

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS, CON ALTAS PRECIPITACIONES EN EL CULTIVO DE CAFÉ, MEDIANTE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN EL MUNICIPIO DE ANDES ANTIOQUIA

Elkin Alexis Castro, eacastro0@unadvirtual.edu.co;

Andrés Felipe Arias Mosquera, afariasmos@unadvirtual.edu.co;

Edid Dayana Úsuga Lopera, edusugal@unadvirtual.edu.co;

Docente asesor: Yetfersson Arley Serrato Velosa, yetfersson.serrato@unad.edu.co;

Resumen.

Para determinar el análisis de estudio de caso en la problemática ambiental que presentan los caficultores antioqueños, originados por precipitaciones continuas que afectan la producción del café, con pérdidas de nutrientes, debido el aumento de precipitaciones. Se analiza todos los factores mediante herramientas tecnológicas, donde se utiliza sistemas de información geográfica que permiten reconocer la incidencia y el alcance que tiene para ayudar a resolver los problemas ambientales existentes. En la problemática derivada de factores hídricos que afectan la producción de café y ponen en riesgo la seguridad alimentaria, la economía y sostenibilidad de las familias que dependen de esta labor ancestral de los antioqueños.

Como objetivo el análisis de estudio de caso se enfatiza los excesos de agua que van a parar a suelos superficiales y subsuelos, por intensas lluvias, afectando los suelos y cultivos de café.

Antioquia es uno de los departamentos, con altas precipitaciones promedio anual, mediante este análisis se busca diagnosticar con el fin de prevenir, mitigar y recomendar un adecuado manejo de manipulación a estas aguas, sean superficiales o del subsuelo, para evitar inundaciones, estrés hídrico, encharcamientos, lavado de nutrientes, erosión hídrica, daños y aparición de enfermedades por humedades en raíz, tallo, hojas y flores en el cultivos de café. Se recomienda un adecuado manejo suelo, para prevenir, disminuir o moderar estos problemas, así obtener cultivos con buen comportamiento y desarrollo sostenible. Con estos datos se puede realizar un buen diagnóstico para los procesos agrícolas futuros en la zona o en el departamento de Antioquia.

Introducción.

El siguiente análisis de caso de estudio se realizó con el uso de SIG, como opción de grado en la identificación de soluciones que se puedan aplicar a la problemática ambiental, pérdida de nutrientes en suelos cafeteros por altas precipitaciones y la incidencia en el cultivo de café. Por medio de herramientas tecnológicas donde se determinan las áreas obteniendo datos que me permitan aportar soluciones para disminuir problemas actuales y prevenir futuros que perjudiquen los cultivos en la región. Donde Antioquia es preponderante en la producción de café a nivel nacional, acoge los municipios más relevantes e importantes en la caficultura en la zona suroeste entre ellos Andes, Jardín, Betania, Jericó, Támesis, Concordia y Fredonia. En la zona norte está el municipio Ituango, en la zona oriente el municipio Abejorral y en occidente está el municipio de Sabanalarga.

En el departamento de Antioquia tiene todos los atributos en clima, suelos para obtener mejor producción y calidad de café. Además, con una topografía ideal para la actividad agrícola, permite un aporte significativo en la sostenibilidad local y nacional.

Este estudio de caso se enfoca sobre el municipio de Andes de Antioquia siendo uno de los más representativos en la industria cafetera del departamento. Mediante los resultados se buscará promover el buen uso del suelo, sus labores culturales, reduciendo pérdida de nutrientes excesiva por lavado, excesos de agua lluvia, erosiones eólicas, y manejo agronómico del suelo.

Objetivos**Objetivo General**

Identificar áreas, con altas precipitaciones en el cultivo de café, mediante los sistemas de información geográfica (SIG) en el municipio de Andes del departamento de Antioquia.

Objetivos Específicos

Determinar la zona de estudio y sus puntos de intersección en relación con el problema identificado.

