UEA Ambiental
PrePrint UEA

Sección Ambiental
Vol. AMB2324. ep18–81

| Recibido: 14/03/2024 |
| Aceptado: 15/04/2024 |
| Publicado: 16/10/2026 |

# Afectación de la especie *Eucalyptus Globulus* en el sector El Sueño en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua

## Impact of the Eucalyptus Globulus species in the El Sueño sector of the city of Ambato, Tungurahua province

Emily Daniela Ipiales Guamán[1], Slendy Daniela Vallejo Mendez[1] Jessica Alexandra Machado Cuzco[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAMB2324ep18-81 Crossref

**Resumen**

En el Ecuador el *Eucalyptus globulus* fue introducido en 1860 con el fin de disminuir la aridez de ciertos suelos y también como fuente de energía para el funcionamiento del tren, sin embargo, no se analizó en ese momento los beneficios o perjuicios que podría generar esta especie en el suelo. El objetivo de este proyecto investigativo es analizar las características físicoquímicas del suelo en el sector 'El Sueño' de la ciudad de Ambato, con el fin de evaluar si existen alteraciones en el medio ante la presencia de la especie *Eucalyptus globulus*. Se realizó un muestreo sistemático en 4 zonas claves del sector: un bosque de eucalipto (BE), una zona de cultivos (ZC), una zona rehabilitada (ZR) y un área sin alteraciones (Punto 0), en total se obtuvieron 25 muestras que fueron analizadas en laboratorio. Como resultados se obtuvo la predominancia de una clase textural franco arenosa; pH con valores entre 6 y 7;% de N óptimos en el desarrollo de la flora en la ZC y la ZR;% de MO deficientes en ZR, Punto 0 y BE; conductividad eléctrica que muestra la presencia de un suelo no salino que a su vez en los análisis refleja la deficiencia de K en todas las muestras. En conclusión, se crea un plan de manejo para la especie *Eucalyptus globulus*, con el fin de evitar la propagación de la especie y así reducir las alteraciones físicoquímicas que presentan las zonas que poseen plantaciones con esta especie.

**Palabras clave**

Eucalipto globulus, parámetros, suelo, análisis, plan de manejo

**Abstract**

Eucalyptus globulus was introduced in Ecuador in 1860 in order to reduce the aridity of certain soils and also as a source of energy for the operation of the train; however, the benefits or detriments that this species could generate in the soil were not analyzed at that time. The objective of this research project is to analyze the physical-chemical characteristics of the soil in the 'El Sueño' sector of the city of Ambato, in order to evaluate if there are alterations in the environment in the presence of the Eucalyptus globulus species. Systematic sampling was carried out in 4 key areas of the sector: a eucalyptus forest (BE), a cultivated area (ZC), a rehabilitated area (ZR) and an area without alterations (Point 0). A total of 25 samples were obtained and analyzed in the laboratory. The results showed the predominance of a sandy loam textural class; pH values between 6 and 7;% of N optimal for the development of flora in the ZC and ZR;% of MO deficient in ZR, Point 0 and BE; electrical conductivity showing the presence of a non-saline soil, which in turn in the analysis reflects K deficiency in all samples. It is concluded with the need of a management plan for the Eucalyptus globulus species, in order to avoid its propagation and thus reduce the physical-chemical alterations that are presenting the areas that have plantations with this species.

**Keywords**

Eucalyptus globulus, parameters, soil, analysis, management plan

**Direcciones**

[1]Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería Ambiental. Pastaza, Ecuador. Email: ed.ipialesg@uea.edu.ec, sd.vallejom@uea.edu.ec, ja.machadoc@uea.edu.ec

**Autor para la correspondencia**

Emily Daniela Ipiales Guamán. Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería Ambiental. Pastaza, Ecuador. Email: ed.ipialesg@uea.edu.ec

**Cómo citar**

IPIALES GUAMÁN, Emily Daniela, VALLEJO MENDEZ, Slendy Daniela and MACHADO CUZCO, Jessica Alexandra 2026. **Afectación de la especie *Eucalyptus Globulus* en el sector El Sueño en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua** . PrePrint UEA. Vol. AMB2324. p. ep18–81. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAMB2324ep18-81

**Editores Académicos** Mario Javier Barrera Castro

**Editorial** Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

**Copyright**

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

# 1. Introducción

Charles Louis L'Heritier de Brutelle describió al género *Eucalyptus* en el año de 1788, esta especie arbórea pertenece a la familia de las *Myrtaceae* y posee aproximadamente 600 variedades entre especies e híbridos que presentan fácil adaptabilidad (Ipinza et al. 2014). Los *Eucalyptus* en general, sin importar la subespecie a la que pertenezca poseen cualidades bastante buenas, su crecimiento es rápido por lo que es muy cotizado en la industria del papel y la madera, dentro de la medicina tiene una demanda por ayudar a descongestionar las vías respiratorias, y también en algunos ecosistemas ayuda a regular suelos extremadamente húmedos o pantanosos; sin embargo, si se introduce esta especie en lugares donde el ecosistema no sea el adecuado va a existir una alteración dentro del mismo (DETERMINACIÓN DE LA AFECTACIÓN DE LOS SUELOS COLINDANTES A PLANTACIONES DE EUCALIPTO (Eucalyptus glóbulos) Y PINO (Pinus radiata) MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL SUELO EN LA COMUNIDAD DE PESILLO, CANTÓN CAYAMBE 2023).

A través de los años la expansión urbanística y la tala de

los bosques han sido las principales causantes de introducir especies de crecimiento rápido para lograr una reforestación, esto es lo que sucede a nivel mundial y países como África, Asia y América Central y del Sur optaron por introducir el *Eucalypto* por su rápido desarrollo (Telenchana 2022).

El *Eucalyptus globulus* fue introducido en el Ecuador en el año de 1860 con el fin de disminuir la aridez de ciertos suelos y también como fuente de energía para el funcionamiento del tren entre Quito y Guayaquil, sin embargo, no se analizó en ese momento los beneficios o perjuicios que podría generar esta especie en el suelo ya que posee un crecimiento rápido, absorbe demasiada agua y nutrientes lo que la coloca en ciertas ocasiones como una amenaza para especies nativas y su desarrollo, sin dejar a un lado el hecho de ser una especie que permite la extensión de los incendios de manera rápida en la zona donde habita (El Eucalipto genera impactos sobre la naturaleza 2017).

En el cantón Ambato esta especie ayudó en gran medida a la reforestación de lugares que se encontraban devastados, dándoles una mejoría en su estética paisajística, sin embargo, no se visualizó los problemas que acarrea la especie al ser plantada de forma masiva y en áreas que no dispongan de los recursos que necesita la misma para desarrollarse, provocando la aridez en ciertas zonas y el desgaste notorio del suelo (MAGAP-PRAT 2024).

