

---

# DETERMINACIÓN DE LA APTITUD DE SUELO PARA EL CULTIVO DE ALGODÓN EN EL MUNICIPIO DE CANDELARIA DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA

Estudiantes autores:

Jose Ricardo Victoria Jaramillo, 1151947864, jrvtoraij@unadvirtual.edu.co

Ingrid Yomaly Valencia Torres, 1113533602, iyvalenciat@unadvirtual.edu.co

Sindy Edith Rivas, 1144034459, serivas@unadvirtual.edu.co

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

## Resumen

El análisis de aptitud del suelo mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) es una de las herramientas más utilizadas en la actualidad. En este tipo de estudios los SIG y las herramientas geoespaciales son necesarias para evaluar las unidades de tierra y presentar los resultados en mapas de aptitud (Trabichet, F. C. 2020). El presente trabajo tiene como finalidad caracterizar la aptitud de los suelos en el Municipio de Candelaria – Valle del Cauca para la producción de Algodón (*Gossypium Hirsutum*). Para tal fin se propone un modelo lógico donde se pueda observar la problemática real del suelo en el municipio.

Existen varias técnicas para la aplicación de la tecnología como herramientas para la toma de decisiones; una de ellas nos ayudara sobreponer las capas vectoriales y ráster a fin de obtener una ponderación establecida mediante un análisis de valoración multicriterio.

### *Palabras clave*

Sistemas de Información Geográfica, SIG, suelo, ambiental.

### **Abstract**

Soil suitability analysis through the use of Geographic Information Systems (GIS) is one of the most used tools today. In this type of studies, GIS and geospatial tools are necessary to evaluate land units and present the results in suitability maps.

---

The purpose of this work is to characterize the suitability of the soils in the Municipality of Candelaria - Valle del Cauca for the production of Cotton (*Gossypium*).

For this purpose, a logical model is proposed where the real land problems in the municipality can be observed. There are several techniques for the application of technology as tools for decision making; One of them will help us overlay the vector and raster layers in order to obtain a weighting established through a multi-criteria assessment analysis.

### ***Keywords***

GIS, soil, environmental

### **Introducción**

La evaluación de la capacidad del suelo se basa en las distintas regiones ecológicas donde influyen las propiedades del suelo; por ello, resulta crucial categorizarlos según su idoneidad para la agricultura, la ganadería, la silvicultura o la conservación ambiental; Gran parte del recurso Suelo han sido alterado por las actividades humanas, donde suelen reducir su fertilidad, e inadecuado manejo para cultivos. Por lo tanto, es necesario determinar los tipos de suelo y clasificar cuáles son para actividades de agrícolas ganaderas o de conservación.

---

Con el presente artículo se determina la calidad del suelo para producir algodón en el municipio de Candelaria Valle del Cauca, mediante el sistema de Información Geográfica ARGIS, bajo tres componentes Ambiental, edáfico y Climático.

### **Objetivos**

#### **General**

- Determinación de la aptitud de suelo para el cultivo de algodón en el municipio de Candelaria haciendo uso de sistemas de información geográfica.

#### **Específicos**

- Desarrollar un modelo entidad relación del caso de estudio y los aspectos involucrados.
- Generar mapas para realizar geoprocesos del caso.
- Realizar los componentes ambientales, edáfico, y climático del municipio de candelaria.

---

## IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA O CASO DE ESTUDIO

El algodón *Gossypium Hirsutum*, en una variedad de cultivo que tiene una representación aproximada del 3% del área total cultivada a nivel mundial cuya importancia a nivel comercial y económico se ha acrecentado con el pasar de las décadas (Mejía Salazar, 2014). En Colombia hacia el año 2022 se sembraron alrededor de 14.100 hectáreas de este cultivo y se estima que para los siguientes 3 años el crecimiento de la superficie algodонера nacional ascienda a 36.100 hectáreas, lo que significa que el mercado interno para la fibra de algodón aumentaría de 39 mil toneladas alrededor de 90 mil toneladas hacia el año 2025; sin embargo, es de vital importancia incentivar la reactivación de este cultivo en Colombia. (CONALGODÓN, 2022).

