

---

# DESARROLLAR UNA ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE APTITUD DE SUELO PARA EL CULTIVO DE PAPA EN EL MUNICIPIO DE SUBACHOQUE CUNDINAMARCA MEDIANTE EL USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Yuly Andrea Velásquez Lizarazo, [yavelasquezl@unadvirtual.edu.co](mailto:yavelasquezl@unadvirtual.edu.co);

Carmen Elisa Aguilar Pavi, [ceaguilarpa@unadvirtual.edu.gov.co](mailto:ceaguilarpa@unadvirtual.edu.gov.co);

Víctor Sebastián Hernández Celis, [vshernandezc@unadvirtual.edu.co](mailto:vshernandezc@unadvirtual.edu.co);

Docente asesor: Evangelina Parra Pérez, [evangelina.parra@unad.edu.co](mailto:evangelina.parra@unad.edu.co)

## RESUMEN

Los suelos y tierras hacen parte de los recursos naturales en Colombia, como las fuentes hídricas y los bosques, ya que muchos de sus componentes son fundamentales en el contexto de la infraestructura de datos espaciales, no obstante, es fundamental conocer su distribución geográfica y las experiencias relacionadas con la aplicación de conocimientos para esbozar su problemática actual permitiendo el desarrollo de la planificación rural en el territorio.

Por lo tanto, el desarrollo de este trabajo nos permite realizar una determinación del potencial de aptitud de uso de los suelos para la agricultura a través de la identificación de variables de vocación para emplear un adecuado manejo de las áreas, así mismo,

fomentando una producción sustentable sin la degradación de los recursos naturales coadyubando a la implementación de estrategias y soluciones que se adapten a las condiciones ambientales actuales de las zonas, mediante la aplicación de las herramientas de los sistemas de información geográfica que facilite determinar las diversas áreas de aptitud del suelo para el cultivo de papa en el municipio de Subachoque Departamento de Cundinamarca, siendo una de las principales economías agrícolas de la zona, aunado a ello se realizará un diseño de modelo de entidad relación como base de datos, con el propósito de esquematizar a través de mapas las condiciones de las áreas de suelo, así como las restricciones y componentes ambientales y su diversos factores que influyen para llevar a cabo la instauración de estos cultivos en este territorio .

---

**Palabras clave:** aptitud uso de suelo, planificación rural, agricultura, producción, áreas condiciones ambientales,

## ABSTRACT

Soils and lands are part of the natural resources in Colombia, such as water sources and forests, since many of their components are fundamental in the context of spatial data infrastructure, however, it is essential to know their geographical distribution and experiences related to the application of knowledge to outline their current problems allowing the development of rural planning in the territory.

Therefore, the development of this work allows us to make a determination of the potential suitability of soil use for agriculture through the identification of vocation variables to employ an adequate management of the areas, as well as promoting sustainable production without the degradation of natural resources, contributing to the implementation of strategies and solutions that adapt to the current environmental conditions of the areas, through the application of geographic information systems tools that facilitate the determination of the diverse areas of soil aptitude for potato cultivation in the municipality of Subachoque, Department of Cundinamarca, being one of the main agricultural economies of the area, together

with the design of an entity relationship model as a data base, with the purpose of outlining through maps the conditions of the soil areas, as well as the restrictions and environmental components and their diverse factors that influence the establishment of these crops in this territory.

## INTRODUCCION

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es una actividad agrícola fundamental en el Municipio de Subachoque, Cundinamarca, destacándose no solo por su contribución significativa a la seguridad alimentaria, sino también por ser una fuente importante de ingresos para los agricultores locales.

Sin embargo, la producción de papa en esta región enfrenta una serie de desafíos críticos que amenazan su sostenibilidad y rentabilidad. Entre los desafíos que fueron encontrados esta la degradación del suelo debido a prácticas agrícolas intensivas y el uso ineficiente de los recursos agrícolas. Estas problemáticas conllevan a una disminución en la productividad y sostenibilidad del cultivo, afectando negativamente a los agricultores y al desarrollo rural de Subachoque.

La degradación del suelo fomenta la pérdida de fertilidad y capacidad de retención de agua, es un problema grave que compromete la productividad de los cultivos y aumenta la vulnerabilidad de los agricultores ante eventos adversos.

---

Además, la falta de información precisa sobre las características y las condiciones óptimas del suelo para el cultivo de papa conduce a una planificación agrícola deficiente y al uso inadecuado de los recursos disponibles.

Como respuesta a estos obstáculos, hemos propuesto la implementación de herramientas tecnológicas como el caso se los sistemas de información geográfica (SIG), la cual nos permite encontrar una solución efectiva al mejoramiento de la gestión agrícola. Los sistemas de información geográfica nos permiten integrar y analizar datos espaciales y no espaciales, simplificando la identificación de las áreas con una aptitud óptima para el cultivo de papa.

Esta tecnología brinda a los agricultores y a las autoridades locales y regionales las herramientas necesarias para la toma de decisiones, optimizando el uso de los recursos y promoviendo prácticas agrícolas sostenibles.

Este estudio tiene como finalidad zonificar las áreas de aptitud de suelo para el cultivo de papa en el municipio de Subachoque, Cundinamarca, la implementación de sistemas de información geográficos nos ayudara a la identificación precisa de las áreas que son idóneas para realizar esta actividad agropecuaria, incrementando la productividad y la calidad de los cultivos; esta zonificación nos proporcionara los datos necesarios para ser analizados y permitir una planificación mejor de los cultivos, reducir costos de producción e incrementar los rendimientos de los mismos.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Desarrollar una zonificación de las áreas de aptitud de suelo para el cultivo de papa en el Municipio de Subachoque, Cundinamarca, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) para optimizar la producción agrícola y promover un uso sostenible del suelo.

### Objetivos Específicos

- Analizar datos espaciales y no espaciales relevantes para la zonificación de áreas de aptitud de suelo para el cultivo de papa.
- Identificar las áreas más aptas para el cultivo de papa en el Municipio de Subachoque, Cundinamarca, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Generar mapas de aptitud del suelo que proporcionen información detallada sobre las áreas más adecuadas para el cultivo de papa, de acuerdo con las diferentes coberturas de suelos en la jurisdicción del municipio.

## IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL O CASO DE ESTUDIO.

El Municipio de Subachoque, ubicado en el departamento de Cundinamarca, Colombia, es una región caracterizada por su actividad

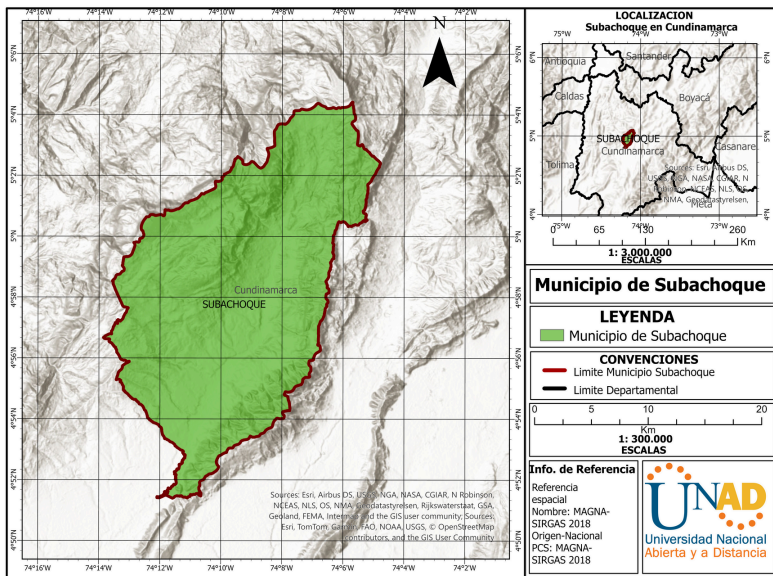
agrícola y su producción de papa a nivel nacional, en 2019 hizo parte de los 15 municipios con mayor producción de este tubérculo en el país (Federación Colombiana de Productores de Papa, 2020).

La agricultura intensiva es un sistema de producción agrícola que se caracteriza por el uso intensivo de la tierra, el agua y los insumos químicos para aumentar la producción y obtener mayores rendimientos por hectárea (Verde, 2023), el desequilibrio ecológico que puede generar esta actividad dentro de los ecosistemas pueden afectar la flora y fauna nativa de la región, es crucial considerar los impactos que esta actividad genera si se desarrolla de una manera intensiva para poder así implementar las estrategias adecuadas para garantizar aspectos como la seguridad alimentaria del municipio, sostenimiento de la economía que depende de esta actividad y la preservación de las áreas restringidas para actividades agropecuarias.

La identificación de las áreas sensibles tales como bosques, humedales y paramos nos permite la planeación e identificación de estrategias para la mitigación de los impactos negativos como la degradación de los suelos en donde la fertilidad de las tierras se ve disminuida debido al uso intensivo de productos químicos y agotando los nutrientes que se encuentran en el suelo naturalmente, conllevando a la erosión de los suelos donde se pierde la capacidad productiva del suelo y de las capas más superficiales del mismo; estos

ecosistemas se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; la conservación de la biodiversidad.(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)

Para afrontar estos desafíos en cuanto al uso del suelo para actividades agrícolas y garantizar un mejoramiento de las sostenibilidad de los impactos del cultivo de papa en el municipio de Subachoque es imprescindible el uso de herramientas tecnológicas avanzadas para el procesamiento de la información necesaria para la identificación de las áreas de interés que puedan ser afectadas por la agricultura en el municipio y así mismo poder generar una base sólida para la formulación de medidas y políticas para la conservación de los suelos y las áreas protegidas sin sacrificar la productividad económica de este cultivo, aportando a la sostenibilidad a la plazo del sector productor de papa del municipio de Subachoque.



Mapa No 1- Elaboración propia Mapa Ubicación Municipio de Subachoque Cundinamarca

## DESARROLLO Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO.

### a. Modelo lógico entidad – relación

Según (Agronegocios, 2018). La producción de papa por unidad de área y de tiempo es una de las más interesantes en cuanto a los alimentos básicos, debido a su ciclo tan corto y su elevado rendimiento, así mismo, es uno de los cultivos más exigente en cuanto a disposición y aptitud de los suelos de manera constante para asegurar su rendimiento y calidad sin afectar las áreas destinadas a la conservación y protección.

Por lo tanto, es crucial resaltar la capacidad y potencial de los suelos, así como los requerimientos necesarios para implementarlos, de tal manera que se realiza una representación estructurada a través de un modelo entidad relación con la información clave para determinar la aptitud de suelos

para este cultivo en el Municipio de Subachoque Cundinamarca, el cual nos permite visualizar a través de una base de datos la interconexión general de los diversos componentes indispensables para establecer con éxito el cultivo, coadyubando al análisis de manera integral de los diversos factores ambientales y edafológicos, así como las condiciones propicias para la siembra facilitando el desarrollo sostenible de este importante rubro agrícola.

Finalmente, se llevó un diagrama de base de datos el cual se realizó un trazado de diseño lógico relacionales, con el fin de transformar las entidades, atributos y vínculos conceptuales en tablas, campos y lazos de los componentes más importantes para garantizar una producción sostenida con mínimo deterioro de los suelos.

