

Producción en Vivero de Especies Forestales Nativas Mediante el Uso de Sustratos
Combinados con Desechos Ruminales.

Yenifer del Carmen Flórez Suarez, Yenny Paola Betancour Barón.

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Forestal

Director

Leonardo Avendaño Vásquez

Ph.D.Acuicultura.

Codirector

Sandra Milena Díaz López

M.Sc en Manejo, Uso y Conservación del Bosque.

Universidad Industrial de Santander
Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia - IPRED
Programa de Ingeniería Forestal
Bucaramanga

2020

Dedicatoria

Primero a Dios por regalarme la tenacidad, fortaleza y oportunidad de iniciar y culminar esta maravillosa e importante etapa y carrera en mi vida.

A mi hija Emilie Yuliana Luna Flórez por ser mi bastón y más grande motivación de sacar mis sueños adelante ¡Es tuyo y para ti mi pequeña!

A mis padres Nancy Yanneth Suarez y Hector Flórez Niño por su esfuerzo, formación y apoyo incondicional ¡Es de ustedes y para ustedes!

A mis hermanas Ingrid Lorena Flórez Suarez y Gisell Natalia Flórez Suarez por estar siempre conmigo, por su comprensión y esas palabras de aliento que hicieron parte de este proceso.

Yenifer Del Carmen Flórez Suarez

Dedicatoria

Principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres María Barón Olejua y Misael Betancour Guerrero por su amor, paciencia y esfuerzo que me han permitido llegar a cumplir un sueño más, me siento afortunada de ser su hija.

A mis hermanos Edgar Betancour Barón y Yeison Betancour Barón por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento

A mi compañero de vida Cristian Sneey Alvarez por llegar en ese preciso momento cuando decidí iniciar este proyecto tan importante, por estar siempre cuando más necesite valor de no rendirme y lograr que todo esto se hiciera realidad.

Yenny Paola Betancour Barón.

Agradecimientos

- A la Universidad Industrial de Santander-sede Málaga por permitirnos el uso de sus instalaciones y equipos, al igual que por su formación profesional, ética y de alta calidad.
- A nuestro director Leonardo Avendaño Vásquez Ph.D. Acuicultura por su orientación, conocimiento y paciencia en cada uno de los aprendizajes.
- Al ingeniero Agrónomo Rubén Carvajal Caballero por su acompañamiento en todo el proceso.
- A nuestra codirectora Sandra Milena Díaz López, Ingeniera Forestal por su compromiso y apoyo en este proceso.
- A los administrativos de la UIS por su colaboración y apoyo en este logro.
- A todos los docentes que durante toda la carrera estuvieron aportando su aprendizaje.
- A nuestros compañeros de universidad, amigos y demás personas que de alguna manera demostraron gran interés por ser parte de este gran proyecto.

Tabla de contenido

Introducción	13
1. Objetivos.....	14
1.1 Objetivo General.....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2.Planteamiento del problema.....	15
2.1 Definición del problema	15
2.2 Justificación	16
3.Marco referencial	17
3.1 Marco teórico	17
3.2 Marco histórico.	20
3.3 Marco legal.	22
3.4 Marco conceptual.....	23
3.4.1 Matadero	23
3.4.2 Ruminaza.	23
3.4.3 Contenido ruminal.	24
3.4.4 Abono orgánico.....	24
3.4.5 Melaza.....	24
3.4.6 Levadura.	24
3.4.7 Producción.	24

3.4.8 Vivero.	25
3.4.9 Especies nativas.	25
3.4.10 Contaminación del agua.....	25
3.4.11 Impacto ambiental.....	25
3.4.12 Aserrín.....	26
3.4.13 Cascarilla de arroz.....	26
3.4.14 Germinación.....	26
3.4.15 Iluminación.	26
3.4.16 Compostaje.	27
3.4.17 Sustrato.	27
4. Metodología.....	27
4.1 Área de estudio.	27
4.2 Extracción del contenido ruminal.	28
4.3 Manejo del sustrato.	29
4.4 Sustratos combinados con desechos ruminales.....	31
4.5 Llenado de bandejas de germinación.....	31
4.6 Manejo de semillas y siembra.....	32
4.7 Germinación y toma de datos.	32
4.8 Laboratorio de materia seca.....	32
4.9 Estadística de los datos.	32
5. Resultados.....	33
6. Discusión.....	46
7. Conclusiones.....	48

8. Recomendaciones	49
Referencias bibliográficas.....	50
Apéndices.....	55

Lista de Tablas

Tabla 1 Comportamiento de la especie <i>Cedrela montana</i> con respecto al tratamiento y su diámetro (mm).....	34
Tabla 2 Comportamiento del número de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> con respecto al tratamiento y su Diámetro (mm).....	35
Tabla 3 Comportamiento del número de la especie <i>Cedrela montana</i> con respecto al tratamiento y su altura (cm).	37
Tabla 4 Comportamiento de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> con respecto al tratamiento y su altura (cm).....	38
Tabla 5 Comportamiento de la especie <i>Cedrela montana</i> con respecto a la germinación en los diferentes tratamientos.....	39
Tabla 6 Comportamiento de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> con respecto a la germinación en los diferentes tratamientos.....	40
Tabla 7 Comportamiento del número de hojas verdaderas con respecto a la especie.....	41
Tabla 8 Comportamiento de la especie <i>Cedrela montana</i> con respecto a los diferentes tratamientos y su biomasa (g).....	42
Tabla 9 Comportamiento de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> con respecto a los tratamientos y su biomasa (g).....	43
Tabla 10 Analisis del Sustrato con Desechos Ruminales.....	45

Lista de Figuras

Figura 1. Delimitación del área de Estudio.....	28
Figura 2. Comportamiento de la especie <i>Cedrela montana</i> con respecto al tratamiento y diámetro (mm).....	35
Figura 3. Comportamiento de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> con respecto al tratamiento y su diámetro (mm).	36
Figura 4. Comportamiento de la especie <i>Cedrela montana</i> con respecto al tratamiento y su altura (cm).....	37
Figura 5. Comportamiento de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> con respecto al tratamiento y su altura (cm).	38
Figura 6. Comportamiento de la especie <i>Cedrela montana</i> con relación a su germinación en los diferentes sustratos.....	40
Figura 7. Comportamiento de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> con relación a su germinación en los diferentes sustratos.....	41
Figura 8. Comportamiento del número de hojas con respecto a las especie.....	42
Figura 9. Comportamiento de la especie <i>Cedrela montana</i> con respecto a los diferentes tratamientos y su Biomasa (g).....	43
Figura 10. Comportamiento de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> con respecto a los diferentes tratamientos y su Biomasa (g).....	44

Lista de Apéndices

Apéndice A. Elaboración del Sustratos con Desechos Ruminlaes.	55
Apéndice B. Toma de Temperatura.	55
Apéndice C Llenado y Siembra	56
Apéndice D. Germinación.....	57
Apéndice E. Medición de variables.	57
Apéndice F. Trasplante.	58
Apendice G. Ataque por patógeno desconocido.....	59

RESUMEN

Título: Producción en vivero de especies forestales nativas mediante el uso de sustratos combinados con desechos ruminales.*

Autor: Yenifer del Carmen Flórez Suarez, Yenny Paola Betancour Barón.**

Palabras Claves: Contenido Ruminales, Especies Nativas, Compost, Germinación, Materia Seca.

Descripción:

El uso adecuado de los desechos ruminales, proveniente de las plantas de sacrificio, ha venido aumentando con el paso de los años debido a la alta demanda de productos cárnicos, motivo por el cual se hace de vital importancia llevar un manejo adecuado de los mismos y con ello contribuir a la disminución del gran impacto ambiental que causan. Se realizó a partir de estos un sustrato o compost que estuvo en proceso de descomposición durante un mes y luego fue mezclado con cascarilla de arroz y aserrín en tres proporciones diferentes para la germinación de dos especies nativas, observando variables como el tiempo de emergencia, altura, diámetro del tallo, número de hojas y materia seca (raíz, tallo y hojas) para la que se tomó 4 plántulas al azar; la toma de datos se hizo cada cinco días durante un lapso de tiempo de dos meses consecutivos.

