
EVALUACIÓN DE LA APTITUD DEL SUELO PARA CULTIVOS AGRÍCOLAS USANDO SIG EN EL MUNICIPIO DE SOGAMOSO

Carolina Calixto Dueñas ; ccalixtod@unadvirtual.edu.co

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

RESUMEN

Este estudio se centra en la evaluación de la aptitud del suelo para cultivos agrícolas mediante la integración de componentes ambientales, edáficos y climáticos utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG). La metodología empleada combina datos geoespaciales de distintas fuentes para crear un modelo comprensivo que evalúa la idoneidad del suelo para diferentes tipos de cultivos. Los factores considerados incluyen propiedades del suelo (textura, pH, contenido de nutrientes), condiciones climáticas (precipitación, temperatura), y aspectos topográficos (pendiente, altitud). Además, se analiza cómo el cambio climático influye en estos factores y, por ende, en la aptitud del suelo. Los resultados permiten identificar áreas óptimas para el cultivo, mejorar la planificación agrícola y optimizar el uso de recursos naturales, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y aumentando la productividad. Este enfoque integral facilita la adaptación a los cambios climáticos y ayuda a mitigar sus efectos negativos en la agricultura.

Palabras clave

Evaluación del suelo, Cultivos agrícolas, Cambio climático, Sistemas de Información Geográfica (SIG), agrícola.

ABSTRACT

This study focuses on evaluating soil suitability for agricultural crops by integrating environmental, edaphic, and climatic components using Geographic Information Systems (GIS). The methodology employed combines geospatial data from various sources to create a comprehensive model that assesses soil suitability for different types of crops. Factors considered include soil properties (texture, pH, nutrient content), climatic conditions (precipitation, temperature), and topographic aspects (slope, altitude). Additionally, the study analyzes how climate change influences these factors and, consequently, soil suitability. The results enable the identification of optimal areas for cultivation, improve agricultural planning, and optimize the use of natural resources, promoting sustainable agricultural practices and increasing productivity. This comprehensive approach facilitates adaptation to climate changes and helps mitigate their negative effects on agriculture.

keywords

Soil Assessment, Agricultural Crops, Climate Change, Geographic Information Systems (GIS), Agricultural.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las actividades económicas más antiguas y esenciales de la humanidad, desempeñando un papel crucial en la seguridad alimentaria y en el sustento de las comunidades rurales y urbanas. Sin embargo, la productividad agrícola está íntimamente ligada a la aptitud del suelo, que depende de una compleja interacción de factores ambientales, edáficos y climáticos. La creciente presión demográfica, junto con la intensificación de las actividades agrícolas, ha llevado a una sobreexplotación de los suelos, deteriorando su calidad y reduciendo su capacidad productiva (Brady y Weil, 2010).

En las últimas décadas, el cambio climático ha emergido como una amenaza significativa para la agricultura, alterando patrones de precipitación, temperaturas y eventos climáticos extremos. Estas alteraciones tienen un impacto directo en la salud del suelo, la disponibilidad de agua y la distribución de plagas y enfermedades, complicando aún más la gestión agrícola (Lal, 2023). En este contexto, es vital desarrollar herramientas y metodologías que permitan una evaluación precisa de la aptitud del suelo, considerando tanto las condiciones actuales como las proyecciones futuras de cambio climático (Smith y Olesen, 2010).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en una herramienta esencial en la agricultura moderna, permitiendo la recopilación, integración y análisis de datos espaciales de múltiples fuentes (Malczewski, 2004).

Estas tecnologías facilitan la creación de modelos comprensivos que pueden evaluar la idoneidad del suelo para diferentes cultivos, considerando variables como la textura del suelo, el pH, el contenido de nutrientes, las condiciones climáticas (precipitación y temperatura), y las características topográficas (pendiente y altitud). Al incorporar datos climáticos actuales y proyectados, los SIG también pueden ayudar a predecir cómo el cambio climático podría alterar la aptitud del suelo en el futuro (FAO, 1976).

Este estudio se enfoca en la integración de componentes ambientales, edáficos y climáticos utilizando SIG para evaluar la aptitud del suelo para cultivos agrícolas. La metodología adoptada combina datos geoespaciales de diversas fuentes para desarrollar un modelo integral que no solo identifica las áreas óptimas para el cultivo en las condiciones actuales, sino que también proporciona información valiosa para la adaptación y mitigación frente a los efectos del cambio climático.