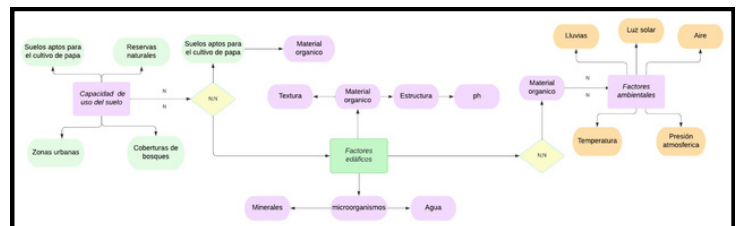


Figura No 1- Elaboración propia – Modelo Entidad -Relación en el cultivo de papa

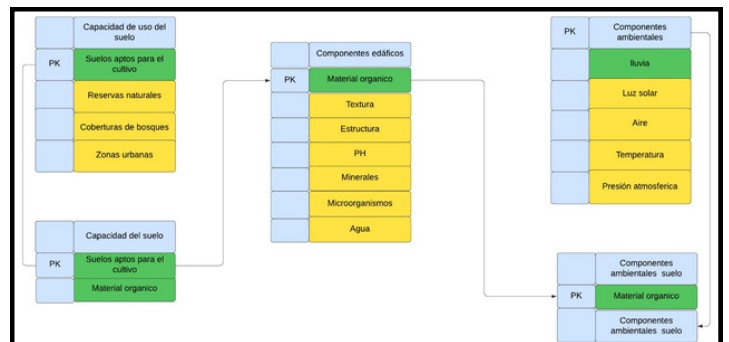


Figura No 2- Elaboración propia – Modelo Entidad -Relación en el cultivo de papa

## a. Planteamiento e identificación de los Metodología.

- **Geoprocesos y modelamientos.**

Para la obtención de la información correspondiente se realizará la verificación y obtención de información que se encuentra dispuesta en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), a través de la opción de datos abiertos, así mismo se obtendrá información correspondiente en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), quien es la entidad Nacional de Colombia, encargada de elaborar información cartográfica, geografía, y agroecológica.; donde a través del Geo portal de datos abiertos de la subdirección agrícola se obtendrán datos correspondientes al desarrollo de cada geoprocesos y modelamiento objeto de estudio.

Es así en la elaboración de los archivos vectoriales y ráster correspondiente a la aptitud de suelos, se utilizará software de QGIS.; que es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU - General Public License.

- **Delimitación de la zona de estudio.**

Para la delimitación de la zona de estudio, se obtendrá a través del Instituto Agustín Codazzi - IGAC, el archivo formato vectorial Shapefile de la Capa de Municipios Colombia. Por lo anterior, para el desarrollo de las áreas

correspondientes a las restricciones se realizará la identificación en dos fases como se detalla a continuación:

Fase 1- Análisis e identificación de áreas ambientales.

Para la identificación de las áreas de restricción ambiental se utilizarán las siguientes capas:

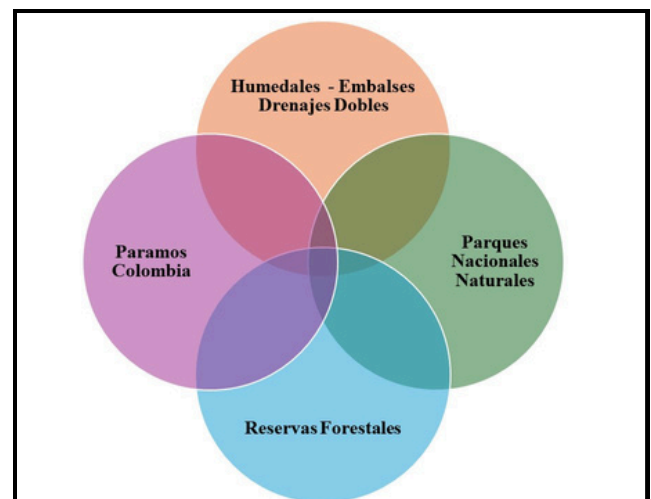


Figura No 3. identificación de las áreas de restricción ambiental, Elaboración Propia.

## Fase 2 – Identificación de las áreas de restricción Técnica.

Estas áreas de restricción técnica corresponden a aquellas que, por su uso, no pueden realizar una actividad diferente a las que ya están establecidas y que se encuentran clasificadas según Corine Land Cover Colombia (CLC) 2018.

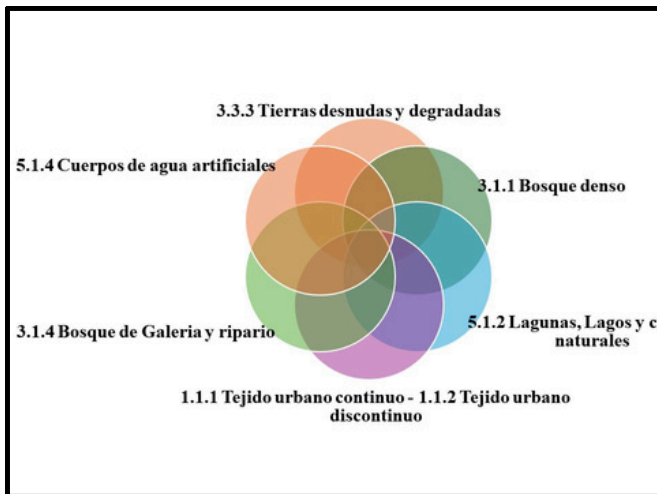


Figura No 4 – coberturas Corine Land Cover Colombia (CLC) 2018, elaboración Propia

### 1.El modelo Propuesto de Aptitud de Suelo para la Agricultura

Para la implementación de la aptitud del suelo para la agricultura, se propone la aplicación de un peso porcentual para cada componente según el área de influencia, que se establezca para el uso y desarrollo de la actividad agrícola del suelo, donde la suma total de cada porcentaje debe ser de 100, ver figura No 3, y se debe tener en cuenta la propuesta del área de influencia para el análisis de cada indicador dentro del componentes es decir las tablas de atributos.

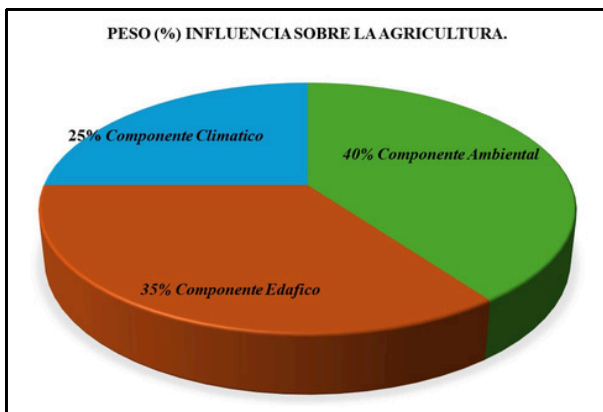


Figura No 5– % de influencia sobre la agricultura, elaboración Propia.

Componente Ambiental	Componente Edáfico	Componente Climático
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sin restricciones (60)</li> <li>Cobertura del suelo (40)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suelos (45)</li> <li>Capacidad de uso (55)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación Climática Caldas Lang 2014 (45)</li> <li>Precipitación Media Anual Promedio Multianual durante el periodo 1981-2010</li> </ul>

Figura No 6- Propuesta de influencia indicadores por componente, elaboración Propia.

