

EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE TIERRAS PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN PACHO CUNDINAMARCA, A TRAVÉS DE GEOPROCESAMIENTO Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Francy Nayibe Duarte Coque, fnduarte@unadvirtual.edu.com;

Vanessa Gamboa Sarmiento, vgamboas@unadvirtual.edu.com;

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

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo consiste en evaluar y estipular la aptitud idónea del terreno en el Municipio de Pacho, este se encuentra ubicado a 78,9. Pacho se considera por parte de gobierno nacional como declarado dispensa agrícola de especial protección a nivel nacional, considerándose así como principal actor de los procesos productivos de alimentos del municipio. Poniendo en práctica lo anterior se quiere concluir a través de la profundización de los modelos entidad-relación, poniendo en práctica los geoprocesos y modelamientos para la cartografía mediante Qgis y datos cartográficos y ambientales obtenidos en el municipio.

Se tendrán en cuenta para obtener los resultados de aptitud los componentes esenciales como ambientales, edáficos y climáticos, los cuales desempeñan un papel crucial en este proceso. Se requiere la obtención de mapas específicos para poder concluir la aptitud del suelo en términos de su potencial agropecuario, siempre teniendo en cuenta los posibles conflictos ambientales a los que el municipio se enfrenta.

El constante crecimiento poblacional en el municipio de Pacho ha ocasionado la pérdida de bosque natural para cambiar el uso del suelo, en este contexto, se evaluarán las áreas propicias para la agricultura, con el objetivo de preservar los recursos naturales y contribuir a un desarrollo sostenible del municipio.

OBJETIVO GENERAL

Objetivo general

- Identificar los factores que influyen en la aptitud del suelo para actividades agrícolas en el municipio de Pacho Cundinamarca.

Objetivos específicos

- Realizar los mapas temáticos de climático, Edáfico y ambiental con el software Qgis.
 - Crear un modelo entidad-relación con el objetivo de reconocer los elementos involucrados en la aptitud del suelo para agricultura en Pacho Cundinamarca.
-

INTRODUCCIÓN

El municipio de Pacho presenta una topografía accidentada. Diversas ramificaciones de la cordillera oriental y se ubica a 78 km de Bogotá, en el municipio de Cundinamarca, formando parte de la provincia de Rionegro. Se encuentra a una altitud promedio de 1905 metros sobre el nivel del mar y limita por el norte con los municipios de San Cayetano, Villa Gómez y Topaipí; por el sur con Supatá y Subachoque; por el oriente con Zipaquirá, Tausa y Cogua; y por el occidente con Vergara y el Peñón. Cuenta con un área urbana de 369,64 ha y un área rural de 39698,09 ha (Plan de Desarrollo Municipal, 2020).

El Municipio de Pacho Cundinamarca el desarrollo agropecuario en los últimos años se ha transformado en la disminución de áreas para agricultura y en la ampliación de áreas para usos ganaderos. Entre los cultivos mas importantes se encuentra la naranja, el café, plátano, aguacate.

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La zona de mayor importancia ambiental en el municipio es el páramo de guerrero, que ocupa el 23% del municipio, el cual ha tenido una importante reducción por la ampliación de la frontera agrícola (Plan de Desarrollo Municipal, 2020).

Es por este motivo que se ve la necesidad de proponer un modelo de Aptitud de Suelo para la Agricultura en este municipio que esté estructurado por un componente ambiental, un componente climático y un componente edáfico, donde se tenga en cuenta aquellas zonas o áreas que deben ser protegidas como lo son los humedales, embalses, parques naturales nacionales, entre otros.

Cuenta con 3 pisos térmicos, y posee 3 climas diversos, los cuales son: cálido, templado, y paramo; los cuales son ideales para la producción agrícola de una amplia variedad de productos tales como el aguacate, el café, las naranjas, el plátano, la papa entre otros (Alcaldía de Pacho, 2018).