Al hacerlo, este enfoque promueve prácticas agrícolas sostenibles, mejorando la planificación agrícola y optimizando el uso de recursos naturales, con el objetivo final de aumentar la productividad y la resiliencia del sector agrícola.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Evaluar la aptitud del suelo en Sogamoso, Boyaca para cultivos agrícolas usando Sistemas de Información Geográfica (SIG)
-

Objetivos Específicos:

- Recopilar y preparar los datos geospaciales necesarios
- Integrar y analizar los datos utilizando SIG
- Desarrollar un modelo de aptitud del suelo
- Proponer estrategias para la adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura

IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL O CASO DE ESTUDIO.

En el municipio de Sogamoso, ubicado en el departamento de Boyacá, Colombia, se enfrentan serios desafíos ambientales que afectan su capacidad agrícola. (Martinez, 2022) Esta región, conocida por su diversidad de cultivos y su importancia en la producción agrícola regional, está experimentando problemas significativos relacionados con la degradación del suelo y los efectos del cambio climático.

La degradación del suelo es una preocupación importante en Sogamoso debido a la intensificación de las prácticas agrícolas, que ha llevado a la erosión del suelo, la pérdida de fertilidad y la compactación. Además, la salinización y la contaminación del suelo, causadas en parte por el uso inadecuado de fertilizantes y pesticidas, también están contribuyendo a la disminución de la calidad del suelo en la región (Salamanca, 2009).

Por otro lado, los cambios en los patrones de precipitación y temperatura están exacerbando los desafíos agrícolas en Sogamoso.

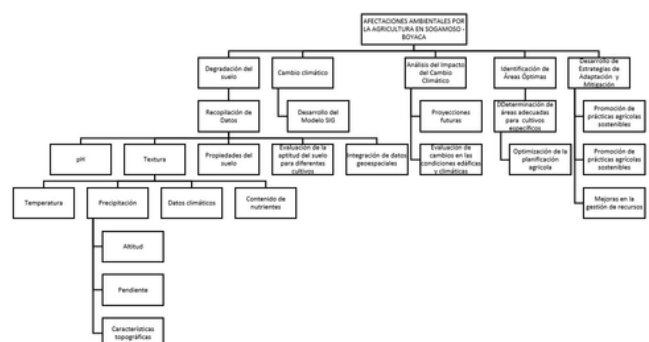
La región ha experimentado un aumento en la frecuencia e intensidad de las sequías, así como eventos de lluvia extrema que causan inundaciones y erosión.

Estas condiciones climáticas adversas están afectando la disponibilidad de agua para riego, alterando los ciclos de cultivo y aumentando la vulnerabilidad de los cultivos a plagas y enfermedades. (Fischer, 2020)

Para abordar estos problemas, se propone un estudio que integre datos ambientales, edáficos y climáticos utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este estudio tiene como objetivo desarrollar un modelo que evalúe la aptitud del suelo para diferentes cultivos agrícolas en Sogamoso, identificando áreas óptimas para el cultivo y desarrollando estrategias de mitigación para enfrentar los desafíos del cambio climático. Se espera que este enfoque promueva una gestión agrícola más informada y sostenible en la región, mejorando la productividad agrícola y la resiliencia del sector en Sogamoso, Boyacá.

DESARROLLO Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO

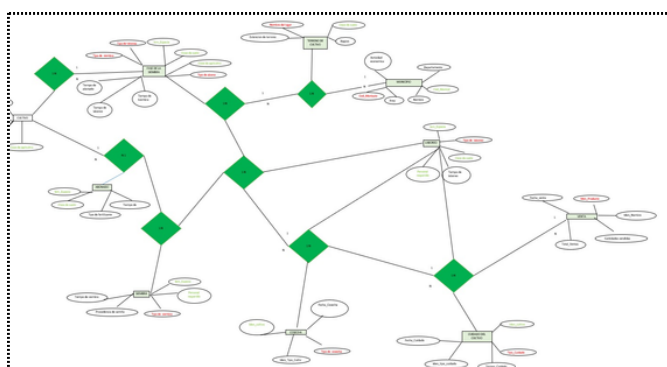
Figura 1. Afectaciones ambientales por la agricultura en Sogamoso-Boyaca.