Durante la investigación se apreció que la especie *Caesalpinia spinosa* tuvo un mayor rendimiento tanto en el diámetro del tallo (1,78mm) como en su altura (7.6cm), la germinación presento diferencias significativas donde el tratamiento T1 (Aserrín 100%) y el tratamiento T2 (aserrín 25% - sustrato 25%) obtuvieron el mayor número de plántulas germinadas. Respecto al número de hojas verdaderas existieron diferencias entre las dos especies, sin embargo, se observó que la cantidad más alta está en el Tratamiento T5 (Cascarilla 25% - sustrato 75%).

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED. Programa de Ingeniería. Forestal Director: Ph.D. Acuicultura Leonardo Avendaño Vásquez. Codirector: M.Sc en Manejo, Uso y Conservación del Bosque. Sandra Milena Díaz López.

ABSTRACT

Title: Live production of native forest species through the use of substrates combined with ruminal waste.*

Autor: Yenifer del Carmen Flórez Suarez, Yenny Paola Betancour Barón.**

Keyword: Ruminal Contents, Native Species, Compost, Germination, Dry Matter.

Description:

The proper use of ruminal waste, from slaughter plants, has been increasing over the years due to the high demand for meat products, which is the reason why it is imperative to manage them properly and thereby contributing to the reduction of the great environmental impact or damage they cause. Given this fact, a substrate or compost was made in the process of decomposition for a month and then it was mixed with rice husk and sawdust in three different proportions for the germination of two native species, observing variables such as emergency time, height, stem diameter, number of leaves and dry matter (root, stem and leaves) for which 4 random seedlings were taken; Data collection was done every five days for a period of two consecutive months.

During the investigation it was observed that the species *Caesalpinia spinosa* had a higher yield both in the diameter of the stem (1.78mm) and its height (7.6cm), germination showed significant differences where the T1 treatment (100% sawdust) and the T2 treatment (Sawdust 25% - 75% Substrate) obtained a higher number of germinated seedlings. Regarding the number of true leaves there were differences between the two species, however, it was observed that the highest amount is in Treatment T5 (Cascarilla 25% - substrate 75%).

* Bachelor thesis

** Instituto de Proyección Regional Y educación a Distancia IPRED. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Ph.D. Acuicultura Leonardo Avendaño Vásquez. Codirector: M.Sc en Manejo, Uso y Conservación del Bosque. Sandra Milena Díaz López.

Introducción

Durante mucho tiempo se han visto los desechos ruminales como un contaminante y no como una opción en cuanto a la elaboración de compostaje, por lo que en la actualidad la generación de estos son uno de los principales causantes de contaminación ambiental en muchos países, ya que se producen en grandes volúmenes y se acumulan en espacios inadecuados siendo ineficiente el proceso o uso que se le da a estos (Sauri, 1997); el contenido ruminal es uno de los contaminantes de mayor impacto ambiental por su alta carga orgánica y está siendo depositado en basureros municipales y aguas residuales (Cabrera, 1995), sin embargo, se ha buscado disminuir el impacto aprovechando su fuente valiosa de nutrientes para ser incorporado al suelo mediante el proceso de compost (Domínguez y Barajas, 1993).

De acuerdo con la demanda en el consumo de carne, Colombia tiene un promedio de 833 mil toneladas anuales las cuales proveen 62.475 toneladas de desechos ruminales razón por la cual se busca aumentar la eficiencia de sus bienes y servicios generando un valor agregado a dicho residuo (El Espectador, 2008). Las tecnologías intermedias son una gran alternativa que logran simplificar costos y procesos de producción, mediante el manejo y degradación progresiva de los desechos (Mejía-Sánchez, 1995; Fernández et al. 1998) una opción son los abonos orgánicos para reproducir especies de la región, observando su desarrollo en sus etapas iniciales (germinación) con un balance de crecimiento de su tallo, hojas y raíz para luego estos nutrientes ser adicionados al suelo (Rojas, 1959; Galston y Bonner, 1965; Devlin, 1980).

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Evaluar el crecimiento inicial de especies nativas forestales, mediante el uso de sustratos combinados con desechos ruminales.

1.2 Objetivos Específicos

Evaluar la germinación de las especies nativas forestales *Cedrela montana* (Cedro de altura) y *Caesalpinia spinosa* (dividivi de tierra fría o Tara spinosa), sometidas a sustratos combinados con residuos ruminales.

Determinar la biomasa de las especies nativas en su primera etapa de crecimiento.

2. Planteamiento del problema.

2.1 Definición del problema

La importancia de usar materia orgánica humificada, ayuda a la actividad microbiana y aporta nutrientes para las especies forestales, mejorando la estructura y permeabilidad del suelo, amplía el crecimiento, disminuye la posibilidad de una erosión y son una fuente de carbono de microorganismos (Herrán et al; 2008). Debido al impacto ambiental que han venido produciendo los desechos ruminales generados por el proceso de faenado de centros de sacrificio que no cuentan con un sistema completo de alcantarillado adecuado a sus condiciones y estos desechos son vertidos sobre los cuerpos de agua aledaños o directamente al suelo ocasionando una contaminación masiva en aguas superficiales y subterráneas (Hómez, 1998); Perdígón (2010), manifiesta la necesidad de generar procesos para su disminución logrando con ello que sea auto sostenible y así mismo disminuya sus efectos.

En países emergentes los niveles de contaminación son característicos de sus procesos y aún más difíciles en pequeños municipios donde la cantidad de limitaciones económicas y técnicas no permiten llevar un manejo ambiental e implementación (Gavilanes, 2017), siendo la ruminaza uno de los mayores contaminantes por su vertimiento directo sin ningún tratamiento de separación de sólidos para su compactación (Gavilanes, 2017) evidenciándose que el 84% de los mataderos vierte el contenido ruminal directamente a los cuerpos de agua o campo abierto y el 74 % de ellos

están localizados en las zonas urbanas afectando la calidad de vida de las comunidades presentes y futuras (Guerrero et al; 2004).

Una razón por la que se debe aprovechar los desechos ruminales es su alto contenido de materia orgánica y humedad (Uicab & Sandoval, 2003), es mediante la producción de especies nativas que ayudan a mejorar la diversidad biológica, la provisión y regulación del agua, protegen los ecosistemas de riesgos a fenómenos naturales, entre otros (Román et al; 2012). Por lo tanto el presente trabajo pretende evaluar el subproducto generado de estos residuos combinados con diferentes sustratos en la viabilidad y producción de especies nativas.

2.2 Justificación

La vegetación Colombiana ha estado a través del tiempo fragmentada por la expansión de la frontera agrícola y ganadera, tan solo queda un millón de hectáreas de selva andina, representada en el 0.88% del territorio nacional, de las cuales existen amplias áreas intervenidas y los bosques húmedos tropicales presentan las tasas de regeneración con los niveles más bajos debido a su baja dispersión y producción de semillas, poca transpiración por la saturación de la atmósfera que inhibe el crecimiento y asimilación de la luz (Higuera et al; 2009), la importancia de realizar esfuerzos que contribuyan a mejorar el medio afectado por la colonización y los desechos originados en el sacrificio de ganado actualmente es un ítem de importancia mundial.

Debido al grado de contaminación que proporcionan estos desechos ruminales y la necesidad de producir material vegetal para reforestar, disminuyendo la deforestación y degradación de bosques, abre la oportunidad para trabajos enfocados en desarrollar sustratos a partir del rumen y

su combinación con otros materiales para estudiar su uso en la producción de especies nativas, por medio de la medición y evaluación sus primeras etapas de desarrollo, (Chaux et al; 2009).