A nivel nacional, se cultiva algodón de fibra media y larga con una buena homogeneidad y alta resistencia, de semillas provenientes de los EE. UU, cuyas cosechas se realizan dos veces en el año; en la zona denominada Costa – Llanos comprendida por los departamentos de La Guajira, Cesar, Córdoba, Sucre, Meta y Vichada, donde la siembra de los cultivos de algodón se realiza en el segundo semestre del año y la cosecha se efectúa en el primer semestre del siguiente año.

Por el contrario, en la zona denominada Interior comprendida por los departamentos de Huila, Tolima y Valle del Cauca, la siembra de los cultivos se realiza en el primer semestre del año y la cosecha se efectúa en el segundo semestre. (Ángel, 2019). En el caso específico del departamento del Valle del Cauca, para el año 2022 las hectáreas con cultivos de algodón eran aproximadamente de 250 y se estima un crecimiento hacia el año 2025 de alrededor de 1000 hectáreas, aunque el uso de suelo y tierras disponibles para este tipo de cultivos en esta región del país esté acaparado por los cultivos de maíz y soya y sobre todo por los cultivos de caña de azúcar. (CONALGODÓN, 2022)

Para que el cultivo de algodón sea productivo y las cosechas lleguen a buen término, es necesario realizar una revisión de las características que presenten los suelos antes de iniciar la plantación del cultivo; la importancia de realizar un completo análisis de las propiedades tanto físicas como químicas será trascendental para la productividad de las cosechas.

---

Para los cultivos algodoneros, se requiere la disponibilidad de suelos con fertilidad media a alta y ricos en materia orgánica, suelos con PH neutro o ligeramente alcalino, para la buena adherencia de sus raíces es necesario que los suelos sean profundos, con buena capacidad de drenaje, permeables y con temperaturas superiores a los 18°C. (Laserma, 2024)

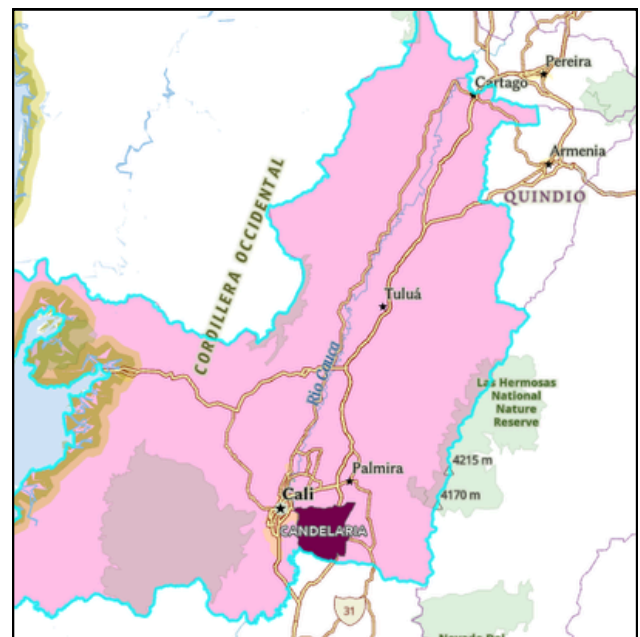
Conforme a lo mencionado anteriormente y adicional a la creciente demanda de tierras algodoneras en el país, surge la importancia de esta investigación con respecto a la aptitud de suelo y áreas aptas para los cultivos de algodón *Gossypium Hirsutum* en el municipio de Candelaria, en el departamento del Valle del Cauca; aplicando los SIG – Sistemas de Información Geográfica, con la finalidad de obtener los datos y la información trascendental necesarios para el estudio del cultivo en la zona seleccionada y así verificar si los suelos del municipio son aptos para el cultivo del algodón.

## LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Municipio de Candelaria está ubicado a 3° 24'43" Latitud Norte y 76° 21'1" de Longitud Oeste, presenta solo un piso térmico por encontrarse en una zona plana del valle geográfico del río Cauca entre 945 (Juanchito) y 995 m.s.n.m. (corregimiento de Cabuyal), la altitud en la cabecera Municipal es de 973 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 23° C, con precipitación promedio anual de 1.000 mm. Limita al Norte con el Municipio de Palmira, al Sur con el Departamento de El Cauca, al Occidente con Santiago de Cali y al Oriente con los municipios de Pradera y Florida. (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Económico, 2011).

**Figura 1.**

*Mapa de Ubicación Candelaria - Valle del Cauca*



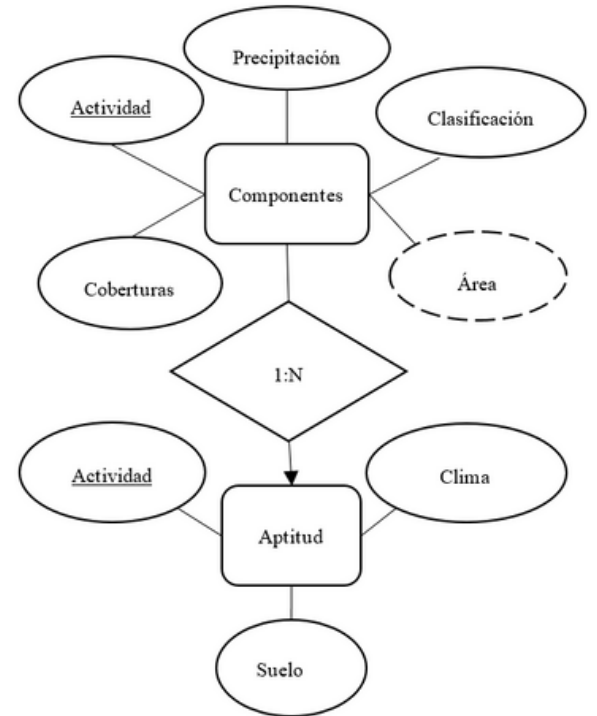
Fuente. Propia 2024

**Mapa Modelo Entidad - Relación**

Con la utilización del diagrama de entidad y relación podemos determinar la estructura de bases de datos o atributos a implementar, por lo que necesitamos establecer los datos a utilizar, y como estos se relacionan. De manera conceptual utilizamos los atributos en tiempo real para obtener mejor comprensión de lo utilizado en el desarrollo de los componentes. (Gaona, A. L. 2012). En la Figura 2 se muestra el mapa conceptual de las entidades con sus respectivos atributos donde, se observa que para los componentes necesitamos los datos de las zonas con actividades útiles y de restricción para la aptitud la cual es un atributo compartido, también las coberturas de suelo, capacidades de uso, clasificación del clima, y precipitación, también se tiene el área la cual no es un atributo implementado pero fundamental para su análisis.

**Figura 2.**

*Mapa entidad relación*



*Fuente. Propia (2024)*





En la tabla 1 se presenta para las entidades los atributos que tendrían principal relación entre ellos en este caso las actividades, por lo que se tienen en cuenta las zonas de evaluación para la aptitud y las zonas con restricción.

**Tabla 1.**

*Estructura entidad relación*

Componentes		→	Aptitud	
Pk	Actividad		Pk	Actividad
Fk	Área		Fk	Clima
Fk	Clasificación		Fk	Suelo
Fk	Coberturas			
Fk	Precipitación			

*Fuente. Propia, 2024*

- Convenciones**
-  Entidad
  -  Atributo
  -  Atributo débil
  -  Relación
  - Pk Llave principal
  - Fk Llave foránea

**Planteamiento, Identificación y Desarrollo de los Geo-procesos**

Para la realización de todos los geoprocesos necesarios para la determinación de la aptitud para el cultivo de algodón, el software utilizado fue ArcGis Pro, software con licencia para usos educativos suministrado por la Universidad Nacional Abierta y A Distancia. En el software se desarrollaron los componentes Ambiental, Edáfico y Climático con porcentajes establecidos para cada componente como influencias sobre el uso de los suelos para la agricultura.

