



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL SUELO EN UN ÁREA DE BOSQUE  
SECO EN LA VEREDA EL CIELO.**

**AUTOR (ES):**

JHONATAN DEL VILLAR BAENA

ANA MARIA MORALES ACUÑA

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS  
INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR-CESAR**

**2022**

**[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129  
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380  
Valledupar Cesar Colombia**



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



**CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DEL SUELO EN UN ÁREA DE BOSQUE  
SECO EN LA VEREDA EL CIELO.**

**AUTOR (ES):**

JHONATAN DEL VILLAR BAENA

ANA MARIA MORALES ACUÑA

**DRIRECTOR:**

HECTOR SEGURA

Ingeniero Forestal

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENERIAS Y TECNOLOGICAS  
INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR-CESAR**

**2022**

**[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129  
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380  
Valledupar Cesar Colombia**

## DEDICATORIA

A mis padres, que siempre tendrán el mérito de mis logros.

A José Eduardo Vásquez López que desde el cielo siempre nos acompaña.

**Jhonatan Del villar Baena**

Dedico este trabajo principalmente a Jehová Dios quien me ha permitido llegar hasta este punto de mi formación profesional. A mi madre por su lucha incansable para verme crecer. A mi esposo que con su amor incondicional me ha apoyado todo este tiempo y a mi hija por ser mi motivo.

**Ana María Morales Acuña**



## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, darle Gracias a Dios, porque de Él es el conocimiento y la fuerza que nos permite seguir adelante.

Gracias a todos mis amigos, compañeros y familiares que estuvieron a mi lado en todo el proceso de formación universitaria, con su afecto, motivación y compañía fueron impulso para alcanzar este objetivo, a mi compañera de tesis Ana María, sin su diligencia no alcanzaríamos este logro.

Un agradecimiento especial a la Sra. Yudy Marcela Moreno Torres, quien se convirtió en parte de mi familia y un ejemplo a seguir en cuanto a superación personal y profesional.

Por último, a mi hermano Johan, gracias por estar siempre dispuesto apoyarme cuando lo necesité y en especial a mis padres Nayibe Baena y Rafael Del villar por ser el motor que me trajo hasta aquí y sin su amor no habría alcanzado mis metas.

A todos muchas Gracias.

**Jhonatan Del villar Baena**





**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



En primer lugar, quiero agradecer a Jehová Dios por guiarme, darme fuerzas y permitirme llegar al final de mi etapa universitaria.

También quiero agradecer a mi director Héctor Segura y mi compañero Jhonatan del Villar por todo su apoyo y colaboración en este proyecto.

Agradezco a mi esposo y a mi hija por ser el principal motivo para salir adelante con esta etapa de mi vida y por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían

Por último, quiero agradecer a mis hermanos y a mi padre. En especial, quiero hacer mención de mi madre, que siempre estuvo ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

Muchas gracias a todos

**Ana María Morales Acuña**



## **RESUMEN Y ABSTRACT**

La presente investigación, está encaminada hacia el estudio de suelos afectados por ladrilleras, en la vereda el Cielo, corregimiento de Valencia de Jesús, en el departamento del Cesar, revisando cuan contaminados está de acuerdo a parámetros estipulados y estableciendo recomendaciones técnicas para mitigar los impactos de la actividad anteriormente mencionada.

En primer lugar, se llevó a cabo una etapa preliminar, en la que se aborda las características de la zona, teniendo en cuenta la localización geográfica, climatología, vegetación, y aspectos socioeconómicos. Además, se realizó una revisión en la literatura en cuanto a la problemática planteada por las ladrilleras, cultivos de algodón y ganadería en la afectación del recurso suelo. En este aparte, se tienen en cuenta problemáticas como la compactación, variación de color, pérdida y deficiencia de nutrientes, pérdida y disminución de los microorganismos.

Posteriormente, en una primera etapa metodológica, se analizaron los principales parámetros físicos y químicos, estos fueron la base de la investigación. En esta fase, se plantearon las metodologías analíticas y las referencias tomadas por el laboratorio especializado. En una segunda etapa, se evaluaron los componentes analizados en la primera etapa, aquí se estableció si esos parámetros estaban dentro de los valores permisibles, seguidamente, se presentan los resultados y discusión de la caracterización de esas propiedades y, por último, se logró establecer las conclusiones y recomendaciones técnicas para futuras investigaciones.

Palabras clave: ladrilleras, suelos, propiedades, recuperación.

The present investigation is directed towards the study of soils affected by brickyards, in the village of El Cielo, district of Valencia de Jesús, in the department of Cesar, reviewing how contaminated it is according to stipulated parameters and establishing technical recommendations to mitigate the impacts. of the aforementioned activity.

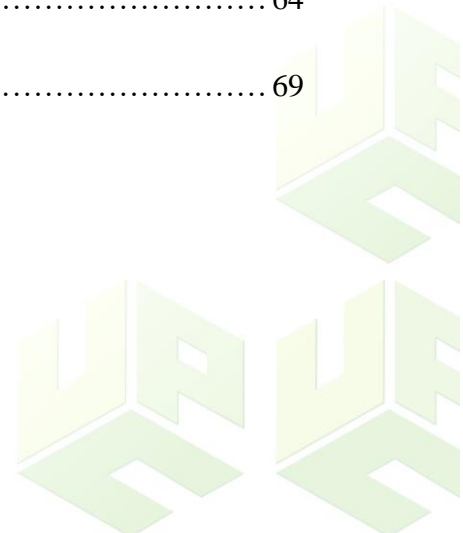
In the first place, a preliminary stage was carried out, in which the characteristics of the area are addressed, taking into account the geographical location, climatology, vegetation, and socioeconomic aspects. In addition, a review of the literature was carried out regarding the problems posed by brick kilns, cotton crops and livestock in the affection of the soil resource. In this section, problems such as compaction, color variation, loss and deficiency of nutrients, loss and reduction of microorganisms are taken into account.

Subsequently, in a first methodological stage, the main physical and chemical parameters were analyzed, these were the basis of the investigation. In this phase, the analytical methodologies and the references taken by the specialized laboratory were considered. In a second stage, the components analyzed in the first stage were evaluated, here it was established whether these parameters were within the permissible values, then the results and discussion of the characterization of these properties are presented and, finally, it was possible to establish conclusions and technical recommendations for future research.

Keywords: brickyards, soils, properties, recovery.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
1. TÍTULO DEL PROYECTO.....	11
2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
3. JUSTIFICACIÓN.....	14
4. OBJETIVOS.....	15
5. MARCO REFERENCIAL.....	16
6. MARCO METODOLÓGICO.....	38
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	44
8. CONCLUSIONES.....	61
9. BIBLIOGRAFIA.....	64
10. ANEXOS.....	69





## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Efectos de los plaguicidas.....	31
Tabla 2. Normatividad sobre el recurso Suelo .....	36
Tabla 3. Normatividad sobre el recurso Flora.....	37
Tabla 4. Parámetros y sus métodos de medición.....	40
Tabla 5. Valores iniciales de los parámetros medidos. ....	47
Tabla 6. Parámetro Humedad.....	52
Tabla 7. Parámetro Densidad aparente.....	53
Tabla 8. Parámetro Densidad real.....	54
Tabla 9. Parámetro Porosidad. ....	54
Tabla 10. Parámetro Materia orgánica. ....	56
Tabla 11. Parámetro Fósforo disponible.....	57
Tabla 12. Parámetro Azufre disponible.....	58

## **LISTA DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1. Contaminación local y difusa del suelo .....	29
Ilustración 2. Área en estudio.....	34
Ilustración 3. Muestreo inicial.....	46
Ilustración 4. Suficiencia nutricional de suelos.....	50
Ilustración 5. Caracterización fisicoquímica.....	51

## INTRODUCCIÓN

El impacto ambiental ocasionado por las ladrilleras en el Cesar, ha dejado miles de hectáreas afectadas, daños notables en las fuentes hídricas, degradación de los suelos, aire, fauna y vegetación; por lo que, llevar a cabo una descontaminación o rehabilitación de estos recursos, se torna cada vez más difícil, sobre todo, si se desconoce el grado de desequilibrio en que se encuentra.

El suelo realiza numerosas funciones de vital importancia, dentro de las cuales se pueden mencionar la producción de biomasa (alimentos, fibra y combustible), descomposición de la materia orgánica, reciclaje de nutrientes, depuración del agua, regulación de la calidad del aire, sumidero de gases invernadero y hábitat para numerosos organismos (Garbisu, Becerril, Epelde, & Alkorta, 2007).

En la presente investigación, se tomó como objeto de análisis un área de bosque seco, ubicado en la vereda El Cielo, Valencia de Jesús, Valledupar, haciendo énfasis en el suelo, explorando el estado de contaminación de este y estableciendo recomendaciones técnicas, que permitan su recuperación y/o conservación.

Realizando una revisión bibliográfica de las técnicas de recuperación y conservación que han sido llevadas a cabo, que, de acuerdo a las características fisicoquímicas del sitio, serán recomendadas.



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



## **1. TÍTULO DEL PROYECTO**

Caracterización fisicoquímica del suelo en un área de bosque seco en la vereda el cielo.



## 2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia, con fines de construcción, se producen miles de ladrillos al año, cuya actividad, según la Procuraduría ambiental, utiliza deficientes e inadecuados sistemas de explotación de arcillas, emiten gases y material particulado a la atmósfera, eliminan la capa vegetal del suelo, afectan la estética del paisaje, no procesan sus aguas residuales y degradan la calidad de las aguas superficiales.

Ahora bien, en la vereda el Cielo del corregimiento de Valencia de Jesús, municipio de Valledupar – Cesar, en algunos sectores de su territorio se observa la ausencia de vegetación a nivel del suelo, que dan la apariencia de lotes de suelo estéril en contraste con otras zonas contiguas donde si se presenta la vegetación característica del bosque seco, lo que supone una alteración en las características químicas o físicas de este suelo.

A su vez, no existen estudios sobre las implicaciones o cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas que conlleva esta actividad ni del manejo adecuado que se les debe dar, en aras de establecer nuevos usos ya sean de conservación, remediación y/o producción.

Ante esta situación se propone que por medio de la caracterización fisicoquímica de muestras edáficas de estas zonas deterioradas se puede determinar la afectación que ha tenido el suelo en las últimas décadas que lo lleva a presentar esta problemática y establecer el mejor tratamiento que podría significar la solución a este problema.

Para definir mejor esta problemática se plantean las siguientes interrogantes:



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



¿Es la caracterización fisicoquímica un método eficaz para diagnosticar las condiciones actuales del suelo en un área de bosque seco en la vereda el Cielo del corregimiento de Valencia de Jesús, municipio de Valledupar – Cesar?

¿Qué alteraciones fisicoquímicas presenta el suelo de un área de bosque seco en la vereda el Cielo del corregimiento de Valencia de Jesús, municipio de Valledupar – Cesar?



### 3. JUSTIFICACIÓN

Debido a los efectos provocados por la producción de ladrillos, que han alterado las propiedades físicas y químicas y disminuido la fertilidad de los suelos en la Vereda el Cielo, corregimiento de Valencia de Jesús, es urgente hacer un esfuerzo por conservar lo que queda, pero, además, se hace necesario establecer recomendaciones técnicas para la recuperación de este recurso.