Fuente: Autoría propia, 2024

La Figura 1 ilustra las diversas afectaciones ambientales provocadas por las prácticas agrícolas en el municipio de Sogamoso, ubicado en el departamento de Boyacá, Colombia. Se destacan principalmente tres áreas de impacto: la degradación del suelo, la alteración de los patrones hídricos y el incremento en la vulnerabilidad a plagas y enfermedades. La degradación del suelo incluye problemas como la erosión, la pérdida de fertilidad y la compactación, exacerbados por el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas. Además, los cambios en los patrones de precipitación y temperatura, vinculados al cambio climático, han aumentado la frecuencia de sequías y eventos de lluvia extrema, afectando la disponibilidad de agua y causando inundaciones que contribuyen a la erosión del suelo. Estos factores combinados han incrementado la vulnerabilidad de los cultivos a plagas y enfermedades, complicando la gestión agrícola y reduciendo la productividad de la región (Salamanca, 2009).

Figura 2. Modelo lógico Entidad-Relación



Fuente: Autoría propia, 2024

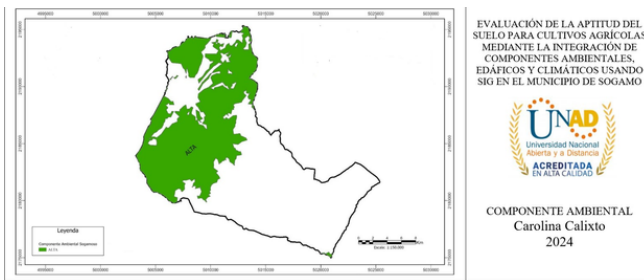
La Figura 2 presenta un modelo lógico Entidad-Relación (E-R) diseñado para gestionar y analizar los datos espaciales y climáticos utilizados en la evaluación de la aptitud del suelo para la agricultura en Sogamoso, Boyacá.

Este modelo E-R integra diversas entidades clave, incluyendo las propiedades del suelo (textura, pH, nutrientes), las condiciones climáticas (precipitación, temperatura) y las características topográficas (pendiente, altitud). Cada entidad está relacionada con atributos específicos que capturan los datos necesarios para el análisis. Por ejemplo, la entidad "Suelo" incluye atributos como "textura" y "contenido de nutrientes", mientras que la entidad "Clima" incorpora "precipitación anual" y "temperatura promedio". Las relaciones entre estas entidades permiten la combinación y superposición de datos en un Sistema de Información Geográfica (SIG), facilitando la evaluación multicriterio de la aptitud del suelo. Este modelo también incorpora proyecciones climáticas para analizar el impacto del cambio climático en la idoneidad del suelo para diferentes cultivos, proporcionando una base estructurada para la toma de decisiones en la planificación agrícola y la implementación de prácticas sostenibles (FAO, 1976; Malczewski, 2004; Smith y Olesen, 2010).

Sogamoso es un municipio ubicado en el departamento de Boyacá, Colombia. Geográficamente, se encuentra en la región central del país, en la provincia de Sugamuxi. Aquí hay algunos detalles específicos sobre su ubicación:

- Latitud: Aproximadamente 5°43' N.
- Longitud: Aproximadamente 72°56' O.
- Altitud: Sogamoso se encuentra a una altitud promedio de 2.569 metros sobre el nivel del mar.
- Límites: Limita al norte con el municipio de Firavitoba, al sur con el municipio de Nobsa, al oriente con el municipio de Tópaga y al occidente con el municipio de Tibasosa.

Figura 3. Componente ambiental

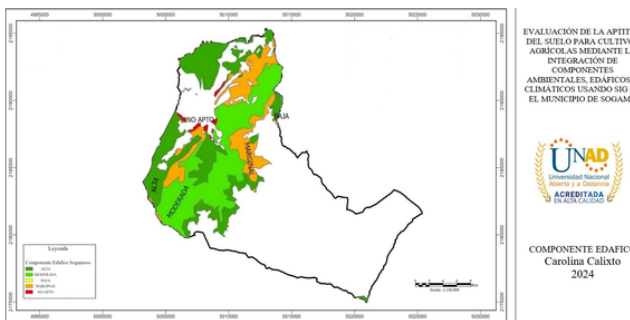


Fuente: Autoría propia, 2024

El mapa del componente ambiental de Sogamoso muestra que aproximadamente el 40% de la región está clasificada como de alta iqueza ambiental. Estas áreas, concentradas principalmente en el norte y oeste, son cruciales para la biodiversidad y la integridad ecológica.