Identificar la precipitación, los pisos térmicos, la aptitud del suelo, conflictos de uso del suelo y los drenajes sencillos de la zona de estudio o investigación.

Realizar los geoprocesos del uso de la herramienta software ArcGIS Pro de sistemas información geográfica para obtener los lugares donde se presenta mayor precipitación en la zona.

Identificación de la problemática ambiental o caso de estudio.

Uno de los factores que se evidencia es la pérdida de nutrientes del suelo debido a las altas precipitaciones que se ha venido presentando en el municipio, en los diferentes sistemas de cultivos, en este caso de estudio del cultivo café (*Coffea arabica*):

Las deficiencias hídricas severas a nivel del suelo, así como los excesos, pueden afectar el crecimiento y desarrollo vegetativo y productivo de la planta. La sobresaturación del suelo, asociada en gran medida, a altas precipitaciones o un gran número de días con lluvia, limita el desarrollo del sistema radical, dando como resultado una planta con síntomas de deficiencias nutricionales, alta incidencia de mancha de hierro en las hojas y frutos, desarrollo deficiente de brotes, defoliación, paloteo, baja producción, baja calidad de los frutos y bajo condiciones extremas, hasta la muerte de la planta (Peña et. al, 2012, p.2).

Es esencial en las plantas la radiación solar y la lluvia, son dos elementos climatológicos de suprema trascendencia, para una mayor productividad en los diferentes cultivos, también otros factores de clima como es la humedad relativa, temperatura, la altitud, los vientos, la precipitación que se encuentra en los rangos óptimos para los cultivos, en el caso del café (*Coffea arabica*) el rango adecuado está entre 1.800 y 2.900 mm, brillo solar a 5 horas diarias como mínimo, temperatura en promedio entre 18°C a 23°C, altitud entre 1.200 msnm a 1.800 msnm.

En altas precipitaciones se evidencia más la presencia de malezas como el cadillo (*Bidens pilosa* L) gramíneas (*Cortaderia selloana*) escobadura (*Sida rhombifolia*), verbena (*Verbena*), batillas (*Ipomea purpurea*), coquitos (*Cyperus esculentus* L) entre otras, también enfermedades severas como la roya (*Hemileia vastatrix*), antracnosis (*Colletotrichum spp*), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), pudrición de la raíz (*Phytophthora spp*) y plagas el chinche de la chamusquina del café, los chinches de las raíces entre otros:

Las deficiencias hídricas son necesarias para la floración, pero si estas son muy prolongadas no permite la apertura floral, limita el crecimiento vegetativo, el llenado de frutos los que estén creciendo en ese momento en la planta. Por otra parte, los excesos hídricos disminuyen la inducción floral y la formación de estructuras reproductivas, favorece la presencia de enfermedades en el cultivo, promueve el lavado de nutrientes en el suelo y las pérdidas por erosión (Peña et. al, 2012, p. 1).

En el factor del cultivo entre las necesidades hídricas del cultivo, son el producto de interacciones de varios factores como según el metabolismo las plantas C3 usan menos agua que las plantas de tipo C4, la edad del cultivo, si el cultivo está más joven o recién sembrado en el lote requiere menos agua, las densidades de siembra, quiere decir si son mayores las distancias de planta a calle y de planta a planta, requiere una mayor demanda hídrica, la competencia de plantas acompañantes:

Factor meteorológico: La demanda atmosférica de vapor de agua está representada en la evapotranspiración, la cual

depende de la energía disponible en la atmósfera, producto del balance de radiación y del contenido de vapor de agua (Peña et. al, 2012, p. 2).

Factores edáficos: La capacidad de almacenamiento de agua del suelo está en función de la clase textural representada en los porcentajes de arcillas, limos y arenas, y los porcentajes de materia orgánica (Peña et. al, 2012, p. 2).

Factores hidrológicos: Hace referencia a la distribución de la lluvia dentro del cultivo como la interceptación por la parte aérea, la escorrentía y la percolación (Peña et. al, 2012, p. 2).