El incremento de la fertilidad y sostenibilidad del suelo es una necesidad para la región, donde propagar nuevas tecnologías de mejoramiento y restauración de la materia orgánica en la producción de especies forestales tanto urbanas como rurales sería una alternativa de solución a la deforestación, el uso de los desechos orgánicos convertidos en subproductos que pueden regresar al suelo mediante el aporte de nutrientes y microorganismos ayudando a tener mayor porosidad, capacidad de retención de agua, intercambio catiónico (CIC), incremento de la materia orgánica y disminución del riesgo de erosión y desertificación (Román et al; 2013).

3. Marco Referencial

3.1 Marco teórico

3.1.1 La CAR frente al manejo de los desechos ruminales. La Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, no hace un Diagnóstico Ambiental, sino una mezcla entre la situación actual y el desarrollo de la Plantas de Beneficio Animal, que por falta de administración municipal son pequeños mataderos que no cumplen con los mínimos procesos de calidad, manejo sanitario y ambiental, situación que aumenta los riesgos de contaminación, consumo y mal manejo de sus recursos, a pesar de las normativas existentes. La CAS presenta una problemática Ambiental por componentes Abiótico (Suelo, Aire y Agua), Biótico (Flora y Fauna), Escénico y socioeconómico, de las plantas de beneficio animal existentes en la Corporación Autónoma

Regional de Santander, el 95% no cuentan con la infraestructura requerida para el manejo de residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas generados en el proceso de sacrificio, su personal no es suficientemente capacitados por falta de programas con enfoque sanitario y ambiental. (Lozano & Robayo, 2008).

Actualmente estas plantas están siendo fuente de focos de contaminación principalmente de agua, suelo y aire, sus afluentes más cercanos son usados como abastecimiento de comunidades y por ende mayor propagación de enfermedades, también se afectan las actividades urbanas por olores, gases, líquidos y residuos sólidos, dañando la calidad ecosistémica del lugar y el entorno paisajístico que posee, situación que disminuye el nivel de conservación de los recursos en cuanto a agua y suelo (Lozano & Robayo, 2008).

3.1.2 Posibles usos de los desechos. Cuando a los desechos se les busca dar una aplicación se logra tener un incremento favorable en todos los aspectos, como es el uso de ellos para la elaboración de sustratos convencionales combinados con desechos ruminales que mediante su descomposición se pueden transformar en un recurso inocuo para mejorar las características del suelo, aumentando su fertilidad, la productividad y controlando la materia orgánica para su biodegradación. La importancia de estos procesos no es biodegradar sino llevar a la degradación de sólidos orgánicos con diferentes sustratos que están afectando al medio, es recomendable el uso de metabolismo aerobio favoreciendo su aplicación agronómica al igual que el aumento de nutrientes en la planta (Uicab & Sandoval 2003).

Los sustratos elaborados con desechos ruminales es una práctica ampliamente aceptada, sostenible y utilizada que ofrece un amplio potencial en la producción de plantas, debido a que combina la protección del ambiente con una producción sostenible, el proceso inicia con la

descomposición de los desechos, que fluyen por la solución del suelo para ser aprovechados por las plantas y organismos; la materia orgánica es considerada como cualquier material vegetal o animal que hace su regreso al suelo después de ser descompuesto mediante sustancias o con sus células, como las hojas, raíces, estiércoles, orín, plumas, pelo, huesos, animales muertos, entre otros, cuando esto se ha logrado inicia el proceso de formación de complejos de carbono estables y lentos en su descomposición, logrando así mejorar las condiciones del suelo manteniendo la biodiversidad, (Román et al; 2013).

3.1.3 Dividivi de Tierra Fria (*Caesalpinia spinosa*). Árbol siempre verde, nativo de Sudamérica (Venezuela, Colombia, Bolivia, Ecuador, Perú, Argentina y Chile), con alturas de 3-5 m, ramas cortas estriadas, hojas verdes oscuras, lisas o laxamente espinosas, crece en territorios semiáridos, precipitación media anual de 230-500 mm y temperaturas medias anuales de 14,7-27,5 °C, sus semillas frescas tienen alta capacidad germinativa (>90%), incluso sin tratamiento, las plántulas son sensibles a la alta humedad, toleran bien la sombra moderada y es utilizado como cerca viva, árbol de sombra u árbol ornamental. (Dostert et al, 2009).

3.1.4. Cedro de Altura (*Cedrela montana*). Esta especie se puede encontrar principalmente en América Del sur, bajo alturas desde los 1500 a 3000 m.s.n.m. con precipitaciones de 500 a 2000 mm al año y una temperatura de 10 a 20°C, en zonas secas, húmedas y muy húmedas, puede alcanzar una altura máxima de 35 m y diámetros de hasta 60 cm, necesita de alta luminosidad, es semicaducifolio y crece en suelos húmedos o secos, pero bien drenados, con textura franco a franco arenosa; se encuentra amenazada desde el 2006.

Su germinación inicia entre los 14 y 20 días después de la siembra todo depende de la intensidad lumínica y el tipo de sustrato que sea usado para su buen potencial germinativo, el tiempo promedio esta entre los 25 y 31 días. (Toro, 2000).

3.1.5 Producción de plantas. Para la producción de plántulas en vivero es importante la elección del sustrato porque de acuerdo con sus condiciones físicas y químicas estas se vinculan con su vigor, crecimiento, protección de la materia seca producida y perduración de estas especies. Se emplea la combinación de diferentes sustratos, se halla una textura liviana que facilite el drenaje y la ventilación, deben tener un buen sistema radical para q no tengan dificultad de progresar una vez que se planten en el campo final. (Reyes et al; 2005).

3.2 Marco histórico.

Años atrás se ha producido composta de varias formas experimentales con poco conocimiento en el tema, razón por la cual en la actualidad se conoce una base científica de su metodología, y se logra con ello llevar más control (Moya-Portuguez *et al.*, 1990), para lograr la mineralización y pre-humificación de la materia orgánica, usando técnicas que permitan ver el manejo de variables como relación C/N, composición y naturaleza química del residuo, pH, humedad, aireación, temperatura, entre otros, (Poincelot, 1975). Su finalidad es lograr la obtención de un biofertilizante con características químicas, físicas, biológicas y microbiológicas. (Corlay *et al.*, 1991)

En el año 2002, el Ministerio de Medio Ambiente junto con la Sociedad de Agricultores de Colombia y con el apoyo de Fedefondos, la Sociedad Colombiana de Porcicultores y la empresa de Servicios Técnicos Agro empresariales, Serteagro Ltda., Así como las corporaciones

Autónomas Regionales y el Banco Internacional de Desarrollo, formuló la guía de medio ambiente para las plantas de sacrificio animal, que se constituye en el material de soportes para las actuaciones de desarrollo y control del sector y que contienen diversos materiales de soporte y diagnóstico. En el país existen leyes de aseguramiento de la calidad sanitaria y ambiental (leyes 09/79 y 99/93) los estudios actuales indican falta de series de procesos de sacrificio y ausencia de programas educativos y técnicas de mejoramiento para obtener una buena calidad que llevan a lograr una mayor eficiencia y competitividad sanitaria de los productos y disminución del deterioro del medio ambiente que generan las tecnologías actuales. (Ríos, 2012).

Las aguas residuales que se obtienen en el matadero en estudios realizados determinaron que este tipo de procedimientos tienen el mismo origen tanto a nivel nacional e internacional. En Colombia existe un total de 1.311 plantas de sacrificio animal, de estas tan solo el 1% tienen su respectivo tratamiento de agua residual y el 47% desembocan sus aguas sobrantes directamente a las fuentes de agua cercanas. (Pabón & Gélvez, 2009).