Desde una perspectiva ambiental algunas problemáticas que presenta esta especie invasora dentro de la zona donde reside está el posible agotamiento de los recursos hídricos cercanos, reducción en la biodiversidad al desplazar especies autóctonas, alteración en los ciclos naturales del suelo e incluso aumento en el riesgo de incendios forestales debido a su alto contenido en aceites volátiles (Ramirez 2018).

Por otro lado, desde una perspectiva social, la presencia de bosques de eucalipto puede generar conflictos al competir por el uso de la tierra con comunidades locales que dependen de recursos naturales para su sustento, como es el caso del barrio "El Sueño" en el cual la agricultura es una de las principales fuentes de ingresos para los moradores. Además, estos árboles de gran tamaño representan un peligro potencial para la seguridad pública al tener riesgo de caída, especialmente en zonas cercanas a áreas habitadas o de tránsito público (Ramirez 2018).

Considerando los aspectos positivos y negativos que presenta la especie *Eucalyptus globulus* se desea verificar mediante este trabajo de investigación experimental si en la ciudad de Ambato las características físicas y químicas del suelo en el sector "El Sueño" han sido alteradas con la presencia de un bosque de eucalipto; se realizaron los respectivos muestreos del suelo en la zona mencionada logrando establecer una comparación entre el suelo destinado a actividades agrícolas y el suelo que posee plantaciones de la especie mencionada, permitiéndonos proponer un plan de manejo para el *Eucalyptus globulus* que logre reducir los riesgos ambientales y sociales que presenta la especie en el lugar.

# 2. Metodología

*2.1. Localización*

La presente investigación se realizó en la ciudad de Ambato, sector "El Sueño" con coordenadas en X 761491 y en Y 9860953 como se puede visualizar en la **(Figura 1).** Ambato pertenece a la provincia de Tungurahua que a su vez se ubica en el centro de la región interandina del Ecuador, enclavada en una hondonada formada por seis mesetas: Píllaro, Quisapincha, Tisaleo, Quero, Huambaló, y Cotaló; lo que le da un clima agradable. Esta ciudad está ubicada a 78°; 37' 11"; de longitud con relación al Meridiano de Greenwich y a 1° 13' 28" de latitud sur con relación a la Línea Equinoccial, la ciudad es atravesada por el río Ambato, posee un clima andino de 15°C promedio y se encuentra a una altitud de 2580 msnm. Limita al Norte con la provincia de Cotopaxi, al Sur con la provincia de Chimborazo y los cantones Tisaleo y Cevallos, al Este con los cantones Pelileo y Píllaro, finalmente al Oeste con la provincia de Bolívar (GAD Municipal de Ambato; Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua 2015). El sector .[El] Sueño.[es] una de las tantas montañas que forman el cantón, limita al Norte con el barrio Ficoa, al oeste con la meseta de Quispincha, al este con el río Ambato que cruza el sector y al sur con el sector de Tilulum.

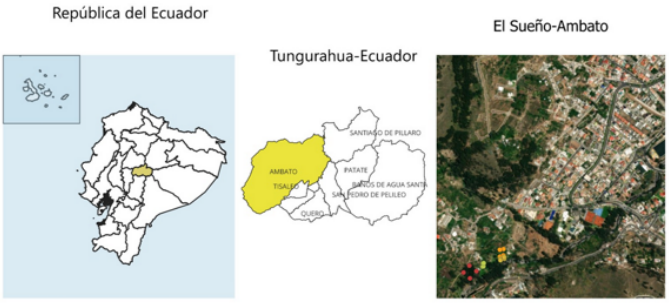



**Figura 1** | Ubicación del área de estudio.

*2.2. Características edafoclimáticas*

Según la clasificación climática de Köppen, Ambato tiene un clima ecuatorial de montaña templado, que se distingue por tener variaciones térmicas diurnas y anuales mínimas, proporcionando un clima primaveral constante a lo largo del año. Dentro del lugar se presenta un clima seco en las regiones más bajas y medias, es decir un clima mesotérmico seco, mientras que en las zonas más altas exhibe un clima semi-húmedo, un clima mesotérmico semi-húmedo y de alta montaña. La ciudad de Ambato y sus alrededores forman parte de una de las áreas más áridas de los valles interandinos, con precipitaciones anuales promedio inferior a 500 mm, el clima predominante en el cantón es templado y seco, con una influencia estacional marcada de los vientos amazónicos a través del cantón Pastaza, los cuales afectan el clima de toda la región. Se observa una distribución escalonada de los climas, siendo templado en las áreas bajas, templado-frío en las zonas medias y frío en las zonas más altas, páramos, incluyendo áreas de clima muy frío en zonas de rocas (GAD Municipalidad de Ambato 2021).

Los datos de isotermas e isoyetas indican una relación directa entre la altitud sobre el nivel del mar y la temperatura y precipitación en los distintos espacios territoriales. Así, la temperatura media anual en las áreas bajas y medias del cantón es de 13.8°C, con precipitaciones de 485 mm. En las zonas medias y altas, situadas entre 2,800 y 3,000 m.s.n.m., la temperatura oscila entre 11 y 13°C, con precipitaciones

que van de 600 a 900 mm y finalmente, en las áreas más altas, por encima de los 3,000 m.s.n.m., la temperatura media anual varía entre 3 y 9°C (GAD MUNICIPALIDAD DE AMBATO 2021).

*2.3. Tipo de investigación*

El presente trabajo es de carácter investigativo exploratorio y dentro de este se utilizaron métodos cualitativos, deductivos y cuantitativos.

La metodología cualitativa permitió revisar diferentes fuentes de información sobre la historia del *Eucalyptus Globulus*, sus orígenes, las afectaciones que produce en el suelo, así como las alteraciones que pueden sufrir los ecosistemas donde esta especie ha sido introducida. La información examinada fue tanto de fuentes primarias como secundarias. En cuanto a las fuentes primarias, se incluyen documentos proporcionados por el GADMA y el MAATE de Ambato, específicamente relacionados con la gestión de la especie *Eucalyptus Globulus* y su presencia en ciertos sectores de la ciudad. Además, se tomaron en cuenta conversaciones informales con miembros del sector .El Sueño".

En lo que respecta a las fuentes secundarias, se llevó a cabo la evaluación de tesis de grado, artículos científicos, libros y otras investigaciones realizadas por terceros que fueran relevantes como referencia para los diversos aspectos abordados en el presente artículo. La revisión bibliográfica se efectuó utilizando plataformas digitales como Google Académico, Revista Scielo o Scopus, y también se utilizaron Ebook Central y Lexis, bibliotecas virtuales que poseen diversidad en sus bases de datos.

Después de llevar a cabo la revisión bibliográfica correspondiente, el método deductivo permitió establecer el objetivo general del presente trabajo, proponer un plan de manejo para la especie *Eucalyptus Globulus* en el sector "El Sueño" de la ciudad de Ambato mediante un previo análisis en las características físicoquímicas del suelo en el sector mencionado.