La presente investigación, se centra en el estudio de las propiedades actuales del suelo en cuestión, para ofrecer recomendaciones que garanticen la conservación y/o recuperación de este recurso.

El área a estudiar se ha visto afectada con esta problemática hace algún tiempo y es necesario darle solución, ya que, afecta el equilibrio ecológico de la zona; además, se demuestra la gravedad de la situación y se brindan estrategias para resolver la problemática, iniciando por realizar un diagnóstico, que se efectúa a través de pruebas fisicoquímicas de laboratorio cuyos resultados muestran el estado actual del suelo.

Todo lo anterior, conlleva a un aporte muy importante, como lo es la exploración de una zona que no ha sido estudiada y que, a partir de allí, se tomarán medidas de recuperación, para vivificar el suelo. Por lo que se estimulará la fertilidad del recurso, se mejorará su estructura y se reequilibrará de forma directa sus propiedades.

#### 4. OBJETIVOS

Realizar la caracterización fisicoquímica del suelo en un área de bosque seco en la vereda el cielo del corregimiento de Valencia de Jesús, municipio de Valledupar – Cesar.

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las propiedades físicas y químicas del suelo de un área de bosque seco de la vereda el Cielo, para conocer de forma específica el estado inicial de cada una de estas.
- Evaluar a través de la caracterización fisicoquímica el deterioro que posee el suelo.
- Establecer recomendaciones técnicas que garanticen la conservación y/o recuperación del recurso suelo.



## **5. MARCO REFERENCIAL**

### **5.1 ANTECEDENTES**

A continuación, se muestra el conjunto de estudios previos y trabajos de investigación que se han realizado sobre la caracterización fisicoquímica de suelos, haciendo énfasis en los antecedentes más actualizados en el ámbito nacional, regional e internacional.

#### **5.1.1 Antecedente Internacional:**

Escobar et al., 2005, realizó la investigación: CARACTERIZACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS, PARA SU BIORREMEDIACIÓN, para el Laboratorio De Investigación En Ingeniería Ambiental. Instituto Tecnológico De Toluca, la cual resume lo siguiente: El presente trabajo trata sobre la caracterización de suelos contaminados con plaguicidas organoclorados del municipio de Malinalco, Estado de México. Se realizó un análisis por cromatografía gaseosa a nueve terrenos que contenían diferentes tipos de cultivos tales como arroz, maíz, frijol, caña, gladiola y a dos niveles de profundidad 20 y 40 cm, detectándose los compuestos siguientes: p,p'-DDT, p,p'-DDD, endosulfan I y II, alfa y beta hexaclorociclohexano. se observa que el cultivo de caña presenta la mayor concentración de p,p'-DDT tanto a los 20 cm como a los 40 cm (0.1022 mg/Kg y 0.0900 mg/Kg), en segundo lugar, el frijol a los 20 cm (0.0843 mg/Kg), en tercero el maíz a los 40 cm (0.0784 mg/Kg) y por último el arroz tuvo una concentración homogénea en los 40 cm (0.0623

mg/Kg). Además, bajo la norma NOM 021 RECNAT 2000, se realizó un análisis fisicoquímico a dichos suelos considerando los siguientes parámetros: pH, materia orgánica; algunos micronutrientes como: cobre, manganeso y zinc; así como también algunos metales pesados como: cadmio, plomo y cromo. Encontrándose que en general los suelos analizados presentan un buen nivel de micronutrientes y de los otros indicadores analizados, por lo que en estos suelos pueden llevarse a cabo un proceso de biorremediación. Los plaguicidas reportados en este trabajo integran los llamados Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) que son sustancias que, por sus características tóxicas, por su persistencia en el medio ambiente, su bioacumulación en las cadenas alimenticias, y su transportación a grandes distancias, representan un peligro global y México está participando en la eliminación de estos.

**5.1.2. Antecedente Nacional:** Echeverri et al., 2014, realizó la investigación: *Caracterización Física, Química y Mineralógica de Suelos con Vocación Forestal Protectora, Región Andina Central Colombiana* para la Universidad de Caldas - Facultad de Ciencias Agropecuarias, la cual resume lo siguiente: En la Reserva Forestal Protectora Bosques de la CHEC, ubicada sobre la vertiente occidental de la cordillera central colombiana, municipios de Manizales y Villamaría, departamento de Caldas, se hizo la caracterización física, química y mineralógica de dos perfiles de suelos, descritos sobre dos laderas, con un manejo actual correspondiente a una plantación de aliso (*Alnus acuminata*) y un bosque secundario. Los resultados permitieron establecer, desde el punto de vista físico, el dominio de clase textural areno francosa en la plantación de aliso y franco



arenoso en el bosque secundario. Químicamente el suelo del perfil plantado con aliso, presentó valores de pH más bajos, mayor saturación de acidez intercambiable y menor saturación de bases en comparación con el perfil del bosque secundario. En ambos perfiles, el análisis óptico con microscopio petrográfico, permitió observar que los feldespatos, del grupo de las plagioclasas y el vidrio volcánico, se destacan como minerales abundantes en la fracción arena; mientras que en la fracción arcilla, el material no cristalino, se considera mineral predominante, seguido de la cristobalita y los feldespatos, según la metodología de difracción de rayos X. Se concluye que la vocación de uso forestal protector, bajo el cual se encuentran sometidos ambos suelos, es el más adecuado, teniendo en cuenta que las limitaciones químicas, dificultan el establecimiento de sistemas de producción agropecuaria.

**5.1.3. Antecedente Regional:** Díaz et al., 2013, realizó la investigación: *Caracterización físico-química y mineralógica de suelos en zonas carboníferas del Cesar, Colombia*, para la Revista de Ciencia y Tecnología de América (INTERCIENCIA), la cual resume lo siguiente: El desarrollo de proyectos de explotación de carbón en el departamento del Cesar, Colombia, es una actividad de gran importancia económica para el país. El futuro de los terrenos que se verán afectados por la extracción de carbón dependerá del desarrollo de proyectos de rehabilitación basados en el conocimiento previo de las propiedades de los estériles mineros y los suelos de recubrimiento, además de otros muchos aspectos climáticos y ecológicos. De acuerdo con esta premisa, se han estudiado muestras de suelo y estériles mineros, empleando técnicas analíticas



edafológicas y geoquímicas. Se comprobó que el análisis de la información obtenida a partir de parámetros edáficos y geoquímicos puede ser de gran utilidad práctica para orientar futuros estudios sobre los terrenos afectados por la explotación minera. Se concluye que puede ser interesante evaluar correctamente el significado del carbono orgánico y la salinidad de los materiales, así como la existencia de algunos elementos potencialmente tóxicos como el Se y el Zn o las carencias de elementos nutritivos como el P.

## **5.2 MARCO TEÓRICO**

En este ítem, se hace una revisión y organización de la literatura relacionada con el problema de investigación, se exponen los fundamentos teóricos, los antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas en las que se sustenta el presente proyecto.

### **5.2.1 Suelos**

Desde el punto de vista químico el suelo es una mezcla de rocas y minerales erosionados, material vegetal y animal desintegrado (humus y detritos) y organismos vivos pequeños, que incluyen plantas, animales y bacterias. También el suelo contiene agua y aire. En forma típica, un suelo contiene un 95% de minerales y 5% de materia orgánica, si bien los límites de composición varían en forma considerable. (Mackenzie L., 2005)

El suelo se forma en un largo proceso en el que intervienen el clima, los seres vivos y la roca más superficial de la litosfera. Este proceso es una sucesión ecológica en la que va madurando el ecosistema suelo. La roca es meteorizada por los agentes meteorológicos (frío/calor, lluvia, oxidaciones, hidrataciones, etc.) y así la roca se va fragmentando. Los fragmentos de roca se entremezclan con restos orgánicos: heces, organismos muertos o en descomposición, fragmentos de vegetales, pequeños organismos que viven en el suelo, etc. Con el paso del tiempo todos estos materiales se van estratificando y terminan por formar lo que comúnmente se conoce como suelo. (Echarri, 1998).

Según (Thompson & Throe, 1998), cualquier definición asignada a un material tan complejo como el suelo, depende necesariamente del punto de vista de la persona que lo formule. El edafólogo, considerando al suelo como medio de cultivo, lo definiría como una mezcla de materiales minerales y orgánicos capaz de soportar la vida vegetal. Para el pedólogo, que estudia el suelo como una entidad distinta, sería el producto natural formado a partir de la roca meteorizada por la acción del clima y de los organismos vivos.

Así entonces, se puede definir al suelo como el conjunto de unidades naturales que ocupan las partes de la superficie terrestre que soportan las plantas y cuyas propiedades se deben a los efectos combinados del clima y materia orgánica, materia viva sobre la roca madre en un periodo de tiempo y en un relieve determinado (Soil Survey Staff, 1951). A nivel de ingeniería, (Torres & Zuluaga, 2009), denominaron al suelo como un sistema estructurado, biológicamente activo, que

tiende a desarrollarse en la superficie de las tierras emergidas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos. Se trata de un sistema formado por componentes minerales, componentes orgánicos (humus y derivados, biomasa viva y muerta), gas (aire en el espacio existente en los poros), y agua envolviendo partículas y el espacio capilar. El suelo constituye la interfaz entre la tierra, el aire y el agua, lo que le confiere la capacidad de desempeñar tanto funciones naturales como de uso antropogénico.

Las propiedades físicas y químicas de los suelos influyen en gran manera sobre la aireación, la disponibilidad de nutrientes y la retención de agua y, por lo tanto, en la actividad biológica. Las propiedades más importantes de las que engloban estos grupos son el tamaño de partícula, la porosidad, la humedad, estado de aireación, composición química, fracción de arcilla, capacidad de intercambio de cationes y fracción orgánica. El tamaño de partícula afecta a la química de la superficie de los suelos y al tamaño de los poros. La cantidad de poros depende de la textura, estructura y contenido de materia orgánica del suelo (Rucks, et al., 2004).

La matriz de un suelo está compuesta por cinco componentes principales: Minerales. Los materiales minerales constituyen los principales componentes estructurales de los suelos y suponen más del 50% del volumen total. Aire – agua. Conjuntamente constituyen el volumen de poros, que, por lo general, ocupa entre el 25 y 50% del volumen total. Organismos vivos. Ocupan menos del 1% del volumen. Materia orgánica. Oscilan entre el 3 y 6% del volumen, con valor medio.

De acuerdo con (Rucks, et al., 2004), la condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de



drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. Así entonces, la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla. La textura tiene que ver con el tránsito de aire, agua y raíces a través del suelo (Thompson & Throe, 1998). Sin embargo, la estructura se define como el arreglo de las partículas del suelo, y, por lo tanto, «partícula» designa a toda unidad componente del suelo, ya sea primaria (arena, limo, arcilla) o secundaria (agregado o unidad estructural) (Jaramillo, 2002).

