

IDENTIFICACIÓN DE APTITUD DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE MALANGA A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARTA, DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA, COLOMBIA.

Jairo Aníbal Márquez Martínez | Cód.: 79980187 | email: jamarquezmar@unadvirtual.edu.co

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

Escuela de Ciencias Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Diplomado en Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento Agroambiental del Territorio

Bogotá, Colombia – junio 2024

Resumen

Debido a la importancia de la autosuficiencia alimentaria, se pretende identificar mediante sistemas de información geográfica con datos abiertos disponibles en internet como fuente primaria, la viabilidad del cultivo de malanga (*Colocasia esculenta*) en el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena, Colombia. Se realizan los geoprocursos usando el software ArcGIS Pro de esri para determinar áreas sin y con restricciones, importando las capas de interés ambiental y técnicas. También se tiene en cuenta las propiedades del suelo y clima para el cultivo en cuestión, identificando el área con clasificación de aptitud agrícola para su desarrollo.

Palabras clave: agricultura, malanga, municipio Santa Marta, SIG, autosuficiencia alimentaria

Abstract

Due to the importance of food self-sufficiency, it is intended to identify, through geographic information systems with open data available on the Internet as a primary source, the viability of taro cultivation (*Colocasia esculenta*) in the municipality of Santa Marta in the department of Magdalena, Colombia. Geoprocesses are carried out using esri's ArcGIS Pro software to determine areas with and without restrictions, importing layers of environmental and techniques interest. The properties of the soil and climate for the crop in question are also considered, identifying the area with a classification of agricultural suitability for its development.

Introducción

El municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena se ubica al norte de Colombia, al sur limita con el pico de la sierra nevada de Santa marta a unos 5775 msnm, al norte con el mar atlántico, al occidente con la ciénaga del Magdalena y al oriente con el río Palomino. Estas propiedades caracterizan al municipio de forma especial para su estudio, por tener una gran diversidad climatológica.

Se identifican criterios de aptitud del suelo por sus características, teniendo en cuenta el reconocimiento y clasificación de las coberturas de la tierra, siendo fundamental dentro del método de investigación aquí aplicado, para el desarrollo agrícola de malanga.

Para el ejercicio se implementa la técnica de modelación espacial agroambiental, con la metodología y valores de influencia según el componente ambiental, edáfico y climático, al igual que la calificación según el tipo de cobertura del suelo.

La cartografía base se extrae de los portales que ofrecen datos abiertos para descarga en formato shapefile, realizados por las entidades encargadas como el IDEAM y el IGAC. Estos datos son utilizados para hallar las áreas con y sin restricciones, teniendo en cuenta ámbitos legales establecidos de conservación ambiental como parques nacionales naturales, áreas protegidas, reservas forestales, ríos, humedales, páramos y resguardos indígenas. También se tiene en cuenta las limitaciones del desarrollo agropecuario por restricciones técnicas, dado el uso del suelo como aeropuertos, industria o áreas urbanizadas.

Siguiendo el modelo propuesto de 'Aptitud de Suelo para la Agricultura', se delimita el área sin restricciones para la agricultura, se depura la capa de coberturas de suelo seleccionando los datos de nivel 3 según Corine Land Cover para Colombia y se agrega una columna en la tabla de atributos, dando una calificación con respecto a un indicador determinado por su favorabilidad o limitantes de 1 a 10. Luego se ejecuta un análisis ráster por medio de una valoración multicriterio con las calificaciones dadas, obteniendo el mapa del componente ambiental. Se realizan los mismos procesos para los componentes edáfico, usando las capas de características y capacidad de uso del suelo y climático usando las capas de clasificación climática Caldas-Lang y Precipitación Media Total Anual Promedio Multianual.

Con los tres mapas obtenidos de los componentes ambiental, edáfico y climático, se realiza una operación con la función de calculadora ráster para asignar los pesos de influencia sobre agricultura asignados y se obtiene el mapa de aptitud del suelo para la Agricultura en el municipio con la clasificación cualitativa indicada.

