



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TÍTULO A OBTENER:
INGENIERÍA AMBIENTAL

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROPAGACIÓN Y CRECIMIENTO DE LA ESPECIE *Sterculia colombiana* EN LAS
INSTALACIONES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN, POSGRADO Y
CONSERVACIÓN AMAZÓNICA (CIPCA)

AUTORES:
MICELA DELSY TAPUY ANDI
EVELYN ARACELY VILLACIS ESTRADA

DIRECTOR DEL PROYECTO:
Dr. RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS

PUYO – ECUADOR
2020

AGRADECIMIENTO

Al finalizar el presente trabajo quiero agradecer a Dios por permitirme cumplir mi meta.

A la Universidad Estatal Amazónica, por brindarme la oportunidad de prepararme como profesional, y a cada uno de los docentes que con sus conocimientos impartidos aportaron a mi crecimiento profesional y personal.

A mi tutor de grado Dr. Ricardo Abril Saltos, por su dedicación y esfuerzo quién con sus conocimientos, experiencia me ha guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación universitaria sino también por haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

A la Ing. Daisy Changoluisa por compartir sus conocimientos, por ser una persona de gran calidad humana y profesional.

A nuestra pacha mama por darnos el privilegio de vivir en ella, de aprender y enseñarme lo todo lo que tenemos que cuidar

A mis amigos y colegas Jessy, Fer, Eve, Celias, Aleja, Clint, Tere, Elsa, Angelita, Alejo, Kely, Viento, Vale, Gene, Naldo, Hamilton, Jaime entre otros, por no dejarme vencer pese a las circunstancias que se vive en la vida universitaria y por ser mi fortaleza en mis momentos más difíciles.

A mis padres Flora Andi y Javier Tapuy, porque con sus esfuerzos permitieron que sea posible que cumpla mi meta con éxito.

A mis hermanos Javier, Maraska, Stalin, Fabricio, Mailen y en especial a Maneny por siempre estar conmigo apoyándome.

A mi sobrino Joseph por ser el niño que me ama eso lo que siempre me dio fortaleza.

Son muchas las personas que han formado parte de mi camino hacia mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias.

Micela Tapuy

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la vida, al Universo, al amor incondicional de mis padres y a todos los eventos que tuvieron que pasar para que hoy me encuentre aquí.

A mi hermanito Raúl Villacis por estar presente siempre con sus anécdotas, bromas, visitas inesperadas, abrazos cálidos y sobretodo su buena vibra.

A mis amigos y amigas que son mi familia y parte de mi corazón Minnie, Katy, Fer, Mice, Celias, Aleja, Caro, mi cino, Naty, Jairo, Jaime, Doña Elsa, Ari y muchos más que han estado ahí siempre con su amor, consejos, locura y paciencia viviendo aventuras, fiestas, tristeza y momentos de reflexión.

A Muchas personas de la Universidad que siempre me han brindado una sonrisa, una palabra de aliento y/o un detalle, a todos los llevo en el corazón.

A la Universidad Estatal Amazónica que siempre será mi segundo hogar, muchas gracias porque en sus aulas, pasillos y alrededores pasé posiblemente los 5 mejores años de mi vida hasta hoy, a más de enseñarme una profesión me enseñó a forjar mi carácter y ser más humana.

Finalmente a nuestro tutor, Ricardo Abril, quién con suma " calma, serenidad y paciencia " frase inolvidable, supo guiarnos y aconsejarnos no solamente para este trabajo de titulación sino también para la vida personal y profesional, siendo así más que un tutor y docente... Un amigo.

Evelyn Villacis

DEDICATORIA

Dedico esté presente trabajo a:

A Dios quién a sido mi fortaleza y guía en todos los momentos de mi vida.

A mis padres Flora y Javier quienes con sacrificio, amor y comprensión hicieron posible que cumpliera esta meta.

A Joseph que con su inocencia y amor fueron fuente de inspiración.

A mis hermanos Javier, Maraska, Stalin, Maylen, Maneny y Fabricio que con sus consejos, amor y cariño me acompañaron hasta que cumpla mi sueño anhelado.

A Narcisa aunque no esté físicamente sé que estarías muy feliz porque llegue a cumplir una meta más en mi vida.

A Juan Carlos por todo el amor y sacrificio fue un apoyo importante que hizo posible que cumpliera esta meta.

A mis amigos Evelyn, Jessy y Fer por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, siempre las llevo en mi corazón.

Micela Tapuy

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi sobrina Gema Villacis, quién ahora mismo no tiene idea de las responsabilidades y aventuras que vivirá en el futuro, pero sabe que cuenta con una tía que siempre la apoyará, cuidará y acompañará en el camino al cumplimiento de sus sueños, como una luz, a veces tenue, a veces brillante pero nunca apagada.

Evelyn Villacis

Resumen

El siguiente estudio se realizó en la región amazónica del Ecuador, la provincia del Napo en las instalaciones del centro de investigación, posgrado y conservación amazónica (CIPCA) en seis parcelas con hileras de la especie *Sterculia colombiana*, las parcelas 1, 2, 3 y 4 fueron ubicadas a 640 m.s.n.m, mientras que las parcelas 5 y 6 se ubicaron a 540 m.s.n.m., el objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento para la propagación ex situ y características de crecimiento posterior a la plantación en un medio silvestre de la especie *Sterculia colombiana*. Para la evaluación del comportamiento para la propagación ex situ y características de crecimiento de la especie se caracterizó el comportamiento de germinación y crecimiento mediante la medición de factores ambientales como: temperatura ambiental, geotemperatura, luminosidad, altura de la planta, entre otros. Los resultados obtenidos en las bandejas de germinación reflejaron como vigor germinativo un 86%, mientras que la velocidad de germinación fue de 21 días. En lo referente al crecimiento en la altura, se pudo observar que: Las parcelas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 tuvieron un respectivo incremento de 10,7 cm, 23,93 cm, 12 cm, 9,97 cm, 21 cm y 14,6 cm en un período de tiempo de 216 días de medición. Se pudo observar tres modelos de curva en base a las diferentes ecuaciones obtenidas, por un lado, están las ecuaciones lineales en donde se evidencia que los factores climáticos y edafológicos no influyeron directamente en el resultado final, mientras que en las curvas de naturaleza cuadrática y cúbica se refleja la influencia directa de los parámetros mencionados anteriormente.

Palabras clave: *Sterculia colombiana*, crecimiento, germinación.

Abstract

The following study was carried out in the Amazon region of Ecuador, Napo province at the facilities of the Amazonian research, postgraduate and conservation center (CIPCA in Spanish) in six plots with rows of *Sterculia colombiana* species, plots 1, 2, 3 and 4 were located at 640 meters above sea level, while plots 5 and 6 were located at 540 meters above sea level, The objective of this study was to evaluate the behavior for ex situ propagation and post-plantation growth characteristics in a wild environment of the *Sterculia colombiana* species. For the evaluation of the behavior for the ex situ propagation and growth characteristics of the species, the germination and growth behavior was characterized by measuring environmental factors such as: environmental temperature, geotemperature, luminosity, plant height, among others. The results obtained in the germination trays reflected 86% as germinative vigor, while the germination rate was 21 days. Regarding the growth in height, it was observed that: Plots 1, 2, 3, 4, 5 and 6 had a respective increase of 10.7 cm, 23.93 cm, 12 cm, 9.97 cm, 21 cm and 14.6 cm in a period of 216 days of measurement. It was possible to observe three curve models based on the different equations obtained, on the one hand, there are the linear equations where it is evidenced that the climatic and edaphological factors did not directly influence the final result, while in the curves of quadratic nature and cubic reflects the direct influence of the parameters mentioned above.

Keywords: *Sterculia colombiana*, growth, germination.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema de investigación	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Planteamiento de la hipótesis	2
1.4 Objetivos	3
General	3
Específicos	3
CAPÍTULO II.....	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1. Normativa Ambiental Aplicable.....	4
Influencia de los factores climáticos y edafológicos en la germinación y crecimiento de una especie	7
Características ecológicas	11
Características Botánicas	11
Usos.....	12
Distribución.....	12
CAPÍTULO III.	13
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	13
3.1 Localización	13
3.2 Tipo de Investigación.....	14
3.3. Métodos de Investigación	14
3.4 Diseño de la Investigación	14
3.4.1 Cantidad de Carbono y Materia orgánica- Método de calcinación.....	16
3.4.2 Densidad de raíces- Fórmula de NEWMAN	17
CAPÍTULO IV	22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:	22
4.1 Porcentaje de germinación:	22
4.2 Curva de crecimiento:	22
4.2.1 Curva de crecimiento (altura).....	22
4.2.2 Curva de crecimiento (diámetro)	25
Discusión.....	35
CAPÍTULO V	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
Conclusiones	38
Recomendaciones.....	38
CAPÍTULO VI.....	39
Bibliografía	39
CAPÍTULO VII.....	44
Anexos	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medidas obtenidas en el Laboratorio de Suelos para la determinación de cantidad de carbono	17
Tabla 2 Valores de pH obtenidos con el Peachimetro.....	19
Tabla 3 Textura identificada en cada parcela, bajo el sistema (USDA).....	31
Tabla 4 Cronograma de actividades	44
Tabla 5 Presupuesto.....	45
Tabla 6 Materiales y Recursos Humanos	46

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1</i> Distribución de la especie <i>Sterculia colombiana</i> , del lado izquierdo en América del sur y en el lado derecho en Ecuador continental	12
<i>FIGURA 2</i> Mapa de localización de las parcelas de <i>Sterculia colombiana</i>	13

FIGURA 3 Vista satelital de la distribución de las parcelas 1, 2, 3 y 4 en bosque primario y las parcelas 5 y 6 en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA).....	14
FIGURA 4 Porcentaje de germinación en las 6 parcelas que contempla la investigación. .	22
FIGURA 5 Curvas de crecimiento de altura de cada parcela estudiada	24
FIGURA 6 Las curvas de crecimiento con respecto al diámetro de las parcelas 3,4,5 y 6 de la especie <i>Sterculia colombiana</i> se representan con: p3, p4, p5 y p6 respectivamente.	26
FIGURA 7 Se representan los valores de precipitación mensuales en el sector donde se encuentra plantada la especie <i>Sterculia colombiana</i>	27
FIGURA 8 Se representan las temperaturas promedio de los meses de medición.	28
FIGURA 9 Se representa la geotemperatura promedio de los meses de medición.	29
FIGURA 10 Se representa la luminosidad promedio de los meses de medición.	29
FIGURA 11 Valores de carbono en cada parcela	30
FIGURA 12 Porcentaje de materia orgánica en cada parcela.....	30
FIGURA 13 Densidad de raíces por parcela.....	31
FIGURA 14 Contenido de arena, limo y arcilla en cada parcela.....	32
FIGURA 15 Cantidad de nitrógeno por parcela	32
FIGURA 16 Contenido de fósforo por parcela.....	33
FIGURA 17 K, Ca y Mg por parcela	33
FIGURA 18 pH por parcela.....	34
FIGURA 19 Media de germinación de la especie <i>Sterculia colombiana</i>	47
FIGURA 20 Sistema de clasificación de suelos del departamento de agricultura de los estados unidos (USDA)	47
FIGURA 21 Elaboración de señalética.	48
FIGURA 22 Ubicación de señalética en campo.	48
FIGURA 23 Toma de muestra de suelo.	49
FIGURA 24 Registro de datos.	49
FIGURA 25 Individuo de la especie <i>Sterculia colombiana</i>	50
FIGURA 26 Individuo con cambio en la morfología de las hojas.....	50
FIGURA 27 Revisión bibliográfica.	51
FIGURA 28 Molido y tamizado de las muestras de suelo.....	51
FIGURA 29 Determinación de la densidad de raíces.	52
FIGURA 30 Procesamiento de las muestras para la determinación de carbono.	52

<i>FIGURA 31</i> Determinación de nitrógeno mediante el método Kjeldahl.....	53
<i>FIGURA 32</i> Muestras de suelo para la determinación de carbono.....	53
<i>FIGURA 33</i> Procedimiento de filtración de las muestras para la determinación de nutrientes en el suelo.	54
<i>FIGURA 34</i> Procedimiento de espectrofotometría para la determinación de nutrientes Mg, Ca y K.....	54
<i>FIGURA 35</i> Determinación de la textura por el método de Bouyoucos	55
<i>FIGURA 36</i> Resultados obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad Estatal Amazónica.....	55
<i>FIGURA 37</i> Actividad previa a la plantación de la especie <i>Sterculia colombiana</i>	56
<i>FIGURA 38</i> Tesistas Evelyn Villacis y Micela Tapuy en el campo	56

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación

La biodiversidad del mundo se ha visto en altas concentraciones en lugares que presentan mayor precipitación y variedad de pisos altitudinales, mientras que, las mayores tasas de endemismo se encuentran en lugares aislados o que no presentan mayor intervención del hombre, como por ejemplo las islas, o continentes aislados como Australia, esta biodiversidad mundial, se encuentra principalmente dentro de los 17 países megadiversos, que según Burneo, S. (2009) están distribuidos de la siguiente forma: Los africanos: Congo, Madagascar y Sudáfrica; China, India, Indonesia, Malasia y las Filipinas como representantes asiáticos; Australia y Papúa Nueva Guinea de Oceanía; Norteamérica está representada por México y Estados Unidos y los sudamericanos Brasil, Colombia, Perú, Venezuela y Ecuador.

Según el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). (s.f.) existen cinco grandes amenazas para la biodiversidad que son causantes del declive natural, éstas son: Pérdida de hábitats, sobreexplotación de especies, contaminación, cambio climático, especies invasoras y enfermedades. Estas amenazas se traducen en pérdidas no sólo de la especie física, sino en pérdida del equilibrio ecológico y pérdida de servicios ecosistémicos.

Es difícil contabilizar el total de especies pérdidas, apenas en el año 1997 se incluyeron plantas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), para ese año se habían extinguido un total de 380 especies en estado silvestre, después de una década se tiene que 8.447 especies están consideradas Amenazadas, y actualmente, en el último informe del panel internacional de expertos en biodiversidad y servicios ecosistémicos (IPBES) de la ONU 2019, se ha expuesto un dato nunca antes visto, la posible extinción de un millón de especies, considerada la sexta extinción de la Tierra, esto debido al deterioro de tres cuartas partes del medio ambiental terrestre, alrededor de 100 millones de hectáreas de bosque entre los años 1980 y 2000, junto con 32 millones de hectáreas de bosque primario en los trópicos entre los años 2010 y 2015, esto se experimenta principalmente debido al cambio en el uso de suelo.

En Ecuador la cifra de extinción de especies silvestres vegetales aumenta, con esto se pone en riesgo la biodiversidad de especies vegetales, uno de los mayores retos es la conservación de especies silvestres, ya que, con el aumento de la población y la intensificación de los usos,

ciertas especies desaparecerán, en especial las especies para consumo como medicina, combustible, alimento y construcción.

Según El libro rojo (2007) el estado de conservación de las especies de plantas endémicas del Ecuador sigue un patrón alarmante. La mayoría de especies endémicas del Ecuador (78% - 3508 especies), están amenazadas en algún grado; de estas 2080 (46%) se consideran Vulnerables (VU), 1071 (24%) En Peligro (EN) y 353 (8%) En Peligro Crítico (CR).

La Amazonía ecuatoriana está también comprometida por su riqueza florística, por consecuencia, resulta importante realizar programas de propagación en donde se tenga conocimiento previo suficiente sobre la especie a propagar, por ejemplo: su familia botánica, nombre común, altura, si es árbol o arbusto, su distribución geográfica, los agentes de dispersión de semillas, tipo de follaje, método de recolección de semillas, germinación (duración y requerimiento de tratamientos pregerminativos), tiempo en el que la planta alcanzará el tamaño suficiente para ser plantada en campo, así como sus necesidades de luz, sombra, temperatura, humedad y usos potenciales de la especie, al conocer estos requerimientos se garantizará la favorable propagación, mientras se reduce el deterioro ambiental. (Román, F., De Liones, R., Sautu, A., Deago., Hall. J.2012).

La especie *Sterculia colombiana*. representante del género *Sterculia*, familia Malvaceae, reconocida por sus usos como: estructura para vivienda y hábitat de especies, carece de estudios referentes a las características de propagación y crecimiento en estado silvestre, dentro del país y específicamente en las provincias amazónicas, esto la convierte en un objeto de estudio importante para la conservación y propagación de especies, así como la garantía de servicios ecosistémicos y el mantenimiento del equilibrio ecológico.

1.2 Formulación del problema

Actualmente en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), de la Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el cantón Arosemena Tola, en la provincia del Napo, la especie *Sterculia colombiana* de la familia Malvaceae se encuentra en forma silvestre, pero se desconocen sus características de propagación ex situ, así como el comportamiento del desarrollo en estado silvestre posterior a la plantación.

1.3 Planteamiento de la hipótesis

¿Es posible realizar la propagación ex situ de la especie *Sterculia colombiana* y reinsertarla a condiciones silvestres en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), de la Universidad Estatal Amazónica?

1.4 Objetivos

General

Evaluar el comportamiento para la propagación ex situ y características de crecimiento posterior a la plantación en un medio silvestre de la especie *Sterculia colombiana*.