La metodología cuantitativa se llevó a cabo con una previa visita de campo donde se identificaron tres tratamientos y un punto cero para los análisis, seguido a esto se procedió al muestreo en estos puntos, logrando generar datos cuantificables que permitieron establecer un análisis estadístico de las posibles alteraciones o modificaciones que ha sufrido o está sufriendo el suelo ante la presencia del *Eucalyptus Globulus* en el sector .El Sueño". Esto se logró mediante una evaluación numérica de parámetros físicoquímicos específicos del suelo de la zona.

*2.4. Población, muestra y muestreo*

Google Earth fue la aplicación que se utilizó en la representación de las zonas de estudio donde se realizó el muestreo en el sector .El Sueño"para el análisis de las mismas. El muestreo se realizó en 4 zonas específicas del sector seleccionado: un bosque de eucalipto (BE), una zona de cultivos (ZC), una zona rehabilitada (ZR) y un área que no posee alteración alguna por actividades antrópicas (Punto 0). A continuación, se detalla el área total de caracterización en cada zona seleccionada para el muestreo:

BE: 1000 m2 (área de 25m*40m)

ZC: 424 m2 (área de 26,5m*16m)

ZR: 45 m2 (área de 5m*9m)

Punto 0: 189 m2 (área de 21m*9m)

Torres et al. (2022); Pachacama (2023) en diferentes artículos científicos mencionan que en zonas de muestreo menores a 1 hectárea no es necesario utilizar un tipo de muestreo complejo, los autores recomiendan realizar un muestreo simple pero que permita obtener un número de muestras representativo acorde al área abarcada para el estudio.

McRoberts, Tomppo y Czaplewskide (2015) en su documento "Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales" que presenta la FAO planeta los tipos de muestreo que se pueden utilizar en áreas forestales menores y mayores a 1 hectárea. Referenciando a estos autores y su literatura se decidió realizar en la zona de estudio un muestreo sistemático; este permitió maximizar la distancia media entre las parcelas, que a su vez minimizó la correlación espacial entre observaciones e incrementó la eficacia estadística al momento de comparar los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos y el punto cero.

En total se obtuvieron 25 muestras de los 4 sectores mencionados, la forma de aplicación del tipo de muestreo seleccionado dentro del área de estudio se visualiza en las **(Figura 2, 3, 4, 5 y 6)** respectivamente.

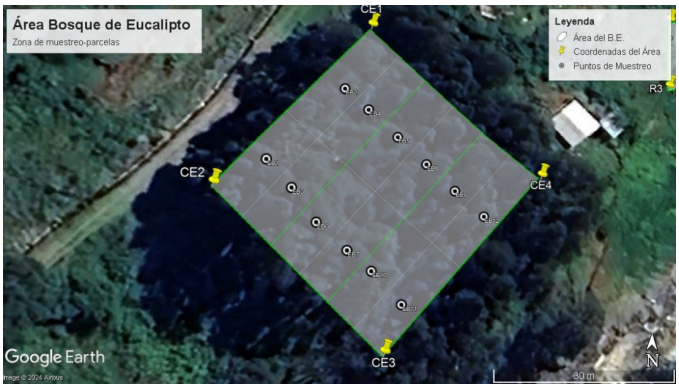



**Figura 2 |** Representación de parcelas, subparcelas y puntos de muestreo en el BE.

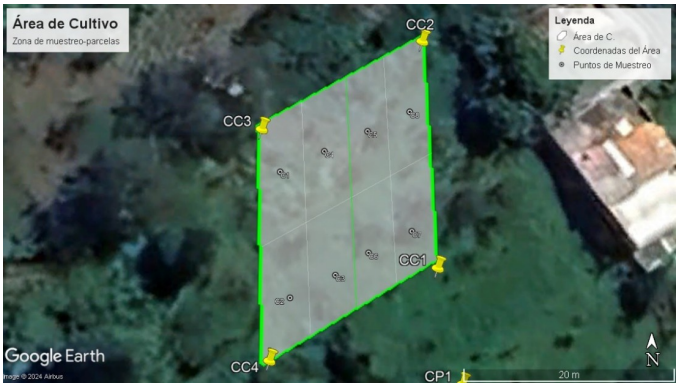



**Figura 3 |** Representación de parcelas, subparcelas y puntos de muestreo en la ZC.




**Figura 4** | Representación de parcelas, subparcelas y puntos de muestreo en Punto 0




**Figura 5** | Representación de parcelas, subparcelas y puntos de muestreo en la ZR.




**Figura 6** | Representación gráfica de las zonas de estudio; bosque de eucalipto (E), zona de cultivo (C), zona de rehabilitación (R), punto 0 (P).

*2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos*

La parte exploratoria de la presente investigación se realizó en 4 fases:

*2.5.1. Fase de pre-campo*

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis y una comparación de las características físicas y químicas en 4 zonas del sector "El Sueño". Para lograr cumplir con el objetivo se realizó una visita exploratoria al lugar y mediante la aplicación GPS Essentials se tomaron las coordenadas respectivas de cada zona de muestreo, delimitando así los puntos respectivos en X y Y como se observa en la Tabla 2 en el apartado de resultados.

*2.5.2. Fase de campo*

Muestreo del suelo (análisis fisicoquímico)

Para el muestreo de los suelos se tomó como referencia algunas normativas y reglamentos como:

El método de muestreo que está presente en la Guía para el muestreo de suelos que propone el Ministerio del Ambiente de Perú en el marco del Decreto Supremo N. 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo (Guía para el muestreo d suelo 2014).

También se tomó en consideración algunos aspectos mencionados en el documento de Diego Villaseñor titulado, Los Fundamentos y procedimientos para análisis físicos y morfológicos del suelo (Villaseñor 2016).

Se tomó como referencia de la misma forma la Guía técnica para Muestreo de Suelos presentada por Reynaldo Mendoza y Ariel Espinoza (Mendoza et al. 2017).

Procedimiento

En base a las normativas, el procedimiento para el muestreo de los suelos fue:

Limpiar la superficie alrededor del punto de muestreo, cavar un hoyo con un corte inclinado (corte en V) a las siguientes profundidades: el bosque de eucalipto, la zona de cultivo, la zona de rehabilitación a 20 cm y el punto cero a 10 cm.

De uno de los lados del hoyo sacar una muestra de suelo de 5 cm de grosor.

Con la ayuda de un azadón pequeño extraer los laterales del bloque de suelo extraído dejando una tajada de 5 cm de ancho.

Colocar las muestras en un balde plástico y mezclar para homogeneizarla.

Recolectar alrededor de 1 kg de muestra representativa en fundas plásticas herméticas (fundas ziploc).