Objetivos

General

Aplicar un modelo definido de aptitud para el desarrollo agrícola de malanga (*Colocasia esculenta*) en el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena en

Colombia, a partir de los datos abiertos disponibles de sistemas de información geográfica.

Específicos

- Obtener las capas necesarias de los datos abiertos disponibles en geoportales.
- Implementar el software de ArcGIS Pro para los geoprocursos indicados.
- Obtener los mapas de los componentes ambiental, edáfico y climático con la calificación adecuada de los datos utilizados en las tablas de atributos.
- Desarrollar el modelo espacial para determinar la aptitud del suelo para la agricultura.

Caso de estudio

Para el ejercicio se delimitó el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena en Colombia por tener una gran diversidad en el uso del suelo. Dentro del área de estudio están los parques nacionales del Tayrona y el Parque Nacional Sierra Nevada de Santa Marta, el resguardo indígena Kogui-Malayo-Arhuaco, una gran red hídrica, humedales, páramos y reservas forestales, todos de interés ambiental. Se encuentran zonas de tejido urbano, industriales, portuarias y aeropuertos con restricciones técnicas que impiden el total uso del suelo para la actividad agrícola. Tiene una variedad climática que va desde los nevados a unos 5775 msnm (IDEAM, 2022) hasta el mar y diferentes tipos de suelo desde árido hasta fértil.

Según Púa, A., Barreto, G., Zuleta, J. & Herrera, O. (2019) la malanga contiene 24.99 % de proteínas, 0.53 % de grasa, 59.36 % de carbohidratos, 7.65 % de ceniza, 4.88 % de fibra bruta, 2.59 % de humedad, 8.35 mg/kg de hierro, 94.45 mg/kg de calcio, 242.37 mg/kg de magnesio, 6.21 mg/kg de zinc, 0.188 mg/100 mg de vitamina C, 0.047 mg/100 mg de Vitamina B1, y 0.078 mg/100 mg de Vitamina B3.

En el estudio sobre la malanga realizado por Torres, A., Montero, P. & Duran, M. (2013), se dice que los altos contenidos de humedad y fibra de los dos almidones, sugiere que se pueden emplear técnicas más apropiadas para la determinación de humedad y extracción del almidón, al igual se sugiere que los altos contenidos de proteína hacen poco factible el uso de estos almidones en la elaboración de jarabes glucosados y que debido a sus bajas temperaturas de gelatinización, pueden emplearse para elaborar productos como postres.

En la Figura 1, se incluyeron las capas con restricciones vinculantes al componente ambiental mencionadas anteriormente, del 'Mapa de cobertura de la tierra. Adaptación Corine Land Cover' se realizó el proceso de disolver para dejar en la tabla de atributos los datos del nivel 3 y se calificaron según la Tabla 1 para determinar el área con restricciones técnicas para la actividad agrícola.

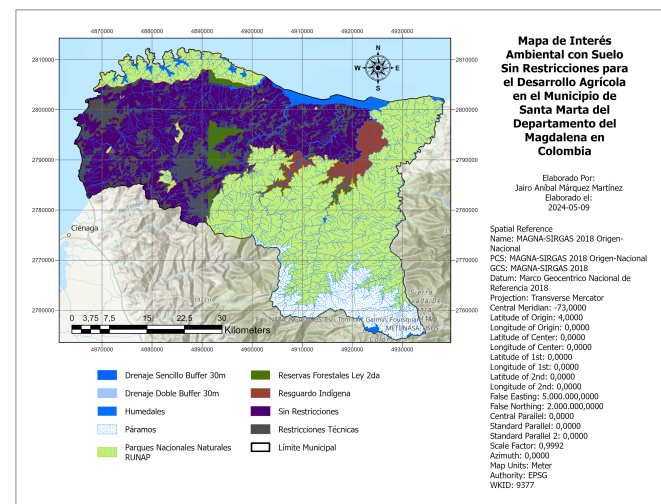
Tabla 1

Datos obtenidos de la tabla de atributos nivel 3, del Mapa de cobertura de la tierra. Adaptación Corine Land Cover. Periodo 2018.