Específicos

- Caracterizar el comportamiento de germinación de la especie *Sterculia colombiana*, en las bandejas de germinación a través de caracteres que permitan estimar velocidad de germinación y vigor germinativo.
- Caracterizar el crecimiento de los individuos de la especie *Sterculia colombiana*, en el medio silvestre a través de caracteres como: altura, diámetro, luminosidad, contenido de nutrientes en el suelo, temperatura del suelo y ambiente.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

1. Normativa Ambiental Aplicable

LEY PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LA BIODIVERSIDAD

TÍTULO I

DEL OBJETO Y PRINCIPIOS DE LA LEY

Capítulo II

De los Principios Básicos

Artículo 5.- La Ley para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad se regirá por los siguientes principios básicos:

a) **Acceso social.** - La formulación, aplicación y seguimiento de políticas, programas y proyectos de conservación y uso sustentable de la biodiversidad deben contribuir a incrementar el acceso social a bienes y servicios ambientales de una manera sustentable y equitativa, promoviendo estrategias que reduzcan desigualdades e inseguridad social y prevengan conflictos.

f) **Participación, cooperación y descentralización.** - La gestión de la conservación y la utilización sustentable de la biodiversidad y sus funciones tendrá un enfoque ecosistémico e intersectorial y deberá ser realizada en forma desconcentrada y descentralizada, promoviendo la participación, coordinación y cooperación con el sector gubernamental y la sociedad civil en todos sus niveles.

l) **Uso potencial.** - El uso, manejo y comercio de los recursos biológicos, será autorizado de acuerdo con criterios técnicos y científicos que aseguren su conservación a través de su utilización sustentable, tomando en consideración su finalidad científica o comercial y asegurando la distribución equitativa de beneficios derivados de su utilización.

Capítulo II

De las competencias y responsabilidades de otras instituciones

Artículo 9.- Son obligaciones de las instituciones del Estado y de las del Régimen Seccional Autónomo o Dependiente, las siguientes:

c) Respetar y asegurar el cumplimiento de esta Ley y de las normas que dicte el Ministerio del Ambiente, en todas las actividades que ejecuten, autoricen, supervisen y controlen dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y otras relacionadas con la gestión integral de la biodiversidad;

TÍTULO III

DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Capítulo II

De la Conservación Ex Situ

Artículo 51.- El Estado fortalecerá la conservación de la biodiversidad silvestre ex situ como complemento de la conservación in situ y en la medida que se recuperen las poblaciones silvestres en su medio natural en condiciones controladas y documentadas. Serán objeto prioritario de conservación ex situ las poblaciones, razas o variedades y el material genético que:

b) Representen un valor estratégico científico o económico, actual o potencial.

Sean aptas para el cultivo, domesticación o mejoramiento genético de las mismas, o que hayan sido objeto de mejoramiento, selección, cultivo y domesticación;

Capítulo III

De la Recuperación, Rehabilitación y Restauración de la Biodiversidad y sus Funciones

Artículo 58.- El Estado, a través de las entidades públicas y privadas, incentivará la investigación técnica y científica orientada a diseñar y ejecutar procesos de conservación, recuperación, rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados y de especies amenazadas de extinción.

TÍTULO IV

DEL USO SUSTENTABLE DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS FUNCIONES

Capítulo I

De la Utilización Sustentable de la Biodiversidad

Artículo 63.- El uso sustentable de la biodiversidad es el aprovechamiento extractivo o no extractivo de las poblaciones silvestres y cultivadas, sus elementos constitutivos y productos derivados, tanto en su medio natural como en cautiverio. El uso sustentable de la biodiversidad deberá:

a) Garantizar el mantenimiento y la regeneración de las especies dentro de sus parámetros biológicos y mantener las condiciones ecológicas necesarias para su subsistencia en forma natural;

b) Asegurar que las poblaciones de las especies utilizadas puedan seguir cumpliendo sus funciones ecológicas y que su utilización no altere la integridad, la composición y el funcionamiento del resto de la comunidad y del hábitat al cual pertenecen; y,

c) Propender a que los niveles de uso de las especies se basen en el conocimiento científico de sus características biológicas. Cuando este conocimiento no sea suficiente, su utilización

deberá basarse en el principio de precaución, considerando además los conocimientos tradicionales, las experiencias de otros países, y sobre otras poblaciones taxonómica y ecológicamente similares.

Capítulo II

De la Biodiversidad Silvestre Terrestre

Artículo 67.- Las actividades de cacería, captura, recolección y comercialización de especímenes, elementos constitutivos y subproductos de especies silvestres terrestres, en todo el territorio nacional estarán reguladas por el Ministerio del Ambiente el cual establecerá las especies, períodos, vedas totales o parciales, permanentes o temporales, áreas geográficas, armas e instrumentos permitidos y prohibidos, y demás requisitos para la ejecución de estas actividades de conformidad con lo establecido por esta Ley, su Reglamento General de Aplicación y otras regulaciones emitidas por el Ministerio del Ambiente. Estas actividades deberán contar con las respectivas autorizaciones otorgadas por el Ministerio del Ambiente, previo el cumplimiento de respectivos requisitos.

TÍTULO V

DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA BIODIVERSIDAD

Capítulo I

De la Investigación y el Monitoreo

Artículo 91.- El Estado, a través del Ministerio del Ambiente y en coordinación con las universidades, entidades públicas y privadas involucradas, definirá las prioridades de investigación científica para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. El Reglamento correspondiente definirá los requisitos y procedimientos para la realización de actividades de investigación sobre la biodiversidad en el país

Capítulo II

De la Información sobre la Biodiversidad

Artículo 95.- El Ministerio del Ambiente promoverá la recopilación, sistematización y difusión de la información sobre la biodiversidad para actividades de conservación, investigación, monitoreo y utilización sustentable, en coordinación con instituciones especializadas. El Ministerio de Ambiente fomentará la elaboración del Inventario Nacional de Biodiversidad que incluirá los registros existentes en herbarios, jardines botánicos, zoológicos, zoológicos, zoológicos, museos de historia natural, centros de rescate, y otros establecimientos; así como en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. El

Ministerio del Ambiente será el ente coordinador o punto focal nacional del Mecanismo de Facilitación de Información del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Influencia de los factores climáticos y edafológicos en la germinación y crecimiento de una especie

Según Auge (2007) El planeta Tierra está constituido por más del 70% de agua y el resto es masa continental. A lo largo de la historia, y por actividades antropológicas que se realizan en la corteza terrestre, la cobertura inicial de tipo vegetal, se ha visto reducida por la evolución del hombre y sus necesidades, por ejemplo: la necesidad de una vivienda de material resistente, de alimento que no implique el nivel de movilización de nuestros antepasados, de vestimenta y servicios básicos, estas necesidades propiciaron el inicio de actividades comerciales que ascendieron a industriales, esto como requisito necesitaba un área física donde implantarse, que a su vez no genere malestar en los pobladores, por esta razón las grandes industrias se ubican lejos de la ciudad, en ecosistemas con especies forestales y animales, además de servicios ecosistémicos que se ven afectadas por la actividad manufacturera de diversos productos.

Según El Ministerio de Ambiente (MAE) en su publicación del año 2015 titulada “Estadísticas de patrimonio natural”, representa entre sus mapas que el bosque nativo del Ecuador se ha visto reducido drásticamente desde 1990 hasta el año 2014 (última actualización), esto se debe a las nuevas modalidades de uso del suelo, actualmente se han tomado medidas como la reforestación, recuperación, rehabilitación y regeneración con la finalidad de reducir los impactos negativos generados por el deterioro ambiental, para poder realizar estas estrategias es primordial el conocimiento de las necesidades climáticas y edafológicas que requieren las especies, teniendo en cuenta el tipo de semilla y sus características internas para poder generar condiciones adecuadas para su germinación y posteriormente su óptimo desarrollo.

La germinación es un proceso mediante el cual una planta se desarrolla a base de semillas es decir que inicia desde la semilla hasta convertirse en una planta. Este proceso de germinación tiene diferentes etapas, que van desde; el desarrollo del embrión, etapa en la que la semilla debe obtener estructuras de resistencia o elementales, acumulación de las reservas alimenticias, en etapa la semilla acumula gran parte de alimentos de la planta especialmente en los cotiledones que son contenedores de alimentos para el embrión, en la etapa de maduración la semilla se seca y se separa de la conexión de la planta aquí la semilla es vulnerable a ciertos procesos naturales como son los climáticos y los edafológicos.

Los factores más importantes para la germinación son los siguientes; pH, contenido de nutrientes del suelo, la hojarasca, temperatura del suelo, luminosidad del sector. El pH se relaciona con la capacidad de tolerancia que tienen las plantas al manganeso y al aluminio contenidos en la solución del suelo. Según Souza Filho et al. (2001), la información disponible en la literatura sobre los efectos del pH en la germinación de semillas, son limitados y cuando se consideran los efectos sobre las malezas éstos son prácticamente inexistentes.

La hojarasca modifica la humedad del suelo y podría afectar la germinación de semillas y la supervivencia de plantas de regeneración. Los gases son fundamentales para la germinación de una semilla en especial para intercambio de oxígeno entre el embrión, es decir que las altas concentraciones de oxígeno favorecen al inicio de la germinación.

“Se puede dividir en cuatro fases: Fase I: La semilla se comienza a hidratar y comienza la respiración, Fase II: Comienza el glucólisis, y con ella la fermentación láctica y alcohólica, provocando un aumento en la producción de CO₂. Esta fase es de respiración aerobia, todavía independiente del O₂, Fase III: El glucólisis aumenta enormemente, y comienza el ciclo de Krebs y la cadena de transporte de electrones mitocondrial. Esta es la fase de respiración aerobia, es decir, dependiente de O₂, Fase IV: Desciende la respiración y envejecen los cotiledones” García, Gutiérrez, Naveda, Luisa y Valenzuela (s.f.) Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura et al. (2011) los rangos óptimos para la germinación de una semilla están entre 5-7 pH.

En cuanto al contenido de nutrientes del suelo es una característica química del suelo que es importante realizar análisis físico - químico para determinar condiciones de fertilidad y la disponibilidad de contenido de nutrientes en el suelo, así facilitar la germinación de la semilla de mejor manera.

La temperatura del suelo resulta ser una variable importante para la germinación ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación, se determina que la temperatura óptima es de 16 a 28 grados centígrados son las propicias, mientras que temperaturas menores o mayores inhiben la germinación.

Desde el punto de vista agronómico, la temperatura del suelo determina el momento de establecimiento de un cultivo (Hadas, 2004). La luminosidad es muy importante para la germinación en el suelo en algunas especies, mientras que en otras no están importante, esto quiere decir que algunas especies reaccionan al factor luminosidad por los fitocromos. Por

ejemplo, las semillas de las malezas manifiestan cambios de sensibilidad a la luz durante la permanencia en el suelo (Hadas, 2004).

Desde fines del siglo XVIII, se sabe que algunas semillas necesitan luz para germinar. (Botto,1998). Los factores de luminosidad sobre la ruptura de la dormición de las semillas dependen de la temperatura.

El crecimiento vegetal es un proceso donde se alargan los tejidos de las plantas, por ejemplo, la raíz, las hojas y el tallo, también en su maduración aparecen las flores y los frutos, inicialmente con la ayuda de sustancias y estructuras como el meristemo y el parénquima la planta puede desarrollarse.

Las plantas son susceptibles a los factores ambientales como luminosidad, temperatura y cobertura, estas influyen de manera negativa o positiva en el crecimiento de la planta y su absorción de nutrientes. Al ser las hojas los receptores de luz para realizar fotosíntesis, estas pueden modificarse de forma temporal, permanente o incluso heredar ciertas modificaciones en función de los factores ambientales como la disponibilidad de agua, luz, dióxido de carbono y adoptar formas que les sean útiles, por ejemplo, si su tasa de crecimiento es mayor escapan del sombreado, si es menor protegerán a sus tejidos jóvenes, si la talla foliar es grande tendrán tolerancia a la sombra, caso contrario sus hojas pequeñas tendrán tolerancia frente a la luz y la sequía. La temperatura es un factor beneficioso en primera instancia ya que favorece el crecimiento del tallo y de los frutos, pero por un tiempo determinado si se conoce que la planta puede usar la evaporación para alcanzar el equilibrio, pero si la temperatura excede el nivel aceptado por determinada especie, produce daños, el principal es la presencia potencial de patógenos en la hoja si el aire no se mueve. Para evitar esto debemos conocer la temperatura ambiental y de la planta, así como la humedad relativa para poder estimar el déficit de presión de Vapor (DPV), que es la diferencia de contenido de vapor de agua entre el aire y el punto de saturación. Cabe mencionar que cada especie tiene sus requisitos con respecto a factores climáticos y edafológicos por lo cual se ha podido evidenciar que ciertas especies, por ejemplo, el tomate se desarrolla de mejor manera cuando en el día reciben temperatura elevada y en la noche temperaturas bajas, esto beneficia a la planta ya que le permite ahorrar energía en la noche.

La luminosidad en conjunto con la temperatura permite que sea posible la fotosíntesis, proceso donde se toma CO_2 y se produce oxígeno, si la temperatura y la luminosidad están en equilibrio, la fotosíntesis se dará normalmente, pero si la temperatura incrementa su valor, la planta llegará a su punto de saturación y la absorción de CO_2 puede modificarse a

absorción de O₂ por la enzima RuBisCo, en la que se gasta energía. Debido a la naturaleza de las plantas, estas tienden a crecer en dirección a la luz, se dan cuenta de la orientación de la luz por medio de mecanismos como los gradientes de luz y el efecto lente, también la planta se dispone a la luz empleando la arquitectura foliar, el tamaño y área que ocupan las hojas, la emergencia de las hojas, ya que si emergen de forma simultánea es porque su entorno será de sombra, mientras que si la emergencia es continua el entorno es de luz. La cobertura vegetal es también un factor importante al momento de plantar una nueva especie, ya que está sujeta a peligros de diversa naturaleza, la amenaza principal es la competencia, ya que, al ser un miembro nuevo del ecosistema, debe luchar con raíces más grandes y árboles más grandes por luz y nutrientes. La presencia de cobertura vegetal en un área donde se quiere reforestar o rehabilitar es beneficiosa ya que indica que las condiciones del suelo son aptas para una nueva especie, lo que le brinda a la nueva planta posibilidades de supervivencia, en la cobertura vegetal encontramos sustratos y hormonas que posibilitan el crecimiento de las plantas, la cobertura vegetal puede ser orgánica, como por ejemplo, turba de musgo, corteza, o coco, pero también puede ser de origen inorgánico cuando se usa cascarilla de arroz, vermiculita o perlita. Según Bloodnik (2018). Los sustratos le permiten a la planta absorber nutrientes desde su raíz, para mantener la humedad al mismo tiempo que fija sus raíces, simultáneamente actúan dentro de la planta las fitohormonas, que son hormonas que participan en procesos como el crecimiento, formación de raíces adventicias, la absorción de nutrientes, etc. Según Raisman & Gonzalez (s.f.) las fitohormonas pueden ser de dos tipos: promotoras o inhibidoras, las hormonas promotoras son auxina, presente en mayor proporción junto al meristemo, gibelina, citocinina, proporciona la división celular, el etileno y otros, que se encuentran de manera libre o en conjunto con proteínas.

Es muy importante la germinación ya que de ella depende que muchas semillas broten y puedan crecer adecuadamente, para que esto ocurra deben cumplir con los siguientes factores el pH, la temperatura, luminosidad, hojarasca y contenido de nutrientes en el suelo, estos son factores determinantes para que se dé la germinación y el crecimiento, sin estas dos etapas no existe la planta.

Los requerimientos especiales de luminosidad y temperatura poseen un rango: de luminosidad desde un espectro visible hasta un azul, infrarrojo y violeta respectivamente, mientras que la temperatura óptima es de 16 a 28 grados centígrados, estos dos factores son importantes para la salida del estado de latencia que cada semilla requiere, en determinados casos.

La hojarasca y contenido de nutrientes modifican la humedad del suelo y fortalecen a la germinación de las etapas inicial hasta el crecimiento total de las plántulas a supervivencia de plantas de regeneración.

El pH es importante para la germinación, depende del lugar y la especie ya que unos necesitan mayor alcalinidad que otros, los rangos óptimos van entre 6 y 8.5 para mayor desarrollo de la semilla.

La temperatura en la que se desarrolla una planta, acompañada de la luz son factores importantes para su crecimiento ya que favorecen o ralentizan a la fotosíntesis, de acuerdo al nivel de exposición que se tiene, provocando su exceso el deterioro del sistema foliar y frustrando su crecimiento.

La cobertura vegetal es un determinante importante en temas de restauración ya que la vegetación ya establecida en un ecosistema se encuentra en ventaja de tamaño frente a especies recién establecidas, esto provoca gran competencia por luz y nutrientes, pero también influyen las soluciones químicas propias de cada planta, por ejemplo, el contenido de proteínas que puedan llegar a tener y la presencia de fitohormonas que inhiban o promuevan su crecimiento y estado, desempeñando funciones como herbicida, aumentar la calidad y tamaño de la fruta, y por otro lado, se debe considerar la naturaleza del sustrato presente, lo que garantizaría en conjunto una mayor posibilidad de sobrevivir.

Género Sterculia

Características ecológicas

Las especies integrantes de esta familia son alimento de larvas de algunos lepidópteros, y en especial de *Bucculatrix xenaula*, mismo que se identifica fácilmente por su tamaño reducido y alas que lo envuelven por completo al descansar, estos lepidópteros se alimentan de las hojas en la superficie cuando son adultos, mientras que en etapa de larva se alimentan del tejido foliar.

Sterculia colombiana

Características Botánicas

El género *Sterculia* pertenece a la familia Malvaceae, fue establecido por Linneus en 1753, orden Malvales. Según Encyclopedia of life (EOL, s.f.), la *Sterculia colombiana* es fotoautótrofa, sigue el camino fotosintético C3, es un árbol con una altura de 20 a 40 metros con hojas simples alternas de (10x7 cm) aproximadamente con nervios terciarios oblicuos, también presenta hojas palmarinervias en una etapa de su desarrollo, su flor es amarilla y

actinomorfa, mientras que su fruto es de tipo cápsula que sirve de alimento para: tucanes, loros, guatusas, sajinos y monos.

