
IDENTIFICAR ZONAS CON CONDICIONES PARA ESTABLECER SISTEMAS SILVOPASTORILES CON LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO BOLÍVAR

Yonathan Jhai Orozco Villarreal, yjorozcovi@unadvirtual.edu.co

David Fernando Rendon Victoria, drendonvi@unadvirtual.edu.co

Docente Asesora: Evangelina Parra, evangelina.parra @unad.edu.co

Resumen

se plantea por medio del proyecto y mediante el uso de sistemas de información geográfico QGIS, empleado para el procesamiento de datos, el cual nos ayudara a evaluar las problemáticas e impactos negativos que se presentan, y así implementar programas y mejoras que puedan favorecer al desarrollo del trabajo, a su vez, nos permite identificar las zonas mas vulnerables que han afectadas por erosión y degradación del suelo, como también la identificación de zonas que cuenten con las condiciones necesarias para ejecutar sistemas de silvopastoriles, los cuales tienen la finalidad de mejorar el suelo de algunos sectores del Municipio de Bolívar, que se han visto afectados por las diferentes explotaciones tanto agrícolas como ambientales, generadas a causa de factores trópicos como antrópicos, permitiendo que los habitantes de esta jurisdicción puedan mejorar su calidad de vida propendiendo al fortalecimiento de la seguridad alimentaria del municipio de bolívar.

Palabras claves: sistemas, información, geográfico zonas vulnerables, erosión, degradación, suelo, silvopastoriles, Municipio, Bolívar.

I. INTRODUCCIÓN

Erosión y desertificación constituyen unos de los problemas ambientales de mayor extensión espacial e incidencia ecológica, económica y social en diferentes regiones, son fenómenos que competen de modo sustantivo a los geosistemas terrestres.

La Erosión consiste en una pérdida de suelo, por arranque, transporte y posterior deposición del material que lo constituye, por la acción del agua y el viento. (Díaz, 1998).

La alteración de la cubierta vegetal acelera la erosión hídrica y eólica, es decir, la decapitación de los horizontes edáficos superiores; aumenta también la pedregosidad del suelo y afloramiento del material parental.

En los ambientes más o menos áridos, estos procesos se caracterizan por ser recurrentes, intermitentes, progresivos e irreversibles (López, 1996). En estas condiciones, la estructura de la cubierta vegetal se degrada y sólo pueden sobrevivir las especies (con mayor resiliencia) adaptadas (Boer, 1999).

Es por ello y con base a las diferentes afectaciones al suelo que impiden el crecimiento agropecuario del Municipio de Bolívar, se busca identificar zonas propicias, para establecer sistemas silvopastoriles, esta actividad se desarrollará mediante análisis de datos por medio de los sistemas de información geográfica que coadyuvarán a la toma de decisiones y permitirá evaluar y llevar a cabo proyectos de recuperación en las zonas identificadas.

II. OBJETIVO GENERAL

Identificación de las zonas con condiciones para establecer sistemas silvopastoriles con la aplicación de los sistemas de información geográfica en busca de mejorar las condiciones del suelo del Municipio Bolívar

III. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar y mapear las áreas críticas del uso del suelo utilizando SIG
2. Determinar los efectos por el uso inadecuado del suelo para la gestión sostenible
3. Optimizar el uso del suelo en el municipio de Bolívar mediante la implementación de SIG.

IV. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Bolívar en el Cauca, Colombia, enfrenta diversos problemas agroambientales que afectan la sostenibilidad de la producción agrícola y ganadera, la calidad de los recursos naturales y el bienestar de las comunidades rurales. Entre los principales problemas se encuentran. La tala indiscriminada de bosques para la expansión de la frontera agrícola, la ganadería extensiva y la minería ilegal ha provocado una significativa pérdida de cobertura boscosa, lo que genera erosión del suelo, pérdida de biodiversidad y alteraciones en los ciclos hidrológicos, también hay prácticas agrícolas inadecuadas como el uso excesivo de agroquímicos, la labranza intensiva y el monocultivo han contribuido a la degradación del suelo, lo que reduce su fertilidad y capacidad productiva. Los otros factores detonantes es la pérdida de cobertura vegetal, la topografía montañosa y las fuertes lluvias provocan erosión del suelo, lo que reduce la productividad de la tierra y genera sedimentos

que contaminan los ríos y otro factor no menos importante es el cambio climático el aumento de la temperatura, la variabilidad de las precipitaciones y la intensificación de eventos climáticos extremos como sequías e inundaciones afectan la producción agrícola y ganadera, la disponibilidad de agua y la seguridad alimentaria.