Cobertura de la Tierra nivel 3	Calificación
1.1.1. Tejido urbano continuo	N/A
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	N/A
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	N/A
1.2.3. Zonas portuarias	N/A
1.2.4. Aeropuertos	N/A
1.3.1. Zonas de extracción minera	4
1.4.1. Zonas verdes urbanas	N/A
1.4.2. Instalaciones recreativas	N/A
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	10
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	10
2.3.1. Pastos limpios	10
2.3.2. Pastos arbolados	8
2.3.3. Pastos enmalezados	8
2.4.1. Mosaico de cultivos	10
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	10
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	5
3.1.1. Bosque denso	N/A
3.1.2. Bosque abierto	N/A
3.1.3. Bosque fragmentado	N/A
3.1.4. Bosque de galería y ripario	N/A
3.2.1. Herbazal	9
3.2.2. Arbustal	8
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	5
3.3.2. Afloramientos rocosos	1
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	1
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	N/A
4.2.1. Pantanos costeros	N/A
5.1.1. Ríos	N/A
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	N/A

Figura 1

Mapa de interés ambiental con suelo sin restricciones para el desarrollo agrícola en el municipio de Santa Marta del Departamento del Magdalena en Colombia



Con el área demarcada con y sin restricciones como muestra la Figura 2, se realizó un recorte de la capa 'Cobertura de la tierra' para excluir el área restringida y se generó el mapa de la Figura 3 con las calificaciones dadas en la Tabla 1.

Figura 2

Mapa con y sin restricciones para el desarrollo agrícola en el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena en Colombia

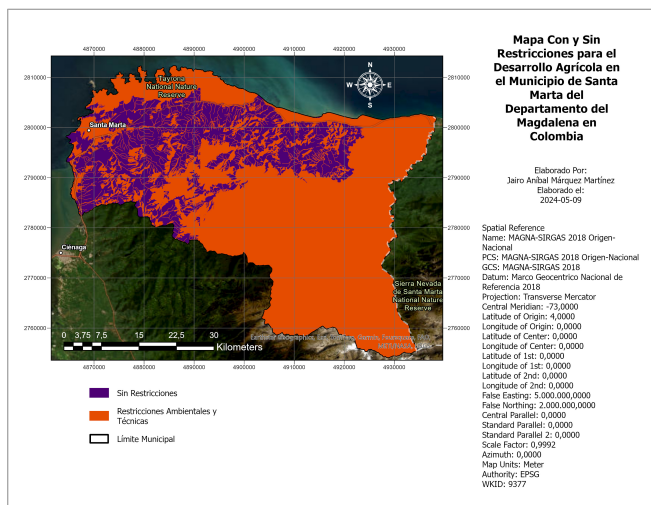
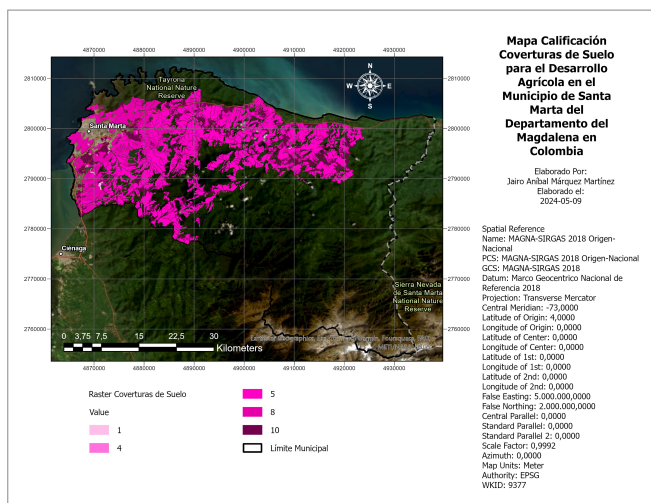


Figura 3

Mapa calificación coberturas de la tierra para el desarrollo agrícola en el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena en Colombia