Usos

La madera proveniente de la *Sterculia colombiana*, se usa para la construcción de viviendas. Según La Organización Internacional de las maderas tropicales (ITTO, 2019), la resistencia de esta madera frente a degradación biológica es baja, pero no presenta dificultades para los tratamientos conservadores, sólo una ligera deformación al momento de secado.

Martínez (1998), en su libro “Etnobotánica de los Huaorani de Quehueiri-ono Napo-Ecuador” expone que la especie *Sterculia colombiana* es empleada para hacer las braceras de los cestos, construcción de canoas y entablado de viviendas.

Distribución

Según (Cardoso, D. et al. 2017) la especie *Sterculia colombiana*, habita en bosques tropicales y subtropicales húmedos de hoja ancha. Es común en bosques tropicales con menos de 800 metros sobre el nivel del mar. Se puede apreciar (**Figura 1**) la cantidad de individuos de *Sterculia colombiana* registrados hasta el año 2013 según EOL, donde se distribuyen de la siguiente forma: Ecuador 110, Perú 22 y Colombia 6, y también se identifican los lugares dentro del Ecuador continental donde se tiene registro de la especie *Sterculia colombiana*, siendo la región amazónica la de mayor acogida para la especie.

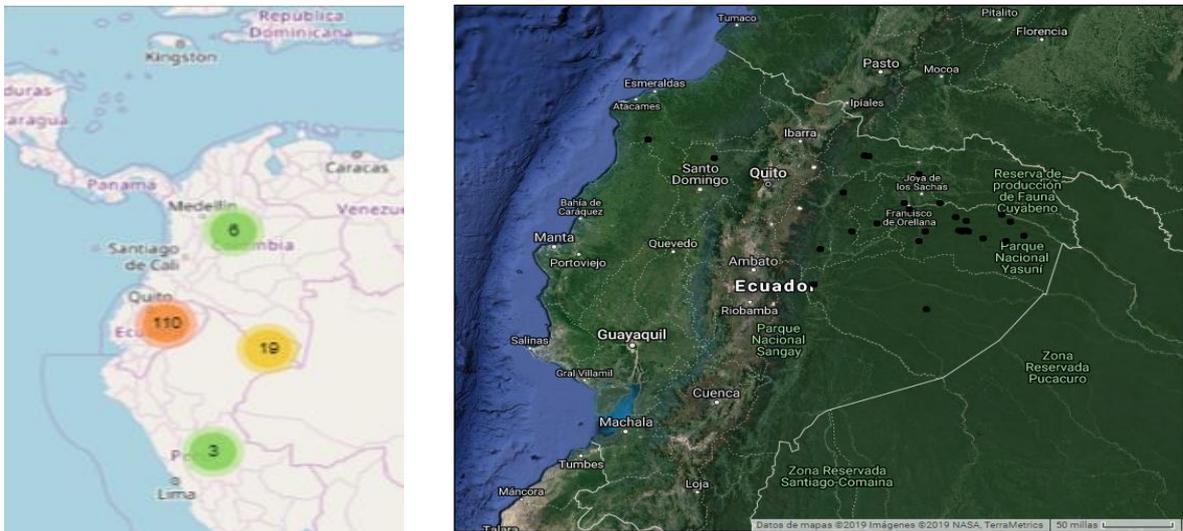


FIGURA 1 Distribución de la especie *Sterculia colombiana*, del lado izquierdo en América del sur y en el lado derecho en Ecuador continental

Fuente: Encyclopedia of life (EOL) y Flora web Ecuador – Árboles emblemáticos del Yasuní

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

El proyecto está ubicado en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), de la Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el cantón Arosemena Tola, en la provincia del Napo. La temperatura promedio durante el período de realización del proyecto fue de 23.3° C, mientras su precipitación promedio fue 181,6 mm/mes. Sus coordenadas en el sistema de coordenadas planas con proyección UTM zona 17 Sur con Datum WGS84 son las siguientes: parcela 6 S 177670 W 9862878, parcela 5 S 177713 W 9862855, parcelas 3 - 4 S 175465 W 9865221 y las parcelas 1 - 2 S 175435 W 9865261 en alturas de 540 y 640 msnm.

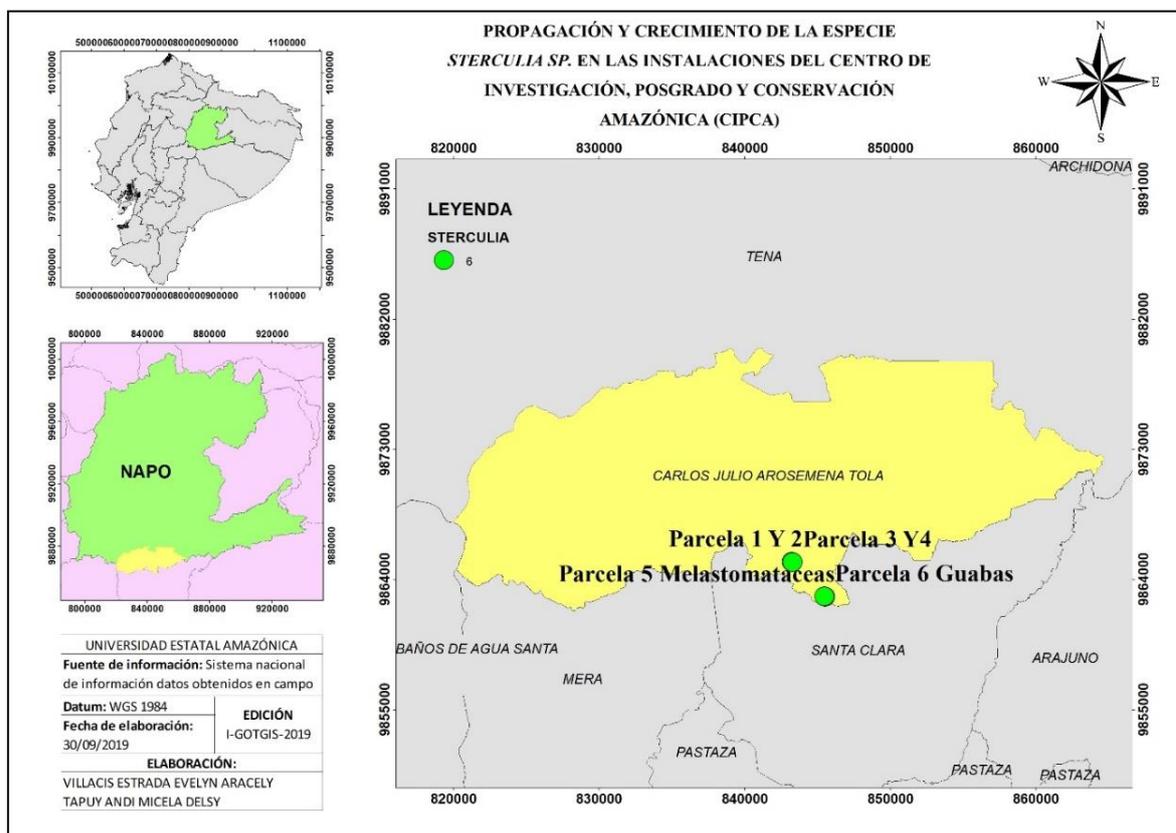


FIGURA 2 Mapa de localización de las parcelas de *Sterculia colombiana*

Elaborado por: Evelyn Villacis y Micela Tapuy



FIGURA 3 Vista satelital de la distribución de las parcelas 1, 2, 3 y 4 en bosque primario y las parcelas 5 y 6 en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA)

Elaborado por: Evelyn Villacis y Micela Tapuy

3.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación a emplearse: investigación de campo e investigación descriptiva correlacional, la misma que pretende describir variables meteorológicas y de suelo, que se relacionan con la germinación y crecimiento de las plantas de la especie *Sterculia colombiana*.

3.3. Métodos de Investigación

Se empleó el método deductivo, debido a la comparación de la influencia de las variables meteorológicas, y del suelo en el desarrollo de las plantas de la especie *Sterculia colombiana*. y el método analítico ya que se realizaron análisis entre las diferentes variables y su correlación con el crecimiento de las plantas.

3.4 Diseño de la Investigación

Recolección

Para el presente proyecto, se obtuvo el material de propagación mediante la colección de semillas de plantas de la especie *Sterculia colombiana*, que previamente fueron identificadas en una investigación realizada por el Doctor en Ciencias de la Vida Bolier Torres y su clasificación fue confirmada por el Director de Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Doctor David Neill, se recolectaron frutos caídos de la especie *Sterculia colombiana* de un árbol, posteriormente se los colocó bajo sombra hasta su maduración.

Tratamiento de muestras

Las semillas de la especie *Sterculia colombiana* fueron desinfectadas con fungicida CAPTAM®, polvoreándolas con una dosis de 1g/kg de semilla seca, en las semillas se midieron caracteres como: diámetro y longitud de la semilla.

Germinación

Las sesenta (60) semillas fueron trasladadas al invernadero de la lotización ElectroPastaza ubicado en la parroquia Tarqui, en seguida fue sembrada en bandejas de germinación cuyo contenido estaba compuesto de turba como sustrato de propagación. Se registraron los días desde la siembra hasta la emergencia de la planta, a partir de la emergencia de la planta se tomaron medidas cada siete días de la cantidad de plantas germinadas en cada réplica, así como los caracteres: altura de la planta, que se midió con una regla desde la base de la planta que sobresale del sustrato hasta la altura de la hoja más alta, el carácter del diámetro del tronco se tomó a la altura del cuello de la planta, fue medido con la ayuda de un pie de rey o calibrador vernier, también se registró el número de hojas, cantidad de luz, temperatura del sustrato y temperatura ambiental en cada uno de los límites de medición.

Una vez concluido el período de medición de 45 días en bandeja para la etapa de germinación, se procedió a estimar los estadísticos de velocidad de germinación relacionada con el tiempo en que se demoraron en germinar las semillas en cada una de las réplicas, vigor germinativo, dónde se expresa el porcentaje de plantas germinadas y los caracteres de crecimiento de la planta.

Para el análisis de los estadísticos de la germinación se empleará el programa INFOSTAT.

Plantación

Al alcanzar las 52 plantas una altura aproximada de 20 cm con lignificación adecuada, el 24 de abril del 2019 fueron trasladadas hacia el sitio de colecta, mismo que está ubicado en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica, donde se ubicaron en parcelas a modo de hileras con una distancia entre plantas de dos metros, en cada hilera se procedió a colocar un balizado marcado con pintura roja para la identificación de la planta, posteriormente se realizaron medidas dos veces al mes, registrándose los caracteres de temperatura ambiente, luminosidad, temperatura del suelo y altura del tallo.

Se caracterizó su crecimiento cada quince días, mismo que se empleó para determinar la media de crecimiento para cada tiempo de registro, y en función de esto el modelo de

crecimiento que tuvo la planta, para graficar este modelo se utilizó el programa TABLE CURVE 2D.

Suelo

El análisis físico-químico del suelo se ejecutó en el laboratorio de suelos de la Universidad Estatal Amazónica y se consideraron características de: textura, pH, contenido de nutrientes (carbono, fósforo, nitrógeno, calcio, magnesio, potasio) y densidad de raíces. Según (Balzarini *et al.*, 2008) estas variables permiten realizar el análisis de varianza, con el fin de estimar las variaciones existentes entre los factores facilitando una categorización de datos. Considerando lo que establece Gómez y Vidal (2007) en las parcelas en las se encuentra la especie *Sterculia colombiana* se realizó la recolección de muestras de suelo en cilindros de metal de 5,2cm de altura x 7,2 cm de diámetro, con el fin de analizar, la cantidad de carbono y materia orgánica presente en cada parcela, mediante el método de calcinación, la cantidad de nitrógeno en base al método Kjeldahl, la densidad de raíces aplicando la fórmula de NEWMAN, la textura de suelo mediante el método de Bouyoucos y el método Olsen para la determinación de fósforo, potasio, calcio y magnesio.

3.4.1 Cantidad de Carbono y Materia orgánica- Método de calcinación

La Cantidad de carbono se determinó mediante la aplicación del método de calcinación por LOI (Schulte & Hopkins, 1996), en el laboratorio de suelos de la Universidad Estatal Amazónica se procedió principalmente a moler y tamizar el suelo, separando mediante códigos en el registro de numeración de muestras que corresponden a las parcelas en donde fueron tomadas, luego se pesó un crisol de porcelana vacío en la balanza de marca Sartorius, posteriormente se añadió 5g de la muestra el suelo y se pesó nuevamente, las muestras ya pesadas se colocaron en la estufa a 105°C para eliminar la humedad, transcurridas 24 horas de este proceso se esperó a que se enfríen las muestras para ser llevadas a la balanza nuevamente.

Se llevaron las muestras al laboratorio de Bromatología para ser sometidas a 360 ° C durante dos horas en la mufla, una vez secas las muestras se pesaron por última vez en la balanza. Todos los datos fueron añadidos al registro del laboratorio de suelos.

Tabla 1 Medidas obtenidas en el Laboratorio de Suelos para la determinación de cantidad de carbono

Identificación	N° de muestra	Código en el laboratorio	PCRISOL	Pcrisol+ Muestra	Pcrisol+ Muestra	Pcrisol+ ceniza 105°
Parcela 6	1	2681	21,9158	27,0004	26,2995	24,9601
Parcela 5	2	2682	22,0968	27,3355	26,5669	24,8415
Parcela 4	3	2683	20,2955	25,2189	25,0766	24,7153
Parcela 3	4	2684	18,0987	24,0609	23,7518	23,0235
Parcela 2	5	2685	18,4553	23,4287	23,3100	23,0406
Parcela 1	6	2686	18,4553	23,4287	23,3100	23,0406

El cálculo se realiza por diferencia de peso en las distintas temperaturas.

Ecuación 1. Cantidad de materia orgánica

$$\% \text{ de materia orgánica} = ((\text{Peso } 105^{\circ}\text{C}) - (\text{Peso } 360^{\circ}\text{C}) * 100) / \text{Peso } 105^{\circ}\text{C}$$

Ecuación 2. Cantidad de carbono

$$\% \text{ de carbono} = \% \text{ de materia orgánica} * 0.58$$

3.4.2 Densidad de raíces- Fórmula de NEWMAN

La determinación de la densidad longitudinal de raíces resultó de la aplicación del método de NEWMAN (1965), mismo que consiste en dar valor numérico a la longitud de raíces de una muestra, en cada hilera de la especie *Sterculia colombiana* ubicadas en la parte baja (540 msnm) y alta (640 msnm) se procedió a extraer muestras del suelo, empleando cilindros de metal que fueron introducidos en el suelo hasta llenarse para ser secados y posteriormente trasladados en fundas plásticas hasta el laboratorio correspondiente en la Universidad Estatal Amazónica.

En los cilindros de metal se midieron: altura y diámetro interno para conocer el área de distribución de las raíces obtenidas en cada muestra, por otro lado, el suelo seco se desmenuzó cuidadosamente con el objetivo de separarlo de las raíces presentes, mismas que se midieron con la ayuda de una hoja de papel milimetrado, estimando así su longitud, también se valoró el número de intersecciones.

Ecuación 3. Longitud de raíces

Fórmula de NEWMAN (1965)

$$R = \frac{\pi * N * A}{2H}$$

Donde: R = Longitud de raíces (cm) N =Número de intersecciones A =Área del cilindro (cm²) H =Longitud total de las líneas de referencia (cm)**Ecuación 4. Volumen de la muestra**

$$V = (\text{Área del cilindro} * \text{Altura})$$

Ecuación 5. Densidad longitudinal de raíces

$$Lx = \frac{\text{Longitud de raíces (R)}}{\text{Volumen de la muestra (V)}} \text{ cm/cm}^3$$

Textura del suelo- Método de Bouyoucos

Para la determinación de textura se aplicó la metodología de Bouyoucos (1962). Se rotularon 6 vasos con el número de muestra respectivo, se añadieron 40 gr de la muestra de suelo y 100 ml de Calgón 5% por vaso, al transcurrir 24 horas se agitó cada muestra suavemente de manera circular para mezclar su contenido y pasarlo en un vaso metálico a la malteadora industrial durante 10 min, luego se trasladó el contenido a probetas de 1000 ml, reposó hasta que la espuma redujera y se aforó a 1000 ml con agua. Posteriormente se mezcló el contenido con el agitador durante 20 segundos por muestra, se tomaron datos del hidrómetro a los 40 segundos de su ingreso a la probeta y también del termómetro, este proceso se realizó con cada muestra y con el blanco, se dejaron en reposo durante 2 horas, transcurrido este tiempo se introdujo el termómetro y el hidrómetro para obtener los últimos datos de cada muestra que finalmente se añadieron en el registro del laboratorio.

Ecuación 6. Lectura corregida de textura del suelo

$$\text{Lectura corregida} = (Ltm \pm \text{factor de corrección}) - (LB \pm \text{factor de corrección})$$

Ecuación 7. % de arcilla

$$\% \text{ de arcilla} = (\text{Lectura corregida a las 2hrs} \times \frac{100}{\text{gramos muestra}})$$

Ecuación 8. % de arena

$$\% \text{ de arena} = 100 - \left(\text{Lectura corregida a los 40 s} \times \frac{100}{\text{gramos muestra}} \right)$$

Ecuación 9. % de limo

$$\% \text{ de limo} = 100 - (\% \text{ de arena} + \% \text{ de arcilla})$$

Determinación de pH

Para la determinación de pH se inició pesando 10 g de suelo, posteriormente se añadió 25 ml de agua destilada, cada muestra se agitó 5 min a 400 rpm, después reposó por 30 min, entonces se procedió a la calibración del Peachimetro en: 4, 7 y 10 para analizar las muestras, durante la lectura se agitó la muestra, cabe mencionar que el electrodo debía ser lavado y secado entre lectura de muestra y muestra.