Cuando hay altas precipitaciones afecta negativamente al suelo, en lo superficial o profunda. En lo superficial son los procesos de erosión hídrica en este incluye pérdidas de partículas de suelo tamaño medio y fino, como también la materia orgánica, microorganismos que se encuentran en el suelo y la segunda que es la profunda de movimientos de masas donde son pérdidas de mayor de volúmenes de suelo, este se le conoce erosión.

Esta causa de altas precipitaciones genera pérdidas de nutrientes en el suelo, donde la planta presenta deficiencias fisiológicas y fitosanitarias a niveles de incidencia y severidad de enfermedades como roya, mal rosado y gotera.

En tanto en la pérdidas de nutrientes en el suelo por las altas precipitaciones, por lo que las plantas superiores entre ellas el café requiere elementos esenciales para su crecimiento:

Que los minerales se encuentran en el suelo y son estas las que atrae las raíces de las plantas donde se clasifican macronutrientes: Nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y azufre (S) y en micronutrientes son: hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) boro (B), molibdeno (Mo), zinc (Zn) y cloro (Cl) en la forma inorgánica y no minerales estas son las que produce el agua, la atmósfera y otros factores climáticos como la precipitación, la luminosidad, la altitud, la temperatura (Sadeghian, 2008, p.6).

Los factores climáticos como también las: “propiedades del suelo (físicas, químicas y biológicas), y del manejo de la plantación (densidad de siembra, riego, sombrero, control de arvenses, fertilización)” (Sadeghian, 2008, p.6).

Estos factores edafoclimáticos son de interés en el momento al establecer un sistema de cultivo como es el café (*Coffea arabica*) teniendo en que se deben definir antes de la siembra en el lote, levante y en la producción del cultivo del café, cuya identificación se hace mediante un análisis de suelo para el plan de fertilización o de encalado si, así lo requiere.

En Colombia los cultivos de café se localizan principalmente en las zonas laderas, suelos con rangos de pendientes entre el 7 hasta el 75 % o mayor al 75% según el IGAC (2013) se clasifican los suelos según los rangos de las pendientes en porcentajes como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 1. Los rangos de las pendientes de Andes expresados en porcentajes.

Tabla 1. Rangos de pendientes en porcentaje

| Símbolo | Gradiente % | Descripción |
|---------|-------------|-------------------------|
| a | 0-3 | Plano |
| b | 3-7 | Ligeramente inclinado |
| c | 7-12 | Moderadamente inclinado |
| d | 12-25 | Fuertemente inclinado |
| e | 25-50 | Ligeramente escarpado |
| f | 50-75 | Moderadamente escarpado |
| g | >75 | Fuertemente escarpado |

Nota: IGAC, 2013

Por lo que son con predominio, altas precipitaciones: “Suelos jóvenes, factores que favorecen la erosión y que, sumado al uso y manejo inadecuados del suelo, aceleran el proceso hasta alcanzar niveles avanzados que afectan la sostenibilidad y productividad” (Hincapié y Salazar, 2014 p.2). En este sentido lo ideal es hacer buenas prácticas agrícolas (BPA) y un buen manejo de integrado de arvenses (MIA) en el suelo identificando las especies nobles en el cultivo como protección y cuidado donde aporta nutrientes y la propagación de hábitat de microorganismos benéficos y la regulación de humedad en el suelo.

Desarrollo y análisis del caso de estudio

La caficultura de Antioquia está distribuida en seis circunscripciones por el comité de cafeteros de la Federación Nacional Cafeteros de Colombia (FNC) siendo está la clasificación: La circunscripción 1: Suroeste lejano, la circunscripción 2: Suroeste medio, la circunscripción 3: Occidente, la circunscripción 4: Oriente, circunscripción 5: la Suroeste cercano, la circunscripción 6: Norte y Nordeste.