**Tabla 2.**

*Peso de influencia por componente*

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

*Fuente. (UNAD, 2024, Pg. 3)*

Para realizar la determinación de la aptitud de suelo se implementó la EC[1] de acuerdo con los pesos de influencia.

EC[1]

$$\bar{x} = \frac{(cpa * w_1) + (cpe * w_2) + (cpc * w_3)}{100}$$

Donde,  $\bar{x}$ : media aritmética, cpa: componente ambiental, cpe: componente edáfico, cpc: componente climático, W1: peso cpa, W2: peso cpe, W3: peso cpc.

Fuente. adaptado de Fase 4 UNAD,2024

Es oportuno aclarar que para todas las capas ejecutas en los distintos geo-procesos se utilizó el Sistema de Coordenadas Geográficas MAGNA – SIRGAS Origen Nacional y los geo-procesos más desarrollados durante toda la modelación y para todos los componentes fueron: Recortar, Disolver, Combinación, Erase, Intersección, Proyección de Capas en formato Shapefile (Vectoriales) y formato Ráster.

De acuerdo con lo anterior haciendo uso del software ArcGIS pro se estableció desde una cartografía base las restricciones para aplicación de la aptitud, teniendo en cuenta las capas de humedales, cuerpos de agua, parques nacionales, y drenajes dobles para las restricciones de tipo ambiental, y la capa de coberturas como tejidos urbanos continuos y discontinuos, zonas industriales o de comercio, y aeropuertos para las restricciones técnicas, para esto se realizó los geo procesos de selección de los atributos, exportación y unión de las entidades con las restricciones ambientales y técnicas dando como resultado un área de tres mil novecientos sesenta y dos hectáreas (3962ha) donde no se podría realizar actividades de agricultura en el municipio de Candelaria.

Ya obtenida esta capa se procedió a la utilización del geo proceso de “erase” para eliminar las zonas de restricciones sobre todo el municipio y así obtener una capa sin restricciones, la cual se utilizó con el geo proceso de “intersect” sobre las capas de la cartografía base.

Para obtener el mapa de cada componente, se utilizaron varias Capas Vectoriales creadas a medida que se avanzaba con la modelación y para las cuales se tuvieron en cuenta porcentajes de influencia sobre la agricultura.

**Tabla 3.**

*Peso de influencia por capa vectorial*

Componente	Capa vectorial	Peso (%) Influencia sobre la agricultura dentro del Componente.
Ambiental	Sin restricción	60
	Coberturas de suelo	40
Edáfica	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. UNAD, (2024, Pg. 4)

Finalmente, se estableció para cada componente desarrollado un rango para la clasificación cualitativa de la aptitud del suelo para las actividades agrícolas; dicha clasificación contempla 5 ítems, todos con su nivel y color característico.