Para obtener el mapa de la Figura 4 relacionada con los valores del componente ambiental, se realizó la operación con la calculadora ráster la operación

$$IC = \frac{I_1 \cdot W_1 + I_2 \cdot W_2 + \dots + I_n \cdot W_n}{\sum_1^n W} \quad \text{Formula 1}$$

donde “IC” es el indicador compuesto del píxel (media aritmética), “I” es el indicador individual de cada componente (valores comprendidos entre 1 a 10), por ejemplo, los indicadores del componente ambiental correspondientes a coberturas del suelo y la capa “sin restricciones” y “W” es el peso porcentual asignado al indicador. Se usan los porcentajes de influencia dados en la Tabla 2 usando la capa sin restricciones y coberturas de suelo

Tabla 2

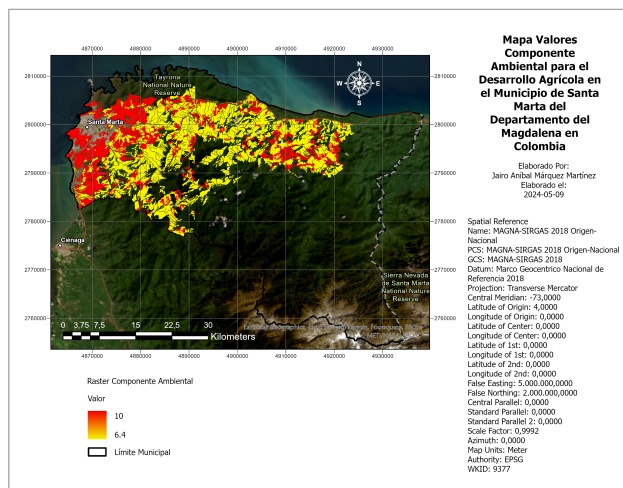
Propuesta peso de influencia de indicadores dentro de cada componente

Componente	Capa vectorial	Peso (%) Influencia sobre la agricultura dentro del Componente.
Ambiental	Sin restricción	60
	Coberturas de suelo	40
Edáfico	Suelos (Características edáficas)	45
	Capacidad de uso	55
Climático	Clasificación Climática de Caldas - Lang 2014	45
	Precipitación Media Total Anual. Promedio Multianual durante el periodo 1981-2010	55

Fuente: Adaptado de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, 2014

Figura 4

Mapa con los valores del componente ambiental para el desarrollo agrícola en el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena en Colombia



Para generar el mapa de la Figura 5 se utilizó el proceso de reclasificación con los valores cuantitativos, se utilizó el proceso de reclasificación con intervalo manual de 1 a 5 con los valores dados en la tabla 3.

Tabla 3

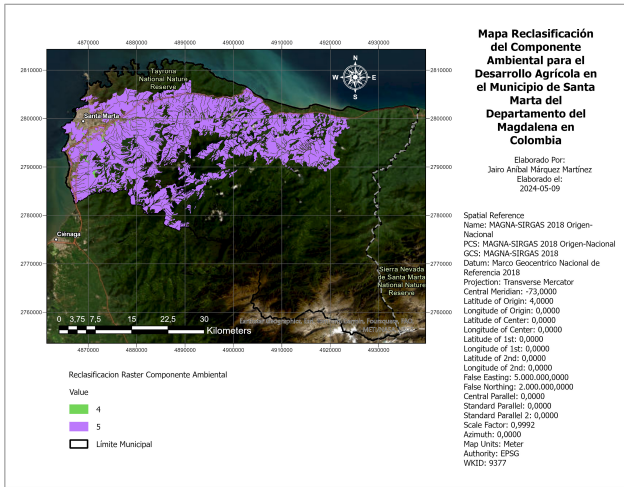
Clasificación estandarizada para los resultados espaciales de componentes, modelo aptitud para la agricultura

Clasificación Cualitativa	Rango Cuantitativo	Color
No Apto	1 – 2,99	Rojo
Marginal	3 – 4,99	Amarillo
Baja	5 – 5,99	Verde claro
Moderado	6 – 7,99	Verde medio
Alta	8 – 10	Verde oscuro