Tabla 2 Valores de pH obtenidos con el Peachimetro

REGISTRO LAB.	IDENTIFICACIÓN	pH
2686	Parcela 1	4,22
2685	Parcela 2	4,43
2684	Parcela 3	4,11
2683	Parcela 4	4,36
2682	Parcela 5	5,22
2681	Parcela 6	5,28

Determinación de Nitrógeno total- Método Kjeldahl

El nitrógeno total se determinó debido al uso del método Kjeldahl (1883), la primera parte, de digestión que consistió en: emplear un blanco de proceso, pesar 0,2 g de suelo y 1.1 g de catalizador, en la sorbona se añadieron 3ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄), se colocaron las muestras en la plancha de calentamiento (precalentada a 100°C). Posteriormente y cada 45 minutos se procedió a agitar las muestras para evitar que el contenido se seque y se incrementó en 50 °C hasta los 400°C, con el fin de lograr una coloración verde azulado, luego se dejó enfriar y se añadieron 25ml de agua destilada en cada muestra.

La segunda parte del método consistió en trasvasar las muestras digestadas a tubos de digestión y colocar en el destilador, previa la verificación de que los recipientes de NaOH 10N, ácido bórico (H_3BO_3) al 2% y Agua destilada estén llenos, se seleccionó el método de lavado (2), seguidamente se recogió 100 ml de destilado (color verde claro), este destilado se recibió en 10ml de ácido bórico más 3 gotas de indicador (color vino), una vez en el proceso se verificó que dispense NAOH en el tubo de digestión y H_3BO_3 , se seleccionó el método 1 para destilar las muestras y finalmente se tituló con H_2SO_4 0,01 N. hasta que regrese al color original (violeta pálido).

Ecuación 10. Porcentaje de nitrógeno

$$N\% = \frac{(V - B) \times N \times 14}{PM \times 10}$$

Donde:

V = Volumen de ácido sulfúrico utilizado para titular la muestra

B = Volumen de ácido sulfúrico utilizado en la titulación del blanco

N = Normalidad exacta del ácido sulfúrico

14 = Peso equivalente del N

P = Peso de la muestra en gramos

10 = Factor para convertir a porcentajes

Determinación de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg)

La determinación de nutrientes (P, K, Ca y Mg) se realizó aplicando el método de Extracción Olsen (1982), consistió en pesar 2,5 g de suelo y añadir 25 ml de Solución Olsen, posteriormente se agitó la muestra durante 10 minutos a 400 rpm, luego se filtró la muestra empleando papel filtro N1, entonces se tomó una alícuota de 1ml del filtrado Olsen, a esta se le añadió 4ml de agua destilada y 5 ml de solución B (reactivos de color), esta mezcla reposó durante una hora bajo sombra y finalmente se leyó la absorbancia a una longitud de onda de 680 nm mediante el uso del Espectrofotómetro de marca Thermo scientific.

Pasos para la preparación de Solución de Olsen

1. Disolver 37,2 g de EDTA (Sal disódica etilendinitrilo) en agua destilada y desmineralizada.
2. Disolver 420g de Bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en agua destilada y desmineralizada, parcialmente en pequeños volúmenes (1000 ml), hasta la completa disolución del NaHCO_3 .
3. Mezclar las dos soluciones antes mencionadas y llevar a volumen de 10 litros con agua destilada y desmineralizada.
4. Corregir el pH a 8,5 con NaOH 10N o HCL 1N y guardar la solución en un frasco de polietileno.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

4.1 Porcentaje de germinación:

La (**Figura 4**) resume el porcentaje de germinación con una media, donde comienza a germinar a los 5 días 11% de vigor germinativo y que alcanza su máximo porcentaje a los 21 días con el 86 % de vigor germinativo.

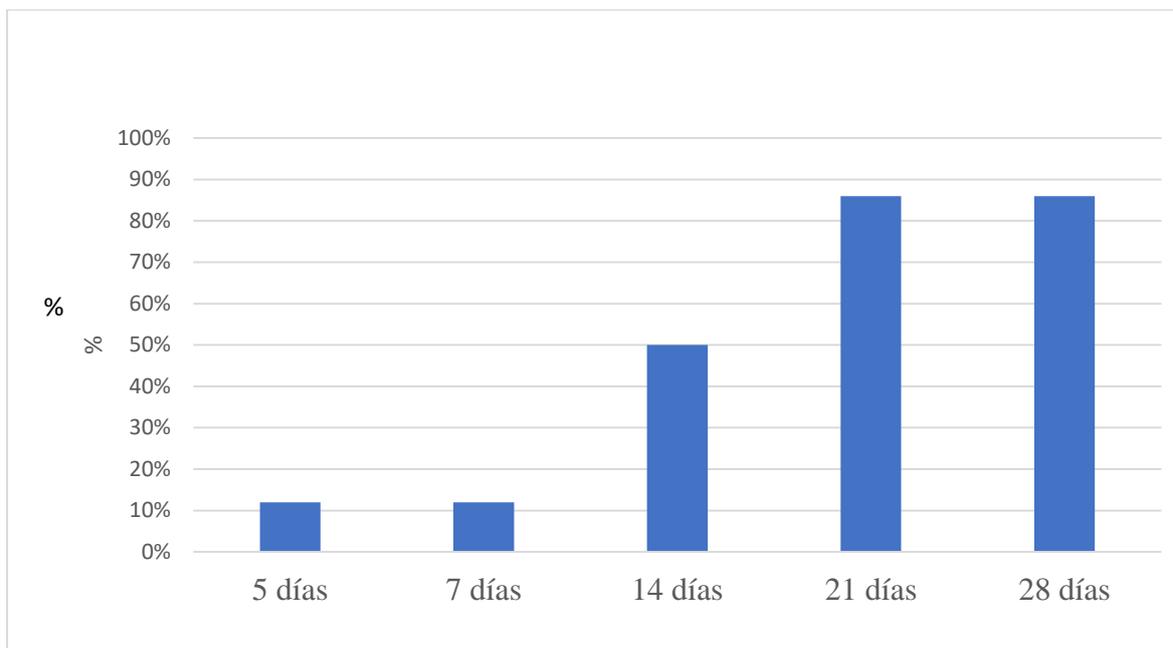


FIGURA 4 Porcentaje de germinación en las 6 parcelas que contempla la investigación.

4.2 Curva de crecimiento:

4.2.1 Curva de crecimiento (altura)

En la (**Figura 5-P1**) se identificó que la parcela 1 de la especie *Sterculia colombiana* tiene un incremento de 10,7 cm de altura en un período de tiempo de 216 días, las misma que comprenden la tasa de crecimiento de 0,0495 cm/día desde el primer día hasta los 216 días.

En la (**Figura 5-P2**) se identificó que la parcela 2 de la especie *Sterculia colombiana* tiene un incremento de 23,98 cm de altura en un período de tiempo de 216 días las misma que comprenden la tasa de crecimiento a los 50 días de 0,06cm/día mientras que los 150 días tiene una tasa de crecimiento de 0,0773cm/día y a los 216 días la tasa de crecimiento es de 0,241cm/día.

En la (**Figura 5-P3**) se identificó que en la parcela 3 de la especie *Sterculia colombiana* existe un incremento de 12 cm de altura en un período de tiempo de 216, comprenden la tasa

de crecimiento a los 50 días de 0,0132cm/día mientras que los 150 días tiene una tasa de crecimiento de 0,053cm/día y a los 216 días la tasa de crecimiento es de 0,091cm/día.

En la **(Figura 2-P4)** se identificó que la parcela 4 de la especie *Sterculia colombiana* tiene un incremento de 9,97 cm de altura en un período de tiempo de 216 días las misma que comprenden la tasa de crecimiento de 0,047 cm/día desde el primer día hasta los 216 días.

En la **(Figura 2-P5)** se identificó que la parcela 5 de la especie *Sterculia colombiana* tiene un incremento de 21 cm de altura en un período de tiempo de 216 días las misma que comprenden la tasa de crecimiento a los 50 días de 0,022cm/día mientras que los 150 días tiene una tasa de crecimiento de 0,06 cm/día y a los 216 días la tasa de crecimiento es de 0,165cm/día.

En la **(Figura 2-P6)** se identificó que la parcela 6 de la especie *Sterculia colombiana* tiene un incremento de 14,6 cm de altura en un período de tiempo de 216 días las misma que comprenden la tasa de crecimiento a los 50 días de 0,0158cm/día mientras que los 150 días tiene una tasa de crecimiento de 0,062 cm/día y a los 216 días la tasa de crecimiento es de 0,114cm/día.

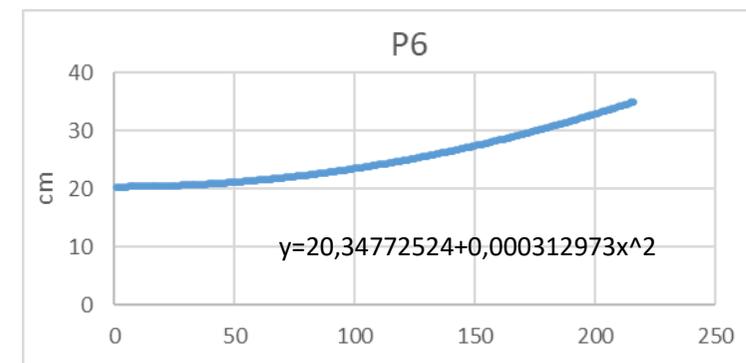
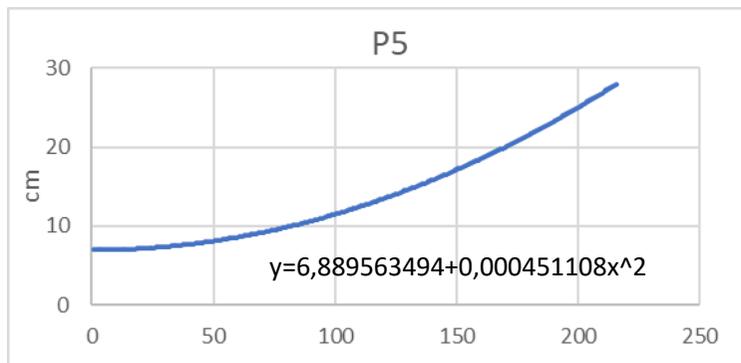
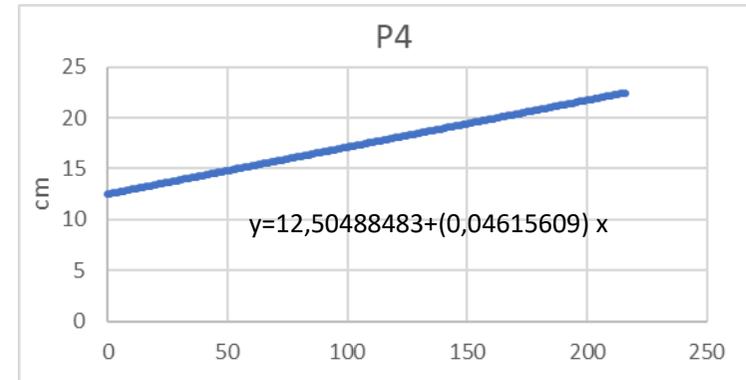
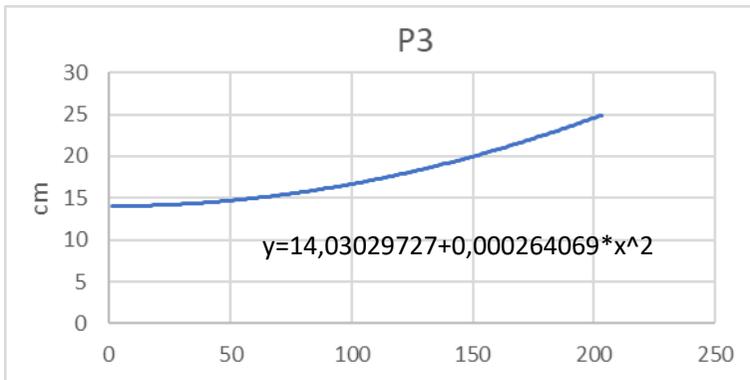
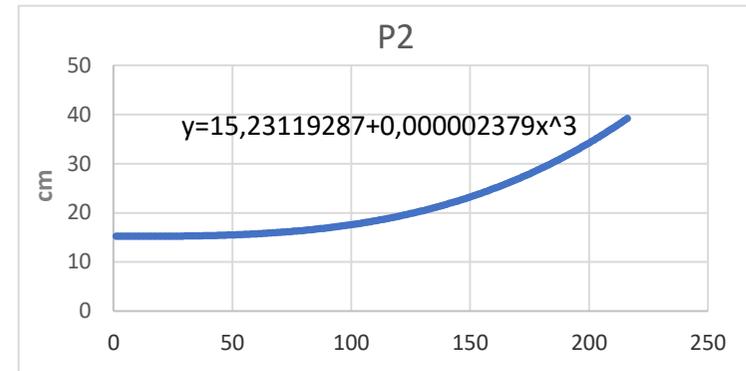
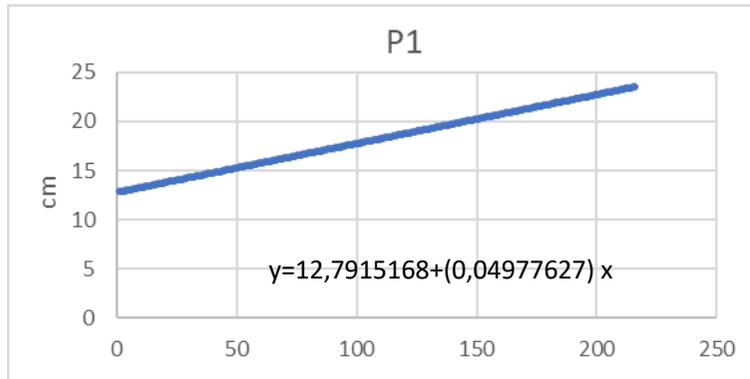


FIGURA 5 Curvas de crecimiento de altura de cada parcela estudiada

4.2.2 Curva de crecimiento (diámetro)

En las parcelas 1 y 2 no se realizaron las mediciones los días que hubo presencia de precipitación, esto resultó en la falta de puntos necesarios (mínimo 3) para la elaboración de la curva.

En la (**Figura 6-P3**) se identificó que en la parcela 3 de la especie *Sterculia colombiana* se tiene un incremento de diámetro de 6,2 mm en un período de tiempo de 216 días, comprenden la tasa de crecimiento a los 50 días de 0,06mm/día mientras que los 150 días tiene una tasa de crecimiento de 0,027mm/día y finalmente a los 216 días la tasa de crecimiento es de 0,048mm/día.

En la (**Figura 6-P4**) se identificó que en la parcela 4 de la especie *Sterculia colombiana* se tiene un incremento de diámetro equivalentes a 20,9 mm en un período de tiempo de 216 días, considerando la tasa de crecimiento a los 50 días de 0,022mm/día mientras que los 150 días tiene una tasa de crecimiento de 0,09 mm/día y finalmente a los 216 días la tasa de crecimiento es de 0,163 mm/día.

En la (**Figura 6-P5**) se identificó que en la parcela 5 de la especie *Sterculia colombiana* se tiene un incremento de diámetro equivalentes a 9,61mm en un período de tiempo de 216 días que comprende la tasa de crecimiento a los 50 días de 0,0104mm/día mientras que los 150 días tiene una tasa de crecimiento de 0,0411mm/día y finalmente a los 216 días la tasa de crecimiento es de 0,0754mm/día.

En la (**Figura 6-P6**) se identificó que en la parcela 6 de la especie *Sterculia colombiana* se tiene un incremento de diámetro equivalentes a 7,6 mm en un período de tiempo de 216 días, comprende la tasa de crecimiento a los 50 días de 0,008mm/día mientras que los 150 días tiene una tasa de crecimiento de 0,033mm/día y finalmente a los 216 días la tasa de crecimiento es de 0,059 mm/día.