- Calificación variable indicador o capa (Cobertura del suelo) : Se aplicará dentro de cada una de las variables de los indicadores, la identificación de un rango numérico que se encuentre entre un rango de 1 a 10, como se detalla en la siguiente tabla No 1:

Calificación	Descripción calificación actividades agrícolas.
Valores cercanos a 1	Situación Desfavorable (-)
Valores cercanos a 10	Situación Deseable (+)

Tabla No 1 información de los indicadores sean calificadas dentro de un rango numérico, elaboración Propia.

Se empleará la siguiente la tabla No 2, donde se asignará la calificación de 1 a 10.

Cobertura	Calificación
Arbustal	8
Cuerpos de agua artificiales	7

Cobertura	Calificación
Cultivos Permanentes arbustivos	10
Herbazal	9
Mosaico de cultivos	10
Mosaicos de Cultivos y espacios naturales	5
Mosaico de pastos con espacios naturales	5
Mosaico de pastos y cultivos	10
Pastos arbolados	8
Pastos enmalezados	8
Pastos limpios	10
plantación forestal	10
Tierras desnudas y degradadas	1
Vegetación secundaria o transición	5
Zonas de extracción minera	4

Tabla No 2 Calificación (de 1 a 10) de las variables del indicador o capa “Cobertura del suelo”.

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

Para cada componente se deberá aplicar un rango de aptitud de suelo y la integración compuesta para los tres componentes, donde se obtendrán los resultados de la especialización de los componentes, teniendo en cuenta los siguientes criterios que se especifican en la tabla No 3.

Clasificación Cualitativa	Rango Cuantitativo	Color
No Apto	1 – 2,99	
Marginal	3 – 4,99	
Baja	5 – 5,99	
Moderado	6 – 7,99	
Alta	9 - 10	

Tabla No 3 Clasificación estandarizada para los resultados espaciales de componentes, modelo aptitud para la agricultura.

De acuerdo con la tabla No 3, se determinara la reclasificación de cada uno de los mapas generados (componente ambiental, componente edáfico, componente climático), de esta manera se designara un color de acuerdo con el rango cuantitativo, que se obtuvo; lo que quiere decir que el color rojo se califica como un suelo no apto para la aptitud de suelos agrícolas, el color naranja que corresponde a marginal, son suelos que pueden ser apto pero que presentan restricciones en el desarrollo productivo, el color naranja indica que son suelos que se ubican como clasificación baja, que representan aun limitaciones, el color verde

claro o verde oliva indica que aun que la clasificación es moderada,son suelos que aun presentan algún tipo de limitación y el color verde oscuro, significa que son suelos altamente aptos para el desarrollo de cultivos agrícolas.

### **Procedimientos y análisis elaboración de mapas.**

En la elaboración de estos mapas temáticos para la identificación de aptitud de suelos para la agricultura, se utilizará programa de QGIS, donde se utilizará los sistemas de coordenadas geográficas EPSG:9377 - MAGNA-SIRGAS 2018 / Origen-Nacional., y utilización de los geoprosos y modelamientos para la determinación de las áreas de aptitud de suelos para la agricultura.

#### **a. Elaboración mapa Componente Ambiental.**

El área de estudio corresponde al Municipio de Subachoque, ubicado en el departamento de Cundinamarca. Por lo tanto, se utiliza el archivo formato vectorial Shapefile de la Capa de Municipios Colombia, que se encuentra en el Instituto Agustín Codazzi – IGAC, que posteriormente se cargan al software de QGIS,utilizando la aplicación de sistemas de coordenadas geográficas EPSG:9377 - MAGNA-SIRGAS 2018 / Origen-Nacional. Es así que para el desarrollo del mapa componente ambiental, se debe identificar las zonas con restricciones ambientales, restricciones técnicas y sin restricciones.

**Capa Sin Restricciones:** Para el desarrollo de esta capa es importante que se identifiquen las zonas que cuentan con restricciones para el Municipio de Subachoque Cundinamarca, es así Se realiza el cargue de las siguientes capas obtenidas de datos abiertos del IDEAM y datos abiertos del IGAC, para poder cargar al software de QGIS:

- Capas de interés ambiental: Drenaje Doble, embalses, paramos, Parques Nacionales Naturales, humedales, Bosques naturales, Coberturas (según Corine Land Cover Colombia (CLC) 2018).

Una vez cargadas las capas en QGIS, se determinarán las áreas de estudio, y se aplicara un geoproseso que en este caso sería el de corte, que se utilizara para cada una de las capas y de esta manera poder establecer la zona, que para este caso seria el Municipio de Subachoque Cundinamarca, y aplicando las coordenadas geográficas EPSG:9377 - MAGNA-SIRGAS 2018 / Origen-Nacional; y de esta manera todas las capas deberán quedar con la misma proyección., una vez identificadas las capas, se evidencia que para el municipio no existen drenajes dobles.

A partir de la capa de coberturas, se deberá analizar la tabla de atributos, donde se realiza el ajuste para el análisis de la información mas importantes como son: Código y Nivel 3.; se procede a aplicar proceso de disolver, donde se seleccionará el nivel 3 y se crea una nueva capa nombrada como “cobertura Subachoque dis”

donde se obtuvo la siguiente tabla:

Código	Nivel 3
3232	Vegetación secundaria o en transición
315	Plantación Forestal
321111	Herbazal
333	Tierras desnudas y degradadas
31121	Bosque denso
233	Pastos enmalezados
231	Pastos limpios
244	Mosaico de Pastos con espacios naturales
2151	Tubérculos
243	Mosaico de Cultivos, pastos y espacios naturales
512	Lagunas, lagos y ciéguas naturales
3221	Arbustal
111	Tejido urbano continuo
241	Mosaico de cultivos
242	Mosaico de pastos y cultivos
112	Tejido Urbano discontinuo
314	Bosque de galerías y ripario
514	Cuerpos de agua artificiales

Tabla No 4. Tabla de atributos coberturas Municipio de Subachoque Cundinamarca, elaboración propia.