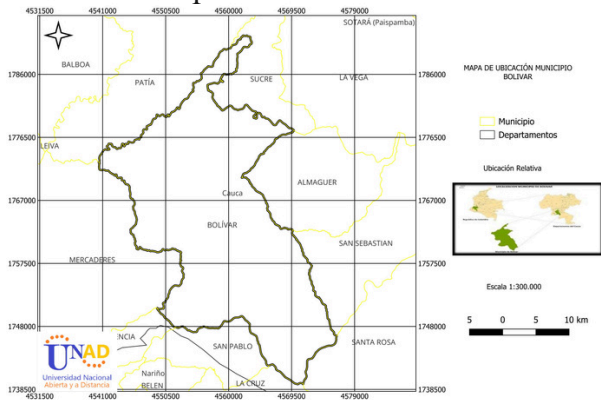
V. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La degradación de los suelos aumenta constantemente en casi todo los territorios lo que implica un peligro creciente a la fertilidad y productividad de la tierra y a su vez afecta el suministro de los alimentos. la salud de los ecosistemas y el desarrollo sostenible corren peligro debido a la degradación. (Carrión & Viviana, 2023)

para el tema en particular, se realiza el estudio en el Municipio de Bolívar, el cual ha presentado deterioro en el suelo, para las actividades agrícolas afectando a la comunidad que se benefician de la labor y productos que se producen gracias a los nutrientes del suelo, aunado a esto, se pueden presentar varias afectaciones al ambiente, por medio de la disminución de las capas vegetales, crecimiento adecuado de los árboles, posible escases del recurso hídrico.

Estas afectaciones, pudieron ser originadas por muchos factores entre ellos, el uso de plaguicidas, explotación del suelo, sobrepastoreo, entre otros aspectos propiciados por el hombre.

Figura 1. Ubicación del municipio Bolívar y sus linderos con los demás municipios del departamento del Cauca



Fuente: Yonathan Orozco, 2024

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

- Entidades a evaluar para la zona.
- Pendiente
- Cobertura del suelo
- Vocación del suelo
- Clima
- Se debe tomar en cuenta las restricciones ambientales del Municipio Bolívar.

La metodología multicriterio (MC) con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) es una herramienta poderosa para la toma de decisiones en la planificación y gestión del territorio. Permite evaluar diferentes alternativas o soluciones a un problema considerando múltiples criterios, tanto cuantitativos como cualitativos, y especializar los resultados en mapas.

Etapas de la metodología multicriterio con SIG:

1. Definición del problema y objetivos
2. Identificación y selección de criterios
3. Normalización de los criterios
4. Asignación de pesos a los criterios
5. Superposición y agregación de criterios
6. Análisis y selección de la alternativa óptima
7. Comunicación y toma de decisiones

Planteamiento, identificación y desarrollo de geoprocenos en SIG para evaluar pendiente, cobertura del suelo, vocación de usos y climas para identificar zonas para establecer sistemas silvopastoriles.

Clasificación de la cobertura del suelo del Municipio Bolívar, Cauca

La cobertura del suelo en el Municipio Bolívar, Cauca, se caracteriza por una alta diversidad, influenciada por factores como la topografía, el clima, la altitud y la actividad humana. De acuerdo a estudios realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la clasificación de la cobertura del suelo en el municipio se presenta de la siguiente manera:

1. Bosques:

·Bosque muy denso: Ocupan el 32,5% del territorio municipal, principalmente en las zonas montañosas de la Cordillera Central y Occidental. Se caracterizan por una alta cobertura arbórea y una gran diversidad de especies vegetales.

·Bosque denso: Cubren el 27,8% del área municipal, ubicado principalmente en las laderas de las montañas y en zonas con mayor humedad. Se componen de árboles con copas cerradas y una menor diversidad de especies que los bosques muy densos.

·Bosque mediano: Representan el 15,2% del territorio, localizado en zonas de transición entre los bosques densos y las áreas abiertas. Presentan una cobertura arbórea intermedia y una mayor presencia de pastos y arbustos.

