relación
- Planteamiento de los geoprocesos SIG
- Desarrollo y análisis de los Geo procesos.
- Imagen de Resultados Cartográfico de aptitud para el Municipio Purace
- Video de sustentación
- Conclusiones
- Bibliografías

Introducción

Los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas altamente útiles y aplicables en diversas disciplinas, ya que mejoran la capacidad de respuesta y el tiempo de resolución de problemas. La adopción de nuevas tecnologías siempre es beneficiosa para el progreso, aunque puede requerir cierta adaptabilidad. En el ámbito de la agricultura, la implementación de pequeñas mejoras, como la cartografía digital para la delimitación de predios y el establecimiento de cálculos de áreas, junto con bases de datos que proporcionen información interactiva sobre propietarios y cultivos, representa un gran avance (Galacho, 2010). Los SIG se encuentran estrechamente vinculados con lo que se ha denominado 'Agricultura Inteligente', que se define como la aplicación precisa de insumos en el momento y lugar adecuados

(Cevallos et al., 2010). La evaluación de la aptitud de un municipio para desarrollar actividades agrícolas implica la consideración de múltiples parámetros que deben relacionarse e integrarse para determinar las condiciones favorables o desfavorables para dicho desarrollo (Galacho, 2010).

La toma de decisiones basada en la evaluación multicriterio es un proceso que utiliza conceptos, modelos y métodos para describir, evaluar, jerarquizar, elegir o rechazar alternativas en función de una valoración expresada por intensidades de preferencia, de acuerdo con diferentes criterios (Galacho et al., 2010). La aplicación de técnicas de evaluación multicriterio en los SIG ayuda a los usuarios a mejorar el proceso de toma de decisiones (Carver, 1991).

La integración de estos conceptos y enfoques en el análisis de aptitud agrícola mediante el uso de SIG y la metodología multicriterio permite una toma de decisiones más informada y precisa (Alonso et al., 2003). En este trabajo, se propone aplicar esta metodología en el Municipio Puracé del departamento del Cauca, con el objetivo de identificar áreas aptas para cultivos y proteger zonas de importancia ambiental. Al abordar estos aspectos, se contribuirá a mitigar problemas ambientales como la degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y la contaminación del agua, promoviendo un desarrollo agrícola sostenible y la conservación del medio ambiente.

Objetivos

Objetivos General.

Proponer la delimitación de áreas con aptitud para cultivos en el Municipio Puracé del departamento del Cauca, mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG) y la metodología multicriterio.

Objetivos Específicos:

- Identificar y seleccionar las variables relevantes para proponer la delimitación de áreas con aptitud para el desarrollo agrícola en el Municipio Puracé, basándose en criterios climáticos, edáficos y ambientales
- Analizar y evaluar las variables seleccionadas para determinar la aptitud relativa de las diferentes zonas del Municipio Puracé para el desarrollo agrícola.
- Elaborar una propuesta de delimitación de las áreas con mayor aptitud agrícola en el Municipio Puracé, considerando la integración de las variables evaluadas y los criterios establecidos.

Problemática ambiental.

El Municipio Purace, debido a sus características fisiográficas, presenta una gran diversidad de ecosistemas, tanto terrestres como acuáticos, que ofrecen una amplia gama de servicios ambientales (Arcila et al., 2004). Sin embargo, estos ecosistemas se encuentran amenazados por diversas problemáticas ambientales. Por ejemplo, la deforestación y la expansión de la frontera agrícola

han llevado a la pérdida de la cobertura vegetal original en vastas áreas, especialmente en la franja altitudinal entre 500 y 2.500 metros sobre el nivel del mar (Arcila et al., 2004; INGEOMINAS, 2012). Este deterioro progresivo del ecosistema de montaña también ha resultado en la pérdida de biodiversidad y en la alteración de los procesos vitales de las poblaciones silvestres de especies (Villarreal et al., 2019). Además, el Municipio Purace se enfrenta a desafíos específicos relacionados con la conservación de ecosistemas sensibles, como los páramos, humedales y áreas de importancia ambiental estratégica. La protección de estos ecosistemas es fundamental para garantizar la continuidad de los procesos vitales de las especies y para mitigar los efectos del cambio climático y la intervención humana (Villarreal et al., 2019; Pabón-Mora et al., 2020). La ubicación de familias en zonas de páramos también representa una problemática, ya que puede generar impactos negativos en estos ecosistemas frágiles y sus servicios ambientales (Villarreal et al., 2019).

Entre las problemáticas que se presentan en el Municipio Purace se destacan la deforestación de bosques primarios, la deforestación de microcuencas, el avance de la frontera agrícola, la pérdida de agua por un manejo inadecuado, la subutilización de recursos y la pérdida de suelos por erosión (Arcila et al., 2004; INGEOMINAS, 2012; Villarreal et al., 2019). Estas problemáticas requieren medidas de conservación y manejo adecuadas para garantizar la sostenibilidad ambiental y promover un desarrollo agrícola responsable en el municipio.