En el año 2010, se produjo en Colombia, una cifra aproximada de 30.000 toneladas de contenido ruminal, lo cual indica que hay una gran cantidad de carga orgánica. En estos casos este contenido es depositado en las aguas residuales y vertederos municipales. Con el pasar del tiempo aparecen problemas los cuales son de origen antrópico y se presentan ahora en el ecosistema, estos afectan el agua, el suelo y la atmosfera. Estos problemas no afectan solo al ambiente sino que además incluye afectaciones para los seres humanos que habitan la tierra en un determinado límite de tiempo ya sea a corto o a largo plazo, esta problemática principalmente afectara a muchos países, pero en especial los de bajos recursos económicos (CELAM, 2007).

Con el aumento de la aparición de desechos orgánicos, se hace más difícil buscar soluciones que ayuden a su mitigación, una de ellas es el compostaje usada para el control y tratamiento de

estos desechos orgánicos, les dan un mejor uso utilizándolos para producir un acondicionador orgánico de suelos mediante un proceso fisicoquímico y microbiológico que permite combinar varios tipos de sustratos o desechos orgánicos mediante aireación forzada o natural (Arango et al; 2016).

En un estudio realizado en el municipio de San Alberto, localizado en el sur del departamento del Cesar, se generó una cifra aproximada de 2500 Kg semanales de desechos ruminales, los cuales cooperan con las afectaciones de la contaminación del ecosistema que se encuentra situado cerca de la planta de beneficio del ganado bovino. Estos desechos ruminales se depositaron en un terreno anexo, a la planta de sacrificio animal, en donde se le agrega una capa de cal; para disminuir el aumento de los malos olores y la cantidad de moscas y la contaminación que esta produce; llevando así a un problema para la salud de los seres que habitan en determinado lugar (Ayala &Perea, 2000).

3.3 Marco legal.

En el Decreto Ley 2811 de 1974, se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, donde en la Ley 09 de 1979 el Título V define las condiciones sanitarias de las fábricas, depósitos y expendios de alimentos, del transporte y la distribución de estos y se dictan las disposiciones basadas tanto en la salud humana como en el ambiente (Lozano & Robayo, 2008).

En Colombia la normatividad exige un tratamiento de estos desechos antes de ser destinados a cuerpos de agua o a sistemas de alcantarillado. El Decreto 1594 de 1984, establece en el artículo 84 que “los residuos líquidos provenientes de usuarios tales como hospitales, lavanderías,

laboratorios, clínicas, mataderos, deberán ser sometidos a tratamiento especial”, (Chaux et al; 2009), así mismo en la ley 1594 del mismo año se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del Título IV –Parte III- Libro I – Del decreto- Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos (Lozano & Robayo, 2008).

La Constitución Política de Colombia de 1991, Artículo 78, 79 y 80 promueve el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, gozando de un ambiente sano y es obligación del Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales; en el Decreto 3100 del 2003, se logra la reglamentación de las tasas retributivas por la utilización del agua como receptor de los vertimientos puntuales, donde luego en el Decreto 4741 de 2005, se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral, buscando con el Decreto 1575 de 2007, establecer un Sistema de Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. (Lozano & Robayo, 2008).

3.4 Marco conceptual

3.4.1 Matadero. Son instalaciones o empresas pequeñas donde sacrifican el ganado bovino, gran parte de estas se encuentran ubicadas en zonas urbanas (Ríos, 2012).

3.4.2 Ruminaza. Es un producto secundario resultante del sacrificio de animales, este se ubica en el abdomen del ganado, el cual en el instante del sacrificio incluye por completo la materia que no logro ser digerida. (Ríos, 2012).

3.4.3 Contenido ruminal. Contaminante que genera una gran cantidad de cambios en el ecosistema, por su enorme carga orgánica en un curso de agua donde estos por su aspecto de ser almacenados llegan a las fosas sépticas, vertederos comunitarios y aguas sobrantes promoviendo la contaminación. (Patricio et al; 2016).

3.4.4 Abono orgánico. Material activo del suelo, que ayuda al crecimiento de las plantas, su relación microorganismos- ambiente, regenera el procedimiento nutricional y aporta vigor al desarrollo de la planta (Arcos et al; 2012).

3.4.5 Melaza. Mezcla compleja de sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles que se encuentran presentes en el jugo de caña, así como también los formados durante el proceso de manufactura del azúcar. Estos compuestos no fermentables reductores del cobre, son principalmente caramelos libres de nitrógeno producidos por el calentamiento requerido por el proceso y las melanoidinas que contienen nitrógeno derivado de la condensación del azúcar Honig (1974).

3.4.6 Levadura. Es un conjunto de hongos capaces de iniciar los procesos de descomposición o fermentación de distintas sustancias orgánicas (Barajas, Wong, Chávez, Machado y Cervantes, 2011).

3.4.7 Producción. Se determina por la evaluación de un árbol en buenas condiciones y se observan los aspectos más importantes comprendidos en este procedimiento el cual define las características de las plantas producidas en viveros (Rodríguez, 1990).

3.4.8 Vivero. Espacio con infraestructura destinado para la producción de plantas forestales con diferentes fines, como ornamentales, frutales y/o maderables, haciendo un control de sus diferentes condiciones como temperatura, humedad, suelo, ataque de plagas y/o enfermedades, entre otros (Alcalá, 2018).

3.4.9 Especies nativas. Plántulas que poseen un excelente potencial para apresurar los procedimientos de reparación de la biodiversidad en terrenos destruidos, además, estas cooperan representativamente en la actividad del desarrollo ecológico (Guariguata et al; 1995).

3.4.10 Contaminación del agua. Contagio por determinados componentes independientes como el cobre, potasio, sodio, calcio, selenio, hierro, entre otros al agua. Los elementos que se introducen debido a trabajos de los seres humanos que contienen desechos de hidrocarburo producido del petróleo, sales, solventes procedentes de la industria y la agricultura, como los lixiviados de almacenamiento de desechos, pozos de aguas negras y letrinas (Monge & Brenes, 2016).

3.4.11 Impacto ambiental. Es cualquier cambio que se da en el ecosistema, sea favorable o desfavorable, que procede parcial o totalmente de las actividades, servicios o productos de una organización. Este término no siempre conlleva a ser negativo si no que pueden ser negativos o positivas de acuerdo con el caso presentado (Conesa, 2009).

3.4.12 Aserrín. Residuos que surgen de la actividad denominada aserrío, este en varias ocasiones ocupa espacio en el lugar de trabajo causando incomodidades, es un subproducto de la industria forestal económico y se encuentran en áreas boscosas (Mateo et al; 2011).

3.4.13 Cascarilla de arroz. Es un tejido vegetal que está compuesto por sílice y celulosa, elementos que dan una buena utilidad como combustible, de acuerdo con el manejo de esta cascarilla como inflamable representa aportes a la conservación de los recursos naturales y un progreso en el crecimiento de las tecnologías económicas en la producción de uno de los principales cereales presentes en nuestros hogares (Valverde et al; 2007).

3.4.14 Germinación. Proceso que inicia con la entrada de agua en La semilla (imbibición), por medio del cual a partir de un embrión se origina una planta adulta capaz de alcanzar su reproducción, la apariencia del embrión varía de acuerdo con si es monocotiledónea o dicotiledónea, de igual forma el proceso inicia cuando este se hincha y la corteza de la semilla se rompe (Rodríguez, Adam y Duran, 2008).

3.4.15 Iluminación. Es una condición de germinación de acuerdo con los requerimientos de la especie para su proceso de germinación, se puede clasificar en tres categorías (Romero, 1989):

3.4.15.1 Semillas con fotosensibilidad positiva. Emergen bajo iluminación, pero deben estar sembradas superficiales.

3.4.15.2 Semillas con fotosensibilidad negativa. Necesitan de un alto grado de oscuridad lo cual inhibe su germinación, deben ser sembradas a poca profundidad, pero evitando la luz blanca, máximo el 2% de ella.