Las principales causas de esta problemática son:

- **Expansión agrícola y ganadera no controlada:** El aumento de la demanda de tierras para cultivos y pastoreo ha llevado a una expansión descontrolada en áreas cercanas a las zonas de conservación, lo que resulta en la deforestación y fragmentación del hábitat natural.
 - **Falta de conciencia ambiental:** Existe una falta de conciencia sobre la importancia de conservar los ecosistemas de páramo y su biodiversidad única, lo que ha llevado a prácticas insostenibles y al desconocimiento de las consecuencias negativas que esto puede tener a largo plazo.
 - **Débil regulación y control:** La falta de regulaciones claras y su cumplimiento efectivo ha permitido el avance indiscriminado de actividades agrícolas y ganaderas en áreas sensibles, sin considerar los impactos ambientales.
-

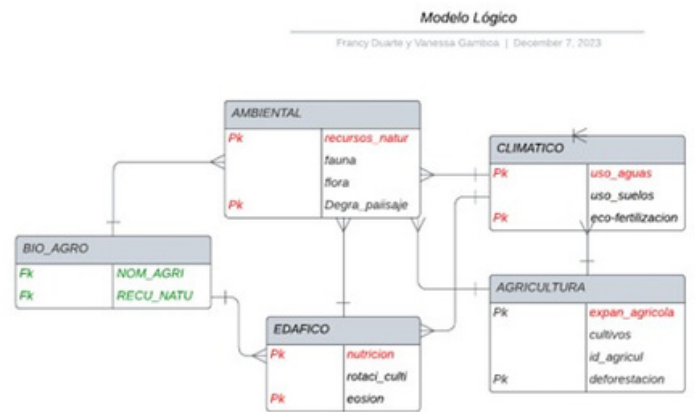
CASO DE ESTUDIO

- Cambio climático: Los efectos del cambio climático, como el aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones, están afectando negativamente al ecosistema de páramo, debilitando su capacidad para mantener la flora y fauna característica

Cada uno de estos componentes tiene un peso y una influencia en el uso y desarrollo agrícola. Es importante tener en cuenta que la suma de estos componentes representa el 100% del modelo, y los componentes incluidos son: ambiental, climático y edáfico.

MODELO LÓGICO

FIGURA 2. MODELO LOGICO



FUENTE: ELABORACION PROPIA, 2023

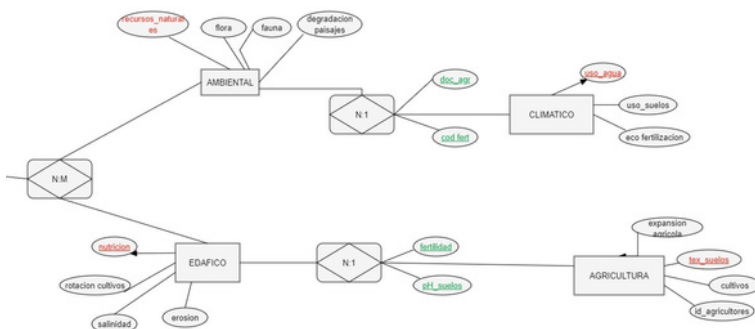
TABLA 1. MODELO LOGICO CASO PACHO

Entidades	Atributos
Municipio de Pacho	Cod Municipio, área_ha
Humedales de Pacho	Area_ha, NOMAH, NOMZH, NOMSZH
Áreas del RLNAP Pacho	Id_om, caso_mora, hectareas
Cobertura del suelo Pacho	Código, nivel3
Restricciones técnicas	Código, nivel3
Restricciones ambientales y técnicas	Nivel_hum, área_ha, NOMAH, NOMZH, NOMSZH
Sin restricciones	Gis, calificación
Cobertura suelo Pacho sin restricción	Código, nivel3, calificación
Capacidad de uso del suelo Cundinamarca	Clase, subclase, área_ha, practicas
Suelos Cundinamarca	Paisaje, clima, tipo, relieve, biología, perfil, área.
Suelos sin restricciones	Características
Capacidad uso de suelo sin restricciones	Características, calificación
Clasificación climática Caldas Lang	Area, caldas_lang
Precipitación media total anual	Rango, área
Precipitación sin restricciones	Rango, calificación
Caldas Lang sin restricción	Caldas_lang, calificación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2023.

MODELO DENTIDAD RELACION

FIGURA 1. MODELO ENTIDAD RELACION



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2023

En este modelo se presenta una representación visual de los diferentes componentes que influyen en la aptitud del suelo para la toma de decisiones en agricultura.

GEOPROCESAMIENTOS

El proceso de obtención del mapa de aptitud para la agricultura en QGIS conlleva una serie de geoprocursos y modelados. primero se importan los datos geoespaciales pertinentes, como archivos de forma (shapefiles) o imágenes rasterizadas, que incluyan información sobre el municipio de Pacho, abarcando factores ambientales, edáficos y climáticos. Seleccionar las principales variables que afectarán la idoneidad de la superficie o suelo para la agricultura. Esto puede involucrar características del suelo, condiciones climáticas y factores ambientales.