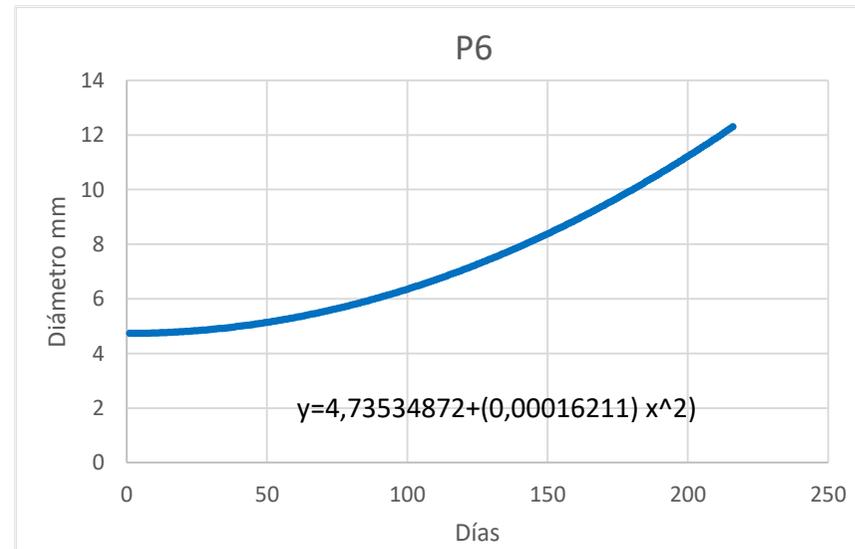
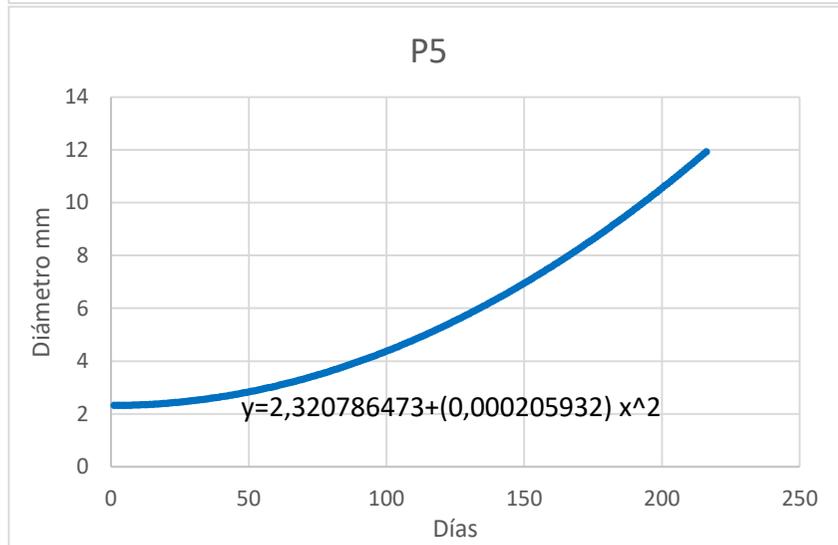
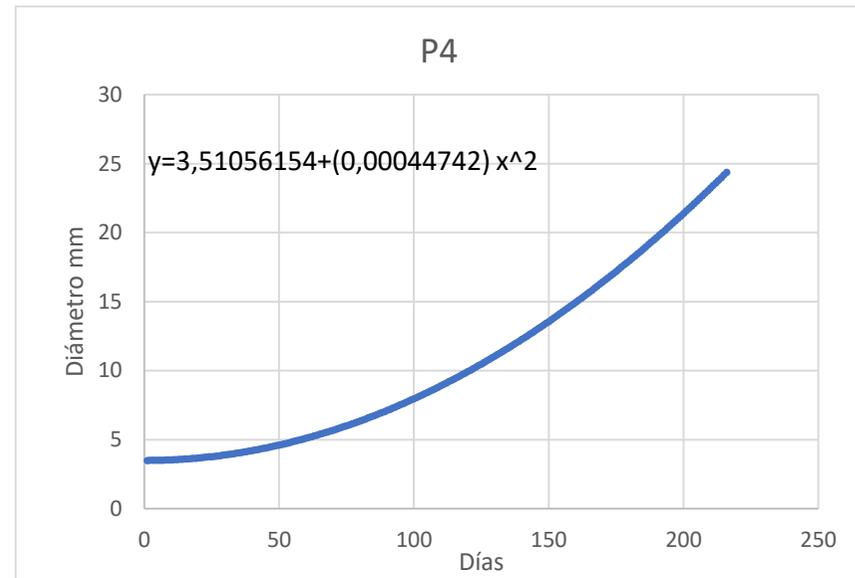
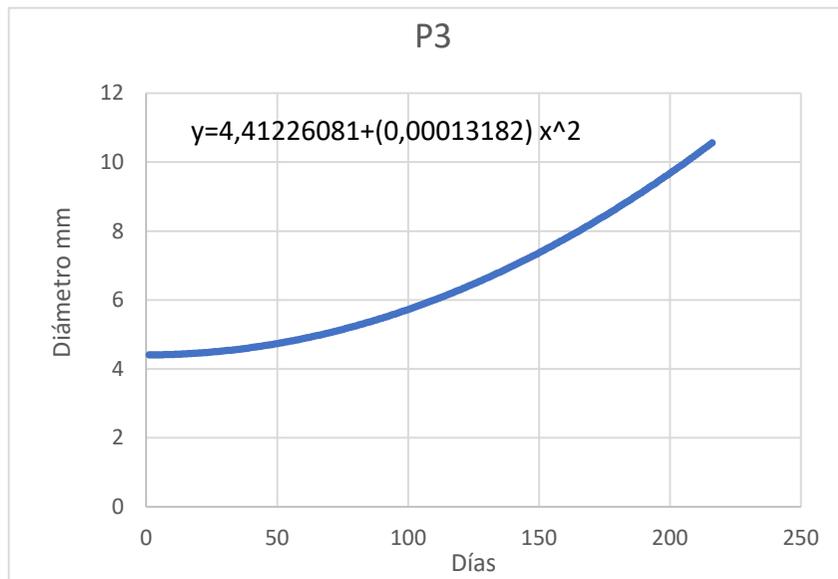


FIGURA 6 Las curvas de crecimiento con respecto al diámetro de las parcelas 3,4,5 y 6 de la especie *Sterculia colombiana* se representan con: p3, p4, p5 y p6 respectivamente.

Parámetros meteorológicos

Las figuras que tienen como título la letra “A”, representan a las mediciones tomadas en las parcelas 1,2,3 y 4, mientras que las figuras que tienen como título la letra “B”, representan a las mediciones tomadas en las parcelas 5 y 6.

Precipitación

La precipitación de las parcelas de la especie *Sterculia colombiana* ubicadas en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), de la Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el cantón Arosemena Tola, en la provincia del Napo, se obtuvo del sitio web de la Red de estaciones automáticas hidrometeorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), específicamente de la estación ubicada en la ciudad del Tena perteneciente a la Universidad Regional Amazónica IKIAM.

La precipitación promedio registrada es de 181,6 mm/mes, el valor más elevado se obtuvo en el mes de octubre con 305,8 mm/mes, mientras que los registros más bajos constan en los meses de septiembre con un valor de 89,2 mm/mes y diciembre con un valor de 50,6 mm/mes.

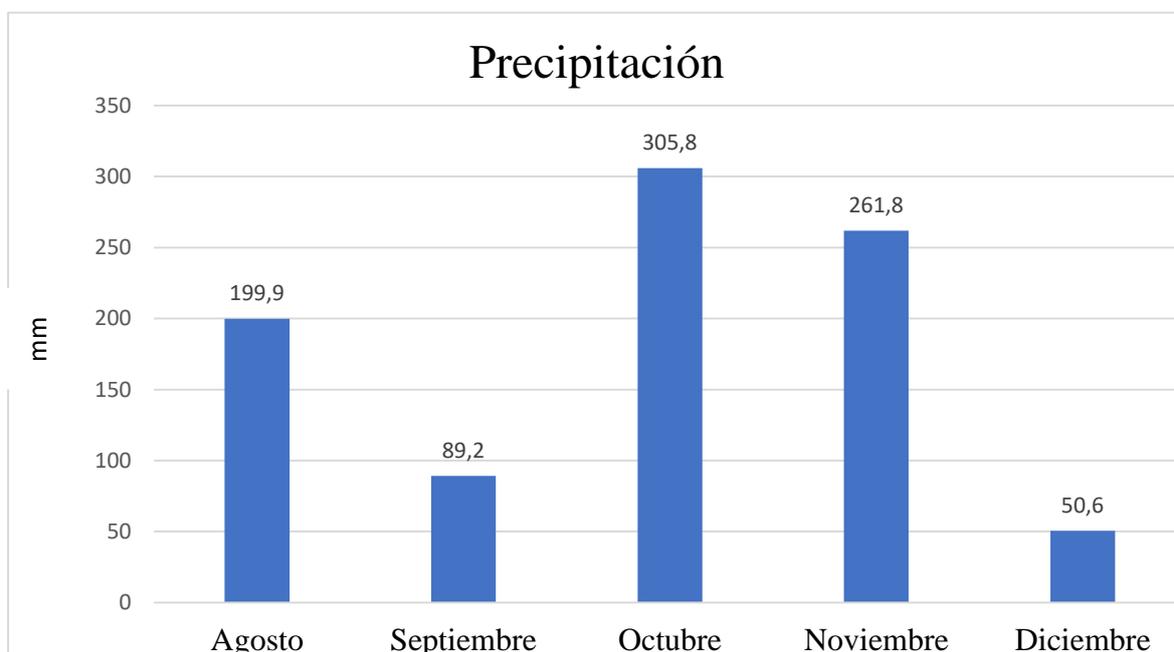


FIGURA 7 Se representan los valores de precipitación mensuales en el sector donde se encuentra plantada la especie *Sterculia colombiana*.

Temperatura

La temperatura se tomó con un termómetro ubicado en lugares estratégicos de la parcela 4 de bosque primario, y en la parcela 6 guabas.

En la **(Figura A)** la temperatura promedio fue de 22,9 °C, el registro más alto es de 25 °C en septiembre, mientras que el más bajo es de 20,1 °C en agosto en las parcelas de bosque primario.

En el **(Figura B)**, el valor más elevado se registró en mayo con 27 °C, mientras que 21,7°C el valor más bajo se registró en julio, su temperatura promedio fue de 24,5°C.

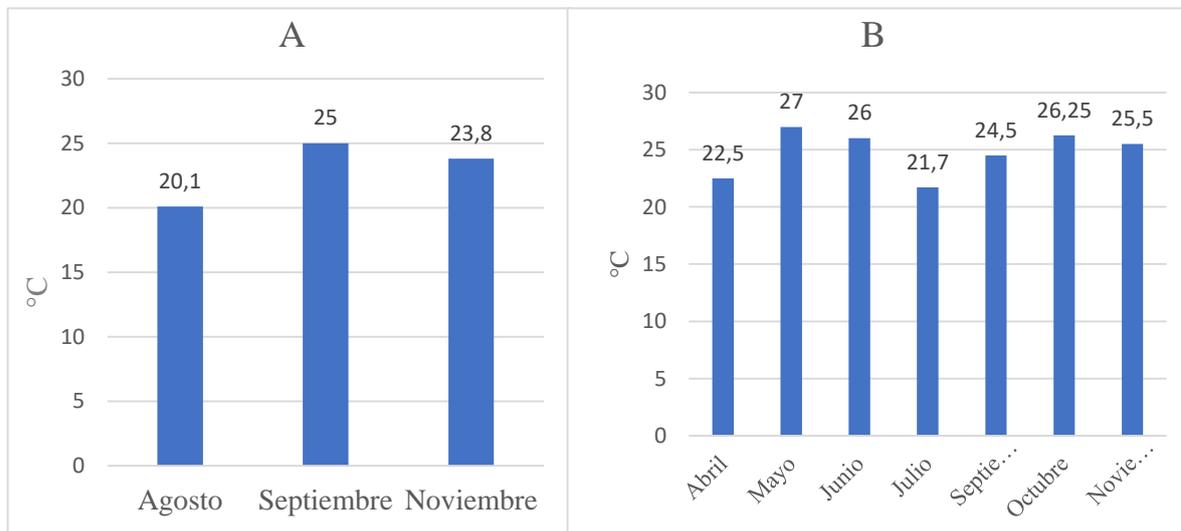


FIGURA 8 Se representan las temperaturas promedio de los meses de medición.

Geotemperatura

La geotemperatura se midió introduciendo un termómetro de suelo en el sustrato, en la parcela 4 de Bosque primario y la parcela 6 de guabas.

En la **(Figura A)** se refleja los registros de geotemperatura con relación al mes de medición, se obtuvo que la temperatura mayor se alcanzó el mes de julio con 22,5°C, a diferencia del mes de agosto donde la temperatura alcanzó 20,6 °C, siendo este el valor más bajo registrado.

En la **(Figura B)** se refleja la diferencia de geotemperatura mensual en el período de medición, la temperatura mayor se alcanzó el mes de octubre con 30,5°C, a diferencia del mes de junio donde la temperatura alcanzó 22,5 °C, siendo este el valor más bajo registrado.

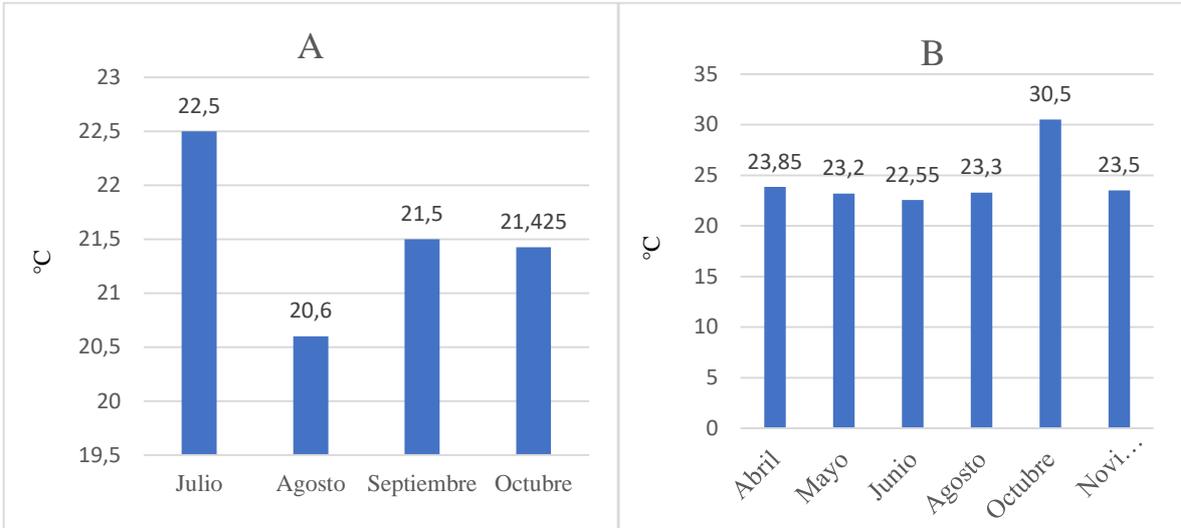


FIGURA 9 Se representa la geotemperatura promedio de los meses de medición.

Luminosidad

La luminosidad de las parcelas estudiadas se registró mediante el uso del luxómetro medidor digital. Se observa (**Figura A**) un incremento de luz en el mes de agosto, equivalente a 1863 lux, mientras que en el mes de septiembre el resultado fue de 1795 lux. En el (**Figura B**) se refleja en el mes de septiembre 1402 lux, mientras que en el mes de octubre la luminosidad decreció a 356 lux.

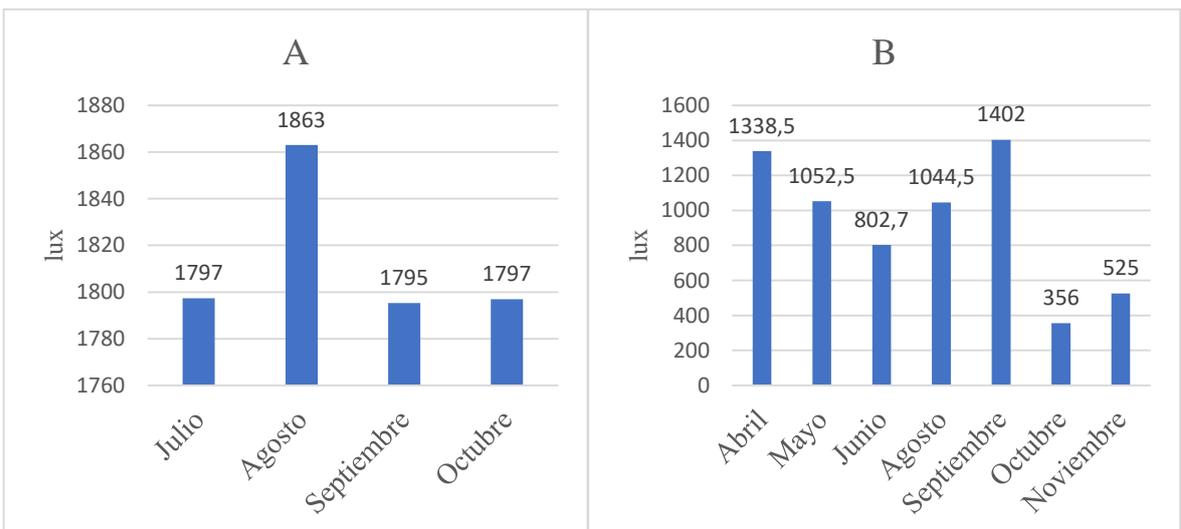


FIGURA 10 Se representa la luminosidad promedio de los meses de medición.

Cantidad de Carbono

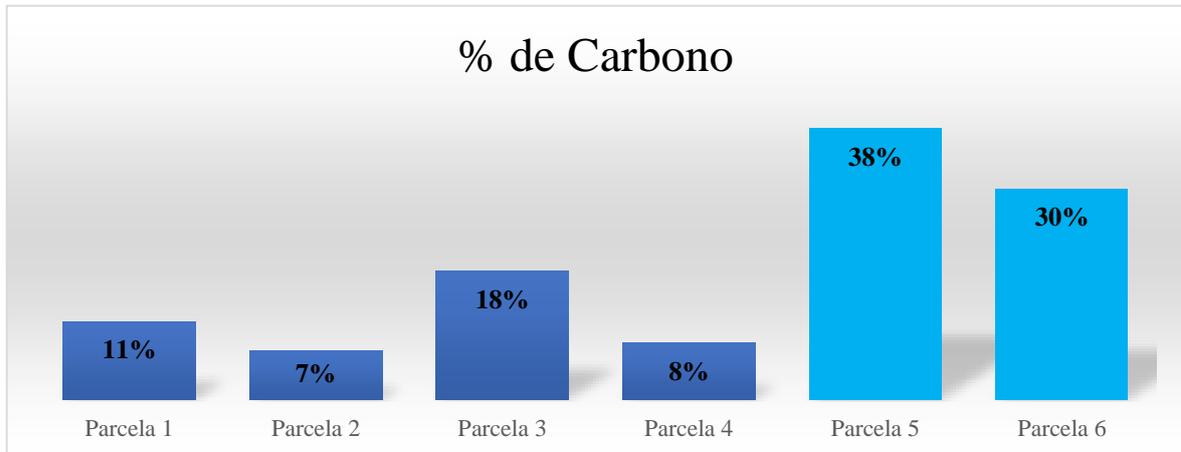


FIGURA 11 Valores de carbono en cada parcela

En la (**Figura 11**) se puede visualizar los valores registrados en cada parcela de *Sterculia colombiana*, referente a la cantidad de carbono que posee, identificamos entonces a la parcela 5 con el valor más elevado de 38%, mientras que el valor más bajo se encuentra con 7% en la parcela 2.