El municipio de Andes se encuentra en la circunscripción 1, junto con los municipios Betania, Ciudad Bolívar, Hispania y Jardín. En estos municipios la caficultura tiene los siguientes datos. Existen 8.809 caficultores, 218 veredas y 11.534 fincas teniendo un área total de 29.413 hectáreas de las cuales 23.334 son productivas.

En el municipio de Andes tiene los siguientes datos: 4.072 caficultores, 98 veredas cafeteras, 5.414 fincas con un área total en café de 10.628 hectáreas de las cuales 8.468 son productivas. Respecto a la circunscripción 1 Andes es uno de los municipios más representativos en el tema de la caficultura.

Figura 1

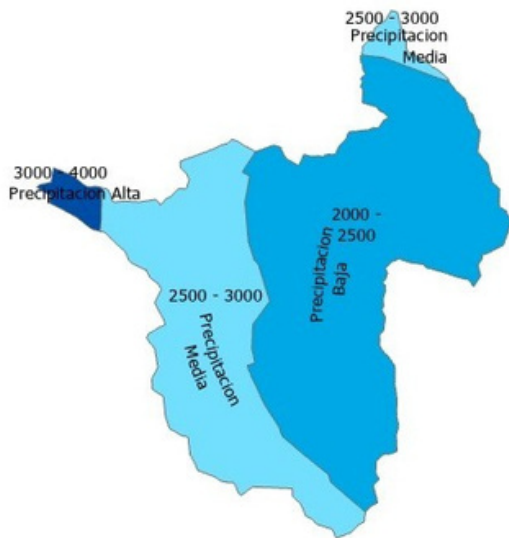
Mapa político del departamento de Antioquia.



Nota: El mapa de la división política del departamento de Antioquia en el cual se ilustran las 9 regiones y los 126 municipios de Antioquia (Gobernación de Antioquia, s.f.).

Figura 3

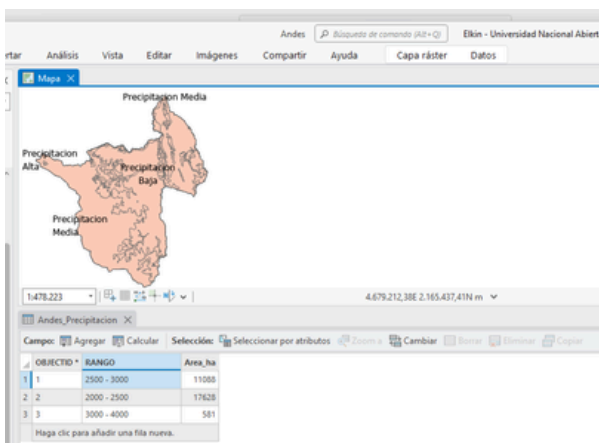
El mapa de la precipitación del municipio Andes del departamento de Antioquia.



Fuente: Autoría propia, 2024

Figura 4

El mapa que contiene el anexo de la tabla de los datos de la precipitación del municipio de Andes del departamento de Antioquia.



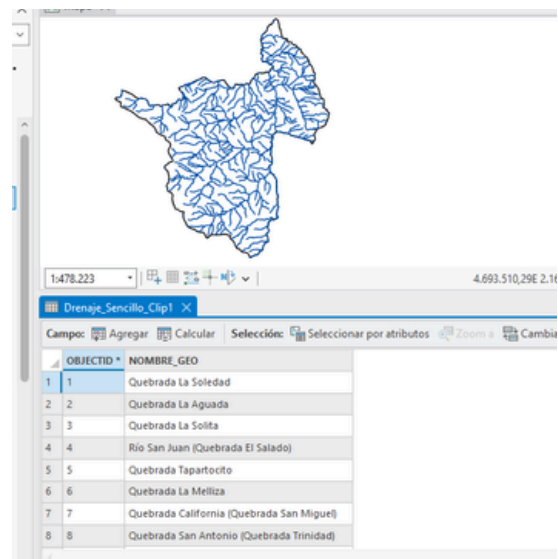
Fuente: Autoría propia, 2024.