·Bosque abierto: Abarcan el 7,5% del municipio, distribuido principalmente en zonas con pendientes pronunciadas y suelos erosionados. Se caracterizan por una baja cobertura arbórea y una mayor presencia de pastos y matorrales. (Torres et,al 2020)

Identificación de geo procesos

Tabla 1. Identificación de geo procesos:

Obtención de datos espaciales:	<p>Descargar o adquirir datos espaciales de pendiente, cobertura del suelo, vocación de uso y clima de la región de interés, apoyado con los diferentes portales que suministran información vectorial y raster para el país. Sopla Mas, J. (2018).</p>	Análisis de vocación de uso:	<p>Clasificar la vocación de uso con la capa vectorial que proporciona el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en sus datos abiertos de agrología. Sopla Mas, J. (2018).</p> <p>Seleccionar áreas con vocación de uso apta para la implementación de sistemas silvopastoriles.</p>
Análisis de pendiente:	<p>Generar un mapa de pendiente a partir de los datos de elevación del terreno que suministra un modelo digital de elevación.</p> <p>Clasificar las pendientes en categorías para poder relacionarla con la aptitud para el establecimiento de sistemas silvopastoriles.</p>	Análisis de clima:	<p>Obtener datos climáticos de la región de interés, incluyendo temperatura, precipitación y evapotranspiración.</p> <p>Analizar los datos climáticos para identificar zonas con condiciones climáticas favorables para el desarrollo de sistemas silvopastoriles.</p>
Análisis de cobertura del suelo:	<p>Clasificar la cobertura del suelo partiendo de la base generada por Corine Land Cover. República de Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2018.</p> <p>Identificar áreas con cobertura vegetal adecuada para el desarrollo de sistemas silvopastoriles.</p>	Zonas de restricciones :	<p>Para el municipio tienen dos restricciones ambientales por paramos e hidrografía estas capa se obtienen del geoportal Colombia en mapas y se recorta con respecto al Municipio Bolívar.</p>

Fuente: Yonathan Orozco, 2024

2. Pastos:

Pastos naturales: Ocupan el 12,4% del área municipal, ubicado principalmente en las zonas de valle y piedemonte. Se utilizan para la ganadería extensiva y la producción de leche.

Pastos cultivados: Representan el 2,1% del territorio, localizado en zonas con mejores condiciones edáficas y climáticas. Se utilizan para la ganadería intensiva y la producción de carne.

3. Cultivos:

Cultivos anuales: Abarcan el 3,8% del municipio, distribuido principalmente en zonas de valle y piedemonte. Se cultivan principalmente maíz, frijol, papa y yuca.

Cultivos permanentes: Representan el 1,2% del territorio, localizados en zonas con climas más cálidos. Se cultivan principalmente café, cacao y caña de azúcar.

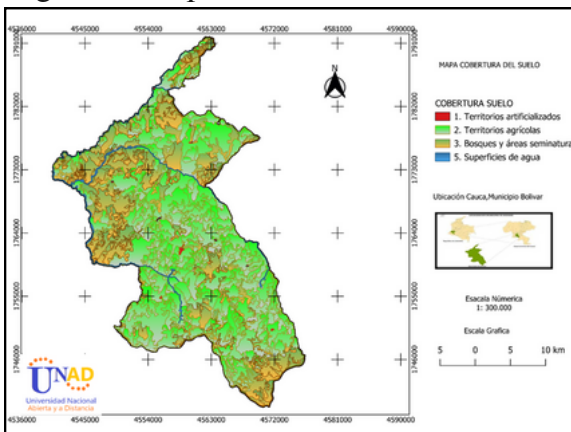
4. Áreas urbanas:

Las áreas urbanas ocupan el 0,5% del municipio, concentradas principalmente en la cabecera municipal de Bolívar.

5. Otras áreas:

Las áreas no clasificadas, como cuerpos de agua, infraestructura vial y zonas rocosas, representan el 7% del territorio municipal.

Figura 2. Mapa de cobertura



Fuente: Yonathan Orozco, 2024.

Clasificación Climatológica

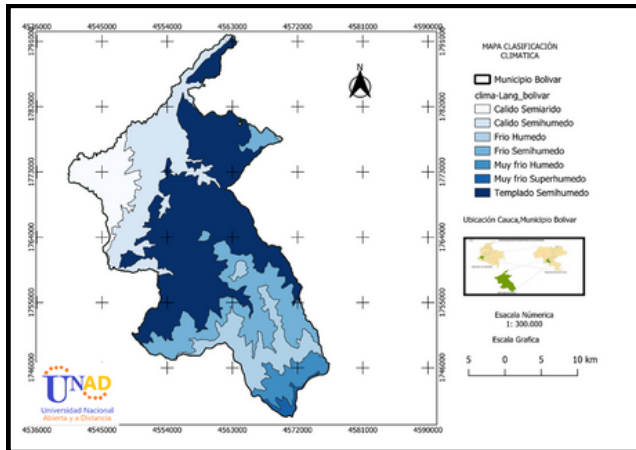
El Municipio Bolívar Presenta una precipitación anual promedio de 1.800 a 2.000 mm y una temperatura media anual de 18 a 20 °C. La humedad relativa es alta durante todo el año. Este clima es propicio para el desarrollo de bosques densos y biodiversos, con una gran variedad de flora y fauna.