*2.5.3. Fase de laboratorio*

Pachacama (2023) en su tesis de grado menciona los parámetros más importantes para analizar las alteraciones que puede sufrir un suelo donde existen plantaciones de eucalipto, con base en esta literatura y tomando como referencia los objetivos del presente trabajo se seleccionaron únicamente 6 parámetros que fueron analizados en las muestras de suelo obtenidas. Los parámetros conjuntamente con el método que se utilizó para su análisis se detallan en la **(Tabla 1)**.

Es importante mencionar que estos parámetros fueron seleccionados debido a la relación directa que tiene el *Eucalyptus Globulus* con el suelo, las plantaciones de eucalipto pueden influir en la composición química del suelo de diversas maneras. En primer lugar, el árbol tiene la capacidad de alterar el contenido de nutrientes en el suelo, lo que puede incidir en el desarrollo de otras plantas. En segundo lugar, el eucalipto puede modificar la concentración de minerales en el suelo, afectando así la capacidad de retención de agua y nutrientes del mismo. Y, por último, la plantación puede incidir en

el contenido de sales del suelo, teniendo un impacto en su capacidad de drenaje. Además, el eucalipto puede ejercer influencia en el pH del suelo de dos maneras: al consumir ácidos o bases ya presentes en el suelo y al generar ácidos o bases a partir de su materia orgánica (El Eucalipto genera impactos sobre la naturaleza 2017).

**Tabla 1 |** Parámetros de análisis

| **Análisis** | **Método** |
|---|---|
| Textura | Método del hidrómetro o densímetro de Bouyoucos |
| pH | Método Potenciométrico |
| Nitrógeno | Método de digestión húmeda (principio de Kjeldahl) |
| Materia Orgánica | Método de Calcinación |
| Conductividad eléctrica | Conductividad con agua destilada relación 1:5 |
| Potasio (K) | Olsen modificado y absorción atómica |

**Fuente:** (Osorio et al. 2023); (Determinación de la materia orgánica del suelo (MOS) por el método químico y por calcinación 2021); (M 1958); (Paguanquiza 2012)

El respectivo análisis físicoquímico de las muestras se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Estatal Amazónica. Para analizar a profundidad los resultados obtenidos se tomaron como valores referenciales aquellos que están en normativas del país y literatura revisada, entre estos documentos tenemos:

Acuerdo Ministerial 097-A, Anexos de Normativa, Reforma libro VI deltexto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente (Ministerio del Ambiente 2015).

Instructivo INT/SFA/10 – Muestreo para análisis de suelos (AGRO CALIDAD 2018).

El Suelo Principios y Análisis (Osorio et al. 2023).

Tesis: Elaboraciópn de una línea base para determinar el crecimiento y desarrolo de las plantaciones de Pinus pátula y Pinus radiata en la hacienda San Joaquin de aglomerados Cotopaxi S.A (ACOSA) (Determinación de la afectación de los suelos colindantes a plantaciones de Eucalipto (Eucalyptus glóbulos) Y Pino (Pinus radiata) meiante el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo en la comunidad de Pesillo, cantón Cayambe 2023).

*2.5.4. Fase de escritorio*

Una vez realizados los análisis cuantitativos en la fase de laboratorio se procedió a generar un análisis estadístico (ANOVA) con las medias de los resultados, con los programas Microsoft Excel y SPSS se realizaron las respectivas gráficas que permitieron verificar si existen o no diferencias significativas entre los valores de cada parámetro respecto a la normativa vigente y a datos oficiales de investigadores con la misma temática. Una vez analizados los resultados y comparados con la bibliografía se propone un plan de manejo para la especie *Eucalyptus Globulus* con el fin de mantener un equilibrio en el ecosistema investigado **(Tabla 2)**.

# 3. Resultados y discusión

*3.1. Delimitación de las áreas de estudio*

**Tabla 2 |** Coordenadas y codificación de las zonas de estudio.

| Zona de muestreo | Denominación | Coordenadas (X,Y) | |
|---|---|---|---|
| Bosque de Eucalipto (BE) | Tratamiento 1 | P1:761368,91 | 9860979,43 |
| | | P2:761344,16 | 9860950,55 |
| | | P3:761371,4 | 9860926,2 |
| | | P4:761368,91 | 9860956,4 |
| Zona de Cultivo (ZC) | Tratamiento 2 | P1:761511,9 | 9861022,1 |
| | | P2:761512 | 9861048,9 |
| | | P3:761496,67 | 9861045,96 |
| | | P4:761497 | 9861017 |
| Zona Rehabilitada (ZR) | Tratamiento 3 | P1:761429 | 9860990 |
| | | P2:761426 | 9860989 |
| | | P3:761424 | 9860975 |
| | | P4:761427,64 | 9860976,6 |
| Zona sin alteraciones | Punto 0 | P1:761514,32 | 9861015,3 |
| | | P2:761499 | 9861009 |
| | | P3:761499 | 9861002 |
| | | P4:761515 | 9861009 |

*3.2. Análisis fisicoquímico de los suelos*

*a) Características físicas*

*Clase Textural*

Dentro de la clase textural se puede observar en los resultados de la **(Tabla 3)** que en el tratamiento 1 se obtuvo en el muestreo un suelo franco arcilloso arenoso y un franco arenoso, sin predominar ninguna de las dos clases texturales; por otro lado, en el tratamiento 2 predominó la textura franco-arcillosa arenosa, mientras que en el tratamiento 3 el Punto 0 predominó la textura franco-arenosa.

**Tabla 3 |** Determinación de la clase textural

| **Denominación** | **Zona de muestreo** | **El Sueño** |
|---|---|---|
| Tratamiento 1 | BE-1/ BE-2 / BE-3 / BE-7 / BE-8 / BE-11 | Franco Arcilloso Arenoso |
| | BE-4 / BE-5 / BE-6 / BE-9 / BE-10 / BE-12 | Franco Arenoso |
| Tratamiento 2 | ZC-1/ ZC-8 | Franco Arcilloso Arenoso |
| Tratamiento 3 | ZR | Franco Arenoso |
| Punto 0 | Punto 0-1 / Punto 0-4 | Franco Arenoso |

*b)* Características químicas

*pH*

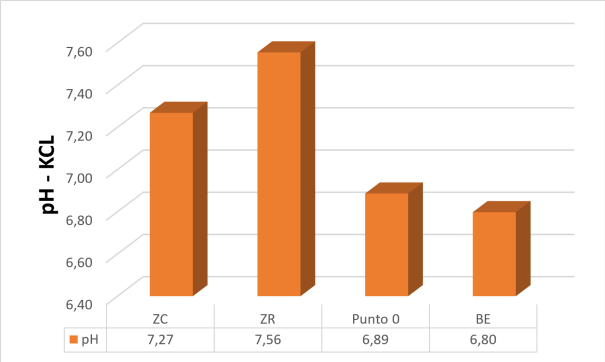



**Figura 7** | Valores del pH en zona de cultivo (ZC), zona rehabilitada (ZR), zona sin alteraciones (Punto 0) y bosque de eucalipto (BE).