Fuente: Adaptado de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, 2014

Figura 5

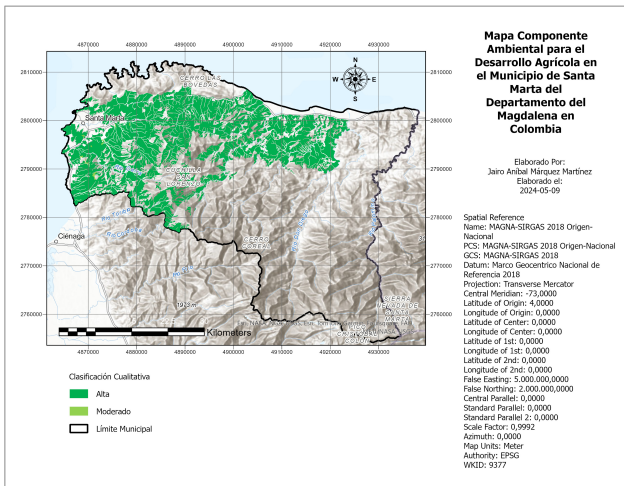
Mapa reclasificación del componente ambiental para el desarrollo agrícola en el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena en Colombia



El mapa del componente ambiental correspondiente a la Figura 6, fue generado a partir de la función de ráster a polígono para obtener los valores cualitativos dados en la Tabla 3 y se utilizó la simbología con los colores indicados en la Tabla 3.

Figura 6

Mapa componente ambiental para el desarrollo agrícola en el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena en Colombia



El mismo proceso se repitió para obtener los mapas de los componentes edáfico Figura 7 y climático Figura 8, usando las capas vectoriales descritas en la Tabla 2. Se tiene en cuenta con anterioridad el tipo de cultivo que es la malanga (*Colocasia esculenta*) para el desarrollo del mapa de aptitud del suelo para la agricultura, ya que este requiere condiciones de suelo fértil profundo y climáticas de precipitación entre 1000 y 1500 mm promedio total anual (MEFFCA – Nicaragua., s.f.).

Figura 7

Mapa con clasificación cualitativa del componente edáfico para el desarrollo agrícola en el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena en Colombia

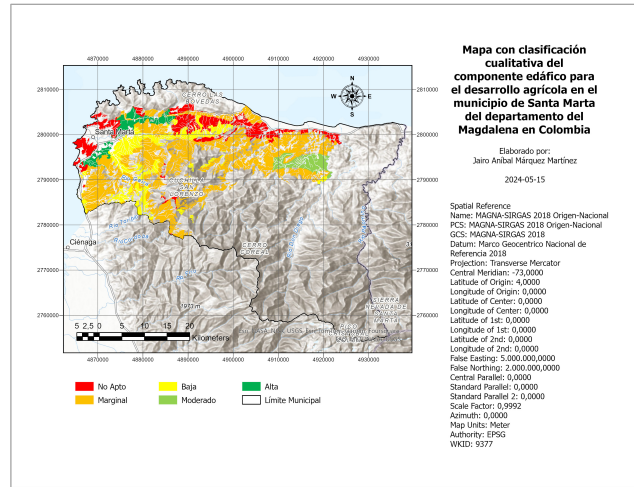
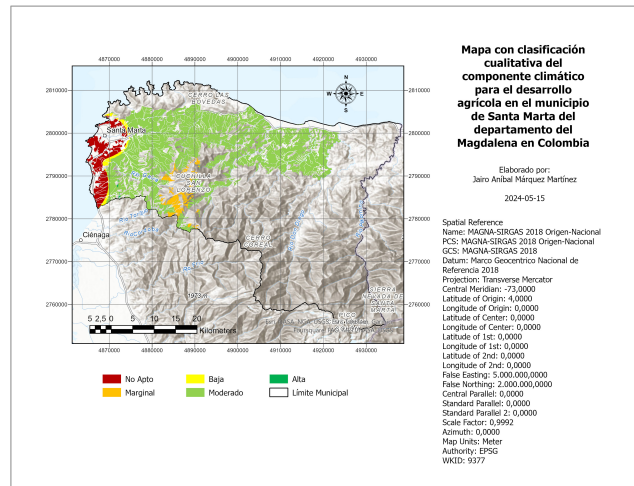