Las zonas muy húmedo en las zonas montañosas altas, entre los 2.000 y 3.000 msnm, principalmente en la parte central y occidental del municipio. Presenta una precipitación anual promedio de 2.000 a 3.000 mm y una temperatura media anual de 12 a 14 °C. La humedad relativa es muy alta durante todo el año. Este clima es ideal para el desarrollo de bosques nublados, con una gran diversidad de epifitas y orquídeas.

Las zonas montañosas más altas, por encima de los 3.000 msnm, principalmente en la parte occidental del municipio. Presenta una precipitación anual promedio de 1.500 a 2.000 mm y una temperatura media anual de 8 a 10 °C. La humedad relativa es alta durante todo el año. Este clima es propicio para el desarrollo de páramos, con una vegetación característica de alta montaña.

Las zonas muy frío húmedo Se ubica en zonas puntuales de alta montaña, por encima de los 3.500 msnm, principalmente en la parte occidental del municipio. Presenta una precipitación anual promedio de 2.000 a 3.000 mm y una temperatura media anual de 4 a 6 °C. La humedad relativa es muy alta durante todo el año. Este clima es ideal para el desarrollo de superpáramos, con una vegetación alpina y subalpina.

Figura 3. Clasificación climática



Fuente: Yonathan Orozco, 2024.

Clasificación de la vocación de usos.

1. Zonas de vocación forestal:

- **Bosque protector:** Abarcan el 42% del territorio municipal, ubicado principalmente en las zonas montañosas de la Cordillera Central y Occidental. Estas zonas son aptas para la conservación de los ecosistemas forestales, la protección del recurso hídrico y la regulación del clima. (Torres et,al 2020)
- **Bosque de producción:** Representan el 25% del área municipal, localizado en zonas con menor pendiente y mejores condiciones edáficas. Estas zonas son aptas para la producción forestal maderera y no maderera, con un manejo sostenible que preserve los ecosistemas naturales. (Torres et,al 2020)

2. Zonas de vocación agropecuaria:

- **Agricultura extensiva:** Abarcan el 15% del municipio, distribuido principalmente en las zonas de valle y piedemonte. Estas zonas son aptas para el cultivo de productos agrícolas como maíz, frijol, papa y yuca, con prácticas de manejo sostenible que conserven la fertilidad del suelo.

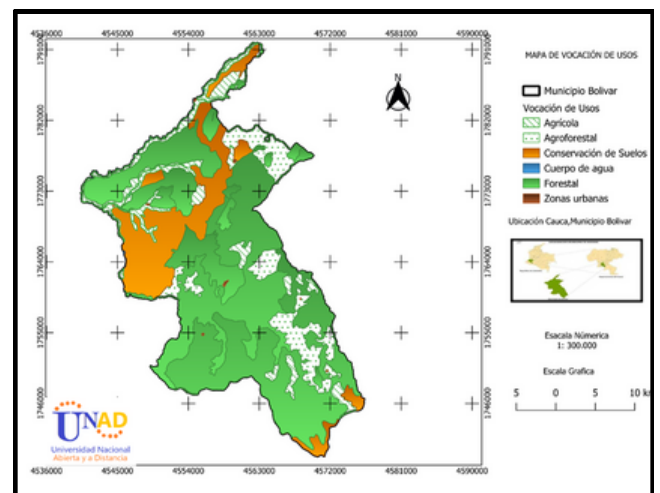
3. Zonas de vocación mixta:

- **Agricultura-ganadería:** Abarcan el 5% del municipio, distribuidos en zonas con características intermedias entre las zonas agrícolas y ganaderas. Estas zonas son aptas para la producción agrícola y ganadera de manera sostenible, combinando ambas actividades de forma equilibrada.

4. Zonas de vocación urbana:

Las áreas urbanas ocupan el 3% del municipio, concentrada principalmente en la cabecera municipal de Bolívar. Estas zonas son aptas para el desarrollo de actividades urbanas, comerciales e industriales, con una planificación urbana adecuada que preserve el medio ambiente.