La pérdida de biodiversidad y la degradación del suelo son problemas ambientales significativos en el Municipio Purace. Investigaciones han destacado la importancia de conservar y proteger los ecosistemas de alta montaña en la región, como los páramos y los bosques andinos, debido a su valor ecológico y su capacidad para brindar servicios ambientales clave, como la regulación del agua y la captura de carbono (Cárdenas et al., 2017; Valenzuela et al., 2020)."

"El cambio climático también representa una amenaza para el Municipio Purace y sus ecosistemas. Estudios han identificado cambios en los patrones de temperatura y precipitación en la región, lo que puede tener impactos significativos en la disponibilidad de recursos hídricos, la productividad agrícola y la distribución de especies (Carvajal-Quintero et al., 2016; Rojas et al., 2018). Es fundamental considerar estos cambios climáticos en la propuesta de delimitación de áreas aptas para cultivos, para garantizar la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a futuros escenarios climáticos (Cárdenas et al., 2017)."

"La contaminación del agua es otro problema ambiental relevante en el Municipio Purace. Estudios han señalado la presencia de contaminantes orgánicos e inorgánicos en los cuerpos hídricos locales, especialmente asociados a actividades agrícolas y ganaderas (García-Montano et al., 2019; Romero-Franco et al., 2021). Es fundamental establecer medidas de control y gestión adecuadas para prevenir la contaminación del agua y garantizar su calidad para los diferentes usos, incluyendo el riego agrícola

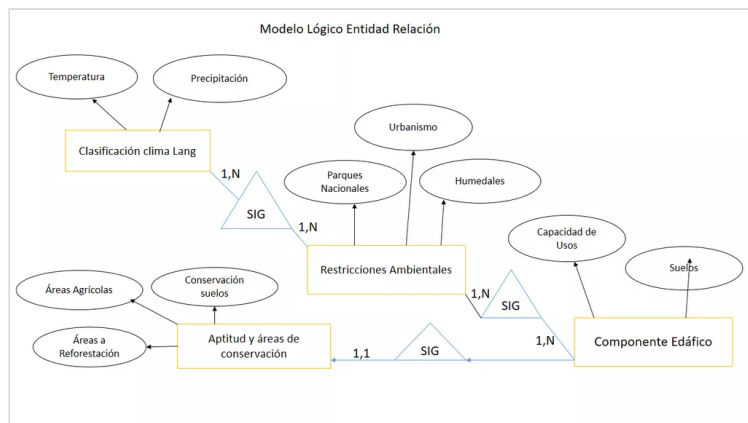
(García-Montaño et al., 2019)

Entre las problemáticas que se presentan están:

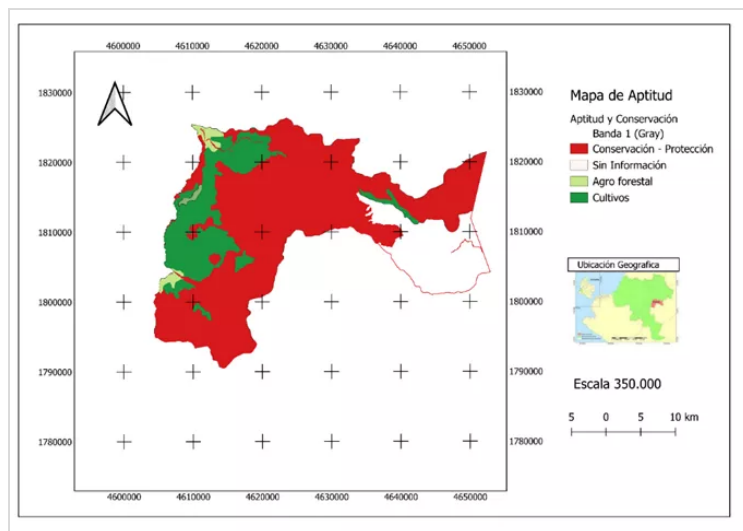
- Deforestación de bosques primarios.
- Deforestación de micro cuencas.
- Avance de la frontera agrícola
- Seguramente debe haber Pérdida de agua por mal manejo.
- Subutilización.
- Pérdida de suelos por erosión.
- Ubicación de familias en zona de Paramos

Componente	Capa Vectorial	Peso en % sobre la agricultura
Ambiental	Parques Nacionales Complejo Paramos Humedal	45
Climático	Precipitación Temperatura	20
Edáfico	Capacidad de usos Clasificación de Suelos	35