Conforme a (Rucks, et al., 2004), la porosidad corresponde a los espacios del suelo llenos de aire y/o agua. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macroporos y microporos. Los primeros son los responsables del drenaje y la aireación del suelo, constituyendo, además, el principal espacio en el que se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo.

Es así, como aparecen los términos de densidad real y densidad aparente, la primera hace alusión al peso de las partículas sólidas del suelo, relacionado con el volumen que ocupan, sin tener en cuenta su organización en el suelo, es decir, sin involucrar el volumen del espacio ocupado por los poros; y la segunda, tiene en cuenta el espacio ocupado por los poros al cuantificar el volumen de la muestra de suelo, razón por la cual depende de la organización que presente la fracción sólida del mismo (Jaramillo, 2002).

Un término muy importante en la caracterización de los suelos, es la humedad, la cual es definida por Jaramillo (2002), como la cantidad de agua que posea el suelo, que está determinada, fundamentalmente, por su textura, su contenido de materia orgánica, la composición de sus fracciones mineral y orgánica y el arreglo que presente el medio físico edáfico, por el aporte que se le haga natural (lluvia) o artificialmente (riego). Otra característica muy importante es la consistencia de un suelo, designada por (Rucks, et al., 2004), como las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión. Estas manifestaciones incluyen: el comportamiento con respecto a la gravedad, presión y tensión, la tendencia de la masa del suelo de adhesión a cuerpos extraños o sustancias, y las sensaciones que son evidenciadas y sentidas por los dedos del observador.

Las propiedades químicas incluyen la fertilidad natural, los cationes de intercambio, el PH, el contenido de materia orgánica, la saturación de bases, la saturación de acidez, el contenido de macronutrientes como el carbono, el nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, y el contenido de micronutrientes como hierro, cobre, boro, zinc, manganeso, molibdeno y cloro (Kass, 1995).

Una característica química de vital importancia es la conocida como cambio iónico, la cual (Marín, 2011), la define como los procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la fase acuosa liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambas fases. Las causas que originan el intercambio iónico son los desequilibrios eléctricos de las partículas del suelo, para neutralizar las

cargas se adsorben iones, que se pegan a la superficie de las partículas. Estos iones, quedan débilmente retenidos sobre las partículas del suelo y se pueden intercambiar con la solución del suelo.

Sin duda alguna, el PH es una de las propiedades físico-químicas más importantes en los suelos, ya que de él depende la disponibilidad de nutrientes para las plantas, determinando su solubilidad y la actividad de los microorganismos, los cuales mineralizan la materia orgánica. También determina la concentración de Iones tóxicos, la CIC y diversas propiedades Importantes que en últimas apuntan a la fertilidad del suelo (Ramírez, 1997).

Según Torres & Zuluaga (2009), el carbono es la fuente principal de alimento y se relaciona con casi todas las propiedades edáficas, generalmente se le conoce como materia orgánica, entre los macroelementos o elementos que deben estar en grandes cantidades para el desarrollo normal de las plantas y microorganismos están el fósforo y el nitrógeno, el primero de los cuales se suele fijar a los suelos, mientras el segundo generalmente es bastante abundante en el suelo. Ambos elementos son importantes por formar parte de todos los tejidos de microorganismos y plantas. Otros nutrientes esenciales como el  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^+$  y  $\text{SO}_4^{2-}$  están presentes en cantidades suficientes en el suelo; mientras que el Fe, Mn, B, se presentan en pequeñas cantidades.

Las propiedades biológicas del suelo están relacionadas con la materia orgánica y con los organismos que viven en él, como las raíces de las plantas, lombrices, insectos, nematodos, hongos, bacterias (Hall, 2008).

De acuerdo a (López, 2002), los suelos se pueden clasificar según muchos parámetros, su textura, su estructura, sus características físicas, su uso, entre otros, teniendo en cuenta que el suelo es multifuncional, según el DGMA (1984), lo podemos clasificar como:

- a) El suelo como soporte y fuente de nutrientes para las plantas, bajo esta consideración, el suelo constituye el soporte de las actividades del hombre dirigidas al aprovechamiento de su potencial productivo para la generación de biomasa.
- b) También podemos considerar este recurso como el sustrato o la base física para la localización de desarrollos urbanos e industriales.
- c) Otra consideración para el suelo, es como depositario de recursos minerales y culturales.
- d) Así mismo, el suelo como medio receptor de residuos y desechos, por lo que la actividad agrícola, industrial y otras operaciones comunes del mundo actual producen grandes cantidades de desechos.

### **5.2.2 Composición química de las fracciones del suelo**

Desde el punto de vista general, la composición elemental de los suelos varía de acuerdo a la naturaleza de la roca madre y los cambios producidos durante la meteorización, acumulación de materia orgánica y prácticas de manejo. Debido a que el cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) es dominante en la arena y limo, estas dos fracciones son, por lo general, inactivas químicamente. Una excepción a esta regla general es la fracción de algunos limos que contienen minerales de potasio, tales como las micas, las cuales ya se sabe que abandonan el potasio, con suficiente rapidez para abastecer, al menos en

parte las necesidades de la planta. Químicamente las arcillas son silicatos aluminicos que pueden tener F, Mg, Na, K, etc. en su estructura y tienen además capacidad de adsorber y ceder una serie de iones. (Rucks, 2004)

### 5.2.3 Tipos de suelos del área de estudio.

El municipio de Valledupar posee una serie de tipos de suelos que depende de la calidad agrológica de los mismos, la presencia de material rocosos, su profundidad, nivel de drenaje y presencia de sustancias químicas. En la zona estudiada existen las siguientes tipologías:

- **Suelos (Vaa).** Con características de baja evolución, drenajes buenos a imperfectos, fertilidad moderada, y limitación por piedra y arena, nivel freático y arcillas, estos están localizados en el noroccidente de Valencia de Jesús, centroriente y sur de Aguas Blancas, sur de Mariangola, sur de Caracolí, la mayor parte de Los Venados y el oriente de El Perro.
- **Suelos (Boal).** Con características de baja a mediana evolución, drenajes buenos a imperfectos, fertilidad muy baja a moderada, limitados por sales de sodio, piedra y horizonte argílico, se localizan en el municipio en el sur del área rural de Valledupar, eje norte-suroccidente de Valencia de Jesús, eje nororiente centroccidente de Aguas Blancas, centro de Mariangola y centro de Los Venados.
- **Suelos (Pta.).** Con características de muy baja evolución, drenaje bueno a imperfecto y fertilidad muy baja, limitado por el nivel freático fluctuantes y carbonatos, estos se

localizan en un eje paralelo al río Cesar en el sur de Valencia de Jesús, sur de Aguas Blancas, sur de Mariangola, oriente de Guaimaral y Los Venados.

En conclusión, los Suelos de la zona de estudio en general, todos presentan limitaciones en su superficie y presencia de sustancia químicas. (Alcaldía Municipal de Valledupar, 2009) (Tomado del Plan de ordenamiento Territorial de Valledupar, p. 38 – 41)

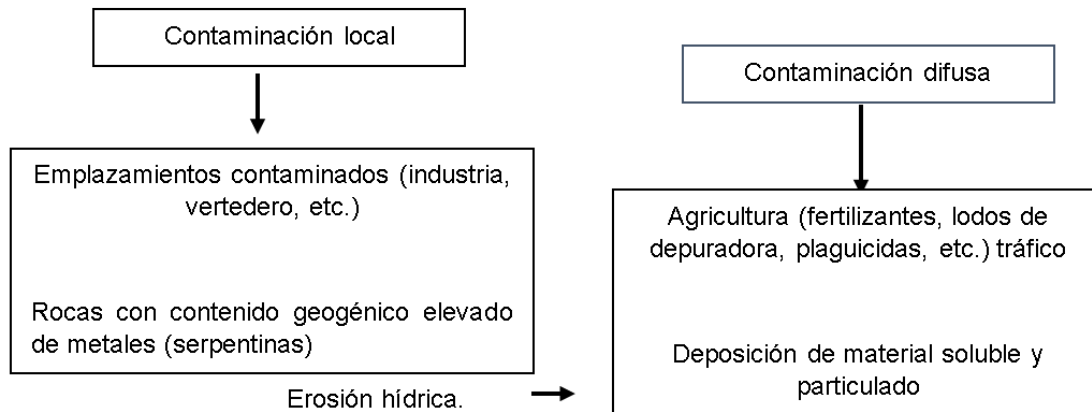
#### **5.2.4. Contaminación del suelo**

La degradación del suelo se puede dar al acumularse en él sustancias a niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. A esos niveles de concentración, dichas sustancias se vuelven tóxicas para los organismos del suelo. Lo que resulta es una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo. (Ramírez Camacho, 2009)

Dicho esto, la contaminación del suelo se puede dar en dos formas: contaminación local y contaminación difusa (ilustración I)



*Ilustración 1. Contaminación local y difusa del suelo*



*Fuente: Silva & Correa, 2009*

La contaminación local (o puntual) va unida generalmente a actividades económicas como la minería, las instalaciones industriales y los vertederos. En la minería los principales riesgos están relacionados con el almacenamiento de lodos, la generación de aguas ácidas de mina y el uso de ciertos reactivos químicos. Asimismo, el vertido de residuos constituye otra actividad potencialmente contaminante; en estos lugares, los lixiviados pueden afectar al suelo circundante y al sustrato geológico para, posteriormente, pasar a las aguas subterráneas o de superficie. Ahora bien, la contaminación difusa es causada generalmente por el transporte de sustancias contaminantes, tanto solubles como particuladas, a lo largo de amplias zonas con frecuencia alejadas de la fuente de origen. Este tipo de contaminación está más relacionado con la deposición atmosférica, determinadas prácticas agrícolas y el tratamiento y reciclaje inadecuado de los lodos de depuración y aguas residuales. (Martínez Sánchez, y otros, 2005)

### **5.2.5. Contaminación por plaguicidas**

Los plaguicidas cuentan con ciertas características (como toxicidad, persistencia, bioacumulación, capacidad de migración, etc.) que los hacen perjudiciales o benéficos tanto para los recursos naturales, como para el hombre. (Linares, 2007)

Dentro de los impactos negativos que generan en el medio ambiente puede nombrarse la reducción de la actividad microbiana del suelo, el crecimiento irregular, la pérdida de biomasa, o muerte de plantas sensibles a estas sustancias y afectaciones en la salud de la población.

En resumen, puede decirse que el suelo es un recurso natural importante, dado su papel de insumo esencial en actividades como la agricultura y la ganadería, sin embargo, es un recurso altamente vulnerable. El uso de sustancias tóxicas, como los plaguicidas, puede llegar a generar efectos negativos en el recurso suelo, debido a que sus características fundamentales como persistencia, vida media y toxicidad, entre otras, pueden destruir los componentes de este recurso y llevarlo a su destrucción. (Silva Arroyave & Correa Restrepo, 2009)





### 5.2.6. Efectos de los plaguicidas en agua y en suelo

Tabla 1. Efectos de los plaguicidas.