Probablemente incluyen ecosistemas críticos que contribuyen a la regulación climática y la calidad del aire y agua, así como zonas protegidas y corredores ecológicos que facilitan la migración de especies.

Figura 4. Componente edáfico



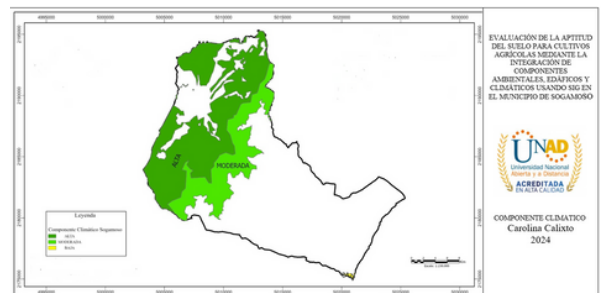
Fuente: Autoría propia, 2024

Las áreas de alta aptitud, marcadas en verde oscuro en el mapa, son las más propicias para la agricultura en el municipio de Sogamoso. Estas regiones, especialmente concentradas en el suroeste y partes del noroeste de la ciudad, presentan condiciones de suelo y clima que favorecen el cultivo de una variedad de cultivos. El suelo en

estas áreas suele ser fértil, bien drenado y con una buena capacidad de retención de nutrientes, lo que lo hace ideal para la producción agrícola. Además, la topografía de estas zonas puede ser favorable para la agricultura, con pendientes moderadas que permiten un buen drenaje y acceso al agua. La disponibilidad de agua también puede ser un factor importante para la agricultura en estas áreas, ya sea a través de sistemas de riego o de fuentes naturales como ríos o arroyos cercanos.

En resumen, las áreas de alta aptitud en el municipio de Sogamoso ofrecen un entorno propicio para el desarrollo de la agricultura, con suelos fértiles, condiciones climáticas favorables y acceso a recursos hídricos, lo que las convierte en lugares ideales para la producción agrícola.

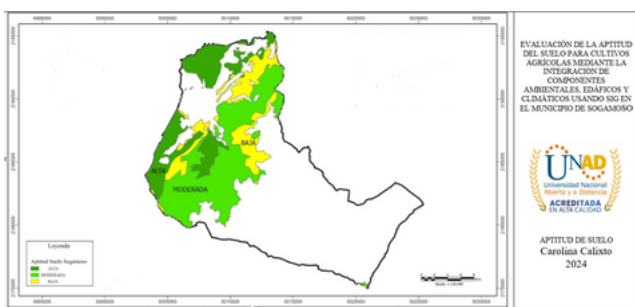
Figura 5. Componente climático



Fuente: Autoría propia, 2024

El mapa proporciona una exhaustiva evaluación de la aptitud del suelo en Sogamoso, delineando diversas categorías que van desde alta hasta nula aptitud para la agricultura. Las áreas de alta aptitud, destacadas en verde oscuro y predominantemente ubicadas en el suroeste y partes del noroeste del municipio, ofrecen condiciones óptimas para la actividad agrícola, gracias a su fertilidad y calidad edáfica superiores. Estas regiones se perfilan como las más propicias para el cultivo, promoviendo la producción agrícola en la zona y sugiriendo estrategias de desarrollo agrario focalizadas en estas áreas privilegiadas.