3.4.15.3 semillas no fotosensibles. Germinan sin importar su nivel de iluminación.

3.4.16 Compostaje. Es una participación de microorganismos, insectos, lombrices, entre otros para lograr un producto inocuo, químicamente estable, mejorador de suelos por su incremento de productividad y fertilidad, por lo cual se hace necesario hacer un control sobre los procesos de biodegradación de materia orgánica o transformación de esta, su resultado depende del tipo de metabolismo y grupo fisiológico que haya intervenido. (Reganold *et al.*, 1987; Ayuso *et al.*, 1992; León *et al.*, 1992; Keeling *et al.*, 1994; Jhonson, 1996; Roe, 1998b; Buentella, 1999).

3.4.17 Sustrato. Material sólido diferente del suelo, presente de forma natural o sintético, mineral u orgánico, generalmente colocado en contenedores ya sea puro o mezclado, es el medio de crecimiento que cumple la función de proporcionar a las plantas agua, aire, nutrientes minerales y soporte físico durante su permanencia (Alcalá, 2018).

4. Metodología

4.1 Área de estudio.

El experimento se desarrolló en el área destinada para viveros de las Instalaciones de la Universidad Industrial de Santander- Sede Málaga, Barrio el Limonar; ubicado en las coordenadas $6^{\circ}42'23.37''$ al Norte y $72^{\circ}43'42.05''$ al Oeste (IGAC, 1996), con una altura de 2213 m.s.n.m. y temperatura promedio de 18°C .

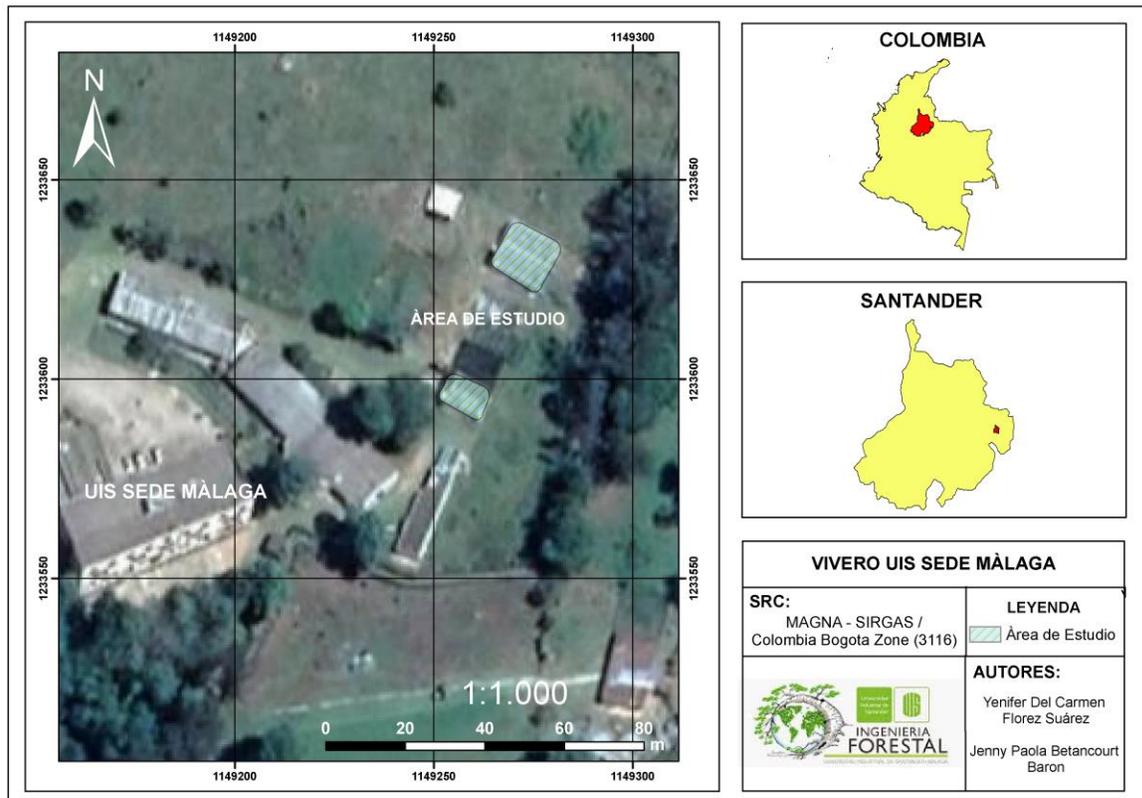


Figura 1. Delimitación del área de Estudio.

4.2 Extracción del contenido ruminal.

El rumen o desechos ruminales fueron recogidos del Matadero Municipal de la ciudad de Málaga, Santander, el jueves 7 de marzo del año 2019 ya que en este día de la semana es donde se presenta

la mayor cantidad de sacrificio de cabezas de ganado, este se extrajo directamente del rumen del animal a baldes sin sufrir ningún tipo de mezcla o contaminación con otros residuos.

Posteriormente fue trasladado al vivero de la universidad, donde se mezcló con aserrín en una proporción de 2 bultos por balde de rumen, para un total de 10 baldes y 20 bultos de aserrín, agregándole luego un kilo de melaza y media libra de levadura en 20 litros de agua hasta dejarlo completamente revuelto, bien triturado y tapado con plástico negro en toda su superficie (debajo y arriba).

4.3 Manejo del sustrato.

La fermentación utilizada fue natural, la cual en zonas frías y húmedas es recomendable que este bajo techo para evitar que el agua lluvia ingrese y genere lixiviados, su volteo se hizo cada tres días, manteniéndolo cubierto todo el tiempo logrando con ello mantener una temperatura adecuada, esta se tomó también cada tres días en la parte central de la pila puesto que es el punto donde más se evidencian los cambios térmicos, diferenciando así las siguientes etapas (Mejía-Sánchez, 1995, Trejo- Vásquez, 1996; Rodríguez-Salinas y Rojas, 2000; Sztern y Pravia, 2001),

4.3.1 Etapa de Latencia. Se presenta al inicio de la realización del sustrato en un periodo de tiempo de 24 a 72 horas (Sztern y Pravia 2001).

4.3.2 Etapa Mesotérmica. Se presenta cuando el sustrato alcanza temperaturas de 10 a 40 °C, con ayuda de microorganismos presentes en la lavadura adicionada.

4.3.3 Etapa Termogénica 1. Ayuda al proceso de eliminación de patógenos, hongos y elementos biológicos indeseables, sus temperaturas elevadas son producto de la relación superficie/volumen (Rodríguez-Salinas y Rojas, 2000; Sztern y Pravia 2001).

4.3.4 Etapa Mesotérmica 2: También llamada maduración, proceso en el cual el compostaje debido a la eliminación de patógenos y hongos, su temperatura empieza a descender y cuando llega a 40°C se presenta el desarrollo de organismos que ayudan a eliminar la lignina y celulosa presente en el sustrato, es así como las temperaturas descienden hasta alcanzar valores aproximados a la temperatura ambiente, considerando así que el material se encuentra estable y óptimo para su uso. (Mejía-Sánchez, 1995, Rodríguez-Salinas y Rojas, 2000; Sztern y Pravia, 2001).

4.3.5 Aireación, Homogeneización y Riego. Se hacía de forma manual en tiempos muy cortos mientras se realizaba el volteo de este con una pala, dejando revuelto todo el sustrato, el riego no fue necesario ya que sus niveles de temperatura siempre estuvieron dentro de sus rangos ideales (Mejía-Sánchez, 1995; Capistran *et al.*, 1999; Sztern y Pravia, 2001).

4.3.6 Control de la Temperatura. Se realizó de forma manual con un termómetro digital, cada tres días en el centro de la pila. Sztern y Pravia (2001).