Tipo de pesticida	Localización	Efecto
<b>Herbicidas</b>		
Ácidos aromáticos	Suelos	Una sobrecarga de residuos afecta las cosechas posteriores
	Agua	Mata o inhibe la acción de algunas plantas acuáticas
Aminas, anilinas, nitrilos, ésteres, carbamatos	Suelos	Su persistencia suele afectar cosechas posteriores
	Agua	La erosión superficial puede transportar herbicidas a los sistemas acuáticos
<b>Insecticida</b>		
Organoclorados	Suelos	Los residuos afectan las cosechas posteriores, el transporte por las aguas superficiales afecta las plantas acuáticas
	Agua	Las aguas contaminadas pueden afectar las plantas si se usan para irrigación



Organofosforados, carbamatos y piretroides	Suelos	Tienen corta vida media, por lo que sus efectos sobre las plantas son escasos
	Agua	Tóxicos para ciertas algas

**Fuente:** Linares, 2007

### 5.3 MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se emiten los conceptos esenciales para comprender el presente proyecto de investigación, en otras palabras, se muestra la recopilación, sistematización y exposición de los conceptos fundamentales para el desarrollo del problema de investigación.

**Biofertilizante:** Término general para describir la incorporación de material orgánico al suelo para aportar al crecimiento de la planta.

**Biorremediación:** Cualquier proceso que utilice microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para retornar a un medio ambiente alterado por contaminantes a su condición natural.

**Color del suelo:** El color es un carácter del suelo, fácil de observar y de uso cómodo para identificar un tipo de suelo dentro del cuadro regional o local. (Rucks, 2004).

**Cobertura vegetal:** capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre.

**Conservación de suelos:** Prácticas/obras que se realizan para evitar la pérdida del suelo.

**Densidad aparente:** La densidad aparente del suelo se define como la masa de una unidad de volumen de suelo seco a 105° C. (Gómez Giraldo, 2013)

**Densidad real:** Es la densidad de la fase sólida del suelo. (Gómez Giraldo, 2013)

**Estériles:** Todo material sin valor económico extraído para permitir la explotación del mineral útil.

**Estructura:** Ordenamiento que tienen las diferentes partículas del suelo.

**Intercambio catiónico:** Indicador de la fertilidad del suelo en términos de la suma de "cationes" que un suelo se puede absorber.

**Materia orgánica:** Está formada por restos de animales y plantas descompuestas.

**PH del suelo:** El pH del suelo es una medida de la acidez o de la alcalinidad de la solución del suelo. Se dice que los suelos son ácidos, neutros, o alcalinos (básicos), dependiendo de sus valores de pH, en una escala de 0 a 14. (Piedrahíta, 2009)

**Porosidad del suelo:** El espacio poroso de un suelo es la parte del mismo que en su estado natural está ocupado por aire y/o agua. (Gómez Giraldo, 2013)

**Suelo:** Parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.

**Textura del suelo:** la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla. (Rucks, 2004)

#### 5.4 MARCO CONTEXTUAL

A 12 kilómetros de la ciudad de Valledupar, vía a Bosconia, se encuentra la principal y única vía que da acceso a la vereda El Cielo, este terreno solía ser un sitio para el cultivo de algodón hace aproximadamente 23 años, hoy en día se explota el suelo para la producción de ladrillos de arcilla roja, la cual es la única actividad económica de los habitantes de la vereda. Esta pertenece al corregimiento de Valencia De Jesús y se ubica en las coordenadas: 10°20'04.11" N y 73°20'01.09" O, con una elevación de 108 m.

*Ilustración 2. Área en estudio.*



*Fuente: Google Earth.*

### **Clima**

Al encontrarse en la zona de dominios tropicales, la vereda El Cielo posee un clima tropical con elevadas temperaturas y es causa de oscilaciones térmicas anuales.

La vegetación del lugar se puede describir como bosque seco, por su temperatura que va de 25 y 30 °C, y con lluvias relativamente abundantes de 1000 a 2000 mm, este bioma pasa por una larga estación seca durante el invierno astronómico, que dura de cuatro a nueve meses, cuenta con una vegetación alta característica de este tipo de bosque y la fauna que posee es común de esta región. La comunidad de la vereda.

### **Población**

La vereda El Cielo está conformada por 125 familias que habitan en 105 viviendas sencillas y humildes, construidas de manera artesanal con arcilla obtenida del suelo propio del que forma La Vereda y la mina, una sede del Colegio Luis Ovidio Rincón Lobo el cual llega hasta grado quinto y cuenta con transporte escolar para desplazar a los alumnos al Corregimiento de Valencia de Jesús cuando éstos pasan a sexto grado y el centro de salud más cercano se encuentra en el Corregimiento de Valencia de Jesús.

### **Ingresos**

La principal actividad económica de la vereda, es la extracción de arcilla roja, con la que las ladrilleras hacen los ladrillos.

## 5.5 MARCO LEGAL

### Suelo

Los suelos son importantes desde el desde el punto de vista socioeconómico y ambiental, por tanto, estos cuentan con una normatividad que parte desde la constitución política colombiana hasta las resoluciones con el fin de dar a conocer la reglamentación a tener en cuenta para su conservación y protección.

*Tabla 2. Normatividad sobre el recurso Suelo*

<b>Normativa</b>	<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Constitución Política Colombiana</b>	49, 67, 79, 80, 81, 82, 88, 95, 277, 313, 317, 330, 331, 334	Artículos relacionados con la protección, conservación y control del mejoramiento de los recursos naturales.
<b>Ley 2 del 1959</b>	Toda	Mediante con el cual se establecen las zonas con carácter de “zonas forestales protectora” y bosque de interés general”.
<b>Ley 09 de 1979</b>		Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las



	Código Sanitario	condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud y el Ambiente.
<b>Ley 388 de 1997</b>	33	Ordenamiento territorial, que reglamenta los usos del suelo.
<b>Decreto 2811 de 1974</b>	Parte VII de la tierra y de los suelos, título I de los suelos agrícolas, capítulo 1 principios generales (artículos 178, 179, 180)	Los suelos del territorio nacional deberán usarse de acuerdo con sus condiciones y factores constitutivos, se determinará el uso potencial de los suelos según los factores físicos, ecológicos y socioeconómicos de la región.
<b>Resolución 0170 de 2009</b>	Toda	Por el cual se declara en Colombia el 17 de junio como día nacional de los suelos.

*Fuente: (GIAS, 2013; CPC, 1991)*

### **Flora**

La conservación de la flora, que puede ser silvestre, o con otros fines, es muy importante para mantener los procesos ecológicos esenciales, así como preservar la diversidad genética, por tal motivo, ha surgido una normatividad especial para el aprovechamiento de este recurso.



*Tabla 3. Normatividad sobre el recurso Flora*

<b>Normativa</b>	<b>Descripción</b>
<b>Ley 2 de 1959</b>	Mediante con el cual se establecen las zonas con carácter de “zonas forestales protectora” y bosque de interés general”.
<b>Ley 29 de 1986</b>	Regula áreas de reserva forestal protectora.
<b>Ley 165 de 1994</b>	Por el medio de cual se aprueba el convenio sobre la diversidad biológica.
<b>Ley 299 de 1996</b>	Por el cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.
<b>Decreto 877 de 1976</b>	Uso del recurso forestal. Áreas de reserva forestales,
<b>Decreto 622 de 1977</b>	Sobre Parques Nacionales Naturales PNN.
<b>Decreto 1791 de 1996</b>	Régimen de aprovechamiento forestal y acuerdos regionales con este fin.
<b>Resolución 868 de 1983</b>	Sobre tasas de aprovechamiento forestal.

*Fuente: CORTOLIMA, 2013.*

## **6. MARCO METODOLÓGICO**

### **6.1 Línea de investigación: SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL**

**Sub línea de investigación:** Suelos

#### **TIPO DE INVESTIGACION**

El tipo de investigación del proyecto “Caracterización fisicoquímica del suelo de un área de bosque seco ubicado en la vereda el Cielo, Valencia de Jesús” es exploratoria, puesto que, en este nivel de investigación, se estudia un problema que no está definido, por lo que, con este proyecto se busca comprenderlo mejor, dando pie a futuros proyectos en la zona de estudio.

#### **NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

De acuerdo al estudio a realizar se determina el nivel de investigación como **Descriptivo**

#### **POBLACION DE ESTUDIO**

La población son las 2 hectáreas de suelo del área del bosque seco en la vereda El Cielo del corregimiento de Valencia de Jesús, en la cual se realizó el presente estudio.

#### **MUESTRA POBLACIONAL**

En este estudio la muestra es la parcela investigativa dentro del área de bosque seco en estudio, con una dimensión de 4 m<sup>2</sup>.

#### **DESARROLLO METODOLÓGICO**

**ETAPA 1. Caracterizar las propiedades físicas y químicas del suelo de un área de bosque seco de la vereda el Cielo, para conocer de forma específica el estado inicial de cada una de estas.**

**Actividad 1.1:** Se tomó una muestra representativa de suelo en el perímetro de la finca San Martin.

**Descripción:** Para la toma de la muestra representativa de suelo del área de bosque seco, localizado en la vereda el cielo, en el municipio de Valencia de Jesús, usando los procedimientos establecidos en la guía de muestreo del IGAC, en este caso para suelos.

Inicialmente, se tomaron 4 submuestras puntuales en forma de zigzag a lo largo del terreno, cada una a profundidades entre 2 y 20 cm, luego todas estas se mezclaron en un balde limpio, hasta obtener una muestra compuesta homogénea. Posteriormente, se empaco 1 kg de la muestra compuesta en una bolsa plástica limpia tipo ziploc, y se procedió a identificar la muestra de forma concisa y exacta; precisando el número de lote o predio, el cultivo o uso actual.

**Actividad 1.2** Caracterización de los parámetros físicos y químicos de la muestra representativa, previamente rotulada.

**Descripción:** Luego de haber obtenido la muestra representativa del suelo, siguiendo con el protocolo, y en el menor tiempo posible, se envió tal muestra al Laboratorio Bioindalam, ubicado en la ciudad de Valledupar, Cesar.

*Tabla 4. Parámetros y sus métodos de medición.*

PARAMETRO	METODO DE EXTRACCION	METODO DE CUANTIFICACION	REFERENCIA



PH	Agua- Saturada	Pasta	Electrométrico	IGAC 6ª Edición
Conductividad eléctrica	Extracto Saturación	de	Electrométrico	NTC 5596 2008- 03-26 Método A
Textura	-	-	Bouyoucos	IGAC 6ª Edición Modificado
Potasio Disponible	Ácido cítrico, benzoato de sodio y cloruro de sodio	-	Espectrofotometría de emisión atómica llama directa aire – acetileno	NTC 5349: 2016- 09-29 Método alterno
Calcio y Magnesio disponible	Ácido cítrico, benzoato de sodio y cloruro de sodio	-	Espectrofotometría de emisión atómica llama directa aire – acetileno	
Sodio disponible	Extracto Saturación	de	Espectrofotometría de emisión atómica llama directa aire – acetileno	LBC 104 Método interno



Aluminio intercambiable si PH <5.5	KCl 1 N	Volumetría	NTC 5263: 2017-06-21
C.I.C	Acetato de amonio 1 N pH 7	Espectrofotometría de emisión atómica llama directa aire – acetileno	IGAC 6ª Edición Modificado
Fosforo disponible	Ácido cítrico, benzoato de sodio y	Colorimetría con ácido cloromolibdico	LBC 102 Método interno
N-NH4	cloruro de sodio	Colorimetría	LBC 110 Método interno
N-NO3		Colorimetría	LBC 109 Método interno
Azufre disponible	Extracto de Saturación	Turbidimetría	NTC 5402 2006-02-22
Boro disponible		Colorimetría con azometina	NTC 5404 2011-07-13 Modificado



Cobre, manganeso, hierro y Zinc disponibles	Ácido cítrico, benzoato de sodio y cloruro de sodio	Espectrofotometría de emisión atómica llama directa aire – acetileno	Método Morgan Modificado.
Cloruros	Extracto de Saturación	Volumetría	IGAC 6ª Edición
Carbono orgánico Total	Walkley & Black	Colorimetría	NTC 5403: 2013- 07-17 Método C.
Densidad aparente	-	Gravimetría	
Saturación de Humedad	-	Calculo	LBC 365 Método interno
Materia orgánica	-	Calculo	-
% de saturación de bases	-	Calculo	-

Fuente: Bioindalam Labs, 2021.