Según la clasificación cualitativa de la precipitación del municipio de Andes en la figura 4 para el cultivo café la precipitación ideal esta entre 2.000 a 2.800 mm después de estos valores se evidencian problemas ambientales de diferentes factores.

El mapa de la precipitación del municipio de Andes: Según los resultados que se consiguieron con los geoprocetos y la tabla de atributos las precipitaciones en el municipio de Andes están distribuidas por 3 áreas o sectores según los datos oscilan con un rango alto 3.000 mm a 4.000 mm, rango medio 2.500 mm a 3.000 mm y rango bajo con 2.000 mm a 2.500 mm. Según estos datos en rango bajo y medio son condiciones óptimas para el cultivo de café en el municipio, pero cuando se presentó el rango alto prolongado, es donde se presentan los problemas fisiológicas y fitosanitarias.

Figura 5

El mapa que contiene el anexo de la tabla de los datos de los drenajes sencillos del municipio de Andes del departamento de Antioquia.



Fuente: Autoría propia, 2024

El mapa de los drenajes sencillos: En este geoproceto se puede identificar los sistemas de drenaje sencillos que tiene el municipio según la tabla de atributos cuenta con 259 drenajes formando una cuenca hídrica rica abundante para el municipio con aguas endorreicas, exorreicas y arreicas. Finalmente, estas aguas desembocan en su mayoría al Río Cauca, embalses y lagunas de Antioquia. Como referente a la información se recomienda, se planifica, se disminuye esta problemática existente con estos datos, para procesos agrícolas futuros en la región.

Figura 6

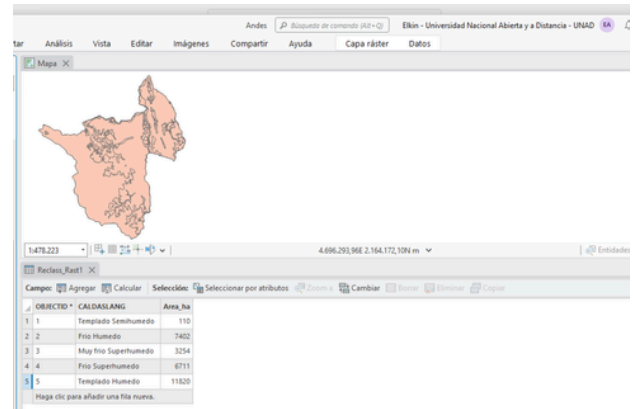
El mapa de los pisos térmicos de Andes de Antioquia.



Fuente: Autoría propia, 2024

Figura 7

El mapa que contiene el anexo de la tabla de los datos de los pisos térmicos de Andes de Antioquia.