**Tabla 4.**

*Clasificación cualitativa y cuantitativa*

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

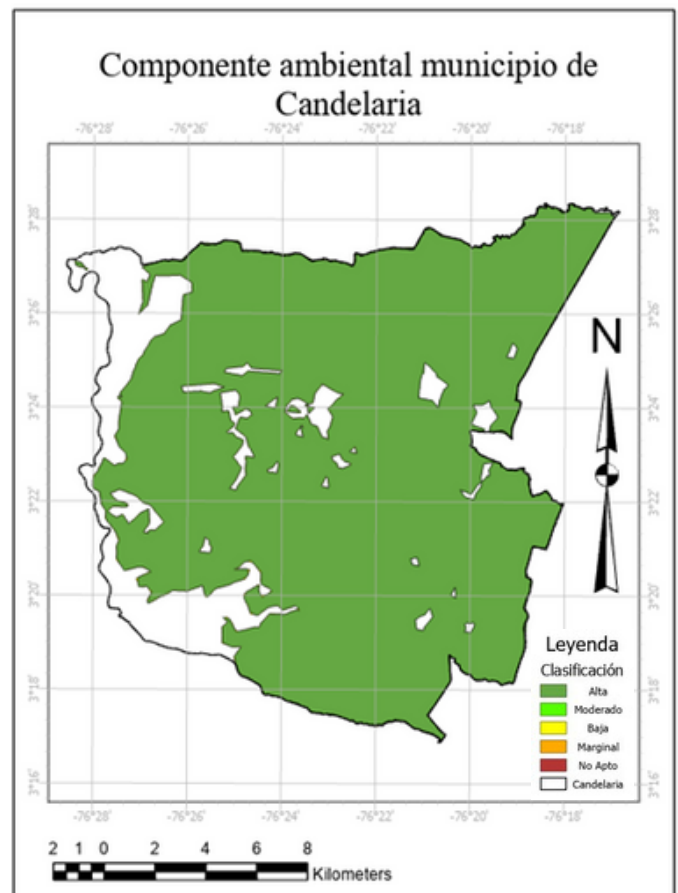
Fuente. (UNAD, 2024, Pg. 6)

## COMPONENTE AMBIENTAL

Para el componente ambiental del municipio de Candelaria se establecieron las calificaciones cuantitativas de nivel tres en la capa de coberturas y en la capa general sin restricciones para la agricultura, por lo que se encontró mayormente una clasificación del tipo Alto como se muestra en la Figura 3, lo que indica una disponibilidad alta para ejercer proyectos agroambientales en el territorio.