- LBC: Bioindalam Labs, método interno.



- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 6ª edición. 2006.
- NTC – Norma Técnica Colombiana

**Etapa 2.** Evaluar a través de la caracterización fisicoquímica el deterioro que posee el suelo.

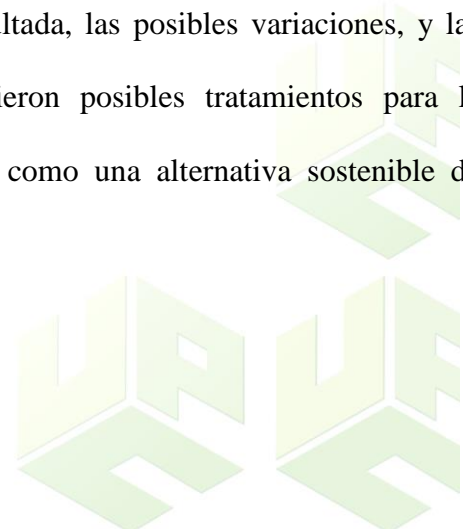
**Actividad 2.1 Comparación de las propiedades sujetas de análisis.**

**Descripción:** Después de terminar el estudio de campo y obtener los resultados del laboratorio, se estableció la comparación de los parámetros físicos y químicos, con respecto al análisis inicial. De esta manera se determinó si hubo una alteración en las propiedades de estos suelos.

**Etapa 3.** Establecer recomendaciones técnicas que garanticen la conservación y/o recuperación del recurso suelo.

**Actividad 3.1 Establecer conclusiones y recomendaciones técnicas.**

**Descripción:** De acuerdo a la metodología aplicada, se establecieron conclusiones y recomendaciones teniendo en cuenta la bibliografía consultada, las posibles variaciones, y las fuentes de error que estuvieron presentes, se establecieron posibles tratamientos para la recuperación, y en qué proporción, pueden comportarse como una alternativa sostenible de recuperación de suelos degradados.



## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

**ETAPA 1. Caracterizar las propiedades físicas y químicas del suelo de un área de bosque seco de la vereda el Cielo, para conocer de forma específica el estado inicial de cada una de estas.**

### **Muestreo inicial.**

El muestreo inicial, se tomó, usando los procedimientos establecidos en la guía de muestreo del IGAC, en este caso para suelos. Inicialmente, se tomaron 4 submuestras puntuales en forma de zigzag a lo largo del terreno, cada una a profundidades entre 2 y 20 cm, luego todas estas se mezclaron en un balde limpio, hasta obtener una muestra compuesta homogénea. Posteriormente, se empacó 1 kg de la muestra compuesta en una bolsa plástica limpia tipo ziploc, y se procedió a identificar la muestra de forma concisa y exacta; precisando el número de lote o predio, el cultivo o uso actual.





*Ilustración 3. Muestreo inicial.*



**Fuente: autores, 2021.**

Posteriormente, las muestras fueron enviadas al laboratorio Bioindalamb.

**Valores iniciales reportados para las propiedades físicas y químicas.**

Con respecto al muestreo inicial realizado, se determinaron las características físico-químicas que se exponen a continuación:

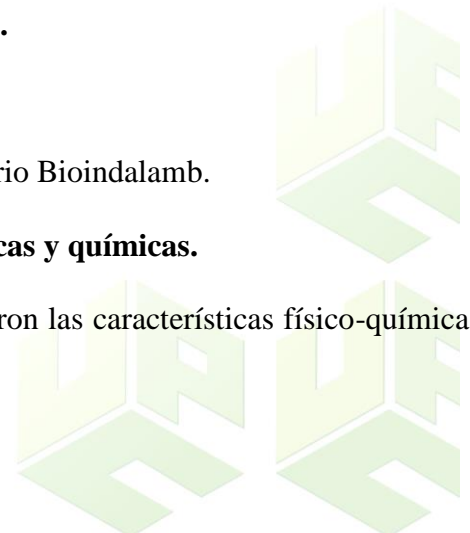




Tabla 5. Valores iniciales de los parámetros medidos.

PARÁMETROS	UNIDADES	VALOR	MÉTODO	ANÁLISIS
<b>Humedad</b>	%	2,45	Gravimétrico	Muy baja
<b>Densidad aparente</b>	g/cm <sup>3</sup>	1,79	Terrón parafinado	Alta
<b>Densidad real</b>	g/cm <sup>3</sup>	2,49	Picnómetro	Baja
<b>Porosidad</b>	%	28,11	-	Baja
<b>PH</b>	-	6,5	Potenciométrico	Ligeramente acido
<b>Textura</b>	%	Arena:85% Limo: 5% Arcilla: 10%	Bouyucus (Hidrómetro)	Franco- arenoso
<b>Color</b>	-	7.5YR 4/3	Munssell	Marrón
<b>Materia organica</b>	%	2,67	Walkey & Black	Medio
<b>Nitrogeno total</b>	mg/kg	4,4	Kjeldahl	Bajo



<b>Fosforo disponible (P)</b>	mg/kg	8,60	Bray II	Bajo
<b>Calcio intercambiable (Ca)</b>	Cmol <sub>(+)</sub> /kg	10,21	Acetato de amonio 1N Ph 7,0	Alto
<b>Magnesio disponible (Mg)</b>	mg/kg	13,12	Olsen modificado	Alto
<b>Azufre disponible (S)</b>	mg/kg	10,20	Fosfato monobásico de calcio	Medio
<b>Hierro disponible (Fe)</b>	mg/kg	87,00	Olsen modificado	Alto
<b>Zinc disponible</b>	mg/kg	2,89	Olsen modificado	Alto
<b>Manganeso disponible (Mn)</b>	mg/kg	11,13	Olsen modificado	Alto
<b>Cobre disponible (Cu)</b>	mg/kg	2,67	Olsen modificado	Medio



<b>Boro disponible</b>	mg/kg	0,36	Olsen	Medio
<b>(B)</b>			modificado	
<b>Potasio</b>	Cmol <sub>(+)</sub> /kg	0,45	Acetato de	Medio
<b>intercambiabe (K)</b>			amonio 1N Ph 7,0	

Fuente: Bioindalamb labs.

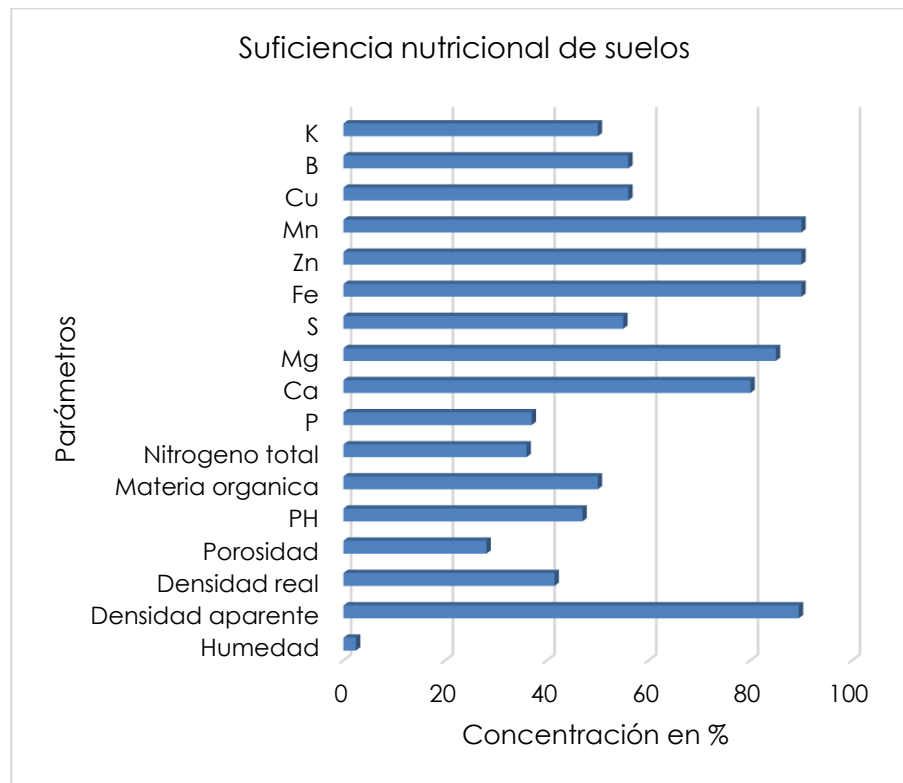
Según los resultados obtenidos, el porcentaje de humedad, se encuentra en un porcentaje de 2,45, lo que indica que es muy baja con respecto a la humedad promedio de suelos sanos.

Por su parte, el pH, está en 6.5, lo que representa un potencial de hidrógeno, ligeramente ácido, sin embargo, está dentro del rango 6-7, que representa a suelos sanos. En cuanto al color, evaluado en la escala Munssell, presenta un color marrón (7.5YR 4/3), con lo que se confirma una cantidad media a baja de materia orgánica.

Los resultados de cada parámetro con respecto a la media de la concentración de estos, puede ser mejor visualizado, a partir de la siguiente gráfica.



*Ilustración 4. Suficiencia nutricional de suelos.*



*Fuente: Los autores, 2021.*

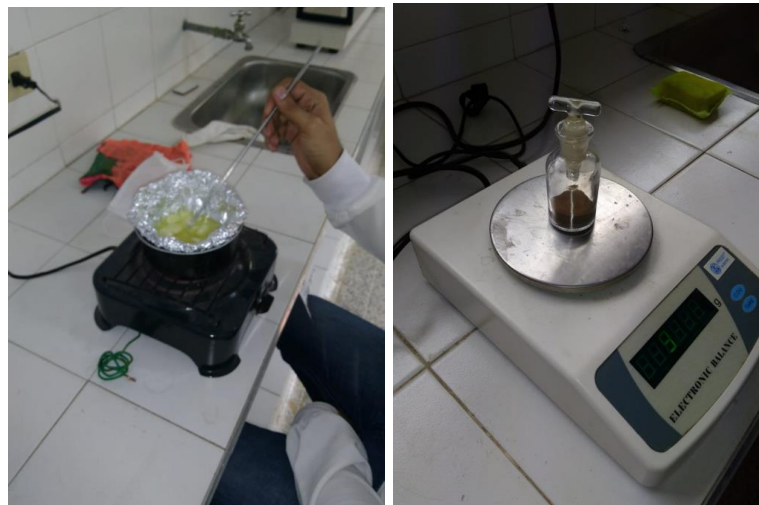
Esta es una gráfica interpretativa de los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio; en las cuales las que están en el 50%, representa el promedio de concentraciones normales de los parámetros establecidos en los suelos, por ende, los que estén debajo de este promedio, indican un bajo contenido del componente en observación, asimismo, los que estén por encima, denotan concentraciones altas del nutriente.