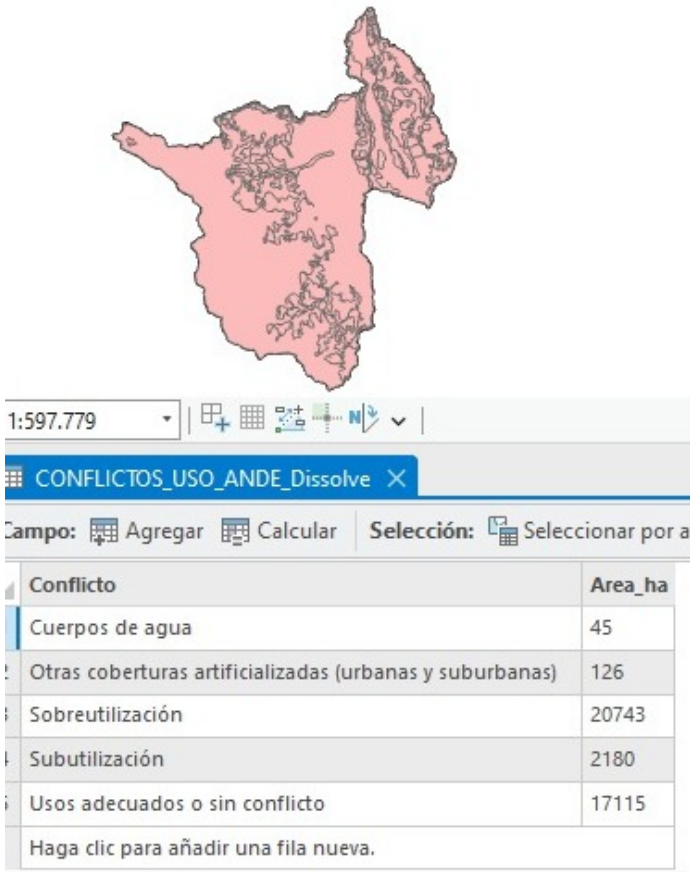


Fuente: Autoría propia, 2024

El mapa de los pisos térmicos de Andes: Para este municipio según los geoprocetos realizados la información es la siguiente: 5 pisos térmicos para la zona de estudio en este caso Andes piso térmico templado semihúmedo, piso térmico frío húmedo, piso térmico muy frío superhúmedo, piso térmico frío superhúmedo y piso térmico templado húmedo. Todos estos pisos térmicos brindan buenas condiciones para el cultivo de café, teniendo en cuenta la variedad de café, según las características que requiere para su desarrollo, sin que se afecte su fenología.

Figura 8

El mapa de los conflictos por los usos del suelo de Andes de Antioquia.



Fuente: Autoría propia, 2024

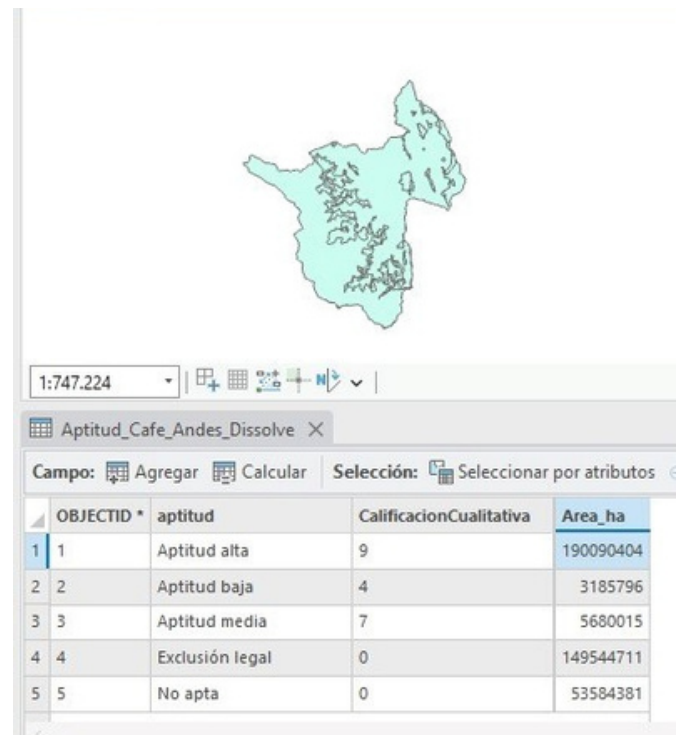
El mapa de los conflictos por los usos del suelo de Andes Antioquia: Se visualizan y se identifican las áreas donde pueden surgir disputas o tensiones debido a los diferentes intereses en el uso de la tierra, como el uso sobre utilizado, una proporción grande de la extensión de los suelos de Andes se dedican a la agricultura y en una proporción menor se le da a los suelos usos de áreas protegidas como son los bosques, las cuencas y la reforestación.

Se encontraron los siguientes conflictos: En los cuerpos de agua 45 hectáreas, coberturas artificiales urbanas y suburbanas 126 hectáreas, sobreutilización 20.075 hectáreas, subutilización

2.175 hectáreas y usos adecuados y sin conflictos 17.115 hectáreas para procesos según la necesidad.