Identificación áreas con restricciones Técnicas: se seleccionan en la tabla de atributos las áreas con restricciones de tipo técnico, quiere decir que por su condición de uso no pueden ser incluidas para procesos de cultivos agrícolas., entre ellas se identificaron: Tierras desnudas y degradadas, Bosque denso, lagunas, lagos y ciénagas naturales, tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo, bosque de galería y ripario, cuerpos de agua artificiales.

Se seleccionan las áreas de tipo técnico y se exporta los datos seleccionados para la generación de la capa de restricciones de tipo técnico.

Capa de Sin restricciones: para el desarrollo de esta capa vectorial se aplica un geoproceto a través de la “herramienta de gestión de datos” y posteriormente seleccionamos “unir capas vectoriales”, donde seleccionamos la unión embalses, humedales, Parques Nacionales Naturales, paramos y capa de restricciones técnicas., se guarda la capa como “restricciones\_ambientales\_tecnicas”, generando la nueva capa.

Por lo anterior a través de vectorial, geoprocetos, se utiliza diferencia, entre la capa de Municipio Subachoque y la capa de restricciones ambientales y técnicas, y de esta manera se genera la capa de sin restricciones, donde se identifican las zonas o áreas para ejecutar proyectos agrícolas de cultivo de papa en el Municipio de estudio.

Capa Cobertura de suelo: Para el desarrollo de esta capa se utilizara la capa de Sin Restricciones, donde se seleccionara la tabla de atributos y se realizara un análisis de la misma para seleccionar un solo campo, posteriormente se deberá identificar las áreas de cobertura que están dentro del área de sin restricciones; por lo tanto, se aplica geoproceto de corte entre la capa Coberturas Municipio Subachoque Dissolver y Capa sin restricción; donde se obtiene la capa cobertura sin restricción para el Municipio de Subachoque.

Se procede a realizar el modelamiento, se deberá aplicar la tabla No 1 correspondiente a la clasificación de 1 a 10, de las variables del

indicador o capa denominado “cobertura del suelo”; según la calificación de la tabla No 4 de coberturas Corine Land Cover Colombia (CLC) 2018., y la tabla de atributos sin restricción; y una vez asignada la correspondiente calificación se deberá generar la conversión de la capa vectorial a ráster.

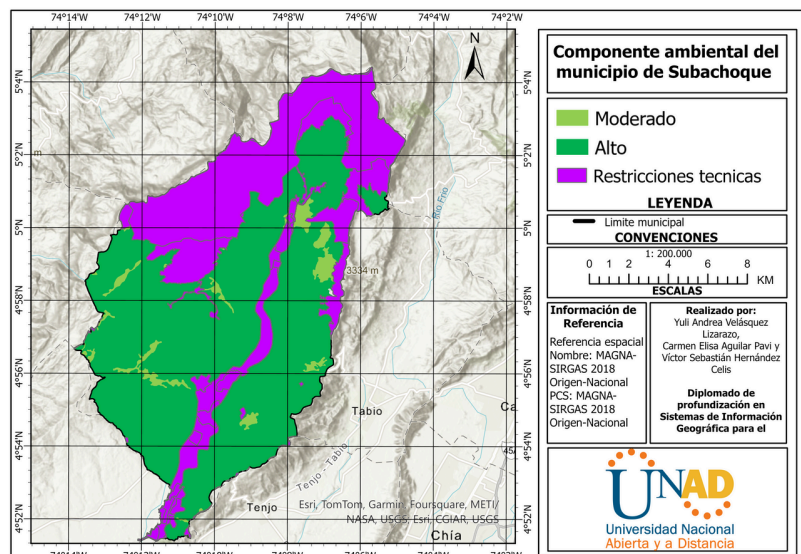
A través de la calculadora ráster, se ingresarán los datos asignados según el peso porcentual, sumados y divididos por cada una de las sumas de sus pesos y de esta manera poder calcular el indicador compuesto (IC) aplicando la fórmula y de acuerdo con los porcentajes de influencia identificados en la Figura No 3, (%) de influencia sobre la agricultura:

$$IC = \frac{(I_1 \cdot W_1 + I_2 \cdot W_2 + \dots + I_n \cdot W_n)}{\sum_1^n w}$$

Con los datos obtenidos del proceso de la calculadora, asignado coberturas del suelo 40 y para la capa de sin restricciones 60; se genera una capa del Componente Ambiental., y se determina la aplicación de lo datos de la Tabla No 3, Clasificación estandarizada para los resultados espaciales de componentes, modelo de aptitud para la agricultura., es así que se utilizó a través de la caja de herramientas de QGIS, la reclasificación por tabla, asignando una calificación cuantitativa, generando un archivo ráster denominado “Componente ambiental reclas”.

De acuerdo con lo anterior convierte de ráster a vectorial, para generar la clasificación, aplicando un geoproceto de Dissolve, donde se simplifican las calificaciones, y a través de la tabla de atributos asignamos una descripción

cuantitativa de acuerdo con los criterios indicados en la Tabla No 3, y posteriormente aplicamos un categorizado por color para identificar los resultados espaciales de componente ambiental, modelo aptitud para la agricultura; obteniendo el mapa No 2, Componente Ambiental Municipio de Subachoque, con sus áreas de restricción técnica y ambiental.



Mapa No 2- Elaboración propia - Mapa Componente Ambiental Municipio de Subachoque Cundinamarca.

Análisis Componente Ambiental Municipio de Subachoque; de acuerdo con la información obtenida del geo portal del Instituto Agustín Codazzi – IGAC; se identifica que el Municipio posee coberturas de suelo aptas para actividades agrícolas y que de acuerdo con la calificación Corine Land Cover Colombia (CLC) 2018., se identifican las siguientes; Plantación forestal, Herbazal, Pastos limpios, Mosaico de pastos con espacios naturales, Arbustal, Mosaico de Cultivos, Mosaico de pastos y cultivos Tubérculos; de la misma manera se obtuvieron

áreas con restricciones técnicas y ambientales, áreas que por sus condiciones legales y ambientales no se puede realizar ninguna actividad agrícola.