Modelo Entidad Relación

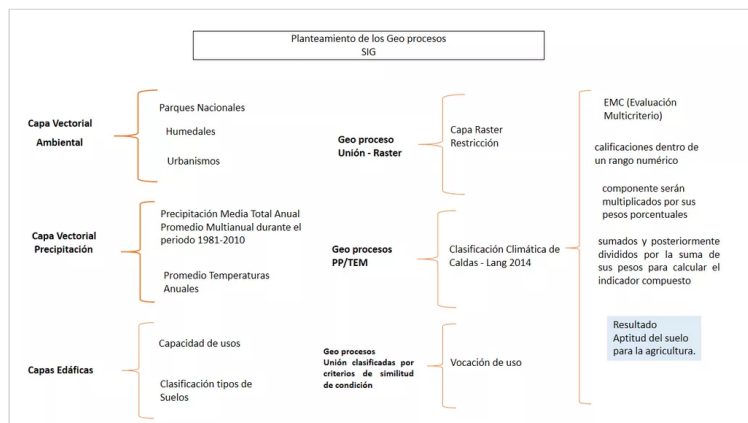


Resultados Cartográfico de aptitud para el Municipio Purace



Planteamiento de los Geoprocesos SIG

planteamiento e identificación de los geoprocesos y modelamientos para lograr tanto la correcta identificación y mapificación.



peso de influencia de indicadores dentro de cada componente

Desarrollo y análisis de los Geo procesos.

Aunque existe una metodología ya definida (análisis multicriterio) mediante la cual se determina el nivel de aptitud del Municipio y se definen las zonas de uso potencial agrícola (4 clases), no existe una ponderación, siendo así que en la asignación de las calificaciones o ponderaciones de las variables influye la experiencia y el sustento/revisión bibliográfica de investigador, de ahí parte la calidad de las matrices de ponderación; es decir que la correcta aplicación de esta metodología recae en el criterio y fundamentación que el especialista realice al asignar los valores de ponderación. A partir de este planteamiento el objetivo de esta investigación fue utilizar los SIG como apoyo para la estimación del potencial del suelo en municipios. (García et al; 2015)

las variables correspondientes a la información de los indicadores sean calificadas dentro de un rango numérico comprendido entre uno (1) a diez (4), siendo los valores cercanos a cuatro, los correspondientes a una calificación deseable para desarrollar actividades agropecuarias y los valores cercanos a uno, a una situación desfavorable o limitante para desarrollar dichas actividades.

La identificación y delimitación de las zonas con restricciones ambientales, como los páramos, paraques nacionales y humedales, reviste una gran importancia en el análisis de aptitud del suelo y la planificación del uso del territorio en el Municipio Purace. Estas áreas, debido a su alta sensibilidad y fragilidad, deben ser

protegidas y conservadas para garantizar la integridad de los ecosistemas y los servicios ambientales que brindan.

Los páramos, por ejemplo, son ecosistemas únicos y estratégicos que actúan como reguladores del recurso hídrico, capturadores de carbono y refugios de biodiversidad. Su conservación es esencial para asegurar el suministro de agua, tanto para el consumo humano como para actividades agrícolas y pecuarias, así como para la mitigación del cambio climático (Pabón-Mora et al., 2020). Los paraqués nacionales y humedales también desempeñan un papel fundamental en la regulación hidrológica, la filtración de agua y la conservación de especies acuáticas y aves migratorias (Villarreal et al., 2019).

Estas zonas con restricciones ambientales actúan como reservorios de biodiversidad y contribuyen a mantener la salud de los ecosistemas en el municipio. Su preservación no solo asegura la continuidad de los procesos vitales de las especies silvestres, sino que también promueve la resiliencia de los sistemas naturales frente a los impactos del cambio climático y la intervención humana (Villarreal et al., 2019; Pabón-Mora et al., 2020).

Por lo tanto, es fundamental considerar las restricciones ambientales y respetar las zonas donde no se debe intervenir en la planificación y toma de decisiones relacionadas con el uso del suelo en el Municipio Puracé. Esto implica establecer medidas de vigilancia y control para evitar la ampliación de las áreas agrícolas en zonas sensibles, así como promover acciones de restauración y conservación en aquellas áreas que han sido afectadas por actividades humanas no sostenibles. El cuidado y protección de estas zonas contribuirán a mantener la integridad de los ecosistemas y a garantizar la sostenibilidad ambiental a largo plazo.

Para las operaciones funcionales, se utilizará el software QGIS, a través de la herramienta "Calculadora ráster", la cual permitirá aplicar un modelo matemático de primer grado.

Posteriormente será necesario rasterizar las imágenes vectoriales para el desarrollo de la fórmula lineal ponderada que permitirá el cálculo de los píxeles, a través de la "media aritmética ponderada". Los indicadores individuales de cada componente serán multiplicados por sus pesos porcentuales, sumados y posteriormente divididos por la suma de sus pesos para calcular el indicador compuesto (IC).