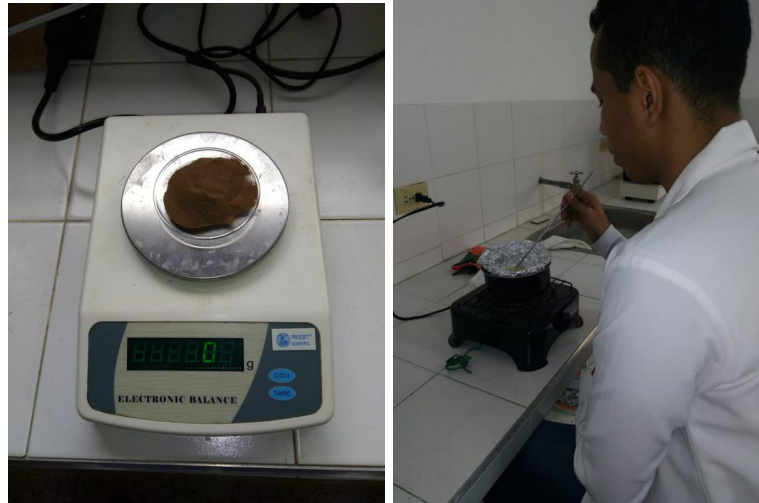


Como se puede observar, los parámetros, Cu, B, S, pH, y materia orgánica, se encuentran dentro del promedio de concentración para suelos sanos, por su parte, el P, Nitrógeno total, Porosidad, densidad real y humedad, están por debajo de los límites establecidos, en cambio, nutriente como el Fe, Mg, Ca, Mn y Zn, están por encima de la normalidad.

**Etapas 2.** Evaluar a través de la caracterización fisicoquímica el deterioro que posee el suelo.

*Ilustración 5. Caracterización fisicoquímica.*





*Fuente: Los autores, 2021.*

**Humedad**, el resultado obtenido para este parámetro analizado en la muestra (2,45%), puede considerarse *muy baja* para suelos de textura franco-arenoso, cuyo valor normal oscila entre el 9% y el 15% (Garcia Petillo, Puppo, Hayashi, & Morales, 2012). Lo anterior indica que este parámetro está muy por debajo del valor mínimo de punto límite de marchitamiento para la textura de este suelo, convirtiéndose en un limitante en la obtención de agua para la vegetación que pueda crecer en esta zona.

Tabla 6. Parámetro Humedad.

Parámetro: Humedad		
Valor mínimo normal	Valor máximo normal	Valor encontrado.
9%	15%	2,45%

*Fuente: Los autores, 2021.*

**Densidad Aparente**, de acuerdo al resultado obtenido para este parámetro ( $1,79 \text{ g/cm}^3$ ), se considera que la densidad aparente es *alta* puesto que en suelos arenosos este valor oscila entre 1,2 y  $1,6 \text{ g/cm}^3$ . Lo que indica que se aumenta la compactación y se afectan las condiciones de retención de humedad, provocando anegamiento. (Salamanca J. & Sadeghian Kh., 2005).

*Tabla 7. Parámetro Densidad aparente.*

Parámetro: Densidad aparente		
Valor mínimo normal	Valor máximo normal	Valor encontrado.
1,2 g/cm <sup>3</sup>	1,6 g/cm <sup>3</sup>	1,79 g/cm <sup>3</sup>

*Fuente: los autores, 2021.*

**Densidad Real**, la densidad real de los suelos en general esta alrededor de  $2,65 \text{ g/cm}^3$  siempre y cuando el contenido de materia orgánica no supere al 1%. Según De Leenheer, 1967; De Boodt, 1965, por cada 1% de aumento en el contenido de materia orgánica se debe reducir el valor de  $2,65 \text{ g/cm}^3$  en 0,02. (Rucks, 2004)

Teniendo en cuenta lo anterior y que el porcentaje de materia orgánica de la muestra es del 2,67%, el valor de la densidad real ideal para este suelo en estudio sería de  $2,61 \text{ g/cm}^3$ , dado el resultado para este parámetro igual a  $2,49 \text{ g/cm}^3$ , se puede deducir que la densidad real es *baja*, lo



que indica que el suelo de esta zona posee una significativa cantidad de materia orgánica, sin embargo, esto no es indicador de que sea un suelo fértil.

*Tabla 8. Parámetro Densidad real.*

<b>Parámetro: Densidad real</b>		
<b>Valor mínimo</b>	Valor máximo	Valor
<b>normal</b>	normal	encontrado.
<b>2,61 g/cm<sup>3</sup></b>	2,65 g/cm <sup>3</sup>	2,49 g/cm <sup>3</sup>

*Fuente: los autores, 2021.*

**Porosidad**, el análisis de laboratorio realizado a la muestra determinó que el valor para la porosidad es de 28,11%. Para una correcta aireación del suelo y una buena retención de agua, es conveniente que la porosidad se sitúe entre el 40 y el 60 %.

*Tabla 9. Parámetro Porosidad.*

<b>Parámetro: Porosidad</b>		
<b>Valor mínimo</b>	Valor máximo	Valor
<b>normal</b>	normal	encontrado.
<b>40%</b>	60%	28,11%

*Fuente: los autores, 2021.*

Valores menores del límite inferior pueden crear asfixia en las raíces, contenidos de agua retenida muy bajos, o ambas cosas a la vez. (Área de Edafología y Química Agrícola, 2013).

Como el resultado del análisis de la porosidad es *bajo*, esto repercute en propiedades físicas desfavorables debidas a una menor aeración del suelo, menos capacidad de infiltración del agua y dificultad para la penetración de las raíces. (Delgadillo Florez & Alcalá, 2010).

**pH**, el análisis de laboratorio determinó que el valor para el pH de la muestra es igual a 6.5, lo que indica que es un suelo *ligeramente ácido* interpretándolo como una adecuada condición para la disponibilidad de nutrientes para las plantas. (Osorio, 2012).

**Textura**, De acuerdo con el resultado de la prueba realizada a la muestra se determinó que el valor de la textura para esta es: Arena 85%, Limo 5% y Arcilla 10%; lo que indica que es un suelo *Franco-arenoso* conforme con el diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo según el tamaño de las partículas, de acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés). Las características normales de este tipo de suelos, según la textura, son adhesividad media, infiltración buena, retención de humedad regular y aireación buena (Gómez, 1971), sin embargo y a pesar de este resultado, el aspecto físico que presentó el suelo al ser tomada la muestra indica un considerado grado de compactación pues se apreció la formación de terrones muy compactados.

**Color**, según la prueba de suelo, la muestra es de color *marrón*, en términos de la tabla de Munsell corresponde a color *pardo* (7.5YR 4/3). Este color está muy relacionado con estados iniciales a intermedios a alteración de suelos; se relacionan con condiciones de niveles medios a bajos de materia orgánica y un rango muy variable de fertilidad. (Crosara, 2014).

**Materia Orgánica,** Dado a que el contenido de materia orgánica ideal para los suelos es de 5 a 10% y el mínimo es menor al 2%. (Molina, 2007) Se puede determinar que la muestra presenta un contenido *medio* de materia orgánica para el suelo estudiado, ya que obtuvo un valor de 2,67%, esto puede influir en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas afectando el crecimiento de las plantas y la retención de humedad de los suelos como el de este caso en particular.

*Tabla 10. Parámetro Materia orgánica.*

<b>Parámetro: Materia orgánica.</b>		
<b>Valor mínimo normal</b>	Valor máximo normal	Valor encontrado.
<b>2%</b>	10%	2,67%

*Fuente: los autores, 2021.*

**Nitrógeno total (N),** Del total del N que hay en el suelo, aproximadamente el 98% se encuentra formando compuestos orgánicos. El N presente en el suelo bajo formas orgánicas tampoco está disponible como tal para las plantas, sino que para ser absorbido tiene que pasar a formas inorgánicas. El N inorgánico representa un 2% del N total del suelo, encontrándose en formas de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) (Perdomo & Barbazán, 2000). Según el resultado del análisis de la muestra para el N se obtuvo un valor de 4,4 mg/kg, la cual es una concentración *baja*. La mayoría de los problemas de fertilidad de N están relacionados con la deficiencia en la



disponibilidad de éste para las plantas, lo cual reduce el rendimiento y/o la calidad de los cultivos (Olson & Kurtz, 1982).

**Fosforo disponible (P)**, Dado a que el nivel de P optimo en el suelo está en el rango de 20 a 50 mg/kg y el mínimo es por debajo de 12 mg/kg (Molina, 2007), se puede decir que el P disponible analizado en la muestra que tuvo un resultado igual a 8,60 mg/kg es *bajo*.

Tabla 11. Parámetro Fósforo disponible.

Parámetro: Fósforo disponible.		
Valor mínimo	Valor máximo	Valor
normal	normal	encontrado.
20 mg/kg	50 mg/kg	8,60 mg/kg

Fuente: los autores, 2021.

El Fósforo en las plantas cumple un papel muy importante puesto que está asociado a funciones vitales como el crecimiento, producción de azúcar y almidón, fotosíntesis, formación del núcleo en la división celular, formación de grasas y albúminas, transmisión de factores hereditarios, aceleración de la maduración, es indispensable en la formación de semillas y desarrollo radicular. La deficiencia del P podría hacer que las plantas se marchiten o que las raíces presenten un menor desarrollo (Rincon S., 2010). Debido a esto, el suelo estudiado presenta limitaciones en la fertilidad.

**Bases Intercambiables (Ca, Mg y K)**, el contenido de bases define en gran parte el grado de fertilidad del suelo. Los suelos fértiles se distinguen porque tienen altos contenidos de Ca, Mg y



K, mientras que los suelos muy ácidos generalmente presentan deficiencias de Ca, Mg y K. Entre más alto el contenido de las bases intercambiables mejor es la fertilidad del suelo. (Molina, 2007). Teniendo en cuenta lo anterior y que los resultados de las bases intercambiables de la muestra fueron 10,21  $\text{Cmol}_{(+)}/\text{kg}$  para el **Ca**, está en un nivel óptimo; 13,12 mg/kg para el **Mg** que está muy alto, debido a esto se puede decir que hay un exceso de Mg en el suelo el cual afecta las relaciones catiónicas en las que participan las tres bases intercambiables, lo cual causa una disminución en la absorción del Ca y K en las plantas dando como resultado adverso el crecimiento retardado y coloración verde oscuro en el follaje de las plantas. Por otra parte, el **K** mostró un resultado de 0,45  $\text{Cmol}_{(+)}/\text{kg}$  que según la está en una concentración media, la cual no es suficiente para el adecuado rendimiento de las plantas (Los analisis se basan en el Cuadro 2. Tabla de interpretación de análisis de suelos de Molina,2007)

**Azufre Disponible (S)**, según la clasificación general de azufre disponible en el suelo, la concentración media de éste se encuentra entre 10,1 y 15 mg/kg (Gonzales, Sadeghian, & Mejia, 2005),

Tabla 12. Parámetro Azufre disponible.