Figura 4. Vocación del suelo

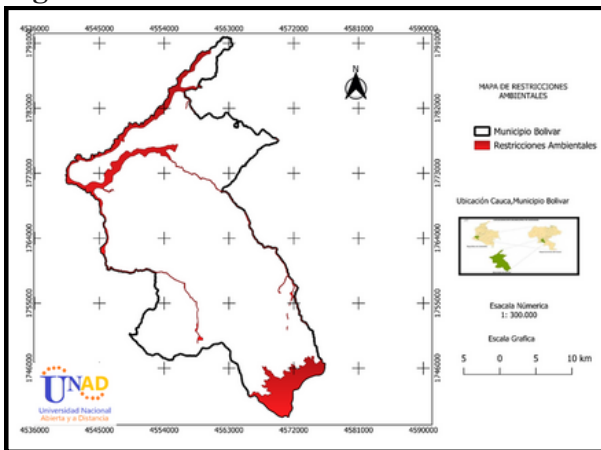


Fuente: Yonathan Orozco, 2024.

Clasificación de las restricciones Ambientales.

Las restricciones ambientales se clasifican por zona de paramos e hidrografía el Río San Jorge y el Río Sambingo y el parque Nacional Volcánico Doña Juana – Cascabel a continuación se muestra el mapa donde se resalta las restricciones.

Figura 5. Restricciones ambientales



Fuente: Yonathan Orozco, 2024

Zonas con Vocación Silvopastoril

Para este modelo, se propone que las variables correspondientes a la información de los indicadores sean calificadas dentro de un rango numérico comprendido entre uno (1) a diez (10), siendo los valores cercanos a diez, los correspondientes a una calificación deseable para desarrollar actividades silvopastoril y los valores cercanos a uno, a una situación desfavorable o limitante para desarrollar dichas actividades en busca de obtener dos clase apto para sistema silvopastoriles y no apto incluyendo las restricciones ambientales. Estos criterios fueron superpuestos con las pendientes, la clasificación climática y la cobertura de suelos en el uso principal se estableció que los cultivos permanentes pueden asociarse a los sistemas Silvopastoril.

Identificación de zonas aptas para sistemas silvopastoriles:

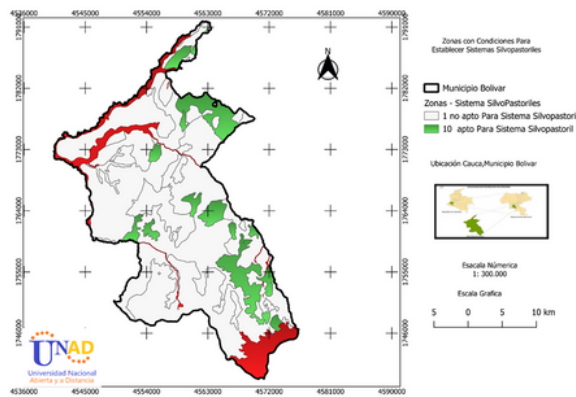
- Sobreponer los mapas de pendiente, cobertura del suelo, vocación de uso y clima.
- Identificar las áreas que cumplen con los criterios establecidos para la implementación de sistemas silvopastoriles.

Tabla 2. Clasificación uso del suelo

Vocación	Uso	Clasificación
Agroforestal	Agrosilvopastoril con cultivos permanentes	10
Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	1
Agrícola	Cultivos permanentes intensivos de clima medio	10
Agrícola	Cultivos permanentes semi intensivos de clima cálido	10
Agrícola	Cultivos permanentes semi intensivos de clima frío	10
Agrícola	Cultivos permanentes semi intensivos de clima medio	10
Conservación de Suelos	Conservación y Recuperación Erosión	1
Conservación de Suelos	Conservación de Recursos Hidrobiológicos	1
Agrícola	Cultivos transitorios intensivos de clima cálido	1
Agrícola	Cultivos transitorios semi intensivos de clima cálido	1
Agrícola	Cultivos transitorios semi intensivos de clima frío	1
Agrícola	Cultivos transitorios semi intensivos de clima medio	1
Forestal	Protección – producción	1
Forestal	Forestal de protección	1
Zonas urbanas	Zonas urbanas	1

Fuente: Yonathan Orozco, 2024.

Figura 6. Aptitud para establecer sistema silvopastoriles



Fuente: Yonathan Orozco, 2024.