Con el análisis y los geo procesos y la integración de los factores biofísicos, (clima, suelo y Ambiente), permitió la identificación de las áreas adecuadas para cultivos, se pudieron identificar problemas graves de conflicto de usos, el municipio Puracé tienen muchas restricciones de usos por su condición ambiental teniendo páramos, paraqués nacionales y humedales que son áreas de protección por su sensibilidad, se pudo detectar problemas específicos como.

Cada componente se le dio un rango de aptitud del suelo y la interacción compuesta de los tres componentes nos generó el

resultado de Aptitud del suelo para la agricultura y especialmente las zonas de protección que el municipio requiera. de aquí el peso que se le da al componente ambiental.

Conclusiones.

En conclusión, el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) y la metodología multicriterio resultó efectivo para identificar áreas aptas para cultivos agrícolas y zonas de protección en el Municipio Puracé. La integración de variables climáticas, edáficas y ambientales permitió obtener un análisis espacial que proporciona información valiosa para la toma de decisiones en la planificación del uso del suelo.

Sin embargo, es importante destacar que estos resultados deben ser respaldados por trabajos de campo que permitan validar y mejorar los criterios de peso utilizados en el análisis. La realización de estudios adicionales en el terreno proporcionaría una mayor precisión en la evaluación de la aptitud agrícola y la identificación de áreas prioritarias para la reforestación y restauración de ecosistemas degradados.

En cuanto a las recomendaciones, se sugiere establecer programas de reforestación en las áreas que han sido intervenidas para la actividad pecuaria, especialmente en zonas de alta pendiente. La restauración de la cobertura vegetal en estas áreas contribuirá a la conservación del suelo, la protección de los recursos hídricos y la mitigación del cambio climático.

Además, se recomienda implementar medidas de vigilancia y control para evitar la ampliación de las áreas agrícolas en zonas donde no se debe establecer este tipo de usos, como los páramos, humedales y otras áreas de importancia ambiental estratégica. La protección de estos ecosistemas sensibles es fundamental para preservar la biodiversidad y los servicios ambientales que brindan.

En resumen, la propuesta de delimitación de áreas aptas para cultivos agrícolas en el Municipio Puracé, basada en el uso de SIG y la metodología multicriterio, brinda información relevante para la planificación del uso del suelo. Sin embargo, se requiere un enfoque integrado que considere tanto los aspectos productivos como los ambientales, promoviendo un desarrollo agrícola sostenible y la conservación del medio ambiente.

Link video YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=gm2k4jYnVuU>

Bibliografía

Arcila, M., López, G., & Montenegro, O. (2004). Metodología para la zonificación agroecológica en el Municipio de Puracé. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 57(2), 256-269.

INGEOMINAS (Instituto Colombiano de Geología y Minería). (2012). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Municipio de Puracé*. Informe técnico, 1-256.

Villarreal, H., Buitrago, C., Duque, A., & Martínez, C. (2019). *Análisis de la situación ambiental y socioeconómica del área de influencia del municipio de Puracé (Cauca, Colombia)*. *Gestión y Ambiente*, 22(2), 37-54.

Pabón-Mora, N., Guzmán-Díaz, L., & Toro, M. (2020). *Análisis de los cambios de uso de suelo en la cuenca alta del Río Patía, Cauca, Colombia*. *Gestión y Ambiente*, 23(2), 115-134.

Cárdenas, A., Roa-García, M. C., & Giraldo, M. (2017). *Evaluación del potencial de almacenamiento de carbono en los suelos de páramo en el Departamento del Cauca, Colombia*. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2), 100-113.

Valenzuela, C., Aguirre, N., Navarrete, D., & García, L. (2020). *Aproximación a la capacidad de captura de carbono de los páramos*

en el sur de Colombia. *Revista Geográfica de América Central*, 65, 31-49.

Carvajal-Quintero, J. D., Monasterio, M., & Podestá, G. (2016). *Efecto del cambio climático sobre los rangos altitudinales de especies arbóreas en los Andes tropicales*. *Revista de Biología Tropical*, 64(3), 1067-1080.

Rojas, E. C., Sarmiento, L., & Aguilera, C. M. (2018). *Cambio climático y diversidad vegetal en los páramos de Colombia*. *Revista de Biología Tropical*, 66(Suppl. 1), S203-S218.

Pabón-Mora, N., et al. (2020). *Estrategias para la conservación de los páramos andinos en el contexto del cambio climático*. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 12(2), 301-322.

Villarreal, H., et al. (2019). *Importancia ecológica de los paraqués y humedales en la región de Purace*. *Revista de Investigaciones Ambientales*, 12(1), 89-104.