4.3.7 Control de Humedad. Se realizó de forma manual, tomando muestras del material con la mano y apretándolo fuertemente, de tal manera que al inicio del proceso caía agua continuamente, luego disminuyó la cantidad de goteo y cuando ya no gotea al abrir el puño la mano se sentía húmeda, al final caía el material en partículas pequeñas, considerando que el

material ya estaba listo para su uso, esto se realizó de forma progresiva cada tres días hasta dejarlo deshidratar totalmente. (Capistran *et al.*, 1999; Noriega- Altamirano y Altamirano-Pérez, 2001).

4.4 Sustratos combinados con desechos ruminales.

Se utilizaron ocho tratamientos, dos pilotos y seis combinados con desechos ruminales ubicados de forma aleatoria, con dos repeticiones y 41 plántulas cada una respectivamente, para cada una de las especies, divididos así:

T₀ Turba 100%

T₀₁ sustrato ruminal 100%

T₁ Aserrín 100%

T₂ Aserrín 25% - sustrato ruminal 75%

T₃ Aserrín 50% - sustrato ruminal 50%

T₄ Cascarilla 100%

T₅ Cascarilla 25% - sustrato ruminal 75%

T₆ Cascarilla 50% - sustrato ruminal 50%

4.5 Llenado de bandejas de germinación.

Se utilizaron 14 bandejas de germinación, cada una con 50 cavidades (5*10) de las cuales fueron usadas solamente 656 cavidades, estas se sometieron a un proceso de desinfección con agua caliente antes de ser utilizadas.

4.6 Manejo de semillas y siembra.

Las semillas se adquirieron de forma certificada, su tratamiento pregerminativo para la especie *Caesalpinia spinosa* fue echarla en agua tibia durante 3 horas y luego en agua fría durante 24 horas y para la especie *Cedrela montana* durante, 3 horas en agua tibia y luego 12 horas en agua fría, esto varia por la contextura de su testa.

4.7 Germinación y toma de datos.

La germinación estuvo entre los 14 y 35 días después de su siembra para ambas especies, con riego continuo todos los días, variaba de acuerdo a las condiciones climáticas, la toma de datos se hizo cada cinco días luego de las primeras plántulas germinadas durante dos meses, teniendo como fin la toma de 13 muestras para cada una de las 5 plántulas elegidas por repetición de forma aleatoria.

4.8 Laboratorio de materia seca.

Se determinó luego de seleccionar cuatro plántulas para cada especie *Caesalpinia spinosa* y *Cedrela montana* por cada uno de los tratamientos, separando sus hojas, tallo y raíz, empacadas en bolsas diferentes, dejándolo 24 horas a una temperatura de 105°C en el horno de secado.

4.9 Estadística de los datos.

Los cálculos se realizaron con el programa estadístico R. En las pruebas estadísticas se considerará un valor de $P \leq 0,05$ como criterio de aceptación de efectos estadísticamente significativos.

El análisis se realizó de forma descriptiva con base en la media aritmética (X), desviación estándar (DE) y error estándar (EE); posteriormente, se hizo una prueba de normalidad para las variables estudiadas utilizando la prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad por la prueba de Bartlett, buscando las correlaciones entre las variables.

Se consideraron como variables el tiempo de emergencia, altura, diámetro del tallo, número de hojas y materia seca (Raíz, Tallo y hojas) Los valores resultantes fueron sometidos a un análisis de varianza ANAVA, considerando el efecto de los sustratos combinados. La diferencia entre las medias de los diferentes efectos se realizó por medio de Fisher, las asociaciones entre las variables se analizaron por correlación simple (r).

El Modelo estadístico empleado será determinado mediante un Diseño en bloques completamente aleatorio:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde,

μ = Media poblacional

τ_i = Tratamientos

β_j = Efecto del bloque

E_{ij} = Error experimental.

5. Resultados

5.1 Comportamiento por especie de acuerdo al sustrato.

El análisis de varianza ANAVA, muestran diferencias significativas ($P \leq 0,05$) mediante la prueba de comparaciones por pares de Fisher con un 95% de probabilidad.

5.2 Comportamiento de la especie *Cedrela montana* con respecto al tratamiento y diámetro (mm).

Obtuvo diferencias significativas, en el tratamiento seis (Cascarilla 50%- Sustrato 50%) se aprecia que fue el que obtuvo diámetros más pequeños con respecto a los demás tratamientos, alcanzando los valores más altos el tratamiento tres (Aserrín 50%- Sustrato 50%).

Tabla 1
Comportamiento de la especie Cedrela montana con respecto al tratamiento y su diámetro (mm).

Tratamientos	Número de individuos	Media	St Dev	Agrupamiento		
T0	10	0.9707	0.0647	B	C	
T01	10	1.029	0.0769	A	B	
T1	10	1.002	0.1269	A	B	C
T2	10	1.053	0.0721	A		
T3	10	1.035	0.0874	A	B	
T4	10	1.027	0.0821	A	B	
T5	10	1.024	0.0691	A	B	
T6	10	0.9431	0.1006	C		

Letras diferentes presentan valores significativos, letras iguales no presentan diferencias.

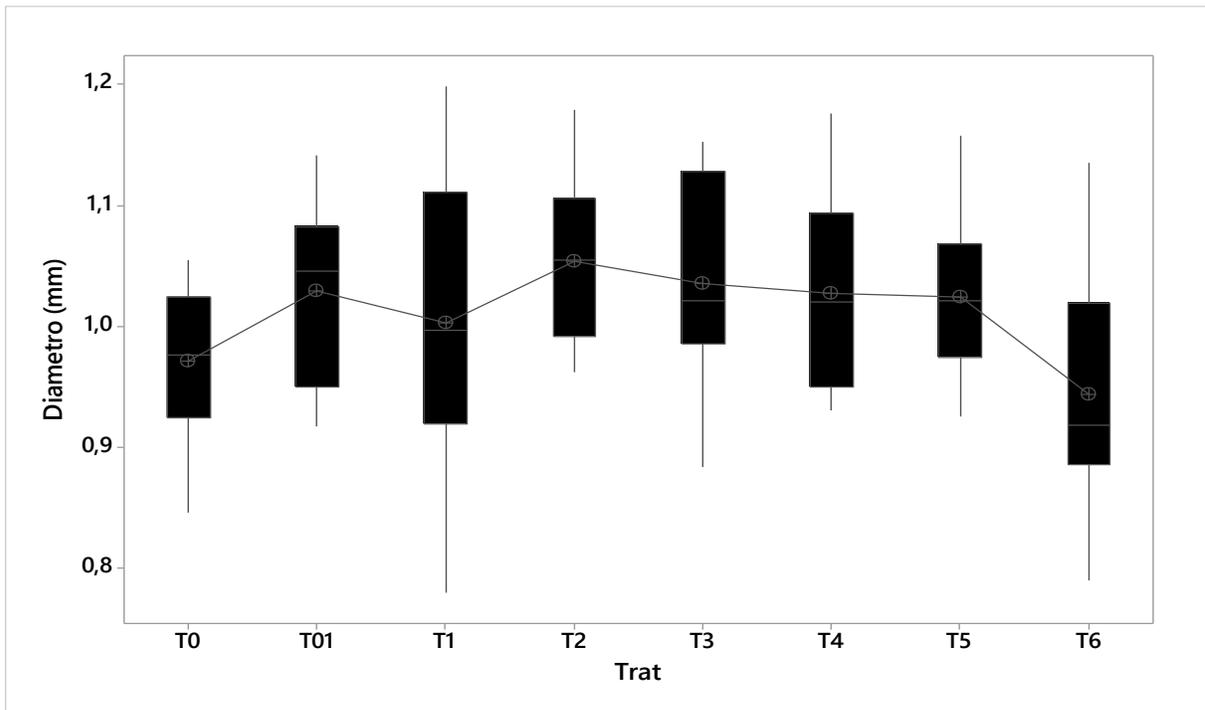


Figura 2. Comportamiento de la especie *Cedrela montana* con respecto al tratamiento y diámetro (mm).