**Figura 3.**

*Mapa componente ambiental.*



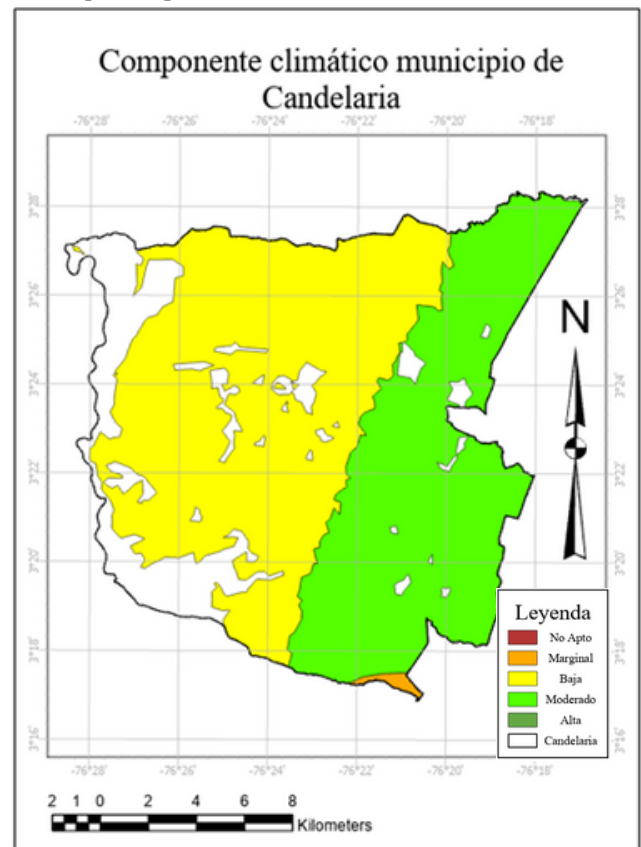
Fuente. Propia, 2024

## COMPONENTE CLIMÁTICO

En la Figura 4 se muestra la clasificación encontrada para el componente climático donde se obtuvo principalmente una clasificación baja con un área aproximada de catorce mil quinientas cincuenta y nueve hectáreas (14559 ha), seguida de moderada con una área aproximada de diez mil novecientos veinte seis hectáreas (10926 ha), y en una pequeña región como marginal con una área de ciento dieciocho hectáreas (118 ha) aproximadamente, de esto se puede decir que, existen dificultades en algunas zonas para la realización de la agricultura, para estos casos según estudios se realizan adaptaciones tecnológicas como captación de aguas subterráneas y superficial para suplir las necesidades (Castro Castillo, L. J. 1984).

Figura 4.

*Mapa componente climático.*



Fuente. Propia, 2024

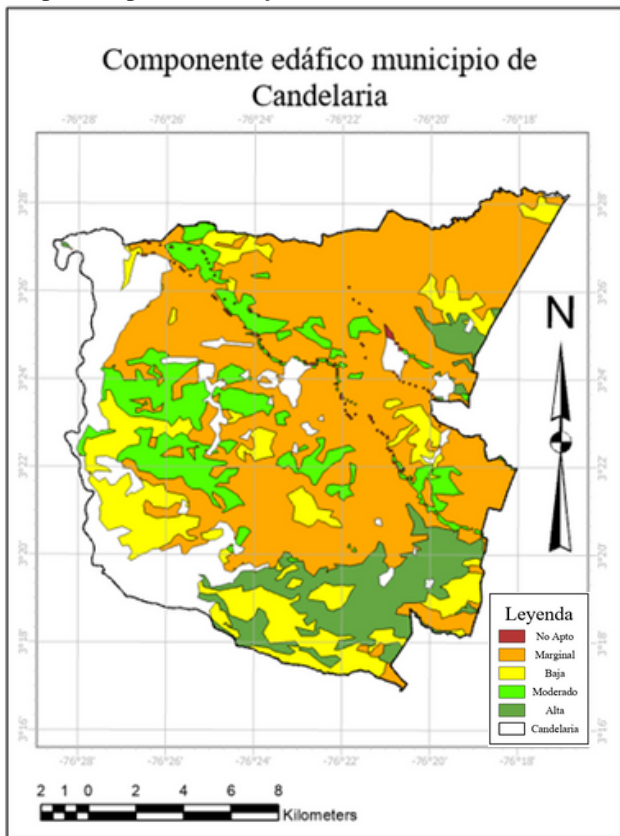
## COMPONENTE EDÁFICO

En el componente edáfico se tuvieron en cuenta los factores físicos, químicos y biológicos para el suelo del municipio de candelaria. En la Figura 5 se observa mayormente que se obtuvo una clasificación del tipo Marginal con un área aproximada de mil quinientas cuarenta y ocho hectáreas (15048 ha), seguido de Baja con un área de cuatro mil trescientos setenta y un hectáreas (4371 ha), Moderado con tres mil ciento setenta y tres hectáreas (3173 ha), para Alta de dos mil novecientos cincuenta y siete hectáreas (2957 ha)

finalmente No Apto de ochenta y ocho hectáreas (88 ha) respectivamente, esto quiere decir que aproximadamente se cuenta con un cuarenta por ciento (40%) del territorio entre las categorías, Baja, Moderado y Alta, las cuales pueden conservar más factores de producción para la actividad agrícola (Sicard, T. L. 2014).