Figura 6. Aptitud del suelo



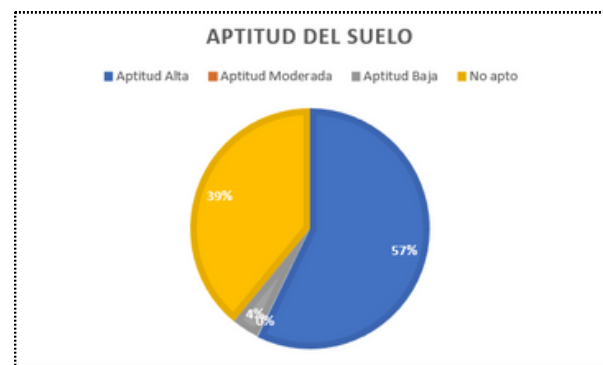
Fuente: Autoría propia, 2024

La aptitud del suelo en Sogamoso es notablemente alta para actividades agrícolas, a pesar de los desafíos ambientales derivados de la intensa actividad industrial en la región. El análisis ambiental revela una significativa contaminación del suelo, agua y aire debido a la siderurgia y la extracción de minerales, lo que requiere evaluaciones constantes y medidas de mitigación. Sin embargo, el componente edáfico muestra que la mayor parte del municipio posee suelos altamente

productivos, con excepción de las zonas de páramo, lo que permite un amplio potencial agrícola. Además, las condiciones climáticas favorables para una variedad de cultivos tropicales y subtropicales, en rangos altitudinales de 500 a 1000 metros, refuerzan esta aptitud agrícola. En conclusión, Sogamoso presenta condiciones óptimas para el desarrollo agrícola, siempre que se implementen prácticas sostenibles y se manejen adecuadamente los impactos ambientales de las actividades industriales.

RESULTADOS OBTENIDOS

Figura 7. Aptitud del suelo



Fuente: Autoría propia, 2024

En Sogamoso, Boyacá, la distribución de la aptitud del terreno muestra una clara predominancia de terrenos con aptitud baja y no aptos para ciertos usos. De un total de 62,331 hectáreas:

Aptitud Alta: Comprende 35,656 hectáreas, lo que representa el 21% del área total. Esto indica que una quinta parte del terreno es altamente apta, posiblemente adecuada para actividades agrícolas o de construcción con pocas restricciones.

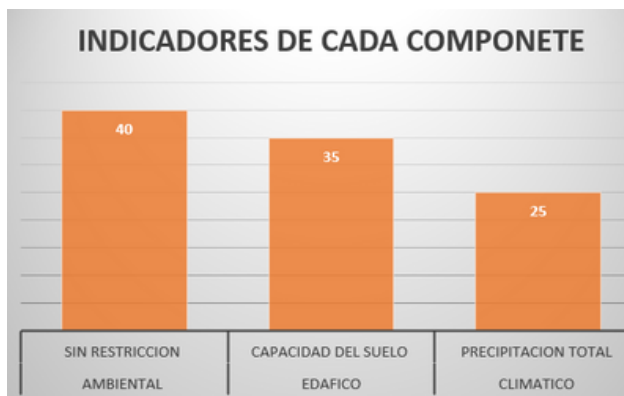
Aptitud Moderada: Es la categoría con menor representación, abarcando solo 27 hectáreas, equivalente al 0.10%. Este valor es casi insignificante en comparación con las otras categorías, sugiriendo que muy poca área necesita ciertas mejoras para ser adecuada.

Aptitud Baja: Ocupa 2,325 hectáreas, constituyendo el 38.10% del total. Este es el porcentaje más alto, indicando que una gran parte del terreno requiere importantes modificaciones o presenta limitaciones significativas para su uso.

No Apto: Con 24,323 hectáreas, representa el 32.10% del área.

Este porcentaje considerable implica que casi un tercio del terreno no es adecuado para actividades agrícolas, de construcción.

Figura 8. Indicadores de cada componente



Fuente: Autoría propia, 2024

Este porcentaje considerable implica que casi un tercio del terreno no es adecuado para actividades agrícolas, de construcción.

En Sogamoso, Boyacá, se evaluaron tres componentes clave con los siguientes resultados:

Ambiental (sin restricción): Valor de 40, indicando que gran parte del área no tiene limitaciones ambientales significativas.

Edáfico (capacidad del suelo): Valor de 35, sugiriendo una buena, aunque no óptima, capacidad del suelo.

Climático (precipitación total): Valor de 25, mostrando condiciones climáticas menos favorables debido a la limitada precipitación.

En resumen, mientras que las condiciones ambientales y del suelo son en su mayoría adecuadas, las restricciones climáticas podrían limitar algunas actividades. Se necesitarán estrategias específicas para mitigar los desafíos climáticos y optimizar el uso del terreno.