Materia Orgánica

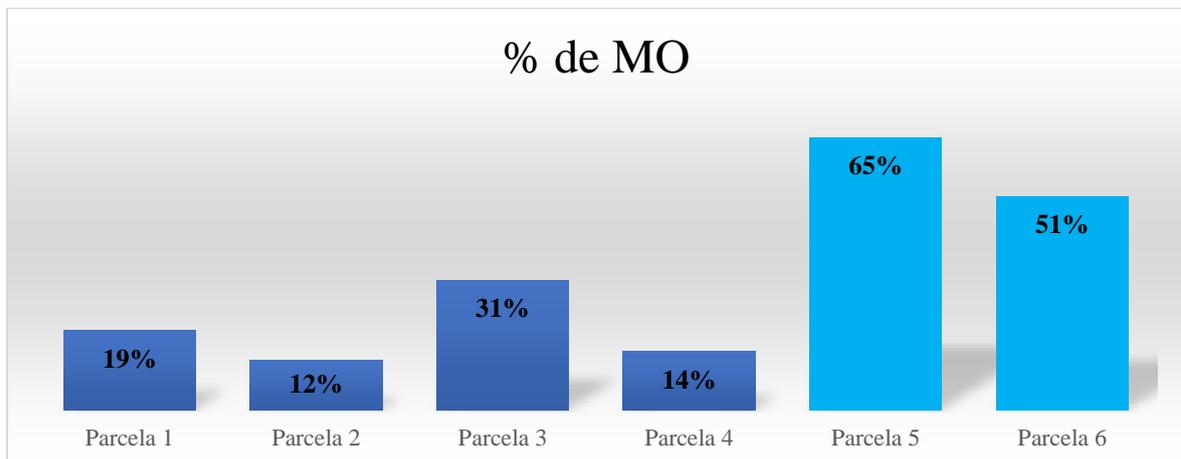


FIGURA 12 Porcentaje de materia orgánica en cada parcela

En la (**Figura 12**) se expresa el porcentaje de materia orgánica en cada parcela de *Sterculia colombiana*. Como resultado se obtiene que la parcela 5 registra 65%, siendo el valor más alto, mientras que el valor más bajo se obtuvo en la parcela 2 con 12%.

Densidad de raíces

En la (**Figura 13**) se identifica de entre las parcelas de *Sterculia colombiana* estudiada, a la parcela con el valor más bajo, la parcela 3 con 0,032 cm/cm³, mientras que el valor más elevado se encuentra en la parcela 5 con 0,325 cm/cm³.

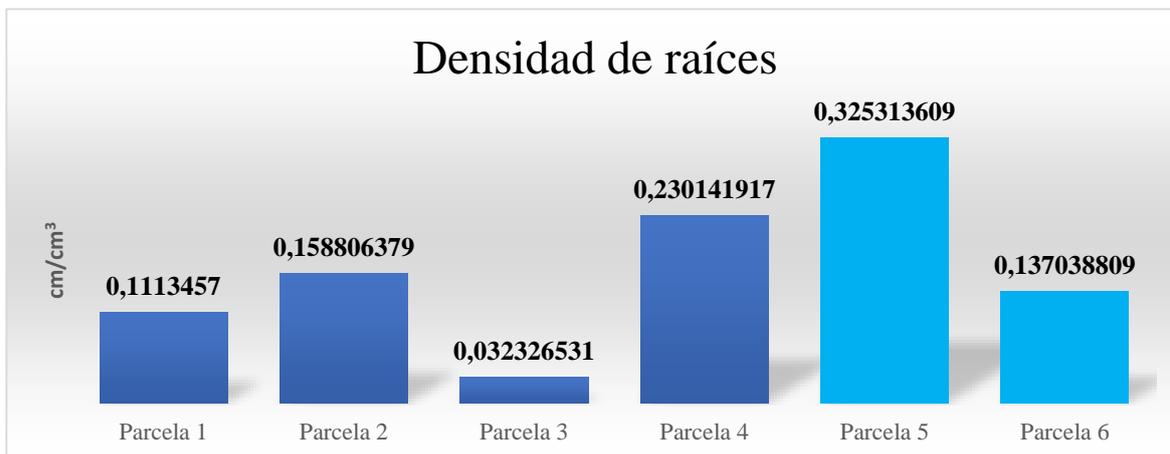


FIGURA 13 Densidad de raíces por parcela

Textura

En la (**Figura 14**), se puede apreciar que la arena, arcilla y el limo, están presentes en todas las parcelas, en las parcelas 1 y 3 abunda la arena, pero esta no sobrepasa el 62 % en su contenido, en las parcelas 4 y 5 también está presente la arena con valores de aproximadamente el 50%, mientras que en la parcela 2 la arena llegó al 29%, ya que en esta el contenido que predomina es la arcilla con 38 %, con estos resultados se observa que la textura que predomina en el suelo del área de estudio es de tipo franco.

Tabla 3 Textura identificada en cada parcela, bajo el sistema (USDA)

PARCELA	TEXTURA	PARCELA	TEXTURA
1	Franco arcilloso arenoso	4	Franco arenoso
2	Franco arcilloso arenoso	5	Franco
3	Franco arcilloso	6	Franco arcilloso arenoso

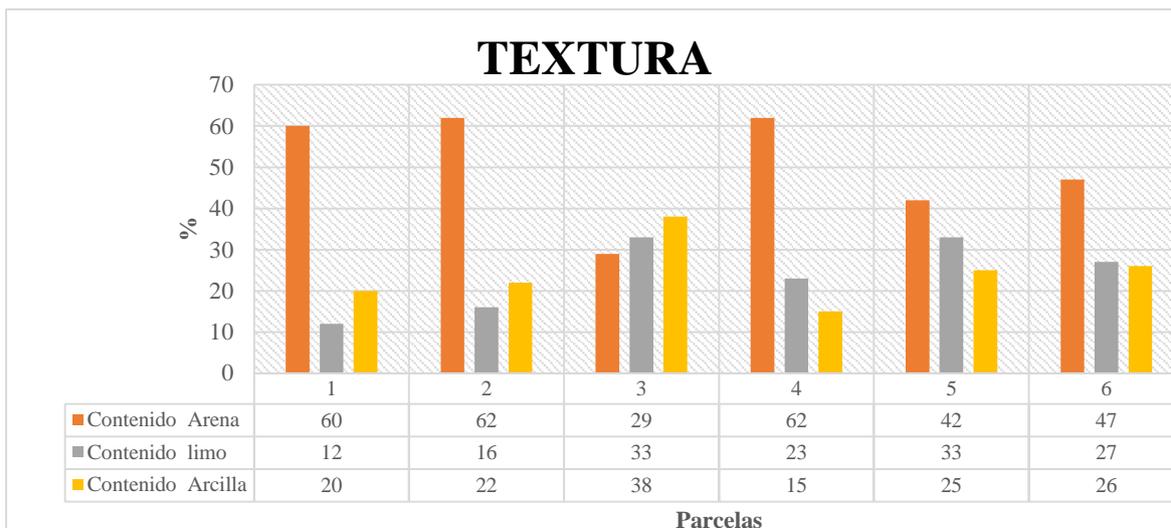


FIGURA 14 Contenido de arena, limo y arcilla en cada parcela

Nitrógeno total

En la (**Figura 15**) se observa que en la parcela 3 el nitrógeno está en mayor cantidad que en las demás parcelas, con un 1,20 %, mientras que la parcela 4 que también se encuentra dentro del bosque primario registra un 0,24% de este nutriente, por otro lado, en la parcela 5 que se encuentra a 540 msnm al igual que la parcela 6, se registra un porcentaje de 0,62%, mayor al de la parcela 6 que cuenta con 0,27% de nitrógeno.

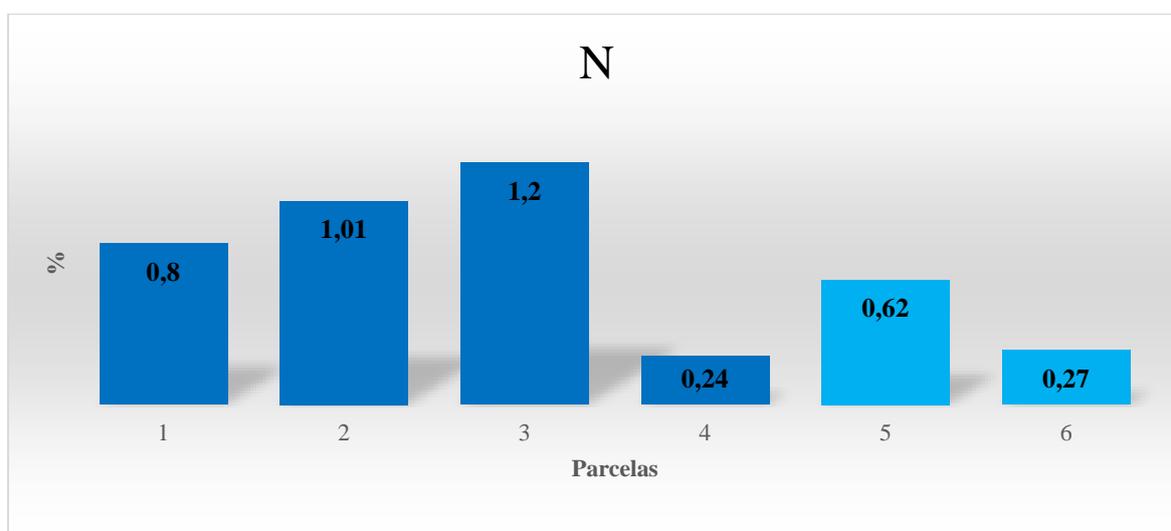


FIGURA 15 Cantidad de nitrógeno por parcela

Fósforo (P)

En la (**Figura 16**) se visualiza que en la parcela 6 se cuenta con 39 ppm de fósforo, mientras que la parcela 5 tiene tan sólo 8ppm de este nutriente, a diferencia de las parcelas de bosque primario donde la parcela 1 tiene 8,1 ppm de fósforo, siendo el valor más bajo, y la parcela 3 cuenta con 23 ppm, siendo la de mayor en esta área.

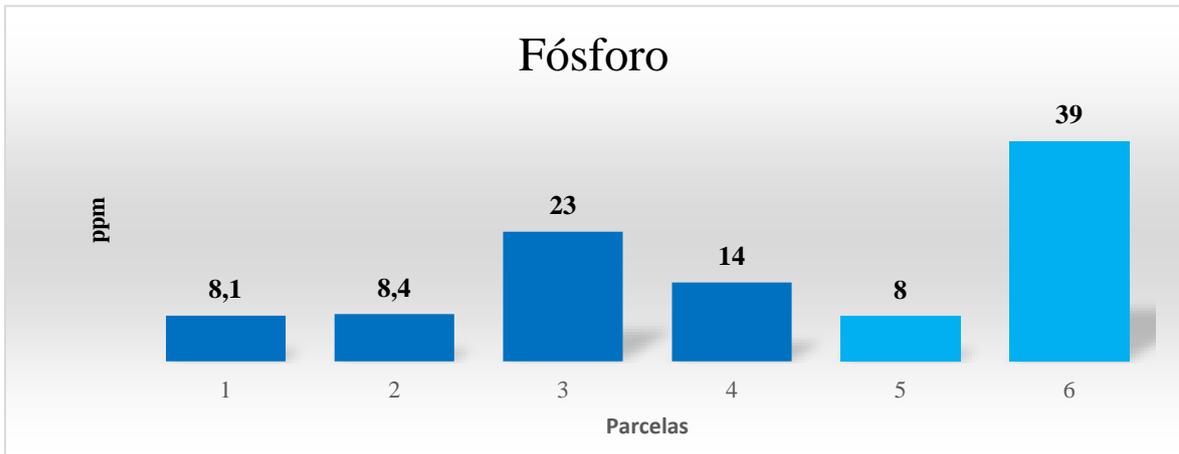


FIGURA 16 Contenido de fósforo por parcela

Nutrientes (K, Ca y Mg)

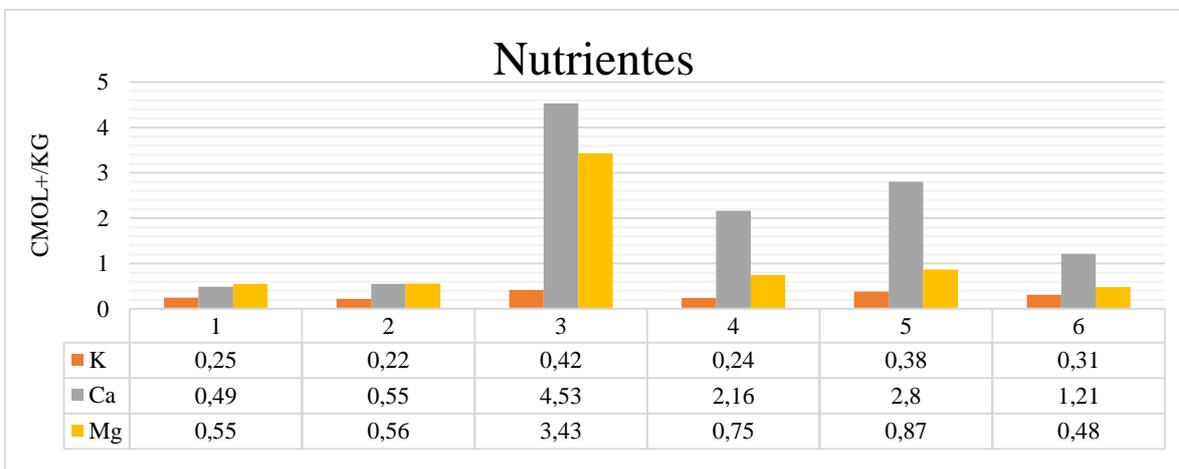


FIGURA 17 K, Ca y Mg por parcela

Se puede observar en la (**Figura 17**) que la parcela 3 tiene la mayor concentración de nutrientes de entre todas las parcelas estudiadas, ya que cuenta con 0,42 cmol+/kg de k, 4,53 de Ca y 3,43 de Mg, por otro lado, la parcela 2 con valores más bajos, alberga 0,22 cmol+/kg de k, 0,55 de Ca y 0,56 de Mg.

pH

En la (*Figura 18*) se encuentran los diferentes valores de pH correspondientes a cada parcela, la parcela 6, tiene el valor más alto de pH con 5,28 , por otro lado, la parcela 3 posee el valor más bajo con 4,11 de pH.

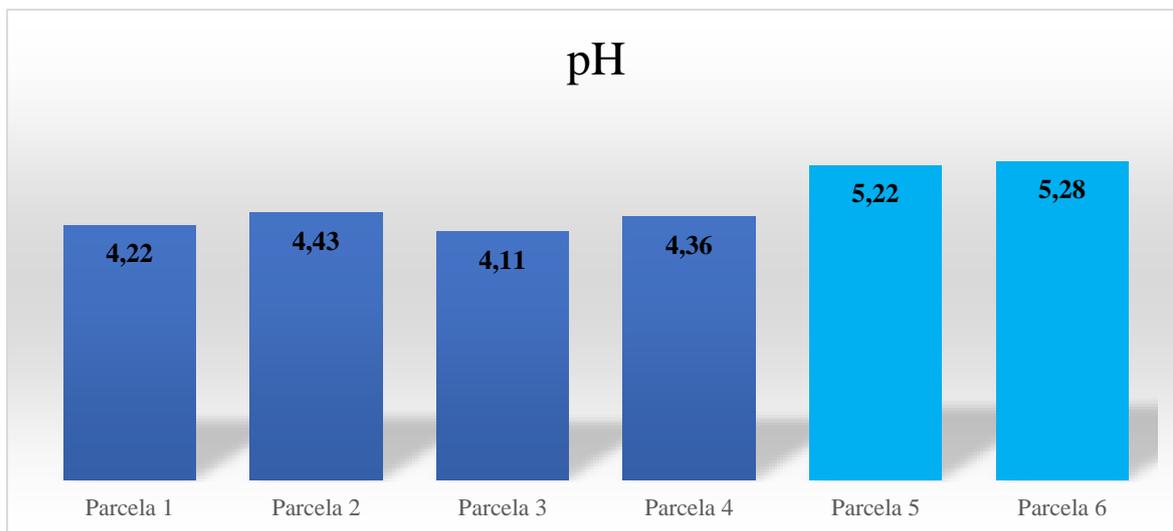


FIGURA 18 pH por parcela

Discusión

En las parcelas 1 y 4 (Figura 5 A y D) el incremento de geotemperatura y temperatura ambiente en el mes de septiembre, específicamente a los 150 días pudo haber influido en un aumento velocidad de crecimiento, reflejando una curva de crecimiento lineal. Según Lallana y Lallana (2004) afirman que "se caracteriza porque a períodos iguales de tiempo corresponden aumentos iguales de crecimiento".

La parcela 3, 5 y 6 (Figura 5 C, E y F) se observa que el incremento de la temperatura del suelo y temperatura ambiente tiene relación directa con el incremento del crecimiento, caracterizado por el cambio de la pendiente en el mes de septiembre a los 150 días, esta a su vez refleja una curva propia de ecuación cuadrática.

La parcela 2 (Figura 5 B) refleja una curva de crecimiento de naturaleza cúbica, su cambio de velocidad está relacionado con el incremento de la temperatura del suelo y temperatura ambiente que a su vez pudo haber influido en el incremento del crecimiento, identificado a los 150 días donde se observa el cambio de la pendiente.