Parámetro: Azufre disponible.		
Valor mínimo normal	Valor máximo normal	Valor encontrado.
10,1 mg/kg	15 mg/kg	10,20 mg/kg

Fuente: los autores, 2021.

Dado que el valor obtenido para la muestra de suelo analizado es igual a 10,20 mg/kg, se deduce que este suelo posee una concentración *media* de azufre disponible.

La deficiencia de azufre en los suelos esta relacionada con baja productividad, menos resistencia a sequias y salinidad (Maldonado Corrales, Vargas Arispuro, Vallejo Cohén, & Martínez Téllez, 2014). También inhibe la producción de semillas, retardan el crecimiento de las plantas que se tornan cloróticas de una manera uniforme y afectan la coloración verde de las hojas. (Rincon S., 2010)

**Micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B)**, Según el análisis realizado por el laboratorio que hizo las pruebas se reportan que los valores de **Fe** 87 mg/kg los cuales están en una alta concentración; el **Zn** 2,89 mg/kg en una concentración alta y el **Mn** con 11,13 mg/kg también con una alta concentración.

Por otra parte, el **Cu** y el **B** estan con niveles de concentración *medios* (2,67 mg/kg 0,36 mg/kg respectivamente).

Según “la tabla para la interpretación de analisis de suelo” (Molina y Melendez 2002) (Molina, 2007) los valores de los micronutrientes en el suelo estudiado correspondientes al **Fe**, muestra una concentración muy alta. Se podría decir que existe una toxicidad de hierro en el suelo, esto hace que las hojas se vuelven bronce, con manchas marrones en las hojas más pequeñas, también hace que la absorción de fosforo se deteriore y los signos aparecen en las hojas inferiores.

En cuanto al **Zn**, se muestra una concentración óptima lo que quiere decir que podría activar las enzimas responsables de la síntesis de ciertas proteínas, ayuda en la formación de clorofila y algunos carbohidratos en las plantas.

Para los valores del **Mn**, éstos muestran una concentración óptima la cual contribuye a la realización de la fotosíntesis en las plantas, la respiración y la asimilación del nitrógeno. (Bloodnick, 2020).

**Color:** Marrón, indica que el suelo tiene un buen drenaje natural. Si el color se encuentra más cerca del marrón pálido se tratará de un suelo arenoso que, por definición, acusará una falta de minerales, nutrientes y agua. Los suelos de carácter limoso tendrán un tono más oscuro y destacarán por su riqueza en materia orgánica. (Puster, 2022)

### **Etapa 3. Establecer recomendaciones técnicas que garanticen la conservación y/o recuperación del recurso suelo.**

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establecen las siguientes recomendaciones:

Según fuentes como Agropino, la asociación de cultivos, es una de las formas más eficientes de tratar suelos infértiles, en la cual los tiempos en que se desarrollan, son muy bajos, por lo que se recomienda una simbiosis entre plantas, usando una gran densidad de siembra y una alta distribución de especies minimizando los espacios de sembrado.

Por otra parte, se debe mantener un control de qué especies sembrar, dependiendo de las condiciones climáticas, se recomiendan, leguminosas y gramíneas, las primeras porque contribuyen a luchar contra el cambio climático a través de la captación de nitrógeno de la



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



atmósfera, reduciendo la necesidad de utilizar fertilizantes químicos, Todas las plantas fijan el CO<sub>2</sub>, pero las bacterias que dialogan con las leguminosas son capaces, además, de coger el nitrógeno del aire para convertirlo en amonio o ureido y devolverlo en forma de nutrientes a la planta y por defecto al suelo. Esto tiene una importancia ecológica enorme ya que este nitrógeno supone una fuente de fertilizante natural asimilado por las leguminosas que es aprovechado por el resto de plantas. (Megías, 2016)



## 8. CONCLUSIONES

Primeramente, se logró cumplir el objetivo general “Realizar la caracterización fisicoquímica del suelo en un área de bosque seco en la vereda el cielo del corregimiento de Valencia de Jesús, municipio de Valledupar – Cesar”. Esta investigación es exploratoria, por tanto, los valores reportados pueden tener errores, tales como la conservación de las muestras, exactitud de los aparatos usados, e incluso errores de transcripción, sin embargo, con este se da pie para realizar futuros estudios en esta zona que antes no había sido estudiada.

Por otra parte, de acuerdo a los análisis fisicoquímicos; se concluye que el suelo estudiado es un suelo de tipo franco-arenoso que posee una degradación de su estructura más conocida como compactación, a simple vista el suelo presenta zonas donde no hay ningún tipo de cobertura vegetal y tomando en cuenta los análisis físicos se demuestra que la afectación que presenta está relacionada con una estructura física compactada. Esta compactación es consecuencia de la disminución de los espacios porosos que afecta el crecimiento y desarrollo de las raíces, la cual reduce la cantidad de espacio necesario para el almacenamiento y circulación del agua y el aire, conduciendo a movimientos lentos del agua y una aireación reducida.

De acuerdo al antecedente histórico, esta zona era conocida por actividades agrícolas relacionadas con el cultivo de algodón y posteriormente se le dio uso al suelo para actividades pastoriles o de ganadería, cuyas consecuencias hoy hacen eco en las deficientes condiciones físicas del suelo.

El método principal de restauración de la porosidad de las capas limitantes del crecimiento de las raíces es utilizar las raíces de la vegetación natural o de cultivos de cobertura plantados para actuar como subsoladores biológicos que penetren en los horizontes densos. La estabilidad de los canales creados por las raíces de las plantas, será mayor que aquella de canales formados por métodos mecánicos, ya que la liberación de sustancias orgánicas de las raíces estabiliza las superficies internas de los canales. Una vez que las raíces se han muerto y contraído, estos poros serán lo suficientemente grandes y estables para permitir que penetren las raíces del cultivo siguiente. (Kramer, 2015) De acuerdo a lo anterior, el tratamiento recomendado que permite restaurar la estructura del suelo estudiado es la utilización de cultivos de cobertura, con plantas que tengan la capacidad de penetrar sus raíces en los horizontes afectados para así devolver la porosidad y por ende la fertilidad que se ha perdido por la mala utilización del suelo a lo largo de los años.

También se ve una deficiencia de Fosforo (P) lo cual se puede remediar con la adición de un fertilizante fosforado que puede ser oxido fosfórico ( $P_2O_5$ ) el cual puede ayudar al desarrollo de las plantas. En cuanto al exceso de magnesio (Mg), se puede corregir mediante un sistema drenaje adecuado y para la deficiencia del potasio (K) es necesario tratar los suelos con Oxido de potasio ( $K_2O$ ) en diferentes dosis de acuerdo a la necesidad.

Se evidenció también una deficiencia de azufre (S) por lo que, es elemental corregir estas carencias debido a la importancia que tiene en la regulación del PH de los suelos alcalinos para hacerlos útiles agrícolamente. Por otra parte, la toxicidad del Hierro (Fe) se puede corregir



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



mediante el uso de variedades tolerantes, corrigiendo las deficiencias nutricionales y aplicando Cal al suelo. (Rincón S., 2010)





## **9. BIBLIOGRAFIA**

Aparicio, S. A., 2001. *Evaluación de seis gramíneas y cuatro leguminosas forrajeras, bajo dos regímenes de precipitación en el Valle del Aguán, Departamento de Yoro, Honduras*, Zamorano, Honduras: Ingeniería Agronomica.

Alcaldía Municipal de Valledupar. (2009). *Plan de Ordenamiento Territorial*. Valledupar: Alcaldía de Valledupar.

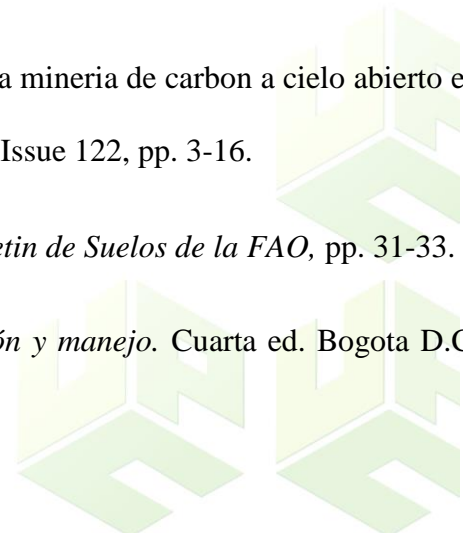
Arranz- Gonzalez, J., 2004. *Propiedades, calificación y evaluación de los suelos mineros: implicaciones sobre la ordenación y gestión de los terrenos alterados por la minería*, Madrid: Universidad Politecnica.

Arranz-Gonzalez, J., 2006. *Caracterización geoambiental de lugares alterados por minería de carbón en la provincia de León (España)*. Boletín Geológico y Minero, Issue 117, pp. 317-330.

Arranz-Gonzalez, J., 2011. Suelos Mineros asociados a la minería de carbón a cielo abierto en España: una revisión. *Boletín Geológico Minero*, Issue 122, pp. 3-16.

Barber, R. & Francis, S., 2000. Factores de Manejo. *Boletín de Suelos de la FAO*, pp. 31-33.

Bernal, J., 2003. *pastos y forrajes tropicales, producción y manejo*. Cuarta ed. Bogotá D.C: Banco Ganadero.





- Calvo, S., 2011. *Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno*, Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Castillo, C., 2012. Colombia, cuarto exportador de carbón a nivel mundial. *El Tiempo*, 26 marzo, pp. 50-55.
- Cauich, L., 2019. *Evaluación de la especiación química de plomo en suelo agrícola cercano a una actividad minera y la relación con su biodisponibilidad*, Zacatecas: s.n.
- Área de Edafología y Química Agrícola, F. d. (5 de abril de 2013). *Edafología. Ciencias Ambientales*. Obtenido de [www.eweb.unex.es](http://www.eweb.unex.es):  
<https://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/ECAP/ECAL5PFPorosidad.htm>
- Crosara, A. (6 de octubre de 2014). *Edafologia.fcien.edu.uy*. Obtenido de <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Practico%202.pdf>
- Delgadillo Flórez, L., & Alcalá, J. R. (2010). *Manual de Procedimientos Analíticos*. Ciudad de México : Universidad Nacional Autónoma de México.
- Echarri, L. (1998). *Ciencias de la tierra y del medio ambiente*. Universidad de Navarra, .
- Garbisu, C., Becerril, J., Epelde, L., & Alkorta, I. (2007). *Bioindicadores de la calidad del suelo: herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador*. *Ecosistemas*, 44-49.