Figura 8

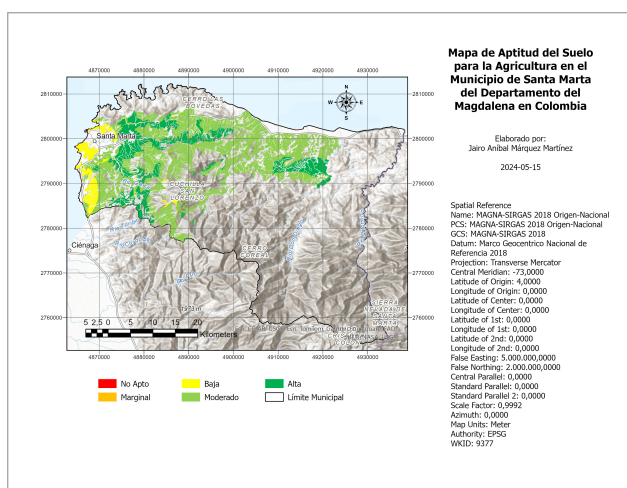
Mapa con clasificación cualitativa del componente climático para el desarrollo agrícola en el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena en Colombia



Finalmente, el mapa de aptitud del suelo para la agricultura Figura 9, fue creado a partir de los mapas del componente ambiental, edáfico y climático, realizando el proceso de calculadora ráster, con la ecuación de la Fórmula 1, utilizando los valores de porcentaje de influencia definidos en la Tabla 4 y se le asignaron los valores y colores definidos en la Tabla 3.

Figura 9

Mapa de aptitud del suelo para la agricultura en el municipio de Santa Marta del departamento del Magdalena en Colombia

**Tabla 4**

Propuesta peso de influencia de indicadores dentro de cada componente

Componente	Peso (%) Influencia sobre la agricultura.
Ambiental	40
Edáfico	35
Climático	25

Fuente: Adaptado de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, 2014

Tabla 5

Áreas en metros cuadrados según la clasificación cualitativa y color correspondiente

Áreas (m ²)	Clasificación cualitativa	Color
841389,5482	No Apto	Rojo
753159,4884	Marginal	Naranja
42923124,35	Baja	Amarillo
423126566,6	Moderado	Verde claro
149774121,7	Alta	Verde oscuro

Conclusiones y recomendaciones

Lo primero a resaltar es la necesidad de obtener los datos abiertos de portales con información primaria que aseguren la veracidad, la calidad de esta información dispuesta por las diferentes organizaciones nacionales a nivel gubernamental, son la clave para que cualquier investigación tenga un alto rango de calidad. En Colombia es evidente que hace falta mucho trabajo en este campo de los sistemas de información geográfica, ya que la información muchas veces está desactualizada o no corresponde a la realidad.

Gracias al software GIS, es posible realizar los diferentes geoprocursos (clip, dissolve, reclassify, para obtener nueva información como en este caso el mapa de aptitud del suelo para la agricultura, pero la experiencia con el programa de ArcGIS Pro fue muy desafortunada, ya que fue necesario realizar los proyectos con todos los pasos varias veces, porque el programa se bloquea y se pierde todo el trabajo realizado, además si no se tiene internet no se puede trabajar porque necesita validar la licencia en línea. La única opción era exportar las capas trabajadas en shapefile y tif para tener el respaldo, pero el tiempo perdido es demasiado. Por esta razón, creo que es preferible trabajar con el software de código abierto y totalmente gratuito QGIS que ofrece excelentes herramientas y a veces mejores.

Al reclasificar los valores de las tablas de atributos, es necesario tener precisión sobre el rango que se incluye dentro del modelo utilizado, ya que esto puede arrojar datos no acordes, generando inexactitudes en los mapas finales. Al igual en la fórmula utilizada de porcentajes de influencia, deben ser analizados con detenimiento para obtener análisis acertados con respecto a las calificaciones de áreas aptas para la agricultura. De igual manera, es fundamental seleccionar el tipo de cultivo que se va a trabajar para la generación del mapa de aptitud del suelo para la agricultura, puesto que no todos usan el mismo tipo de condiciones de suelo o climáticas.