Para evaluar las condiciones del suelo y generar información estadística relevante para la aptitud agrícola en Pacho, se emplearon herramientas de geoprocusamiento como "Análisis de Superficie" y "Estadísticas Zonales". A partir de estas evaluaciones, se crearon mapas temáticos para cada variable seleccionada, resaltando los cambios o modificaciones en el terreno y las condiciones climáticas y ambientales.

La validación de este análisis o proyecto de aptitud se realizó mediante métodos como la comparación con datos logrados en campo y la aplicación de variables o medidas de precisión, garantizando la exactitud del análisis, al comparar los resultados con lo observada en el área de campo.

Después de validar el proyecto se genera el Mapa de Aptitud. Este mapa destaca las áreas con mayor capacidad o aptitud para la agricultura en el municipio de Pacho, proporcionando una imagen única de las zonas con las mejores cualidades agrícolas. facilitando la interpretación y la toma de decisiones sobre el uso del suelo del Municipio.

ANÁLISIS GEOESPACIAL

Para este proyecto de grado que comprende la evaluación y análisis de la Aptitud de Suelo para la Agricultura en el municipio de Pacho Cundinamarca, utilizamos los siguientes 3 componentes: ambiental, climático y edáfico. Se determina la influencia relativa de cada uno de estos componentes, y para poder obtener resultados óptimos realizamos un análisis basado en geo procesos específicamente el ráster y la evaluación multicriterio. Se asignan pesos porcentuales a cada componente según su impacto en el uso agrícola del suelo, asegurando que la suma de estos pesos sea 100%. Los indicadores utilizados fueron: cobertura, tipos de suelo, temperatura y precipitación, proporcionados por entidades públicas o privadas en formatos como shapefiles vectoriales, ráster o datos estadísticos. Para el análisis de las operaciones utilizamos software indicado como el QGIS y su herramienta Calculadora ráster, Las imágenes vectoriales se rasterizan, para luego con el uso de la fórmula lineal ponderada denominada también "media aritmética ponderada". se obtiene indicadores de cada componente, a estos se le realizan operaciones matemáticas básicas de acuerdo a la fórmula para obtener el indicador final: indicador compuesto(IC), como lo muestra la ecuación 1.

RESULTADOS

COMPONENTE AMBIENTAL

FIGURA 3. Ecuación 1 .Formula para calcular el indicador compuesto (IC).

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

Fuente : Adaptado de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria 2014.

A partir de los 3 tipos de componentes y el se establecen categorías que incluyen la calificación: No apto, Marginal, Baja, Moderada y Alta, para definir y poder evaluar las áreas con aptitud para la agricultura en Pacho (figura 4).

Tabla 2. (Clasificación estandarizada de los resultados espaciales de componentes, modelo aptitud para la agricultura.)

Clasificación Cualitativa	Rango Cuantitativo	Color
No Apto	1 - 2,99	Red
Marginal	3 - 4,99	Orange
Baja	5 - 5,99	Yellow
Moderado	6 - 7,99	Light Green
Alta	8 - 10	Dark Green

Fuente: (Adaptado de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria 2014).

Es esencial documentar cada resultado para evaluar el procedimiento y registrar los desarrollos obtenidos, esto se facilita mediante mapas y tablas para poder llegar a la toma de decisiones. Este enfoque integral permite una evaluación exhaustiva de la aptitud del suelo para la agricultura en Pacho, aprovechando herramientas avanzadas de geoprocésamiento y modelamiento espacial.

El análisis del componente ambiental en el municipio de Pacho implica la evaluación de diferentes áreas de estudio, como las restricciones ambientales, los humedales, los bosques naturales, las reservas naturales y las zonas industriales o urbanas. Estos datos son obtenidos a través del Geoportal del IGAC, utilizando archivos en formato Shapefile y Ráster.

Estos archivos se cargan en el software QGIS, donde se realiza el recorte de cada capa para el municipio de Pacho.

De acuerdo a ellos se revisan y editan los atributos de cada capa, asignándoles calificaciones para llevar a cabo la disolución en el software. Además, se realizan conversiones entre formatos vectoriales y ráster para la creación de mapas que serán fundamentales para determinar la aptitud del suelo.