- García Petillo, M., Puppo, L., Hayashi, R., & Morales, P. (2012). *METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS HÍDRICOS DE UN SUELO A CAMPO*. Seminario Internacional de Riego en Cultivos Extensivos, 22.
- Gómez Giraldo, J. C. (2013). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE CAMPO*. SENA, 25-59.
- Gómez, A. (1971). *Curso Conservación de Suelos*. Chinchiná, Colombia: Cenicafé.
- Gonzales, H., Sadeghian, S., & Mejía, B. (2005). *EL AZUFRE EN LOS SUELOS DE LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA*. Armenia: CENICAFÉ.
- Linares, R. M. (2007). *Evaluación Ambiental de pesticidas organoclorados en sedimentos de la laguna de Chantuto (Chiapas, México) y de la bahía de Santander (Cantabria, España)*. Universidad de Cantabria, 180.
- Macias, F. (1993). *Contaminación de suelos: algunos hechos y perspectivas*. Murcia: V Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio., 53-74.
- Mackenzie L., D. (2005). *LA CONTAMINACION DEL SUELO. "Ingeniería y Ciencias Ambientales"*, 1ra Edición, Editorial McGraw-Hill.
- Maldonado Corrales, S., Vargas Arispuro, I., Vallejo Cohen, S., & Martínez Téllez, M. (2014). *DEFICIENCIA DE AZUFRE EN SUELOS CULTIVABLES Y SUEFECTO EN LA PRODUCTIVIDAD*. Hermosillo, Sonora: Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, BIOTECNIA.



- Martínez Sánchez, M., Pérez Sirvent, C., Tudela, M., Molina Ruiz, J., Linares Moreno, P., Navarro Hervás, C., . . . Hernández Pérez, C. (2005). Desertificación: monitorización mediante indicadores de degradación química. INTERREG IIIB ESPACIO MEDOCC.
- Megías, M. (16 de abril de 2016). Las leguminosas tienen un valor ambiental muy importante y desconocido. Obtenido de Saber Universidad: [https://www.saberuniversidad.es/actualidad/leguminosas-valor-ambiental-importante-desconocido\\_0\\_1008499151.html](https://www.saberuniversidad.es/actualidad/leguminosas-valor-ambiental-importante-desconocido_0_1008499151.html)
- Molina, E. (2007). Análisis de Suelos y Su interpretación. San José, Costa Rica: AMINO GROW INTERNACIONAL.
- Muñoz, L., Nevárez, G., Ballinas, M., & Peralta, M. (2010). Fitorremediación como una alternativa para el tratamiento de suelos contaminados. Revista Internacional de ciencia y tecnología biomédica, 1-9.
- Olson, R., & Kurtz, L. (1982). Crop nitrogen requirements, utilization and fertilization. Madison, Wisconsin: Agronomy Monograph N°22. p. 567-604. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America.
- Ortiz, I., Sanz, J., Dorado, M., & Villar, S. (2007). Técnicas de recuperación de suelos contaminados. España: Elecé Industria Gráfica, Informe de vigilancia tecnológica.
- Osorio, N. (2012). PH DEL SUELO Y DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES . Medellín, Antioquia: Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín .



Perdomo, C., & Barbazán, M. (2000). NITROGENO. Montevideo: FACULTAD DE AGRONOMIA UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA.

Piedrahíta, o. (2009). ACIDEZ DEL SUELO. MAGNESIOS HELICONIAS S.A, 1.

Puster. (25 de Marzo de 2022). Repuestos Puster. Obtenido de El sistema Munsell y el color del suelo:<https://www.repuestosfuster.com/blog/el-sistema-munsell-y-el-color-del-suelo/#:~:text=Por%20otra%20parte%2C%20si%20el,su%20riqueza%20en%20materia%20org%C3%A1nica>

Ramírez Camacho, J. G. (2009). LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO. CIENCIAS AMBIENTALES, 1-4.

Rucks, L. G. (2004). Propiedades Físicas del Suelo. FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, 2-11.

Salamanca J., A., & Sadeghian Kh., S. (2005). LA DENSIDAD APARENTE Y SU RELACION CON OTRAS PROPIEDAS EN SUELOS DE LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA. CENICAFÉ, 382.

Sierra, R. (2006). Fitorremediación de un suelo contaminado con plomo por actividad industrial. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Silva Arroyave, S. M., & Correa Restrepo, F. J. (2009). ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: REVISIÓN DE LA NORMATIVA Y POSIBILIDADES DE REGULACIÓN ECONÓMICA. Universidad de Medellín, 13-34.



**10. ANEXOS**

	<b>FORMATO ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO</b>		<b>VIGENCIA</b>	
			14-01-19	
			VERSION: 1	PAG:3

**REPORTE DE ENSAYO**  
No 1700-1

	ODS No. 1700-1
	Códigos: 1219-1700-1

**I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE**

CLIENTE:	Ing. JHONATAN DEL VILLAR			NIT/C.C.	1002420960
CONTACTO/CARGO:	Ing. JHONATAN DEL VILLAR		DIRECCIÓN:	Calle 16B N°9 -20	
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar	TELÉFONO:	3114688638

**II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		Cliente	
				FECHA DE MUESTREO	HORA	FECHA DE INGRESO MUESTRA	HORA
1219-1700-1	SUELO	MUESTRA SUELO GRANJA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	CORREGIMIENTO DE VALENCIA - VALLEDUPAR	2019-12-20	11:12 AM	2019-12-20	11:55 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2019-12-20	FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2019-12-30
				FECHA DE REPORTE	2020-01-15		

N.A. No aplica      N.I. Información no suministrada

**III. RESULTADOS**

FÍSICO-QUÍMICOS       MICROBIOLÓGICOS

DERMINACION ANALITICA	UNIDADES	CÓDIGO DE LA MUESTRA	METODO	INTERVENCION
PH	-	1219-1700-1 6,5	Polencométrico	Ligeramente ácido
Textura	%	Franco arenoso: Arena: 85% Limo: 5% Arcilla 10%	Bouyucus (Hidrómetro)	-
Color	-	Marrón pálido		
Materia organza	%	2,67	Walkley & Bleck	MEDIO
Nitrógeno Total	mg/kg	4,4	Kjeldahl	BAJO
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	8,60	Bray II	BAJO
Calcio intercambiable (Ca)	Cmol-/kg	10,21	Acetato de amonio 1N Ph 7,0	ALTO
Magnesio disponible (Mg) oisen	mg/kg	13,12	Oisen modificado	ALTO
Azufre Disponible (S)	mg/kg	10,20	Fosfato monobásico de calcio	MEDIO
Hierro disponible (Fe)	mg/kg	87,00	Oisen modificado	ALTO
Zinc Disponible	mg/kg	2,88	Oisen modificado	ALTO
Manganeso Disponible (Mn)	mg/kg	11,13	Oisen modificado	ALTO
Cobre Disponible (Cu)	mg/kg	2,67	Oisen modificado	MEDIO
Boro Disponible (B)	mg/kg	0,36	Oisen modificado	MEDIO
Potasio intercambiable (K)	Cmol-/kg	0,45	Acetato de amonio 1N Ph 7,0	ALTO

**Nota:** El presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

**PEDRO JOSE FRAGOSO C.**  
 Bacteriólogo MSc. Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Dirección Cra 14 N° 10 – 50 Valledupar. TEL.5869112, CEL. 3166954067. [www.bioindal.com](http://www.bioindal.com)  
 E – mail. [pedrojosefragoso@gmail.com](mailto:pedrojosefragoso@gmail.com), [bioindallab@gmail.com](mailto:bioindallab@gmail.com)

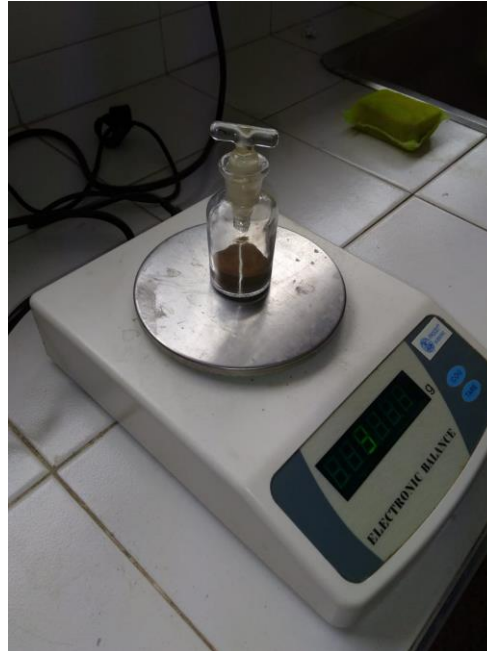


**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



**Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria**



[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129  
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380  
Valledupar Cesar Colombia



**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



**Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria**



[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129  
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380  
Valledupar Cesar Colombia

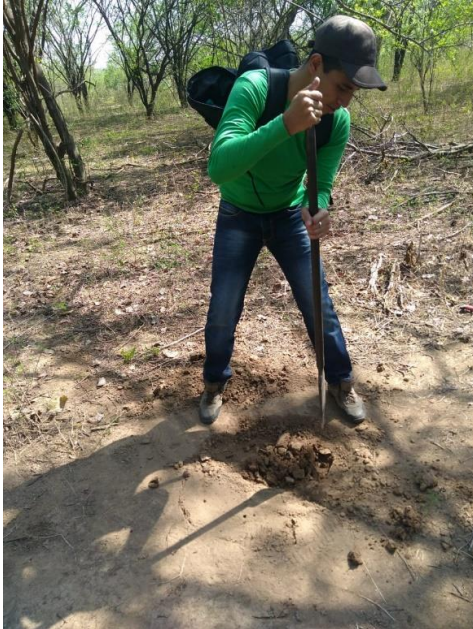


**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



**Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria**



[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129  
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380  
Valledupar Cesar Colombia

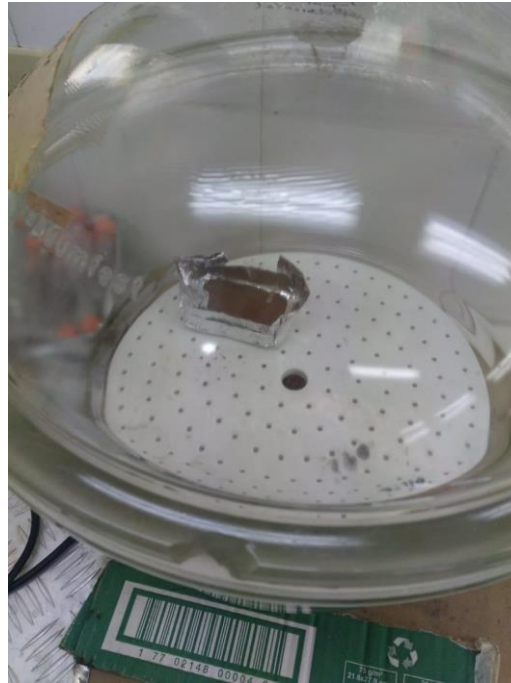


**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



**Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria**





**Universidad  
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**



**Ingeniería  
Ambiental y Sanitaria**