Todas las zonas con restricciones técnicas que no se incluyeron pueden ser consideradas para aplicar una agricultura parcializada sea para las zonas urbanas en paredes y techos vivos y/o huertas urbanas aportando a un ambiente más sano y a la autosuficiencia alimentaria. Actualmente, aunque por un lado los mapas muestren una fase de restricción por intereses ambientales, por otro, la realidad es que se realizan cultivos extensivos industrializados dentro de parques nacionales y resguardos indígenas. Por ejemplo la bananera de unas 70 hectáreas que funciona al lado occidental de la desembocadura del río Palomino, que divide los departamentos del Magdalena y La Guajira, está dentro del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta y a los alrededores también funcionan hoteles de alta gama, incluso hay un pueblo pequeño con unas 150 casas a unos metros de la bananera dentro del parque y ninguno de los predios está reconocidos legalmente con escrituras ni dentro de catastro, porque la ley lo impide. Hay turismo desmedido, viven familias enteras que viven ahí antes de ser resguardo y dependen de la tierra, pero ahora están en conflicto con los indígenas porque se supone que no deben estar ahí.

También se encontraron errores en las capas descargadas por lo que se demuestra que no hay un trabajo en campo que verifique los datos a nivel nacional, departamental ni local y tampoco hay una entidad de los valide. Al utilizar los datos abiertos para crear nuevos sistemas de información geográfica, deben ser corroborados exhaustivamente para evitar un análisis erróneo perjudicando las decisiones tomadas basado en los mapas. De igual manera la actualización permanente es fundamental, por ejemplo, en el geoportal de catastro del IGAC hay ausencia de pueblos enteros, lo que evita un correcto plan de ordenamiento territorial.

Enlace al video de sustentación del presente trabajo:

<https://youtu.be/0Y4CHUc5wZs>

Bibliografía

- Esri Inc. (2024). *ArcGIS Pro. Geographic Information System.* (Versión 3.2.2.49743) [Software de computador] Esri Inc. <https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/arcgis-pro/overview>
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2022). *Sierra Nevada de Santa Marta.* <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/sierra-nevada-santa-marta>
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2024). *Información geográfica de datos abiertos.* <https://www.datos.gov.co/browse?category=Ambiente+y+Desarrollo+Sostenible&q=Instituto%20de%20Hidrolog%C3%ADa%20Meteorolog%C3%ADa%20y%20Estudios%20Ambientales&sortBy=relevance&utf8=%E2%9C%93>
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2024). *Consulta y descarga de datos hidrometeorológicos.* <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>
- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2020). *Colombia en mapas.* <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>
- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2021). *Zonificación climática para levantamiento de suelos.* https://antiguo.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/in-gag-pc05-13_zonificacion_climatica_para_levantamiento_de_suelos.pdf
- MEFFCA – Nicaragua. (s.f.) *Cultivo de malanga.* <https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/carterilla/documento9170487.pdf>
- OGT - Organización Gonawindúa Tayrona. (s.f.) *La línea negra.* <https://gonawindwa.wordpress.com/territorio-ancestral/linea-negra/>
- Olaya, V (2014). *Sistemas de Información Geográfica.* Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf
- Púa, A., Barreto, G., Zuleta, J. & Herrera, O. (2019). Análisis de Nutrientes de la Raíz de la Malanga (*Colocasia esculenta* Schott) en el Trópico Seco de Colombia. *Información tecnológica*, 30(4), 69-76. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000400069>
- Torres, A., Montero, P. & Duran, M. (2013). Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*). *Revista Lasallista de Investigación*, 10(2), 52-61. Retrieved May 29, 2024, http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492013000200007&lng=en&tlng=es.
- UPRA - Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2014). *Metodología de evaluación de tierras 1:25.000* <http://hdl.handle.net/20.500.12324/36445>