Se logra comprender la importancia del uso de los sistemas de información Geográfica, toda vez que por medio del uso de estas alternativas sistemáticas se obtuvo información vital como aspectos climáticos, restricciones ambientales, y lugares aptos, vocación del suelo y la aptitud para establecer los sistemas silvopastoriles que coadyuvan para la toma de decisiones.

Conclusiones

Por medio de la ejecución de geoprocursos se identificó algunas de las zonas más afectadas por la degradación del suelo en el municipio de Bolívar, y se determina los puntos a intervenir para recuperar y reducir el impacto generado por la erosión. La aplicación de herramientas de geoprocuremento permitió mapear las zonas más afectadas por la degradación del suelo. Estas áreas se caracterizan por una alta susceptibilidad a la erosión debido a factores como la pendiente pronunciada, la deforestación y el uso inapropiado del suelo.

La participación activa de la comunidad local en las actividades de conservación y recuperación del suelo es esencial para el éxito a largo plazo. La educación y la capacitación de los agricultores en prácticas sostenibles son fundamentales para asegurar estas técnicas.

Recomendaciones

1. Se deben elegir suelos fértiles con capacidad de drenaje, con pH ligeramente ácidos a bajos en alcalinidad, optando por suelos que sean fértiles y con buena capacidad de drenaje, verificando el contenido de materia orgánica y nutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo, potasio).
2. Elige suelos con pH ligeramente ácido (aproximadamente entre 5.5 y 6.5) a bajos en alcalinidad.
3. Preparar el suelo en función de su composición física y química realizando un análisis completo del suelo para determinar su composición física y química. Identificando las necesidades específicas de enmiendas o fertilizantes.
4. Mantenimiento y manejo del sistema agrosilvopastoril (AGROSAVIA, s/f)
5. Monitorear regularmente el estado del suelo, la salud de las plantas y la producción de forraje.

Referencias

AGROSAVIA. (s/f). Diseño y aplicación del sistema agrosilvopastoril, basados en ceiba roja. Agrosavia.co.
<https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnologica/1%ADnea-pecuaria/ganader%ADa-y-especies-menores/recomendaciones-protocolos-y-metodolog%ADas/427-recomendaciones-para-sistema-agrosilvopastoril-de-produccion-de-carne-en-el-departamento-del-cesar>

Carrión, L., & Viviana, A. (2023). Degradación de suelos y baja fertilidad en el municipio de Gachala.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/600>

- Colombia en Mapas. Recuperado 20/05/2024. <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>
- Díaz, F. L. B. A. (1998). erosión y desertificación: implicaciones ambientales y estrategias de investigación. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/45421/43461>.
- Díaz Orozco, A. Y. (2017). Evaluación De Sistemas Agroforestales Mediante la Implementación De Sistemas de Información Geográfica.
- Duque Cano, M. I., Durango Vanegas, C. E., & Carvajal Hurtado, V. (2020). Propuesta de un método de evaluación multicriterio como herramienta para determinar zonas óptimas de ubicación de rellenos sanitarios utilizando sistemas de información geográfica.
- Granados-Sánchez, D., División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera México-Texcoco. C. P. 56230. Chapingo, Texcoco, Estado de México.
- Hernández-García, M. Á., Vázquez-Alarcón, A., & Ruíz-Puga, P. (2013). LOS PROCESOS DE DESERTIFICACIÓN Y LAS REGIONES ÁRIDAS. REVISTA CHAPINGO SERIE CIENCIAS FORESTALES Y DEL AMBIENTE, XIX(1), 45–66. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.10.077>
- Instituto Agustín Codazzi Recuperado 20/05/2024. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Recuperado, 20/05/2024. <http://www.ideam.gov.co/capas-geo>
- Prieto Ruiz, D. R., & Hernández Torres, D. A. (2020). Evaluación de áreas deforestadas por actividades antrópicas para la generación de procesos de reforestación en el municipio de Bolívar, Cauca con el uso de SIG.
- Sánchez Lafont, M. N. (2020). Identificación de áreas a reforestar mediante evaluación multicriterio y sistemas de información geográficos (caso los córdobas-Córdoba).
- Sopla Mas, J. (2018). Zonificación de áreas potenciales para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en la microcuenca Lluhca, Chachapoyas, Amazonas.
- Velez Chiquillo, W. L., Mancilla Estrada, J. M., & Briñez Ciceri, J. Determinación de la aptitud del suelo para la agricultura, mediante el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) en el municipio de San Juan del Cesar, Departamento de La Guajira.

Link Youtube:

<https://youtu.be/YNOi09Uoa8E>