Es así que de acuerdo con el mapa obtenido se identifica dentro de la clasificación estandarizada para los resultados espaciales de componentes, modelo aptitud para la agricultura, áreas en color verde oscuro, que de acuerdo con la clasificación cualitativa son áreas altas para actividades agrícolas, pues presentan una puntuación entre 9 y 10; y las zonas en color purpura, son áreas con restricciones técnicas y ambientales.

#### **b. Elaboración mapa Componente Edáfico.**

Es importante identificar las diversas características que determinan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a través del componente edáfico del suelo.

Posteriormente se realiza el desarrollo del modelo del componente edáfico, con el fin realizar una determinación del uso más adecuado del suelo, que permita producir de manera sostenible y sin dañar los recursos naturales, a través de un estudio considerado de dos niveles categóricos de tal forma que el primero se refiere a la vocación general de uso de la tierra, mientras que el segundo, como subdivisión del primero, se refiere a los usos principales recomendados.

Por lo tanto para el desarrollo del Geoprocesos edáfico se realizó el empleo

de dos atributos a través de la capa Shapefile para capacidad de uso y suelos, con sus respectivas proyecciones en formato de coordenadas geográficas EPSG:9377 - MAGNA-SIRGAS 2018 / Origen-Nacional, para la zona de estudio correspondiente al municipio de Subachoque departamento de Cundinamarca, las cuales fueron obtenidas de los datos abiertos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, con el propósito de realizar una clasificación de los suelos en función de su capacidad y condiciones para la vocación agrícola, de tal manera que permita obtener un análisis a través de una evaluación multicriterio para la determinación del peso porcentual de la influencia del componente en función de su impacto en el uso y desarrollo productivo con un peso total del componente de 100%.

Por consiguiente, se procede a realizar una interceptación de la capa de sin restricciones y posterior se realiza un corte con el área de estudio a través del formato vectorial, herramienta geo proceso iniciando de lo general con la capa usos de suelos a lo específico con la capa sin restricciones, con el fin de obtener la capa “capacidad de uso sin restricciones”, y “suelo sin restricciones”.

Para generar una calificación de 1 a 10 a partir

de la verificación en la tabla de atributos, que permita determinar las características de variables como la textura, estructura, material orgánico, PH entre otros, así como identificar si el suelo es ideal o incluso qué tipo de cultivos son los más adecuados para establecer.

Características	Calificación	Características	Calificación
Cuerpo de agua.	1	Suelos profundos a muy profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas, extremada fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio, erosión moderada y fertilidad baja a muy baja.	5
Suelos moderadamente profundos a superficiales, bien drenados, texturas gruesas, extremada fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio, erosión moderada y fertilidad baja.	4	Suelos profundos a superficiales, bien drenados, texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas gravilosas, muy fuerte a moderadamente ácido, alta saturación de aluminio, erosión moderada a severa fertilidad.	6
Suelos moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente finas, muy fuerte a fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio, erosión moderada a severa y fertilidad baja a lata.	7	Profundos bien drenados, texturas moderadamente finas a finas, muy fuerte a fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio, erosión moderada a severa y fertilidad baja a moderada.	4
Suelos profundos, bien drenados, con texturas finas a medias, reacción fuertemente ácida, alta saturación de aluminio y fertilidad moderada a baja.	5	Suelos profundos bien drenados, texturas moderadamente gruesas a finas, muy fuerte a ligeramente ácidos, alta saturación de aluminio, erosión moderada a severa y fertilidad baja.	2
Suelos profundos a moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas a finas, muy fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio erosión moderada y fertilidad baja muy baja	3	Suelos profundos bien drenado, texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas, muy fuerte a fuertemente ácidos, alta a moderada saturación de aluminio, erosión ligera severa y fertilidad moderada baja.	9
Zona urbana	1		

Tabla No 5. Tabla de atributos suelos Municipio de Subachoque Cundinamarca, elaboración propia.

Una vez obtenidas todas las características de la tabla de atributos tanto para los suelos sin restricciones como para la capacidad de uso de suelos, posterior realizamos una simplificación realizando un Disol de las filas que se repiten, a través del formato vectorial geoproceto disolver las características, guardamos para obtener una nueva capa denominada “suelos Dis” y una vez ejecutado, se verifica la tabla de atributos para visibilizar la nueva

simplificación de las características para dar la calificación de 1 a 10 realizando un Disol para generar la capa “Capacidad uso sin restricciones Dis”, de tal manera que se realiza el mismo procedimiento anterior, a través de la tabla de atributos, con el fin realizar una simplificación de los usos y recomendaciones que permitan determinar usos adecuados y asignados al suelo en función de las actividades que se pueden desarrollar allí.

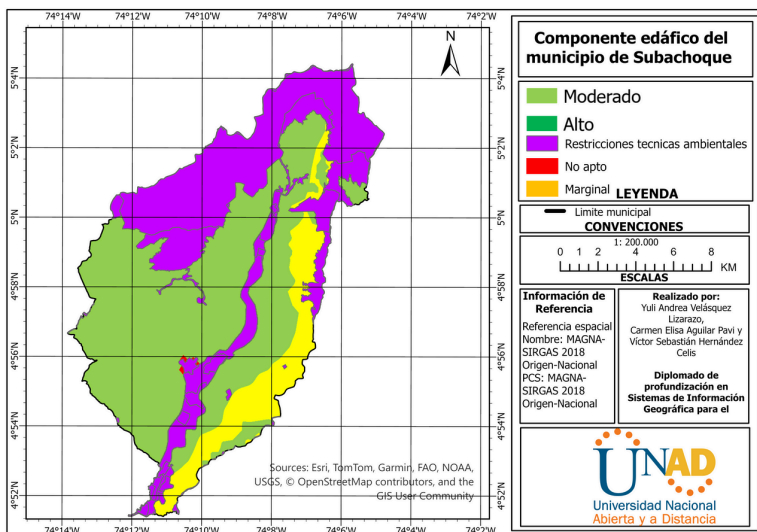
Uso y recomendaciones	Calificación
Agricultura intensiva de orientación comercial, ganadería intensiva para aprobación de leche, con utilización de pasturas mejoradas.	9
Reforestación, fortalecimiento y favorecimiento de la regeneración espontanea de la vegetación natural	10
Reforestación con especies nativas y protección de la vegetación actual.	9
Bosque protección -producción	4
Reforestación, protección y conservación de la vida silvestre	10
Ganadería semintensiva para la producción de leche y agricultura de subsistencia y semicomercial con cultivos transitorios.	9
Conservación y protección de la flora y fauna	10
Zona urbana	1
Conservación de flora y fauna silvestre, protección de los recursos hídricos	10
Ganadería semintensiva y extensiva y agricultura de subsistencia con cultivos transitorios	8
Ganadería extensiva para producción de carne y generación espontánea de la vegetación.	9