A través del análisis de medias representado en el ANOVA de la **(Figura 12)**, se estableció que este parámetro no tiene diferencias significativas en sus medias como se observa en la **(Figura 7)**.

*Nitrógeno (N)*

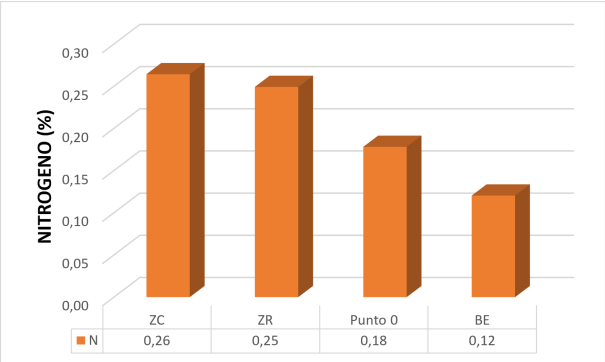



**Figura 8** | % de N en zona de cultivo (ZC), zona rehabilitada (ZR), zona sin alteraciones (Punto 0) y bosque de eucalipto (BE).

El contenido de nitrógeno en el suelo es un factor crucial para la salud y el crecimiento de las plantas, ya que el nitrógeno es un elemento esencial para la síntesis de proteínas, el crecimiento de nuevas células y otros procesos metabólicos importantes. Podemos decir que según la **(Figura 8)** la ZC y la ZR presentan los mejores niveles de N dentro del análisis.

*Materia Orgánica (MO)*

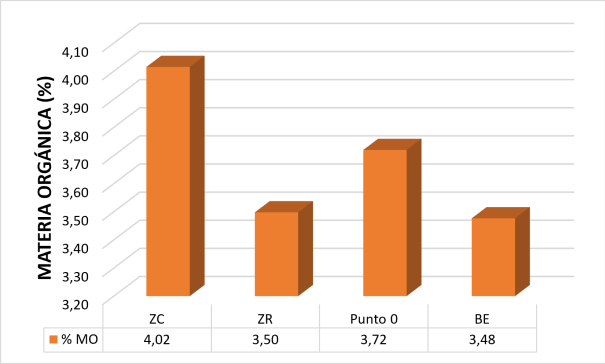



**Figura 9** | % de MO en zona de cultivo (ZC), zona rehabilitada (ZR), zona sin alteraciones (Punto 0) y bosque de eucalipto (BE).

El *Eucalyptus Globulus* también es reconocido por la liberación de sustancias alelopáticas en sus raíces lo cual afecta a la presencia de MO en el medio, los resultados de la **(Figura 9)** demuestran la afectación que da al suelo la presencia de estas sustancias, es así que, la ZR y el BE poseen porcentajes bajos en este parámetro y en ambos existe o existió la presencia de esta especie.

*Conductividad Eléctrica*

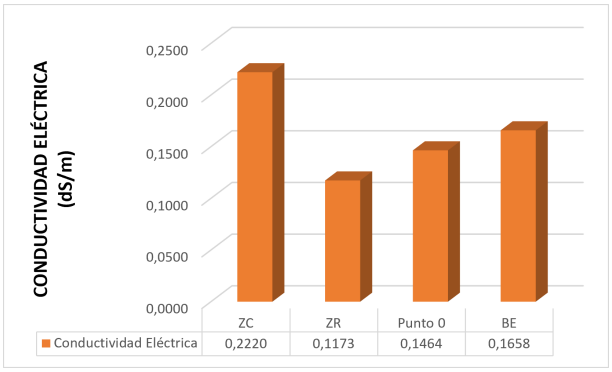



**Figura 10** | Valores de conductividad eléctrica en zona de cultivo (ZC), zona rehabilitada (ZR), zona sin alteraciones (Punto 0) y bosque de eucalipto (BE).

Dentro de las clasificaciones que nos brindan diferentes autores como Soriano (2018) o Paguanquiza (2012) se califican a las 4 zonas de muestreo como suelos no salinos acorde a los valores obtenidos en el análisis químico. En contraste, un suelo no salino generalmente se considera más fértil y apto para el cultivo, siempre y cuando otros factores como la textura, el contenido de materia orgánica y el pH también sean los adecuados según las necesidades de las plantas **(Figura 10)**.

*Potasio (K)*

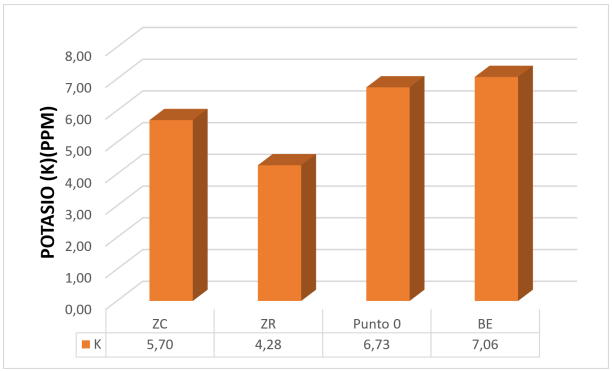



**Figura 11** | Valores de K en zona de cultivo (ZC), zona rehabilitada (ZR), zona sin alteraciones (Punto 0) y bosque de eucalipto (BE).

Con los valores obtenidos en el análisis de las muestras, **(Figura 11)**, Fuentes (1989) nos muestra que estos suelos poseen niveles de K bajos dentro de los rangos establecidos por el autor, sin embargo, cabe recalcar que la ZR es la de menor valor.

*Anova*

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| % de materia orgánica | Entre grupos | 1,423 | 3 | ,474 | ,248 | ,862 |
| | Dentro de grupos | 40,119 | 21 | 1,910 | | |
| | Total | 41,542 | 24 | | | |
| Potencial de hidrógeno | Entre grupos | 1,430 | 3 | ,477 | 2,497 | ,088 |
| | Dentro de grupos | 4,010 | 21 | ,191 | | |
| | Total | 5,440 | 24 | | | |
| Conductividad eléctrica | Entre grupos | ,025 | 3 | ,008 | 1,024 | ,402 |
| | Dentro de grupos | ,171 | 21 | ,008 | | |
| | Total | ,196 | 24 | | | |
| Niveles de Nitrógeno | Entre grupos | ,104 | 3 | ,035 | 2,722 | ,070 |
| | Dentro de grupos | ,267 | 21 | ,013 | | |
| | Total | ,371 | 24 | | | |
| Niveles de Potasio | Entre grupos | 14,004 | 3 | 4,668 | 2,054 | ,137 |
| | Dentro de grupos | 47,717 | 21 | 2,272 | | |
| | Total | 61,722 | 24 | | | |

**Figura 12 |** Análisis ANOVA programa SPSS 18.

Elaboración: Programa Estadístico SPSS 18

El Análisis de la Varianza (ANOVA) es una técnica estadística utilizada para comparar las medias de tres o más grupos y determinar si al menos uno de los grupos es significativamente diferente de los demás. Es útil en diversas áreas, como la investigación científica, la medicina, la psicología, la ingeniería y las ciencias sociales, entre otras. Permite determinar si hay diferencias significativas entre las medias de tres o más grupos.