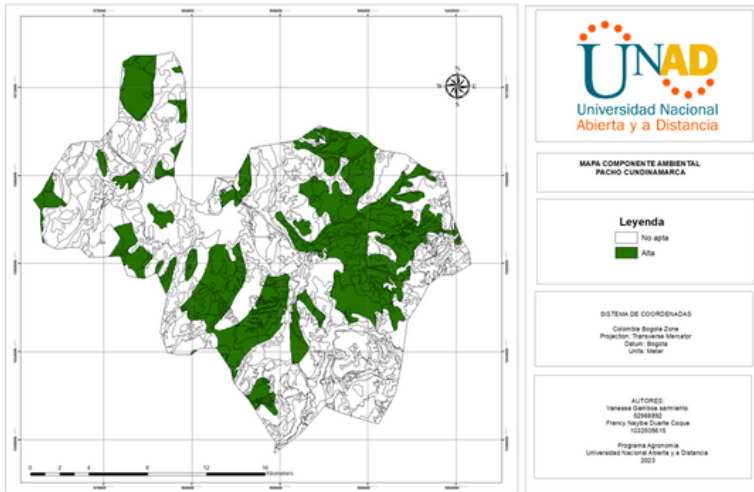
Posteriormente, se utiliza la calculadora ráster con los valores proporcionados en la tabla 3 , aplicando la fórmula indicada en la ecuación 1. A partir de este cálculo, se realiza una clasificación estandarizada basada en la figura 1, que también es de gran importancia en el proceso de obtener la aptitud del suelo.

Tabla 3. Peso evaluativo de indicadores para el componente ambiental

Componente	Capa vectorial	Peso (%) Influencia sobre la agricultura dentro del componente
Ambiental	Sin restricción	60
	Coberturas de suelo	40

Fuente: (Adaptado de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria 2014)

Mapa 1. Georepresentación componente ambiental
Municipio de Pacho.



Fuente. Elaboración proia. 2023

COMPONENTE EDÁFICO

Para desarrollar este componente, se emplea información proveniente de los geoportales del IGAC, como las capas vectoriales que clasifican las coberturas de suelo para su uso en la agricultura y conservación ambiental. Con el fin de obtener el mapa del componente edáfico, se siguen los pasos previamente mencionados en el mapa del componente Ambiental. Se cargan las capas de restricciones correspondientes al municipio de Pacho, seguido de cargar las capas de capacidad de uso y realizar el recorte para el municipio. Posteriormente, se accede a las herramientas de geoproceto y se selecciona la opción de corte, realizando el mismo procedimiento para las capas de suelo. Luego, se lleva a cabo la conversión de vectorial a ráster y de ráster a vectorial, generando la tabla de atributos correspondiente.

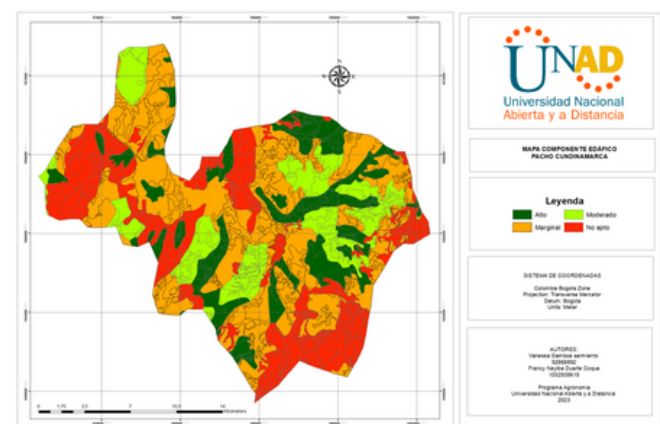
A continuación, se utiliza la calculadora ráster con los valores proporcionados en la tabla 4, aplicando la fórmula indicada en la ecuación 1. Finalmente, se lleva a cabo una clasificación estandarizada teniendo en cuenta la figura 1.

Tabla 4. Peso evaluativo de indicadores para el componente edáfico

Componente	Capa vectorial	Peso (%) Influencia sobre la agricultura dentro del componente
Edáfico	Suelo características edáficas	45
	Capacidad de uso	55

Fuente : Adaptado de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria 2014.

Mapa 2. Georepresentación componente edáfico
Municipio de Pacho .