Las parcelas 2, 4, 5 y 6 tuvieron una reducción de luminosidad con respecto al tiempo (Figura 10), esto pudo haber influido en el incremento de la tasa de crecimiento a los 216 días en comparación con las parcelas 1 y 3, que se mantuvieron con la misma tasa de crecimiento durante los 216 días de medición (Figura 5). Estos resultados indican que la *Sterculia colombiana* empezó a incrementar su altura cuando comenzó a competir por luz, elevó su tasa de crecimiento en condiciones de luz entre 7652,3 y 17973 lux, en relación a (Reátegui, 2005) la luz es uno de los factores que más afecta la supervivencia y crecimiento de las plántulas.

La parcela 1 (Figura 15) contiene 0,80% de nitrógeno total, pero con menor cantidad de fósforo, potasio, magnesio y calcio por lo que en esta parcela el crecimiento de los individuos es de 10,7 cm en los 216 días de estudio de la especie. Según (Pereira & *et ál.* 2011) los elementos nutritivos más importantes para el crecimiento de las plantas se clasifican, según su concentración en: macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) y micronutrientes (calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso) tienen la misma importancia que los macronutrientes en el crecimiento de los cultivos, a la falta de uno

estos micronutrientes por más reducido que se sea pueden afectar el desarrollo de las plantas (ley del mínimo).

La parcela 2 (Figura 15) tiene contenido de nitrógeno de 1,01%, se podría decir que en esta parcela los individuos tienen mayor crecimiento con 23,98 cm en los 216 días, debido a que el nitrógeno facilita el crecimiento de la especie, por ser uno de los principales macronutrientes. Según (FAO, 1992) una de las funciones más importantes del nitrógeno es la de tener una acción directa sobre el incremento de la masa seca porque favorece el desarrollo del tallo, el crecimiento del follaje y contribuye en la formación de frutos y granos. En cuanto al fósforo contiene 8,4 ppm lo facilita el crecimiento y normal desarrollo de los individuos. Según (FAO, 1992) El Fósforo (P), juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos.

La parcela 3 (Figura 15) es la que mayor contenido de nitrógeno se obtuvo 1,20% en cual se observa un crecimiento de los individuos 12cm en los 216 días. Según, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO, 1992) afirma que el Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Por otra parte, en la parcela 3 (Figura 17) contiene mayor cantidad de (K, Ca y Mg) lo que facilita a los procesos que permiten un mejor desarrollo y crecimiento de la especie *Sterculia colombiana*. Según (FAO, 1992) El Magnesio (Mg) es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol, Calcio (Ca) es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas y las plantas bien provistas con Potasio (K) sufren menos de enfermedades. En cuanto al fósforo en la parcela 3 contiene una cantidad de 23 ppm es decir que es óptimo para el crecimiento de los individuos. Cabe mencionar que, pese al alto contenido de Nitrógeno, la tasa de crecimiento no es alta en esta parcela, lo cual podría deberse al arrastre de sedimentos por la precipitación y la pendiente en la que está ubicada esta parcela, estos factores podrían ser causantes también de la elevada mortalidad en esta parcela.

El macronutriente N presente en el suelo de la parcela 4 presenta el valor más bajo 0,24% con respecto a las demás parcelas estudiadas, esta puede ser una de las razones de que en los individuos de esta parcela el incremento de altura haya sido de 9,97 cm en 216 días, por otro lado, en su contenido dominó el calcio (Ca) (Figura 17), que según (Littke y Zabowaki 2007) En árboles el contenido de calcio está relacionado a la calidad y resistencia de madera, esto justificaría que la especie *Sterculia colombiana* debido a su baja densidad se use en

encofrados, como entablado para viviendas y construcción de canoas dentro de la comunidad Huaorani en el Ecuador.

La parcela 5 (Figura 5), incrementó su altura en 21 cm a lo largo de los 216 días de medición, esto podría deberse a la riqueza mineral encontrada en el suelo, ya que el porcentaje de N es del 0,62%. Según (Parry *et ál.* 2005) el nitrógeno, el fósforo, el potasio y el agua son considerados como los principales factores limitantes del crecimiento, el desarrollo, y finalmente del rendimiento económico de los cultivos, también se encontró que la deficiencia de N afecta con más fuerza el desarrollo de la hoja que la fotosíntesis, y que los efectos de bajo niveles de N, P y K en plantas causan bajas tasas de fotosíntesis y un lento proceso de expansión de la hoja (Hossain *et ál.* 2010). La razón para la mayor concentración de N en la parcela 5 podría deberse también a la densidad de raíces de dicha parcela que fue de 0,32 cm/cm³ (Figura 13) ya que según (Taiz y Zeiger 2006) la adecuada toma de nutrientes depende de dos factores fundamentalmente, de la capacidad de las raíces para absorber nutrientes y de la disponibilidad de los mismos en el medio.

La parcela 6 (Figura 5), durante el período de medición registró un incremento de 14,6 cm, esta cifra es menor a la registrada en la parcela 5 que se encuentra a la misma altitud de 540 msnm, esto podría deberse, entre otros, a que el porcentaje de N en el suelo fue de 0,27. Sin embargo, el fósforo P superó el contenido en la parcela 5 (Figura 16), pero podría ser que no lo haya utilizado, ya que según (Kovacik *et ál.* 2007) el N ayuda a que la planta utilice otros nutrientes como fósforo y potasio. Por otro lado, según (Xiang-wen *et ál.* 2008) el fósforo promueve el desarrollo radical, y ayuda a desarrollar resistencia a enfermedades, al tener una la densidad de las raíces (Figura 13) baja se puede decir que la insuficiencia de N provocó que la planta no utilizara el P disponible.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El crecimiento de la especie *Sterculia colombiana* en algunos casos correspondió a naturaleza cuadrática y en otros casos naturaleza lineal, pero no existe diferencia estadística entre la altura de las parcelas, lo cual pudo haber sido influido por las características del suelo, luz, temperatura y nutrientes.

La especie *Sterculia colombiana* posee un elevado vigor germinativo de 86%, mientras que su velocidad de germinación fue de 21 días, estos datos favorecen su uso en programas de reforestación y/o conservación.

El medio silvestre fue propicio para la propagación de la especie, ya que se tuvo una alta tasa de supervivencia acorde con los resultados esperados para este tipo de investigación.

Recomendaciones

Incentivar a la investigación de especies silvestres poco estudiadas como la especie *Sterculia colombiana* ya que son una de las claves fundamentales para el desarrollo sostenible.

Realizar actividades de reforestación con la especie *Sterculia colombiana* en áreas de interés.

Continuar con la evaluación del estudio para obtener datos significativos respecto a la altura y el diámetro.

CAPÍTULO VI

Bibliografía

- Acosta, N., Beltrán, L., Chinchero, M., Galeas, R., Herrera, X., Iglesias, J., Medina, B., Morales., Rivas, G., Santiana, J., & Guevara, J. (2018). *Información florística del Proyecto Mapa de Vegetación para la Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente - Ecuador*. Sampling event dataset. Recuperado de: <https://doi.org/10.15468/a7siu1> accessed via GBIF.org on 2019-12-15.
- Auge, M. (2007). *Agua fuente de vida*. Recuperado de: <17/05/Agua-fuente-de-vida.pdf>
- Badii, M.H., A. Guillen, C.E. Rodríguez, O. Lugo, J. Aguilar & M. Acuña. (2015). *Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos*. Recuperado de: [http://www.spentamexico.org/v10-n2/A10.10\(2\)156-174.pdf](http://www.spentamexico.org/v10-n2/A10.10(2)156-174.pdf)
- Bayer C., Fay M., Bruijn A., Savolainen Vincent., Morton C., & Kubitzki K., Alverson, et al., (1999). *Support for an expanded family concept of Malvaceae within a recircumscribed order Malvales: a combined analysis of plastid atpB and rbcL DNA sequences. Botanical Journal of the Linnean Society*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/264703351_Support_for_an_expanded_family_concept_of_Malvaceae_within_a_recircumscribed_order_Malvales_a_combined_analysis_of_plastid_atpB_and_rbcL_DNA_sequences
- Botto Javier. (1998). *La germinación de las semillas por luz y su relación con la emergencia de plántulas de malezas*. Recuperado de: https://bibliotecadigitalexactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3040_Botto.pdf
- Bloodnick, E. (2018). Principios básicos de los sustratos. *Promix*. Recuperado de: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>
- Burneo, S. (2009). Letras Verdes. *Megadiversidad*. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5444055>
- Capdevila, L., Zilletti, B., & Suárez, V. (2013). *Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies Exóticas Invasoras*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Victor_Suarez-Alvarez/publication/262236375_Causas_de_la_perdida_de_biodiversidad_Especies_Exoticas_Invasoras_Causes_of_biodiversity_loss_Invasive_Alien_Species/links/004635371e9dcacffc000000.pdf

- Carrasco, A. (2019). *Cuarto informe nacional para el convenio sobre la diversidad biológica*. Recuperado de: <https://www.cbd.int/doc/world/ec/ec-nr-04-es.pdf>
- Casiano, M., & Paz, F. (2018). *Índice espectral de vegetación para la caracterización simultánea de la floración y crecimiento vegetal*. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792018000200169&lng=es&nrm=iso
- Castellanos, M., Montauban, J., & Rodríguez A. (2007). *Aplicaciones sobre prospectiva y valoración económico ambiental*. Recuperado de: http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/import/Aplicaciones_prospectiva.pdf#page=117
- Cerón, C., & Montalvo, C. (1998). *Etnobotánica de los huaorani de quehueiri-ono, Napo-Ecuador*. Recuperado de: https://books.google.com.ec/books?id=FIQLLm5qkHMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Diversidad Vegetal Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Agrimensur. (s.f.) *Eudicotiledoneas esenciales-Clado Rosides-Eurosides II-Malvales: Malvaceae*. Recuperado de: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/diversidadv/documentos/ANGIOSPERMAS/Rosidas/Eurosides%20II/2-Malvales/3-Malvaceae.pdf>
- Ecured. (s.f.). *Propagación de las plantas*. Recuperado de: https://www.ecured.cu/Propagaci%C3%B3n_de_las_plantas
- FAO, (1992). *Los fertilizantes y su uso*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- La Organización Internacional de las Maderas Tropicales (ITTO). (s.f.). *BUCA (Sterculia colombiana)*. Recuperado de: <http://www.tropicaltimber.info/specie/buca-sterculia-colombiana/>
- Lallana, V., & Lallana, M. (2004). *Fisiología vegetal. Crecimiento*. Recuperado de: http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/UT7.pdf
- Lefèvre, C., Rekik, F., Alcantara, V., & Wiese., (2017). *Carbono Orgánico del suelo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/b-i6937s.pdf>
- León S. (2007). *Libro rojo*. Recuperado de: <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/home>

- Lira R. (2007). *Fisiología Vegetal*. **Editorial** Trillas, S.A. de C.V. México, Universidad Autónoma Agraria de Antonio Marro. Pag. 25,55,63.
- Melgarejo L. (2010). *Experimentos en fisiología vegetal*. Goth's Imágenes taller. Colombia, Universidad de Colombia. Pág. 25,26,30,79, 94,10,139
- Mondragón, A., & Castillo, A. (2011). *Revisión taxonómica del género Sterculia. (sterculiaceae) en Venezuela*. Boletín del centro de investigaciones biológicas volumen 45, no. 4, 2011, pp. 387-421 Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela 387. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Alcides_Mondragon/publication/32930869_Revisión_taxonomica_del_genero_Sterculia_L_Sterculiaceae_en_Venezuela/links/5997358445851564431f9e86/Revision-taxonomica-del-genero-Sterculia-L-Sterculiaceae-en-Venezuela.pdf
- Muestreo en el campo de los sumideros de carbono en el suelo de ecosistemas costeros. (s.f.). Recuperado de: https://static1.squarespace.com/static/5c7463aaa9ab95163e8c3c2e/t/5cc2d42815fcc00ce7910475/1556272171402/Capitulo3-Spanish_CarbonoAzul_LR_190325.pdf
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO. (2015). *Alimentos para animales – determinación del contenido de humedad y otra materia volátil (ISO 6496:1999, IDT)*. Recuperado de: https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_iso_6496.pdf
- Nuche, P. (2019). GREENPEACE. *1 millón de especies están al borde de la extinción*. Recuperado de: <https://es.greenpeace.org/es/noticias/1-millon-de-especies-estan-al-borde-dela-extincion/>
- Pérez, A.J., C Hernández, H. Romero-Saltos & R. Valencia. 2014, *Árboles emblemáticos de Yasuní, Ecuador*. Versión 2019.0. Recuperado de: https://bioweb.bio/floraweb/arbolesyasuni/FichaEspecie/Sterculia%20colombiana?fbclid=IwAR3nHke3m8EEzDPU52_eeSWh3z7T9i6Hbx543l-rdTsJ48MvtbN6piEmAlc
- Pereira, C., Maycote, C., Restrepo, E., Francesco, M., Calle, A., & Velar, M. (2011). *Sistemas de producción vegetal*. Recuperado de: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4781/sistemas_de_produccion_vegetal_2.pdf

- Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). (s.f.). *Libro rojo de las especies*. Recuperado de: https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/home?fbclid=IwAR2Tc483ZVU8IV8Ce06XeQa_h0IWbfU hOm2WD-m6xHscrE87tR6hWARtNs
- Praeli, Y. (2019). Mongabay. *Bosques tropicales bajo ataque*. Recuperado de: <https://es.mongabay.com/2019/05/informe-cientifico-extincion-bosques-tropicales/>
- Reátegui, M. (2005). *Efecto de la luz en el crecimiento de plántulas de Dipteryx micrantha Harms Shihuahuaco transplantadas a sotobosque, claros y plantaciones*, Ecología aplicada, vol. 4, n.1-2. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162005000100001
- Rodríguez, M., & Florez, V. (2004). *Elementos esenciales y beneficiosos*. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/143458034.pdf>
- Rodríguez, T. (2008). *Estructura, dinámica y regeneración de los bosques mixtos de alcornoque (Quercus suber L.) y quejigo moruno (Quercus canariensis Willd.) del sur de la Península Ibérica: una aproximación multiescala*. (Tesis Doctoral). Recuperado de: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/37105/1/Estructura,%20dina%CC%81mica%20y%20regeneracio%CC%81n%20de%20los%20bosques%20mixtos%20de%20alcornoque.pdf>
- Román, F., De Liones, R., Sautu, A., Deago., & Hall. J. (2012). *Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el Neotrópico*. Recuperado de: https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/20967/stri_GUIA_PROPAGACION.pdf
- Taiz, L., & Zeiner, E. (2006). *Fisiología vegetal I*. Plant physiology 3 ed. Castello de la plana: publicación de la Universidad Jaume. Pág. 136, 129,120
- Taiz, L., & Zeiner, E. (2006). *Fisiología vegetal II*. Plant physiology 3 ed. Castello de la plana: publicación de la Universidad Jaume. Pág. 543-565.
- Telleria, J. (2013). *Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Jose-TELLERIA/publication/257238754_Perdida_de_biodiversidad_Causas_y_consecuencias_de_la_desaparicion_

_las_especies_Loss_of_biodiversity_causes_and_consequences_of_the_species_los
s/links/00463524b249e10eab000000/Perdida-de-biodiversidad-Causas-y-
consecuencias-de-la-desaparicion-de-las-especies-Loss-of-biodiversity-causes-and-
consequences-of-the-species-loss.pdf

- Torres-Torres, J.J., Medina-Arroyo, H. H., & Martínez-Guardia, M. (2018). Germinación de semillas silvestres de *Apeiba glabra* Aubl. (Malvaceae) y crecimiento inicial de plantas. *Corpoíca Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(2), 323-335. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062018000200323&lang=es
- Vélez, C. (2010). *Aproximación a la dinámica espacial de la frontera agrícola en el Ecuador* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Villar, R., Ruiz-Robledo, J., Quero, L., Poorter, H., Valladares, F., & Marañón, T. (2004). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. (PP 191-227). Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid. ISBN: 84-8014-552-8. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Quero4/publication/46651576_Tasas_de_crecimiento_en_especies_lenosas_aspectos_funcionales_e_implicaciones_ecologicas/links/0c960516424950207c000000/Tasas-de-crecimiento-en-especies-lenosas-aspectos-funcionales-e-implicaciones-ecologicas.pdf
- William S., Barbara A., Reto N., Clemens B., & David A. (1999) *Phylogeny of the core Malvales: evidence from ndhF sequence data*. Recuperado de: <https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2307/2656928>
- Yáskara, O., Boot, R., & Poorter, L. (2001). *Influencia de la disponibilidad de agua y luz en el crecimiento y la morfología de plantines de Swietenia macrophylla, Cedrela odorata y Bertholletia excelsa*, *Ecología en Bolivia*, vol. 35, pp. 51-60. Recuperado de: http://ecologiaenbolivia.com/documents/Hayashida-35.pdf?fbclid=IwAR2Z-w8p_9J39ijDIay_MrXzrEKgSqR9HXfAXiWUkNcCSLz6KniZPpWsfagTa

CAPÍTULO VII

Anexos

Tabla 4 Cronograma de actividades

Actividades	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ingreso a la unidad de titulación		■																		
Elaboración de perfil de proyecto	■	■																		
Delegación de tribunal			■		■															
Entrega de perfiles de proyecto a miembros del tribunal				■																
Aprobación del Tema				■																
Toma de mediciones en el CIPCA		■		■	■		■		■		■		■		■					
Análisis de textura y nutrientes del suelo en los laboratorio de suelos y bromatología de la Universidad Estatal Amazónica													■							
Elaboración de las curvas de crecimiento de la especie <i>Sterculia colombiana</i>														■						
Elaboración de gráficos de parámetros meteorológicos y edafológicos medidos														■	■					
Redacción de influencia entre parámetros meteorológicos y edafológicos														■						
Redacción y descripción de resultados y discusión															■					
Revisión del proyecto por parte del tutor PhD. Ricardo Abril																				
Entrega del proyecto																		■		
Defensa del proyecto																				■