Con el Software SPSS 18 se realizó el análisis de las medias con los resultados obtenidos en los parámetros físicoquímicos del presente estudio, esto permitió identificar en qué parámetros sí existe una diferencia significativa como fue el caso del pH, el N y el K que al tener valores más altos en la media cuadrática entre grupos se consideran parámetros con diferencia significativa mientras que el% de MO y la conductividad eléctrica no poseen una diferencia significativa ya que los valores analizados en las medias cuadráticas entre grupos eran menores o iguales a los valores dentro de los grupos, esto permitió generar una mejor discusión en aquellos parámetros que poseen esta particularidad en sus medias.

*3.3. Plan de manejo de la especie Eucalyptus globulus*

En el aspecto ambiental las especies introducidas pueden tener efectos negativos en el ecosistema receptor, como la competencia con especies nativas, la depredación, la transmisión de enfermedades o la alteración del hábitat, es por esto que un plan de manejo puede ayudar a minimizar estos impactos y proteger la biodiversidad local. Dentro de los impactos económicos se puede decir que especies introducidas pueden causar daños económicos significativos, por ejemplo, al dañar cultivos agrícolas o infraestructuras. Un plan de manejo puede ayudar a reducir estos impactos y mitigar los costos asociados con la presencia de especies invasoras (Consultoría ICESI; Grupo de trabajo Biodiversidad 2015).

En el Anexo 1 se plasma el programa de manejo para la especie introducida *Eucalyptus globulus* en el sector El Sueño, se propone una lista de actividades que reduzcan los impactos negativos en el suelo del sector, las entidades que podrían colaborar en la ejecución del plan a lo largo del tiempo, y también los indicadores que permitirán verificar si el plan está dando resultados o no luego de ponerlo en marcha.

*3.4.Discusiones*

*3.4.1.Textura*

En el tratamiento 1, el Bosque de Eucalipto, los porcentajes de arena, arcilla y limo clasifican a esta zona de muestreo como suelos franco arenoso arcillosos y franco arenosos según Osorio et al. (2023), ambos suelos ofrecen una buena estructura para el crecimiento de las raíces, pero el suelo franco arenoso arcilloso tiende a retener más nutrientes y agua, beneficiando el suministro de nutrientes a los árboles y la disponibilidad de agua durante la sequía, cabe recalcar que cerca de la zona mencionada se encuentra el cauce del río Ambato que actuaría como una fuente de agua continua para la especie lo cual podría estar influyendo en la clase textural del suelo. Sin embargo, la presencia de arcilla en el suelo puede llevar a una mayor compactación, lo que afecta negativamente la estructura y la infiltración del agua en ciertos puntos de la zona.

Tener predominancia de un suelo franco arcilloso arenoso en una zona de cultivos a pequeña escala como el tratamiento 2, implica varias consideraciones, según Osorio et al. (2023) este tipo de suelo presenta una combinación equilibrada de arena, arcilla y limo, con una proporción mayor de arcilla lo cual favorece la retención de agua y nutrientes y beneficia el crecimiento de los cultivos especialmente en condiciones de sequía, es por esto que los agricultores manifestaron en visita de campo que los cultivos poseen un buen rendimiento en cuanto a cosechas. Sin embargo, la arcilla también puede hacer que el suelo sea más propenso a la compactación, lo que puede afectar negativamente la estructura del suelo y la salud de las plantas.

Dentro del tratamiento 3, Zona Rehabilitada, predomina el suelo franco arenoso y esto según Osorio et al. (2023) significa que la mayoría del suelo en esa área tiene una composición que consiste principalmente en arena, con una cantidad menor de arcilla y limo. Las características de un suelo franco arenoso incluyen una buena capacidad de drenaje debido a la arena, que permite que el agua fluya fácilmente a través del suelo, previniendo el encharcamiento y la saturación de agua alrededor de las raíces de las plantas. Además, la estructura suelta de la arena facilita la circulación de aire en el suelo, lo que promueve un ambiente favorable para las raíces de las plantas. Sin embargo, la arena también retiene menos agua y nutrientes en comparación con suelos más arcillosos, lo que puede requerir riegos más frecuentes, aunque la textura suelta de la arena hace que sea más fácil trabajar el suelo, lo que puede facilitar las actividades agrícolas como la siembra, el trasplante y la cosecha. Moradores del sector manifiestan que esta área hace aproximadamente 25 años tuvo la presencia de algunos ejemplares del *Eucalyptus Globulus* los cuales fueron talados y retirados del lugar, es por esto que este punto también se tomó como referencia para saber si con el pasar de los años el suelo presenta características que permitan el desarrollo de actividades agrícolas; sin embargo, por los resultados obtenidos se puede decir que el suelo de esta zona presenta afectaciones mínimas que sería la ausencia de la arcilla para retener más agua y minerales en las plantas, lo cual se puede compensar con el riego de agua y el uso de abonos en caso de requerirlo el cultivo.

Para el Punto 0, zona sin alteraciones por actividades antrópicas, se obtiene como resultado un suelo franco arenoso que al tener una conservación natural se compone principal-

mente de arena con una proporción equilibrada de arcilla y limo; la arena proporciona una buena capacidad de drenaje permitiendo que el agua se mueva fácilmente a través del suelo además de brindar una estructura suelta que facilita también la circulación de aire en el suelo promoviendo un ambiente saludable para el crecimiento de pastizales, sin embargo, la retención de agua y nutrientes en este suelo es menor en comparación con los suelos más arcillosos de las otras zonas muestreadas, lo que puede requerir una gestión cuidadosa de riego y fertilización en caso de querer ocupar esta zona para fines agrícolas (Osario et al. 2023).

*3.4.2. pH*

Los valores en los diferentes tratamientos y el punto 0 según la clasificación de Paguanquiza (2012), reflejan la existencia de suelos neutros, es decir, son suelos que no son ni demasiado ácidos ni demasiado alcalinos por lo que en este parámetro se podría decir que son suelos óptimos para el crecimiento de la mayoría de las plantas. Estos resultados nos permiten entender la presencia de ciertas especies trepadoras, malas hierbas o pencos que conviven con las especies forestales del *Eucalyptus Globulus* sin necesidad de competir por sobrevivir, sin embargo, son muy pocos individuos que estarían ya adaptados a este entorno dentro del bosque. Se puede decir que las especies acompañantes del *Eucalyptus Globulus* están ayudando a que los niveles de pH del suelo no desciendan a niveles muy ácidos como Delgado (2006), manifiesta en su investigación, para tener un mejor análisis en este sentido se podría realizar un análisis más profundo a las especies vegetales existentes en el medio.