Fuente. Elaboración proia. 2023

COMPONENTE CLIMÁTICO

Para crear este mapa, se emplearon las capas proporcionadas por el IDEAM, como la Clasificación Climática de Caldas - Lang y la capa de Precipitación Media Total Anual Promedio Multianual. Utilizando estas capas vectoriales, se inició el estudio del componente climático para el municipio de Pacho, teniendo en cuenta que ya se contaba con la capa del municipio recortada. Se procedió a crear capas temporales y se realizó la rasterización, modificando la simbología mediante las herramientas de Geoproceto.

Se realizaron cambios en los colores verificando los datos como tributos de la tabla. Se llevó a cabo un disolver y se corrigieron las geometrías utilizando las herramientas de la caja de herramientas. También se reclasificaron las tablas.

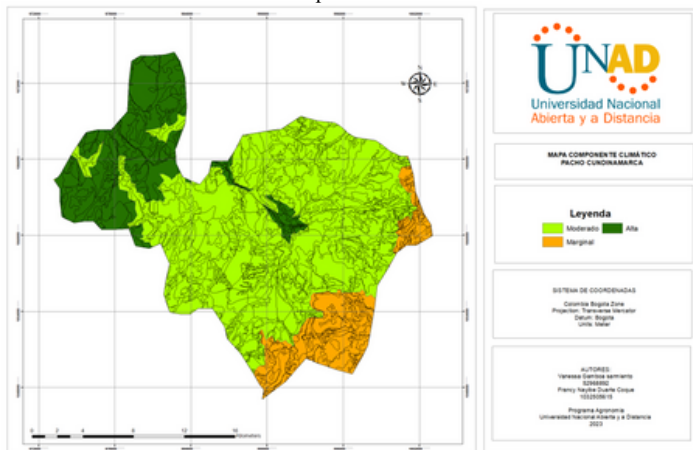
Luego, se realizó una conversión de ráster a vectorial y se unió la capa de precipitación con la capa de clasificación usando las herramientas de Geoproceso y unión. Se realizó un disolver utilizando las herramientas de Geoproceso, específicamente la opción de disolver en la categoría de vectorial. Se aplicaron los cambios y se guardó la capa resultante. A continuación, se llevó a cabo con la calculadora de ráster con los valores proporcionados en la tabla 5. aplicando la fórmula indicada en la ecuación 1. De acuerdo a ello, ve el resultado de una clasificación estandarizada teniendo en cuenta la figura 1.

Tabla 5. Peso evaluativo de indicadores para el componente climático

Componente	Capa vectorial	Peso (%) Influencia sobre la agricultura dentro del componente
Climático	Clasificación climática Caldas - Lang	45
	Precipitación media total Anual promedio multianual	55

Fuente : (Adaptado de Unidad de Planificación Rural Agropecuaria 2014)

Mapa 3. Georepresentación componente climático
Municipio de Pacho.



Fuente. Elaboración proia. 2023

EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE TIERRAS PARA EL USO AGRÍCOLA

Con el fin de crear este mapa, se consideran los valores de cada componente proporcionados en la tabla 6, y se utiliza un rango del 1 al 10 para identificar las áreas destinadas a la agricultura.

Este proceso se realiza en la tabla de atributos, donde se asigna la respectiva calificación.

Así mismo, se realiza la conversión de vector a ráster y de ráster a vector.

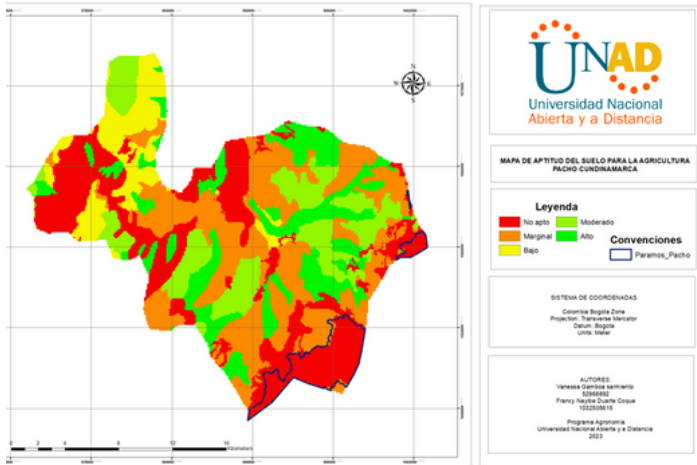
El siguiente mapa, tiene en cuenta las áreas protegidas, como las zonas de bosques naturales, las ambientales y las zonas urbanas e industriales, debido a que el mapa muestra como estandarizada la vocación agropecuaria del suelo para el municipio de Pacho para la agricultura.