**Figura 5.**

*Mapa componente edáfico.*



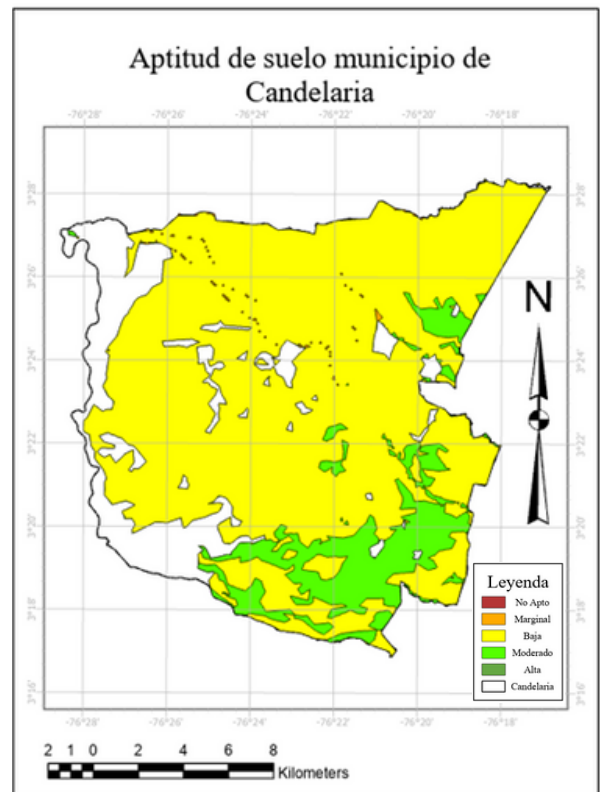
*Fuente. Propia, 2024*

### APTITUD DE SUELO

Finalmente, al realizar la media aritmética de los componentes ambiental, climático, y edáfico obtenemos la aptitud de suelo para la agricultura del municipio de Candelaria. Como se muestra en la Figura 6 mayormente se cuenta con una clasificación Baja de aproximadamente veintidós mil ciento cuarenta y seis hectáreas (22146 ha), se guido de una clasificación Moderada de tres mil trescientos noventa y siete hectáreas (3397 ha) y por último Marginal con cuarenta y ocho hectáreas (48 ha) respectivamente.

**Figura 6.**

*Mapa aptitud de suelo.*



*Fuente. Propia, 2024*

---

Los suelos que presentan aptitud para la agricultura moderada por lo general son suelos que tienden a tener algunas limitaciones o posibilidades reducidas para cierto tipo de cultivos, por lo que se necesitan manejos especiales en pro de su conservación y la prevención de la degradación. Los suelos con esta clasificación suelen ser utilizados para la siembra de cultivos transitorios, cultivos que requieran un drenaje alto a moderado, cultivos que requieran una textura de la tierra Francosa – Limosa y fertilidad muy alta a media. Por el contrario, los suelos que presentan aptitud para la agricultura *baja* son suelos que presentan restricciones o limitaciones por los problemas de erosión, daño o pendientes desniveladas; lo que dificulta las etapas de siembra y cosechas de ciertos cultivos. Estos suelos pueden presentar un drenaje moderado a bajo y una fertilidad de media a baja, con texturas moderadamente finas, y una capacidad para retener la humedad entre media y baja. (IGAC, 2021).

De acuerdo con esto se puede decir que la clasificación de Moderada representaría en un trece por ciento (13%) las zonas con una mejor aptitud de suelo para el cultivo de algodón en el municipio sin embargo, también pueden existir otras limitaciones en cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico y demanda de riego para las diferentes estaciones secas del año (Solano, 2020).

---

### Conclusiones

- Con la estructuración del diagrama de entidad y relación fue posible representar el caso de estudio de una manera gráfica, lo que permitió observar la interrelación de las entidades con las características de los atributos, en este caso los componentes y la aptitud de suelo en el municipio de Candelaria.
- De la realización de los geo procesos esta fue una oportunidad para conocer el software ArcGIS pro, gracias a la licencia suministrada por la UNAD. En la ejecución del geo proceso “Reclass” es importante resaltar que las categorías deben introducirse manualmente y que los rangos se encuentren correctamente digitados, también seleccionar la opción de reemplazar los valores fuera del rango como datos vacíos, ya que en varios intentos se tuvieron dificultades en la reclasificación de los archivos “Raster” esto implicaba resultados distintos en el cálculo de la media aritmética para los componentes y la aptitud de suelo.