Presupuesto

Tabla 5 Presupuesto

ACTIVIDADES	Precio	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	TOTAL
	Dólares	Dólares	Dólares	Dólares	Dólares	Dólares	Dólares
Trabajo en el terreno (jornalero)	15	30	30	30	30	0	120
Estacas y rótulos con el nombre de la especie	3	3	0	0	0	0	3
Análisis de nutrientes del suelo							0
Ubicación en bandejas de germinación	2,5	15	0	0	0	0	15
Movilidad tesisistas	27	27	27	27	27	0	108
Movilidad hacia la parroquia Tarqui	5	10	0	0	0	0	10
Alimentación	2,75	16,5	16,5	16,5	16,5	0	66
Impresión perfil	0,20	0	10,2	0	0	0	10,2
Impresiones del proyecto (cantidad de hojas)	0,20	0	0	0	0	30	30
TOTAL DÓLARES AMERICANOS							362,2

Tabla 6 Materiales y Recursos Humanos

Recursos Humanos	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. Ricardo Abril (Tutor del Proyecto de Investigación) ▪ Evelyn Villacis (Tesisista) ▪ Micela Tapuy (Tesisista) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. Daisy Changoluisa (Encargada del laboratorio de suelos) ▪ Estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental
Materiales	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ GPS ▪ Cámara Fotográfica ▪ Material de oficina ▪ Cinta métrica ▪ Cilindros de metal ▪ Botas ▪ Luxómetro ▪ Pie de rey 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundas plásticas ▪ Mandil ▪ Crisoles ▪ Reactivos ▪ Soluciones ▪ Termómetro ambiental ▪ Geotermómetro
Equipo	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Computador ▪ Balanza analítica ▪ Balanza de precisión ▪ Mufla ▪ Estufa ▪ Sorbona 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Equipo multiparametrico ▪ Software ArcGis ▪ SPSS ▪ Google Earth pro ▪ Analizador automático de proteína Kjeldahl

Media de germinación

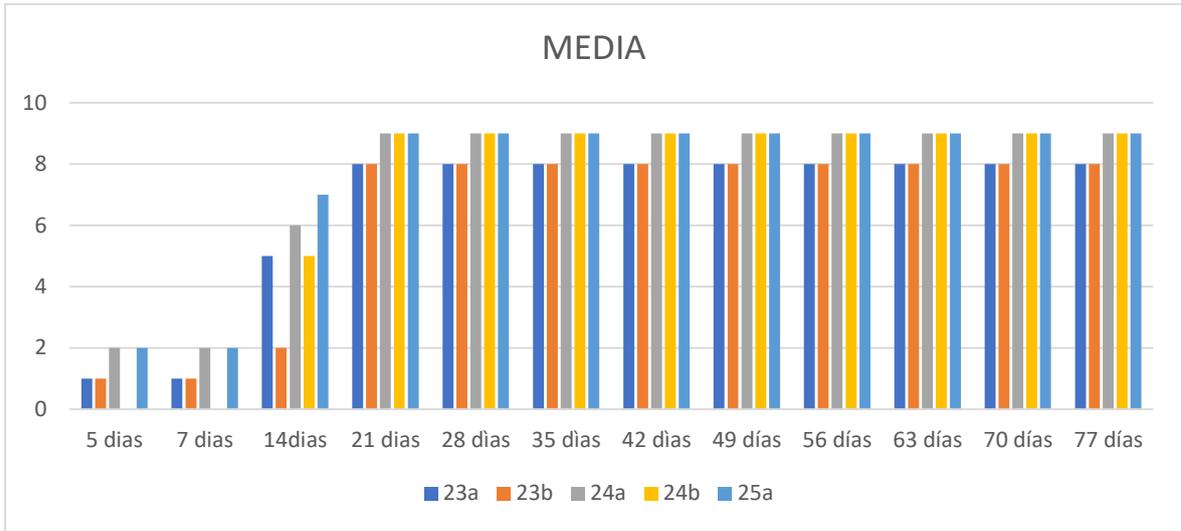


FIGURA 19 Media de germinación de la especie *Sterculia colombiana*

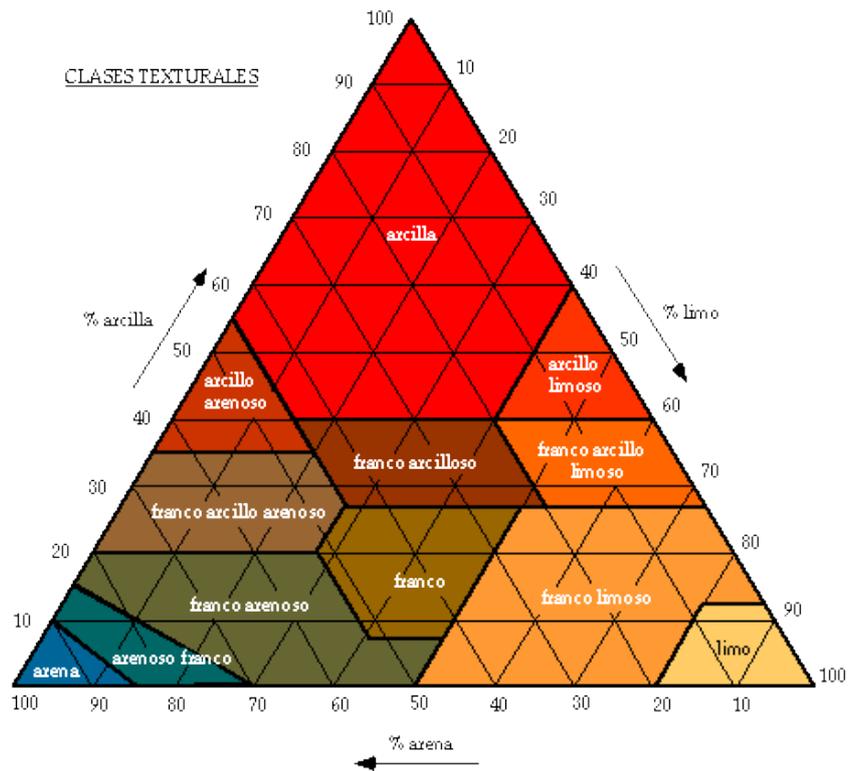


FIGURA 20 Sistema de clasificación de suelos del departamento de agricultura de los estados unidos (USDA)



FIGURA 21 Elaboración de señalética.



FIGURA 22 Ubicación de señalética en campo.



FIGURA 23 Toma de muestra de suelo.

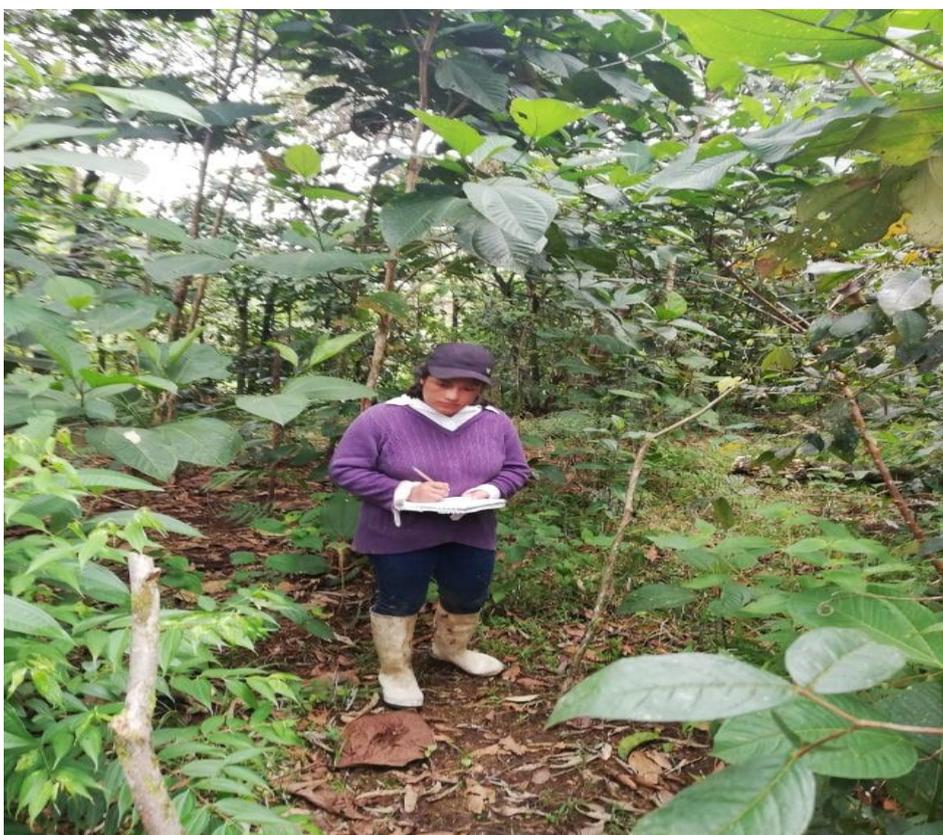


FIGURA 24 Registro de datos.



FIGURA 25 Individuo de la especie *Sterculia colombiana*.



FIGURA 26 Individuo con cambio en la morfología de las hojas.



FIGURA 27 Revisión bibliográfica.



FIGURA 28 Molido y tamizado de las muestras de suelo.



FIGURA 29 Determinación de la densidad de raíces.



FIGURA 30 Procesamiento de las muestras para la determinación de carbono.

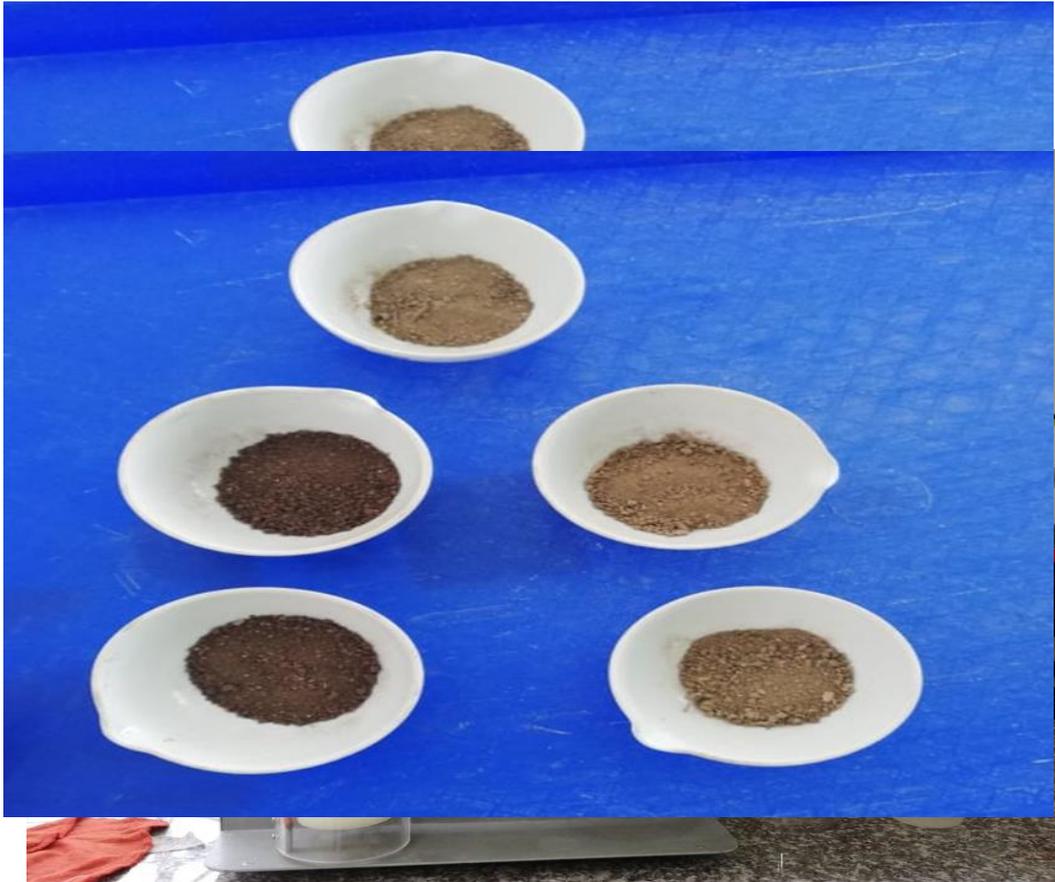


FIGURA 31 Determinación de nitrógeno mediante el método Kjeldahl

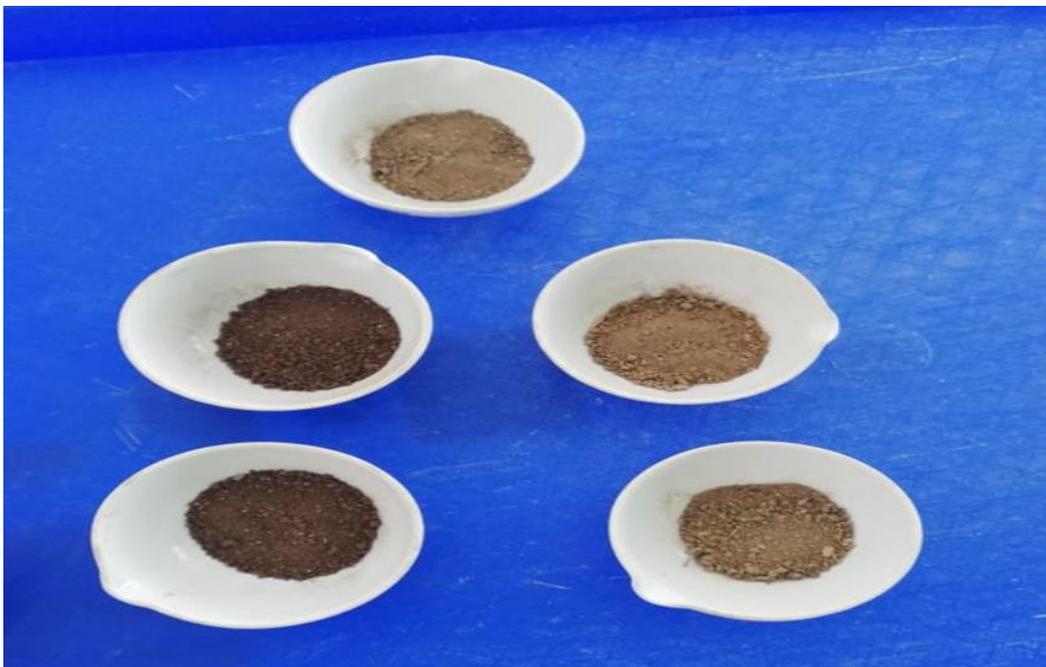


FIGURA 32 Muestras de suelo para la determinación de carbono.



FIGURA 33 Procedimiento de filtración de las muestras para la determinación de nutrientes en el suelo.



FIGURA 34 Procedimiento de espectrofotetría para la determinación de nutrientes Mg, Ca y K.



FIGURA 35 Determinación de la textura por el método de Bouyoucos

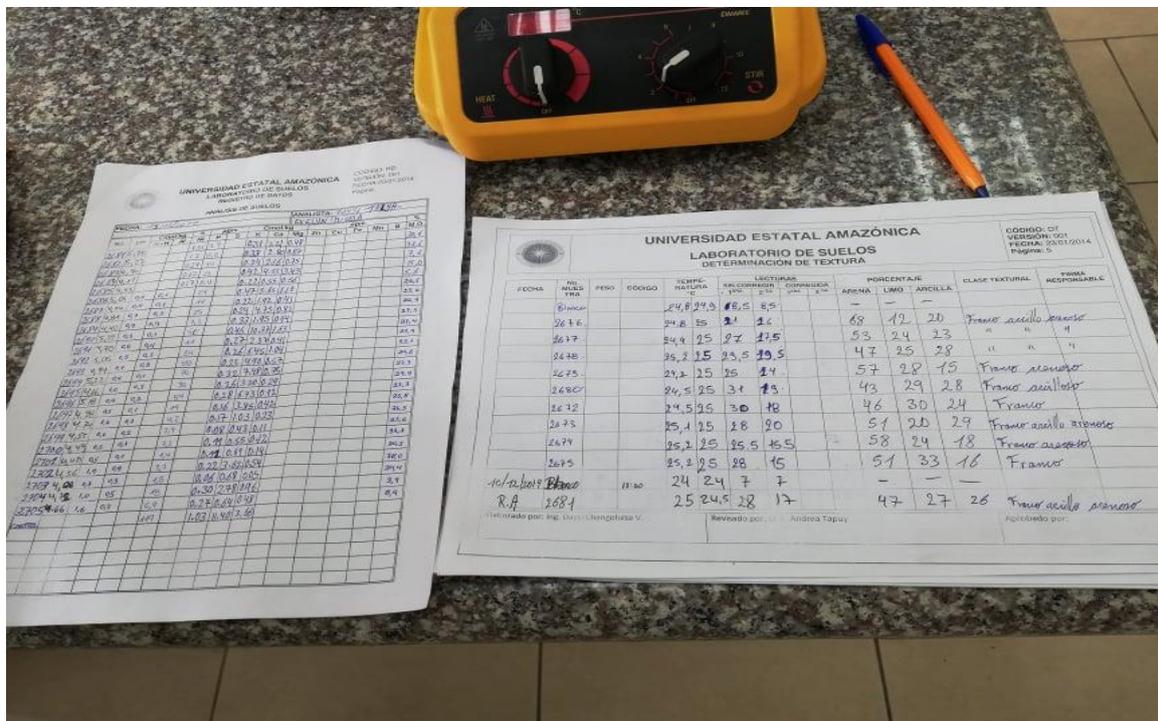


FIGURA 36 Resultados obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad Estatal Amazónica



FIGURA 37 Actividad previa a la plantación de la especie *Sterculia colombiana*



FIGURA 38 Tesistas Evelyn Villacis y Micela Tapuy en el campo