Tabla 6. Propuesta peso de influencia de componentes sobre la agricultural

Componente	Peso (%) Influencia sobre la agricultura dentro del componente
Ambiental	40
Edáfico	35
Climático	25

Fuente: (Adaptado de unidad de planificación Rural Agropecuaria 2014)

Mapa 4. Georepresentación de Municipio Pacho
Aptitud del suelo para la agricultura.



Fuente. Elaboración proia. 2023

Tabla 7. Área aptitud del suelo para la agricultura en Pacho.

Clasificación	Área (ha)	% área
No apto	10867,01	27,62
Marginal	11763,63	29,90
Baja	3746,95	9,52
Moderado	6293,4	15,99
Alta	6678,38	16,97
TOTAL	39349,37	100

Fuente: (Adaptado de unidad de planificación Rural Agropecuaria 2014)

El análisis de la aptitud agrícola en Pacho, según los datos presentados en la figura 5 y la tabla 7, muestra que solo el 16,07% del municipio de Pacho cuenta con una aptitud alta para la agricultura; teniendo en cuenta el área obtenida con aptitud alta y moderada, se tiene que el 32,96% del municipio presenta áreas con un fuerte potencial agrícola (12.971,78 ha). También, se encontró que el 27,62% del municipio no es apto debido a estar protegidos o restringidos otras producciones en Pacho.

En Pacho es importante la frontera agrícola que se expande hacia el páramo de Guerrero evidenciado, esto se debe a que la gran cantidad de agua y fertilidad del suelo, lo convierten en una tierra productiva (Plan de Desarrollo Municipal, 2020).

CONCLUSIONES

El municipio de Pacho se destaca por su actividad agropecuaria, especialmente en el ámbito agrícola. Debido a su ubicación en la cordillera oriental, el municipio cuenta con una variedad de climas y pisos térmicos que permiten el cultivo de diferentes tipos de cultivos. Esto impulsa el desarrollo de la economía local y regional, ya que más de la mitad de la población reside en áreas rurales.

Sin embargo, el municipio también enfrenta desafíos ambientales importantes. En la parte suroccidental del municipio se encuentra el páramo de Guerrero, una zona de importancia ecológica que debe ser protegida. Además, a lo largo del municipio existen áreas de reserva y bosques que también requieren conservación para preservar los recursos naturales y los ecosistemas.

Se ha observado un cambio en el uso del suelo hacia la ganadería, lo cual puede tener un impacto ambiental significativo si estas áreas no son adecuadas para este tipo de actividad. Por esta razón, se llevó a cabo el presente estudio geoespacial utilizando un modelo entidad-relación para reconocer los elementos que inciden en la aptitud del suelo para la agricultura en el Municipio de Pacho. Los resultados mostraron que el 32,96% del municipio cuenta con suelos aptos para la agricultura.

Con base en estos resultados, se recomienda una adecuada zonificación del municipio que aborde el crecimiento rápido de habitantes, se debe aumentar la productividad agrícola de forma sustentable, sin descuidar la conservación del medio ambiente. También es importante observar y debatir las prácticas actuales de agricultura, ganadería, y quema en todas las zonas y áreas protegidas que representan alto riesgo para los ecosistemas andinos y de páramo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, A. (2004). *Diagnóstico ambiental y medidas de manejo de las explotaciones avícolas del municipio de Pacho*. [Trabajo de grado universidad libre, repositorio institucional Universidad Libre. <https://repository.unilivre.edu.co/handle/10901/10938>]
- Alcaldía de Pacho, (1999). Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), Pacho Cundinamarca.
- Julian, L. (2023). *Impacto en la producción agrícola del municipio de Pacho Cundinamarca por falta de políticas públicas del sector, en los últimos cuatro años*. [Monografía de investigación Universidad el Bosque, repositorio institucional de la universidad del bosque <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/11002>]
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2014). Metodología de evaluación de tierras con fines agropecuarios a escala semi detallada (1:25.000).

ENLACE PRESENTACIÓN

<https://www.youtube.com/watch?v=qbkf6-5Qq-8>