Tabla No 6. Tabla de atributos capacidad uso de suelos Municipio de Subachoque Cundinamarca, elaboración propia

Una vez ejecutado los dos ráster de 1 a10, llevamos los datos de peso de la capacidad de uso, el cual tiene 55 y suelo 45 a la calculadora ráster empleando la siguiente fórmula para obtener el componente edáfico.

$$((\text{"capacidad\_uso@1"} * 55) + (\text{"suelo@1"} * 45)) / 100$$

Finalmente, se simplifica las calificaciones obtenidas, empleando la categorización especificada en la tabla No 3 para obtener las variables de calificación cualitativa y cuantitativa para el componente edáfico.



Mapa No 3- Elaboración propia - Mapa Componente Edáfico Municipio de Subachoque Cundinamarca

### Análisis componente edáfico

Con el desarrollo del componente edáfico se pudo determinar los rangos de suelo alto, moderado, bajo, marginal y no apto, coadyubando de manera importante para determinar si es apropiado o no establecer un cultivo en el municipio de Subachoque Cundinamarca, el cual podemos determinar que un 50% de los suelos del Municipio de Subachoque representado en color verde, corresponden a suelos moderados, los cuales

significan que tienen buena capacidad de retención de agua el cual es un suelo ideal para establecer cultivos, ya que proporciona un equilibrio entre sus nutrientes necesarios para el cultivo de papa, así mismo podemos visualizar en color amarillo que un 20% del área son suelos no ideales para el cultivo de papa y un 2% de las zonas marginal de color naranja la cual es una zona donde se dificultan su uso para el cultivo de la papa debido a sus limitaciones físicas, químicas y biológicas, así como su alta acidez, salinidad y poca fertilidad, junto con la falta de otros factores, de igual manera, podemos visualizar por medio del color rojo un 3% de suelos no aptos en el municipio para establecer cultivos debido a que no cumplen con las condiciones adecuadas y necesarias para ser utilizados de manera eficiente, ya que pueden presentar alguna problemática como erosión, contaminación, degradación entre otras.

Finalmente, es importante resaltar las áreas especificadas de color morado que tiene el municipio de Subachoque, la cual nos indica que cuenta con una amplia zona de con restricciones técnicas ambientales, las cuales son áreas que existen delimitaciones con grandes consideraciones ambientales que están relacionadas con la normatividad de protección ambiental y destinadas para su conservación.

### c. Elaboración mapa Componente Climático.

Para el desarrollo del componente climático correspondiente para el municipio de Subachoque es importante identificar los datos que harán parte de este componente, en este caso serán utilizadas los archivos .shp de la Precipitación media total anual la cual fue descargada desde la base de datos abiertos del gobierno nacional de Colombia, donde se representa la distribución espacial de la precipitación en mm y que tendrá una influencia del 55% dentro del componente final; por otra parte necesitamos la capa correspondiente a Clasificación climática Caldas-Lang 2014, esta capa fue obtenida desde el catalogo de mapas del sistema de información ambiental de Colombia y esta tendrá una influencia del 45% en el componente final.

Además debemos cargar las capas de límite municipal con el fin de delimitar el municipio de Subachoque, así mismo determinar las áreas de restricciones técnicas ambientales y luego poder definir las áreas de clasificación climática y su respectiva calificación para el municipio de Subachoque como se observa en la tabla No 8.

CALDASLANG	CALIFICACIÓN
Frio semihumedo	8
Muy Frio Humedo	9
Muy Frio Semihumedo	10

Tabla No.8 Clasificación climática Subachoque

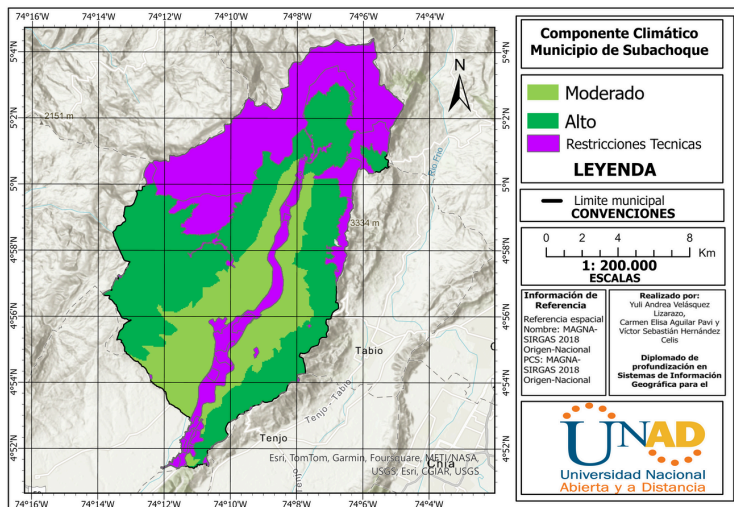
Así mismo realizamos el mismo procedimiento con la capa correspondiente a la precipitación media anual y obtenemos los datos correspondientes al rango en milímetros (mm) y su calificación como se aprecia en la tabla No. 9.

RANGO	CALIFICACIÓN
500 - 1000	6
1000 - 1500	8

Tabla No. 9 Clasificación de Precipitación media anual del municipio de Subachoque

Mediante la herramienta de disolver realizamos una simplificación de los datos alojados en las tablas de atributos de las dos capas con las que estamos trabajando con el fin de eliminar los datos que no necesitamos para este tipo de estudio y así obtener un mapa más preciso con la información requerida.

Se procede a realizar las capas tipo ráster de los datos obtenidos para la precipitación media total anual y de la clasificación climática de Caldas-Lang; obtenidos los dos ráster y mediante la calculadora ráster del programa procedemos a calcular y obtener el mapa correspondiente al componente climático del municipio de Subachoque.