5.3 Comportamiento de la *Caesalpinia spinosa* con respecto al tratamiento y diámetro (mm).

No se presentó diferencias significativas, pero se puede apreciar que los tratamientos seis (Cascarilla 50% - Sustrato 50%) y el Tratamiento cero uno (Sustrato 100%) tuvieron menores diámetros.

Tabla 2

Comportamiento del número de la especie *Caesalpinia spinosa* con respecto al tratamiento y su Diámetro (mm).

Tratamientos	Número de individuos	Media	St Dev	Agrupamiento
T0	10	1.5315	0.0472	A
T01	10	1.5310	0.0272	A
T1	10	1.4280	0.3340	A
T2	10	1.4400	0.3670	A
T3	10	1.5065	0.1482	A

T4	10	1.5143	0.1166	A
T5	10	1.5603	0.0298	A
T6	10	1.5397	0.0502	A

Letras diferentes presentan valores significativos, letras iguales no presentan diferencias.

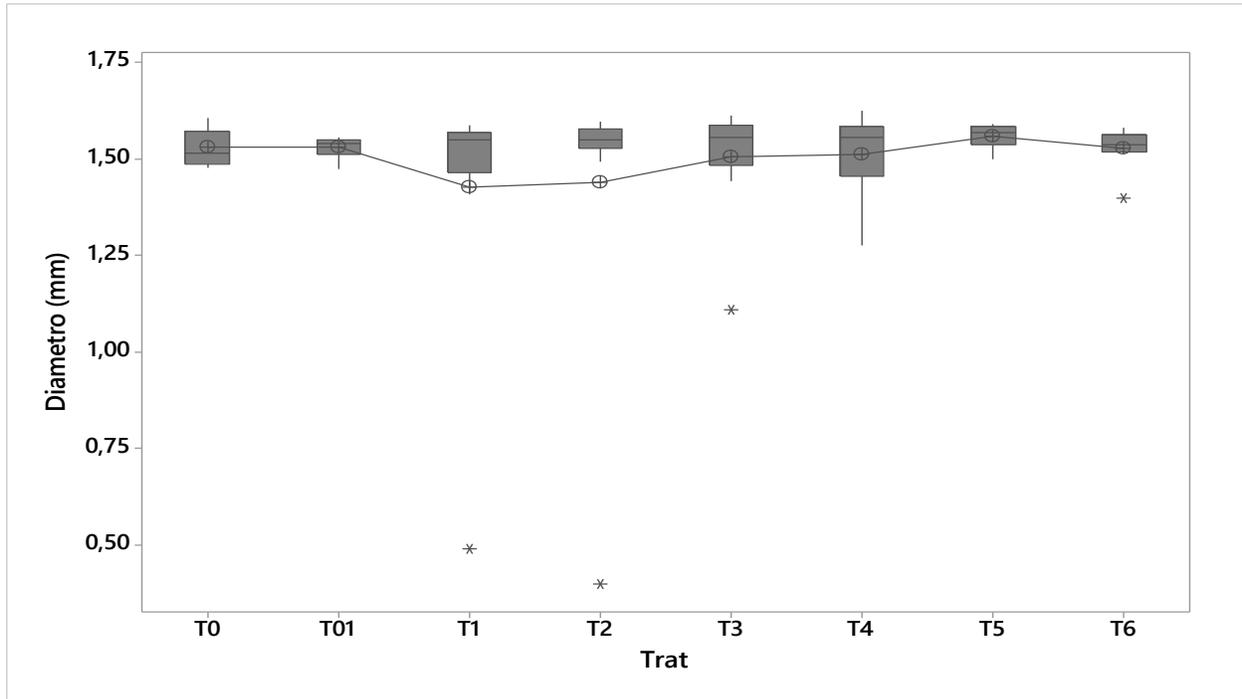


Figura 3. Comportamiento de la especie *Caesalpinia spinosa* con respecto al tratamiento y su diámetro (mm).

5.4 Comportamiento de la especie *Cedrela montana* con respecto al tratamiento y su altura (cm).

Se aprecia que los tratamientos T0 (Turba 100%), T3 (Aserrín 50% - Sustrato 50%) y T5 (Cascarilla 25% - Sustrato 75%), obtuvieron diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos logrando alturas mayores, siendo el T0 el que logro mayor altura.

Tabla 3

Comportamiento del número de la especie *Cedrela montana* con respecto al tratamiento y su altura (cm).

Tratamientos	Número de individuos	Media	St Dev	Agrupamiento
T0	10	3.401	0.1697	A
T01	10	2.992	0.1934	B C
T1	10	2.984	0.2364	B C
T2	10	2.918	0.2438	C
T3	10	3.165	0.3280	B
T4	10	3.100	0.2586	B C
T5	10	3.136	0.1856	B
T6	10	2.972	0.2692	B C

Letras diferentes presentan valores significativos, letras iguales no presentan diferencias.

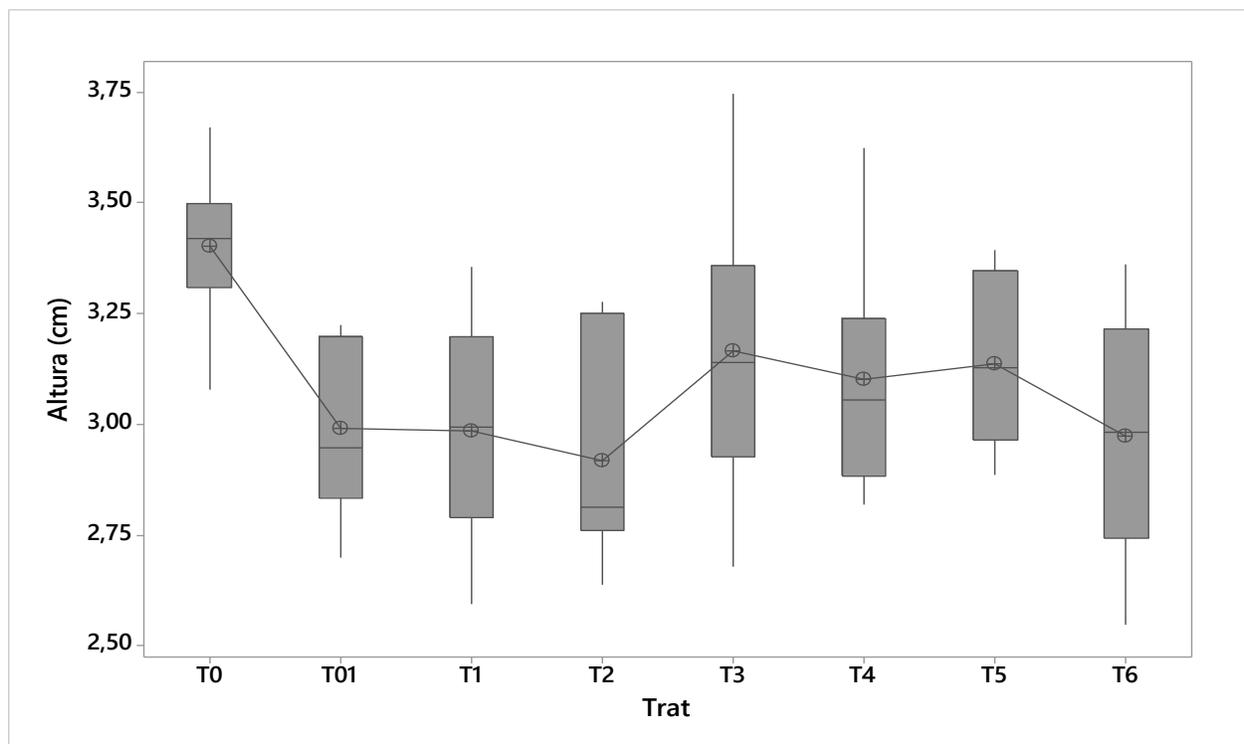


Figura 4. Comportamiento de la especie *Cedrela montana* con respecto al tratamiento y su altura (cm).