- Para una correcta determinación de la aptitud de un suelo para los procesos agrícolas independiente del cultivo seleccionado, es pertinente realizar las consultas bibliográficas previas concerniente a las propiedades físicas y estructurales ideales del suelo para el cultivo en particular a realizar la aptitud, con el fin de poder establecer los criterios de selección idóneos para los componentes Ambiental, Climático y Edáfico al momento de realizar las modelaciones tanto en el software ArcGIS Pro como en cualquier otro software de SIG.

### Recomendaciones

- En el municipio de Candelaria generalmente predominan como productos agrícolas el cultivo de caña de azúcar, cultivo de verduras y maíz, por lo que se recomendaría la implementación del cultivo de algodón orgánico como alternativa de estos productos agrícolas como en el caso de la caña, ya que la larga permanencia de un tipo de cultivo en una zona determinada de suelo puede generar agotamiento de ciertos nutrientes que solo aprovechan dicho cultivo (Muñoz Satizabal, et al, 1990).

### Referencias

- Ángel, J. G. (2019, 28 de agosto). Producción de almidón en el Valle del Cauca - TvAgro [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=p2tND6L5wO0>
- Castro Castillo, L. J. (1984). El desarrollo tecnológico del cultivo del algodón en Colombia con énfasis en el Meta (Master's thesis, UNAL). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/32896>
- CONALGODÓN, (2022). Algodón al 2025. Ministerio de Agricultura. <https://conalgodon.com/wp-content/uploads/2022/11/Algod%C3%B3n-al-2025.pdf>
- Gaona, A. L. (2012). El modelo Entidad-Relación. línea]. Available: <http://hp.fciencias.unam.mx/~alg/bd/er.pdf>.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. (2021, 11 de mayo). Clasificación de las tierras por su capacidad de uso. (Pg. 3, 9). [https://antiguo.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/in-gag-pc05-02\\_clasificacion\\_de\\_las\\_tierras\\_por\\_su\\_capacidad\\_de\\_uso.pdf](https://antiguo.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/in-gag-pc05-02_clasificacion_de_las_tierras_por_su_capacidad_de_uso.pdf)

- Laserma, S. (2024). Algodón – Clima, suelo, necesidades y exigencias. Blog AgroEs. <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/algodon/475-algodon-clima-y-suelo-necesidades-y-exigencias>
- Mejía Salazar, J. (2014). Evaluación de la interacción genotipo por ambiente para variedades transgénicas de algodón *Gossypium hirsutum* L. [Tesis de especialización, Universidad Nacional de Colombia. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/53127>
- Muñoz Satizabal, C. A., & Tafur Tenorio, H. (1990). Alternativas para el uso del recurso suelo en el municipio de Candelaria. <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/4154effe-c5de-44c3-b1c2-1e856c9fc35f/content>
- Sicard, T. L. (2014). Relaciones agricultura-ambiente en la degradación de tierras en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales. 14pp..[en línea]. [http://idea.unal.edu.co/publica/docs/Degradacion\\_Tierras\\_Colombia.pdf](http://idea.unal.edu.co/publica/docs/Degradacion_Tierras_Colombia.pdf)
- Solano, L. A. (2020). Cuestión de sed: cultivos de caña y conflictos por el agua en Candelaria, Valle del Cauca. Fragmentos de historia ambiental colombiana, 119. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IfN9EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA119&dq=cultivos+en+candelaria+valle+del+cauca&ots=H8ZaDwi1Nr&sig=tM0jdb7DeRO0l8nVI-0H8Nco0Cw>
- Trabichet, F. C. (2020). Caracterización de la aptitud de los suelos de la provincia de Catamarca mediante sistemas de información geográfica. *Huellas*, 24(2), 47-63. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7592373>

### Enlace

<https://youtu.be/V0GKRRFX430>