Figura 9

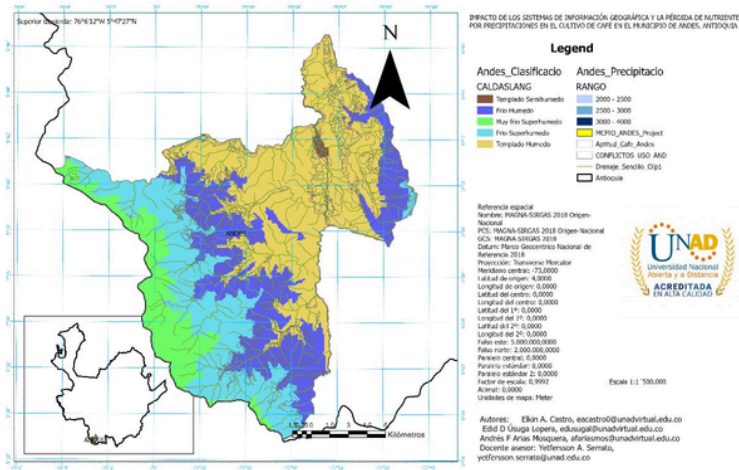
El mapa de la aptitud de los suelos de Andes de Antioquia.



Fuente: Autoría propia, 2024)

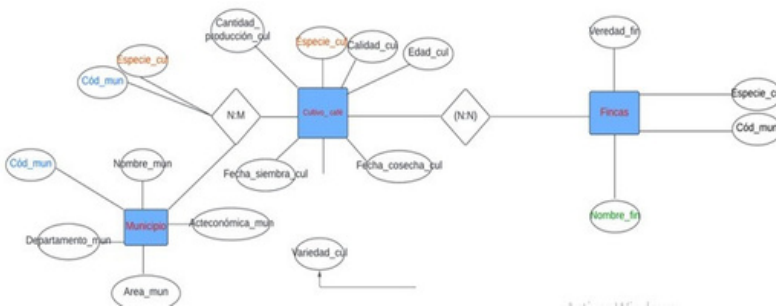
El mapa de la aptitud del suelo de Andes de Antioquia: Existen 19.000 hectáreas con aptitudes altas para el cultivo de café también 568 hectáreas con aptitudes medias y 319 hectáreas con aptitudes bajas. Reconociendo las 14.954 hectáreas que presentan exclusión legal y las 5.358 hectáreas no aptas.

Figura 10
Mapa leyenda de Andes Antioquia.



Fuente: Autoría propia, 2024

Figura 11
Modelo entidad-Relación



Fuente: Elaboración propia, 2024

Conclusiones

En conclusión los sistemas de información geográfica y el conjunto que lo conforman son herramientas tecnológicas que permiten desarrollar este análisis de estudio de caso y hallar soluciones con el software ArcGIS Pro recopilando, analizando, y procesando los datos de las entidades en estudio para aportar soluciones a la problemática existente en el municipio de Andes Antioquia, referente a la pérdida de los nutrientes por precipitaciones excesivas y la influencia de los drenajes sencillos en los cultivos de café.

Se analizaron e identificaron los datos más importantes, obteniendo una variedad de datos que permitieron analizar, procesar, interpretar y ejecutar acciones para prevenir y planificar diversos procesos futuros, corregir los actuales o realizar recomendaciones según la gravedad actual de la zona de análisis de estudio. En la búsqueda de resultados se ejecutaron varios geoprocursos que permiten obtener datos importantes para el diagnostico preventivo y correctivo del problema planteado.

En última instancia, diversos geoprocursos realizados con software ArcGIS Pro. Que permitieron identificar datos como aptitud del suelo, conflictos de uso del suelo, drenajes sencillos, pisos térmicos y precipitación todos estos datos enfocados en el municipio de Andes con relación a la pérdida de los nutrientes para el cultivo de café por precipitaciones, influencia

de los drenajes sencillos que afectan las características morfológicas del suelo por lavado de nutrientes, erosiones hídricas, encharcamientos y daños físicos al terreno y plantas.