*3.4.3. Nitrógeno (N)*

Besteiro y Descalzo (2021) nos dan una clasificación de los suelos según el contenido de nitrógeno que se obtiene en los análisis; la Figura 9 muestra los valores obtenidos en la presente investigación posicionando a la zona de cultivo y la rehabilitada como áreas extremadamente ricas en N ya que el rango de valores en la clasificación son >0,22, el punto 0 obtuvo un valor de 0,18 lo cual lo posicionó según la clasificación como un suelo rico en N y por último el bosque de eucalipto fue el que menos porcentaje de N obtuvo en los análisis clasificando como un suelo medianamente rico en N, estos resultados también se verificaron al compararlos con la clasificación que nos presenta Paguanquiza (2012) en su tesis de grado.

Según los resultados podemos afirmar que la zona de cultivo tiene los niveles más recomendados de N para su producción, por otro lado, el punto 0 al no tener intervenciones antrópicas también presenta niveles de N adecuados para mantener un suelo saludable. En lo que respecta al bosque de eucalipto es un área que posee a comparación de las otras un porcentaje de N bastante bajo que a su vez es una de las razones por las cuales no existe la presencia de especies arbóreas o plantas de la zona, ya que los árboles como tal absorben todo el nitrógeno y otros nutrientes, escaseando las reservas, únicamente especies como los llamados pencos suelen tener las mismas características en cuanto a retención de nutrientes y agua por lo que el convivir en esta zona no es una limitación para ellos (Osario et al. 2023).

*3.4.4. Materia Orgánica (MO)*

Paguanquiza (2012) a través de una valorización en cuanto al% de materia orgánica que existe en cada zona permite clasificar a los 3 tratamientos y el punto 0 como lugares pobres en MO, los valores que se obtuvieron se pueden visualizar en la Figura 9. Por otro lado, Hernández (2008) confirma dentro de análisis realizados en su investigación que los valores más altos en MO son de aquellos obtenidos en lugares de muestreo donde no ha existido presencia del *Eucalyptus Globulus*, esta especie es conocida también por las propiedades alelopáticas que posee ya que libera químicos a través de sus hojas y raíces que afectan la diversidad y la cantidad de vegetación existente en el suelo que a su vez influye directamente en la cantidad de MO y la calidad de la misma. Es importante mencionar que el bosque de eucalipto como tal posee niveles bajos en todos los análisis realizados por lo que desde este punto de poca cantidad de MO empieza la deficiencia de los demás nutrientes y por ende el suelo se degrada con el tiempo.

*3.4.5. Conductividad Eléctrica*

Los valores de conductividad eléctrica que se registraron en el análisis muestran un rango de 0,11 – 0,22 dS/m clasificándose como suelos no salinos según Soriano (2018), es decir, las sales presentes en el suelo están en cantidades que no afectan negativamente el crecimiento de las plantas ni la calidad del suelo para fines agrícolas. En este contexto la conductividad eléctrica dentro de las zonas de estudio no fue un parámetro determinante en cuanto a alteraciones del suelo por presencia del *Eucalyptus Globulus.*

*3.4.6. Potasio (K)*

Hernández (2008) plantea la existencia de una relación directa de la MO con este tipo de nutrientes, es por esto que al existir bajos niveles de descomposición en MO los niveles de K también reducen. Es importante también mencionar que como se trata de suelos donde existe presencia de arena en cantidades considerables, el K es un nutriente que también es arrastrado hacia capas más profundas del suelo dejando niveles muy bajos en la zona de la raíz.

*3.4.7. Plan de manejo de la especie Eucalyptus Globulus*

El Eucalyptus globulus, también conocido como eucalipto azul, es una especie de árbol originaria de Australia que se ha introducido en muchas partes del mundo debido a su rápido crecimiento y su utilidad en la industria maderera y de pulpa de papel. Sin embargo, su introducción ha planteado varias amenazas y problemas ambientales en algunas regiones, esto debido a la competencia que presenta frente a las especies nativas por recursos como agua y nutrientes, también genera un impacto en la calidad del suelo, alteración de hábitats naturales, incremento del riesgo de incendios forestales debido a su alto contenido de aceites volátiles y también la afecta a la fauna local al provocar cambios en los medios físicos y biológicos del lugar reduciendo la disponibilidad de alimentos y refugio para especies nativas. Por esto se vuelve necesario el manejo de esta especie dentro del sector El Sueño, con el fin de minimizar el riesgo de alteraciones en el recurso suelo del lugar, equilibrando el ecosistema y permitiendo su conservación para futuras generaciones (Vigo, Carmen y Oclocho, Fely 2017).

# 4. Conclusiones

En el área de estudio predominan los suelos franco arenoso donde el principal componente es la arena por otro lado el limo y la arcilla están presentes, pero en cantidades mínimas o muy bajas por lo que este tipo de suelos tiende a presentar un buen drenaje y aireación que a su vez los vuelve suelos adecuados para cultivos. Pero es importante mencionar que la capacidad limitada de arcilla en ciertas zonas impide la retención del agua y los nutrientes, es por eso que algunas zonas presentan niveles bajos en cuanto al N, P y conductividad eléctrica. Existe una relación directa en este aspecto también con la MO ya que en los resultados de este parámetro nos arrojó que estas áreas poseen suelos pobres en MO y por ende existen deficiencias en nutrientes.

Se entiende que la zona de cultivo y el punto 0 son los valores que más estables se mantienen, esto indica que las técnicas agrícolas efectuadas por los agricultores durante más de 25 años en el sector no han degradado los suelos. Por otro lado, en la zona rehabilitada es interesante analizar el% de MO con respecto al bosque de eucalipto, considerando que en esta área existió hace algunos años presencia de *Eucalyptus Globulus*, es por esto que podemos concluir que las sustancias alelopáticas que posee esta especie si afectan al suelo en los procesos de degradación de la hojarasca y la materia orgánica que por ende disminuye la retención de agua y nutrientes en el suelo llevando todos estos componentes únicamente a la especie arbórea.

Con estos aspectos analizados concluimos que la especie *Eucalyptus Globulus* aunque es una especie introducida en el sector "El Sueño" de la ciudad de Ambato, no está generando daños irreversibles o a gran escala en el medio, sin embargo, para que estas áreas puedan seguirse utilizando en actividades agrícolas, que es el principal ingreso de la población del lugar, se generó un plan de manejo para la especie, con el fin de evitar su propagación y reducir las alteraciones fisicoquímicas del suelo en zonas con plantaciones de *Eucalyptus Globulus* como es el caso del BE y la ZR.