Mapa No 4- Elaboración propia - Mapa Componente Climático Municipio de Subachoque Cundinamarca

### Análisis del componente climático

Mediante el desarrollo del componente climático podemos evidenciar que el municipio de Subachoque existen dos zonas muy demarcadas en la cual existen restricciones ambientales para poder desarrollar estas actividades agrícolas y una zona donde se permite la implementación de estas actividades y es en esta parte en donde se basa nuestro estudio en donde están acopladas en un archivo ráster las capas principales de precipitación y clasificación climática, la primera cuenta con dos rangos principales de precipitación anual entre 500-1000 mm y 1000-1500 mm lo que convierte estas zonas de cobertura en áreas idóneas para el desarrollo de cultivos de papa, así mismo la clasificación climática nos muestra que en las coberturas analizadas se encuentran en los rangos idóneos de temperatura para el cultivo de papa en el municipio siendo las coberturas correspondientes a Muy frío semihúmedo como los mejores climas para el desarrollo de esta actividad agropecuaria

## CONCLUSIONES

Con la implementación de los Sistemas de Información Geográfica – SIG, para el estudio de caso que corresponde al Municipio de Subachoque Cundinamarca, como es la determinación de las áreas aptas para el cultivo de papa, se identificaron las zonas de importancia ambiental y zonas de restricción técnica; que deben tenerse en cuenta dentro de los procesos de planificación y ordenamiento del territorio; y que permitan garantizar la conservación y sostenibilidad ambiental del Municipio.

Es importante emplear los SIG, ya que nos permitió construir los diversos componentes cartográficos digitales asociados a determinar, los diversos requerimientos para determinar la aptitud de suelos para el cultivo de papa en el municipio Subachoque, permitiendo contribuir a la toma de decisiones para realizar una mejor planificación y gestión de las exigencias del cultivo en el proceso de producción de papa en esta zona.

Con la información obtenida de los diferentes componentes de estudio (Ambiental, edáfico y climático) podemos identificar las zonas en donde según las restricciones ambientales no se debe realizar este tipo de actividad así como nos indica en donde si está permitido identificando capacidad de uso, coberturas de suelos así mismo en que zonas tienen índices climáticos, promedio de lluvias más idóneos para el cultivo de papa.

---

## RECOMENDACIONES.

En el desarrollo de este proyecto es fundamental tener en cuenta el empleo de los modelos de entidad relación como la base de datos para llevar a cabo una buena mapificación que permita determinar los requerimientos necesarios para llevar a cabo el establecimiento del cultivo de la papa, ya que estos nos indica qué tipo de relaciones tenemos e identificar las características propias del cultivo, permitiendo la utilización oportuna de la información y el análisis, con el fin de indicar a los agricultores de la zona las áreas que no son adecuadas para la agricultura en el municipio.

Conforme con la información recopilada es posible identificar las áreas donde esta permitido realizar actividades agrícolas alusivos al cultivo de papa, así mismo poder identificar las zonas donde esta actividad puede desarrollarse de la manera mas eficiente, teniendo en cuenta factores climáticos, edáficos, ambientales y obteniendo un punto de equilibrio entre las actividades económicas y la protección ambiental.

En razón a lo anterior es importante tener presente la identificación de las áreas y/o zonas de importancia ambiental, así como las áreas de influencia del proyecto a ejecutar; ya que, a partir de la identificación geoespacial del territorio, se logra tener una mejor planificación agroambiental y de esta manera generando un equilibrio económico, social, ambiental y cultural en la región y departamento; por esta razón es importante que la implementación de

sistemas de información geográfico -SIG se implementen dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial.

## BIBLIOGRAFÍA.

Bustos González, C. A. (2021). Estudio De Competitividad Agrícola De La Provincia De Sabana Centro, Cundinamarca, Colombia. Caso Tipo De Lechuga (*Lactuca Sativa*), Maíz (*Zea Mayz L.*) Y Papa (*Solanum Tuberosum*) (Doctoral dissertation). <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3442/CARLOS%20ANDRES%20BUSTOS%20GONZALEZ.pdf?sequense=1&isAllowed=y>

Federación Colombiana de Productores de Papa. (2020, mayo). BOLETIN MENSUAL REGIONAL No. 05. Fedepapa. Obtenido de: <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2021/09/NACIONAL-2020.pdf>

Generalidades de los ecosistemas estratégicos - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021, 20 octubre). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de:

<https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/generalidades-de-los-ecosistemas-estrategicos/>

---

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Subdirección de Meteorología - Grupo de Climatología y Agrometeorología. (2015, 13 mayo). Clasificación Climática de Caldas-Lang. República de Colombia. año 2014. Catalogo de Metadatos del Sistema de Información Ambiental del IDEAM. Obtenido de: <https://visualizador.ideam.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/d839efbf-dd6a-4cb0-851b-4d83a1e192d9>

Precipitación Media Total Anual Promedio Multianual durante el periodo 1981-2010 | Datos Abiertos Colombia. (s. f.). Obtenido de: [económicas y la protección ambiental.](#)

Ramírez, D. S. (2020). Diseño de un sistema de monitoreo remoto, para un cultivo de papa en la vereda pantano grande, del municipio del cocuy (Boyacá). Especialización, Bogotá, Universidad Santo Tomas, Colombia. <https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/19387/6/2019danielramirez.pdf>

Suelos colombianos una mirada desde la academia. (2004, agosto). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Obtenido de: Obtenido de: [https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field\\_attached\\_file/pdf-suelos\\_colombianos- pag - web 0.pdf](https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/pdf-suelos_colombianos- pag - web 0.pdf)

Verde, C. (2023, 9 mayo). Agricultura intensiva y extensiva - Colombia Verde. Colombia Verde. Obtenido de: <https://colombiaverde.com.co/geografia/agricultura/agricultura-intensiva-y-extensiva/#:~:text=Mayor%20impacto%20ambiental%2C%20especialmente%20en%20la%20contaminaci%C3%B3n%20del,plagas%20resistentes%20a%20los%20pesticidas%20y%20herbicidas%20utilizados.>

**Enlace grabación:**

[https://youtu.be/S4Uuw5\\_Fdnc](https://youtu.be/S4Uuw5_Fdnc)