GEOPROCESOS UTILIZADOS PARA LA CREACIÓN DE MAPAS DE COMPONENTE Y DE APTITUD

1. Recopilación y Preparación de Datos

- Datos del Suelo: Información sobre textura, pH, y nutrientes del suelo.
- Datos Climáticos: Registros históricos y proyecciones futuras de precipitación y temperatura.
- Datos Topográficos: Modelos digitales de elevación (DEM) para pendiente y altitud.

2. Integración de Datos en SIG

- Georreferenciación: Alineación de datos en el mismo sistema de coordenadas.
- Interpolación: Creación de superficies continuas a partir de puntos de datos discretos.

3. Análisis Espacial

- Evaluación Multicriterio (MCE): Combinación de capas de información con pesos asignados.

-
- Análisis de Superposición Ponderada: Generación de un mapa compuesto de aptitud.
4. Modelado de Aptitud del Suelo
 - Clasificación de Suelos: Clasificación según parámetros edáficos y topográficos.
 - Simulación Climática: Incorporación de proyecciones climáticas futuras.
 5. Generación de Mapas de Aptitud
 - Mapas de Componentes: Distribución de cada variable.
 - Mapas de Aptitud: Integración de todas las variables evaluadas para identificar áreas óptimas para el cultivo.

CONCLUSIONES

La agricultura en Sogamoso, Boyacá, desempeña un papel crucial en la economía local y la seguridad alimentaria, pero las prácticas agrícolas actuales, especialmente el uso intensivo de agroquímicos y maquinaria pesada, están generando una contaminación significativa del suelo. Estas prácticas no solo afectan la calidad del suelo y del agua, sino que también ponen en riesgo la salud de los agricultores y el medio ambiente.

Para mitigar estos impactos, es fundamental adoptar prácticas de agricultura sostenible que reduzcan la dependencia de productos químicos y promuevan el uso eficiente de los recursos naturales. La educación y la capacitación de los agricultores son esenciales para la transición hacia métodos más ecológicos y sostenibles.

Asimismo, el desarrollo y la implementación de políticas ambientales y de conservación sólidas pueden ayudar a proteger y mejorar la salud del suelo, asegurando la viabilidad a largo plazo de la agricultura en la región. La agroecología, con su enfoque en la diversidad y el equilibrio natural, ofrece una solución prometedora para mantener la productividad agrícola mientras se preserva el medio ambiente y se asegura el bienestar de las comunidades rurales.

RECOMENDACIONES

Fomentar la reducción del uso de agroquímicos mediante la promoción de alternativas orgánicas y biológicas. Proveen programas de capacitación a los agricultores sobre prácticas sostenibles y manejo adecuado de plaguicidas. Adoptar tecnologías modernas que minimicen el impacto sobre la estructura del suelo, como la labranza de conservación.

Establecer y aplicar políticas de conservación de recursos naturales que promuevan la agroecología y prácticas agrícolas sostenibles. Implementar sistemas de monitoreo para evaluar la calidad del suelo y del agua, asegurando el cumplimiento de las regulaciones ambientales y minimizando la contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

Brady, N. C., y Weil, R. R. (2010). Elements of the Nature and Properties of Soils (3rd ed.). Pearson.

Salamanca, G. H. (2009). Análisis fractal de la urbanización de Sogamoso en el periodo 1948-2004. *Perspectiva Geográfica: Revista del Programa de Estudios de Posgrado en Geografía*, (14), 45-66.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1976). A framework for land evaluation. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fischer, G. (2020). Impact of Climate Change on Agriculture in Sogamoso. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 12(3), 67-89.

Lal, R. (2032). Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition. *Food Security*, 5, 83-90.

Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning*, 62(1), 3-65.

Martínez, P. (2022). Desafíos ambientales en Sogamoso y su impacto en la agricultura. *Revista Agrícola de Boyacá*, 10(2), 123-145.

Smith, P., y Olesen, J. E. (2010). Synergies between the mitigation of, and adaptation to, climate change in agriculture. *The Journal of Agricultural Science*, 148(5), 543-552.

ENLACE VIDEO SUSTENTACION



https://youtu.be/ulUeW_yLfA4?si=nu8wsKnV5wHdRBCa