**Contribuciones de los autores**

**Emily Daniela Ipiales Guamán:** Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

**Slendy Daniela Vallejo Mendez:** Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

**Jessica Alexandra Machado Cuzco:** Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.[0.5em]

**Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

# 5. Referencias

AGROCALIDAD. 2018. Muestreo para análisis de suelos. Quito : AGROCALIDAD, 2018. Instructivo INT/SFA/10.

Consultoría ICESI; Grupo de trabajo Biodiversidad. 2015. Planes de Manejo para la conservación de especies focales. Valle del Cuca : Coordinador grupo Biodiversidad, 2015. Instructivo.

Cota, Edgar Flores. 2009. Efecto de las plantaciones de eucalipto. Cochabamba : s.n., 2009, págs. Efecto de las plantaciones de eucalipto (Eucalyptus globulus L.) sobre los suelos de comunidades asentadas en la red ferroviaria Cochabamba-Cliz.

DETERMINACIÓN DE LA AFECTACIÓN DE LOS SUELOS COLINDANTES A PLANTACIONES DE EUCALIPTO (Eucalyptus globulus) Y PINO (Pinus radiata) MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL SUELO EN LA COMUNIDAD DE PESILLO, CANTÓN CAYAMBE. Pachacama, Alexander. 2023. Quito : Universidad Politécnica Salesiana , 2023. Trabajo de Titulación. págs. 24-44.

Determinación de la materia orgánica del suelo (MOS) por el método químico y por calcinación. Bautista, Jaime y Arévalo, John. 2021. 2021, Ingeniería y Región, págs. 20-28. El Eucalipto genera impactos sobre la naturaleza. Frias, Elizabeth. 2017. 2017, El Comercio, pág. 11.

emberiza MEDIOAMBIENTE. 2019. Si los de abajo se mueven, los de arriba se caen. MEDIO NATURAL Y BIODIVERSIDAD. [En línea] 28 de Febrero de 2019. https://www.emberizamedioambiente.es/noticia-medioambiente/El-eucalipto-eucalytus-globulus. GAD Municipalidad de Ambato; Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua. 2015. Guía De La Ruta Agroturística Artesanal Del Cantón Ambato. Ambato : Equipo Técnico Comité de Turismo, 2015. Guía Turística.

Gómez, Juan. 2010. Ambato en el Tiempo. [En línea] 2010. https://dajosbonifaz.wixsite.com/ambatoeneltiempo/primer-eucalipto-en-ambato.

Gómez, Juan Carlos. 2010. El Eucalipto en Ambato. Ambato en el Tiempo. [En línea] 2010. https://dajosbonifaz.wixsite.com/ambatoeneltiempo/primer-eucalipto-en-ambato. GUÍA PARA EL MUESTREO DE SUELO. Ministerio del Ambiente. 2014. Lima : Dirección General de Calidad Ambiental, 2014. Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. págs. 7-34. Ipinza, Roberto y Barros, Santiago. 2014. Mejoramiento genético de Eucaliptos en Chile. Chile: INFOR, 2014.

Johnson, David. 2018. Eucalyptus globulus. Wikipedia. [En línea] 1 de Mayo de 2018. https://es.wikipedia.org/wiki/Eucalyptus$_{g}lobulus$.

M, Jackson. 1958. Soil chemical analysis. New Jersey : Prentice Hall, INC, 1958. MAGAP-PRAT. 2014. CANTÓN AMBATO/BLOQUE 1.1. Ecuador : Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2014. págs. 24-43.

McRoberts, Ronald, Tomppo, Erkki y Czaplewski, Raymond. 2015. Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales. s.l. : FAO, 2015. Guía Metodológica.

Mendoza et al. 2017. Guía técnica para Muestreo de Suelos. Nicaragua : Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services, 2017. Guía Muestreo de Suelos.

Ministerio del Ambiente. 2015. Acuerdo Ministerial 097-A, Anexos de Normativa, REFORMA LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LESGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE. Quito : Ministerio del Ambiente, 2015. Acuerdo Ministerial.

Osorio et al. 2023. El Suelo Principios y Análisis. Argentina : Puerto Madero, 2023. Paguanquiza, Edwin. 2012. Elaboración de una linea base para determinar el crecimiento y desarrollo de las plantaciones de Pinus pátula y Pinus radiata en la hacienda San Joaquín de Aglomerados Cotopaxi S.A (ACOSA). Riobamba : Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, 2012. Tesis.

Ramirez, Xavi Duran. 2018. El impacto de los bosques de eucaliptos en los recursos hídricos. aqualia. [En línea] 1 de Enero de 2018. https://www.iagua.es/blogs/xavi-duran-ramirez/impacto-bosques-

eucaliptos-recursos-hidricos.

Revista 37. 2005. Dos cajones con semillas de eucalipto. Ecuador tierra incognita. [En línea] Octubre de 2005. https://www.terraecuador.net/revista_37/37_eucalipto.htm.Solis,Acosta.1949 . EucaliptoenelEcuador . [EnlÃηnea]Juliode1949 . http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20449/1/13631%20El%20eucalipto%20en%20el%20Ecuador.pdf. Soriano, María. 2018. Conductividad eléctrica del Suelo. Valencia : Universidad Poltecnica de Valencia, 2018. Informe. Telenchana, Alex Daniel Paca. 2022. Estrategias para el uso masivo del Eucalipto en la vivienda de interés social en el cantón Ambato, Tungurahua. Ambato, Tungurahua, Ecuador : s.n., agosto de 2022. Torres et al. 2022. Estudios sobre medios de vida, sostenibilidad y captura de carbono en el sistema agroforestal Chakra con cacao en comunidades de pueblos originarios de la provincia de Napo: casos de las asociaciones Kallari, Wiñak y Tsatsayaku, Amazonía Ecuatoriana. Quito : FAO , 2022. Ulloa, Marcelo Calvache. 2014. El Suelo y la Productividad Agrícola en la Sierra del Ecuador. [En línea] 5 de Noviembre de 2014. https://www.researchgate.net/publication/303298014_EL_SUELO_Y_LA_PRODUCTIVIDAD_AGRICOLA_EN_LA_SIERRA_DEL_ECUADOR. Vigo, Carmen y Oclocho, Fely. 2017. “Influencia de las plantaciones de eucalipto (Eucalyptus globulus) en las características del suelo a diferentes pisos altitudinales, distritos de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino, Amazonas, 2017”. Perú : Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mnedoza de Amazonas, 2017. Tesis . Villaseñor, Diego. 2016. Fundamentos y procedimientos para análisis físicos y morfológicos del suelo. Ecuador : Universidad Técnica de Machala, 2016. págs. 10-28, Guía para el muestreo y análisis físico del suelo.