De estos factores analizados, se pueden concluir la importancia los sistemas de información geográfica a la hora de planificar, prevenir y ejecutar procesos diversos según sea la necesidad del usuario, son grandes contribuyentes por la información valiosa que se puede manejar, verificar, modificar todo esto con el fin de encontrar soluciones a los múltiples problemas que encontrados en todos los sectores sean agrícola, industriales o comerciales. Al momento de tomar decisiones importantes son fundamentales por el tipo de datos e información que se realiza por estos medios para identificar, recopilar, analizar, interpretar y procesar múltiples procesos que permiten solucionar y aportar a los problemas cotidianos que presenta los agricultores.

Recomendaciones

Establecer prácticas de conservación de suelos como: manejo integrado de arvenses que permitan mantener una cobertura vegetal de baja a mediana interferencia con el cultivo de café, efectuar las siembras en sentido contrario a la pendiente, manejar coberturas vivas que permitan reducir la longitud de la pendiente, manejar las aguas en los lotes con el fin de evitar movimientos en masa.

Si la lluvia está por encima del rango máximo no se aconseja fertilizar, debido a que habrá riesgos de pérdida del fertilizante por percolación y escorrentía.

Si se presentan más de dos meses consecutivos con lluvias por encima del óptimo se aconseja intensificar las prácticas de conservación de suelos que permitan una mayor cobertura del suelo y evitar así los riesgos de pérdidas de suelo y nutrientes.

Las zonas con más altas de precipitaciones y con pendientes fuertemente inclinado y escarpado son los presentan mayor de riesgo de erosión.

Con los resultados se puede observar y se puede evidenciar que el municipio de Andes, presenta un riesgo alto sobre todo en las zonas de precipitaciones más altas como se observa en la imagen del mapa de precipitación tiende haber un movimiento de masa, por lo que se recomienda que en las laderas se haga un buen manejo de integrado de arvenses en el suelo y buenas prácticas agrícolas en el cultivo del café.

Al integrar los SIG en la gestión del cultivo de café, se puede mejorar la resiliencia de los sistemas agrícolas y las buenas prácticas, frente a las precipitaciones y minimizar la pérdida de los nutrientes, lo que a su vez contribuye a la sostenibilidad de la producción del café.

Referencias bibliográficas.

- Corporación de cuencas del Tolima CORCUENCAS. (2014). Formulación POMCA, Ríos Luisa y otros directos del Magdalena. https://cortolima.gov.co/sites/default/files/POMCAS/2020/POMCA_RIO_LUISA/3_6_PENDIENTES.pdf
- Gobernación de Antioquia. (s.f.). Mapa de Antioquia. <https://antioquia.gov.co/mapa-de-antioquia>
- Hincapié, E., & Salazar, L. F. (2014). Impacto de la erosión sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y la producción de café. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/490/1/arc062%2802%2979-89.pdf>
- Lince y castro (2015), Erosividad De La Lluvia En La Región Cafetera De Quindío. Colombia. https://www.cenicafe.org/es/publications/3.Erosividad_25-31.pdf
- Peña, A., Ramírez, V., Jaramillo, A., (2012). La lluvia como factor de amenaza para el cultivo de café en Colombia. CENICAFÉ(Avances Técnicos No. 415). https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/consultaPDF/YXZ0MDQxNS5wZGY=
- Ramírez, V. H., Jaramillo, A., & Arcila, J. (2013). *Rangos adecuados de lluvia para el cultivo de café en Colombia*. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/364/1/avt0395.pdf>
- Sadeghian, S. (2008). Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. Boletín Técnico Cenicafé, 1-44. <https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/bot/article/view/1309/1486>
- TodaColombia. (2019, 21 de febrero). Municipios de Antioquia. División Política. <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/antioquia/municipios-division-politica.html>
- Link:** <https://youtu.be/GU1JkAMrRXQ>
Enlace de sustentación.
-