5.5 Comportamiento de la especie *Caesalpinia spinosa* con respecto al tratamiento y su altura (cm).

Se observan diferencias significativas en cuanto al Tratamiento dos (Aserrín 25%- Sustrato 75%), obtuvo el mejor rendimiento en cuanto a su altura para esta especie; sin embargo, el Tratamiento cinco (Cascarilla 25% - Sustrato 75%), Tratamiento seis (Cascarilla 50% - Sustrato 50%), Tratamiento tres (Aserrín 50%- Sustrato 50%) y el Tratamiento cero uno (Sustrato 100%) presentaron rangos muy similares, siendo estos en los que las plántulas más crecieron.

Tabla 4

Comportamiento de la especie *Caesalpinia spinosa* con respecto al tratamiento y su altura (cm).

Tratamientos	Número de individuos	Media	St Dev	Agrupamiento
T0	10	4.027	0.441	B
T01	10	4.724	0.406	A
T1	10	4.596	12.240	A B
T2	10	4.865	13.100	A
T3	10	4.806	0.694	A
T4	10	4.663	0.523	A B
T5	10	4.888	0.319	A
T6	10	4.879	0.2978	A

Letras diferentes presentan valores significativos, letras iguales no presentan diferencias.

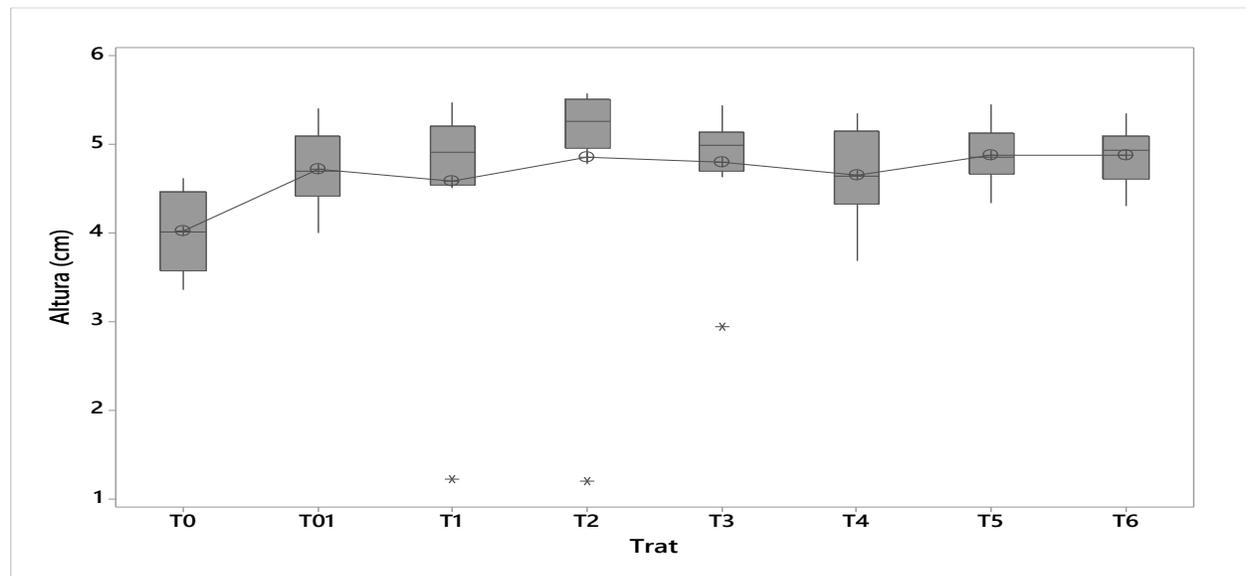


Figura 5. Comportamiento de la especie *Caesalpinia spinosa* con respecto al tratamiento y su altura (cm).

5.6 Comportamiento de la especie *Cedrela montana* con relación a su germinación en los diferentes sustratos.

No se presentaron diferencias significativas, más sin embargo el Tratamiento dos (Aserrín 25% - Sustrato 75%) fue el que tuvo mayor número de plántulas germinadas y los tratamientos cinco (Cascarilla 25% - Sustrato 75%) y seis (Cascarilla 50% - Sustrato 50%) los de menor número de plántulas germinadas.

Tabla 5
Comportamiento de la especie Cedrela montana con respecto a la germinación en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Media	St Dev	Agrupamiento
T0	60.97560976	6.89860274	A
T01	57.31707317	1.72465069	A
T1	62.19512195	8.62325343	A
T2	65.85365854	13.7972055	A
T3	59.75609756	12.0725548	A
T4	59.75609756	1.72465069	A
T5	57.31707317	1.72465069	A
T6	57.31707317	1.72465069	A

Letras diferentes presentan valores significativos, letras iguales no presentan diferencias.

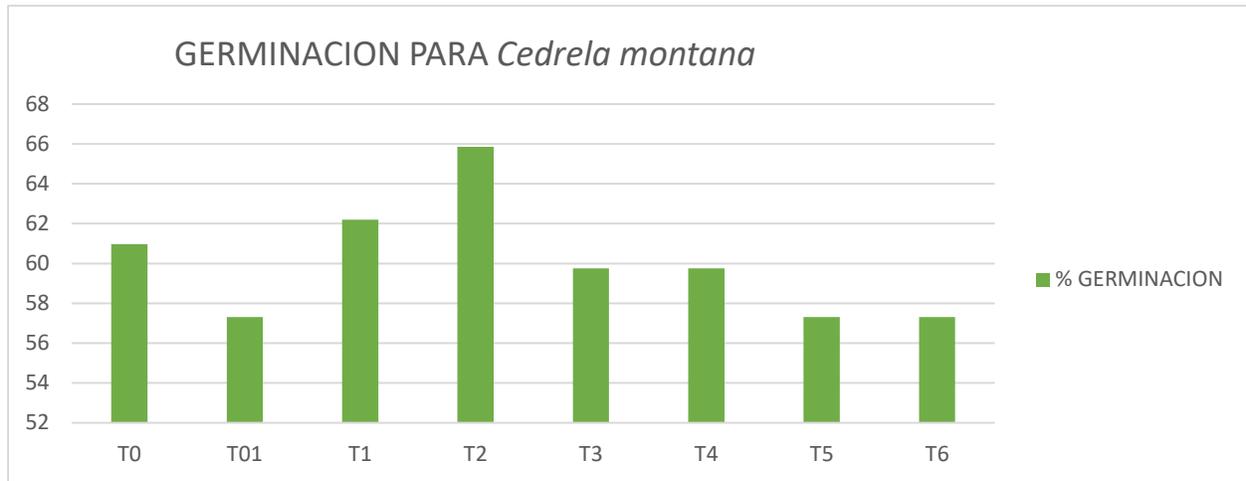


Figura 6. Comportamiento de la especie *Cedrela montana* con relación a su germinación en los diferentes sustratos.

5.7 Comportamiento de la especie *Caesalpinia spinosa* con relación a su germinación en los diferentes sustratos.

Se encuentran diferencias significativas observando que el Tratamiento uno (Aserrin 100%), fue donde germino el mayor número de plántulas y el Tratamiento dos (Aserrin 25% - Sustrato 75%) el de menos número de plántulas germinadas.

Tabla 6
Comportamiento de la especie *Caesalpinia spinosa* con respecto a la germinación en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Media	St Dev	Agrupamiento	
T0	65.85365854	6.898602743	B	C
T01	70.73170732	3.449301372	A	B
T1	81.70731707	5.173952057	A	
T2	57.31707317	1.724650686		C
T3	59.75609756	1.724650686	B	C
T4	67.07317073	8.623253429	B	C
T5	62.19512195	5.173952057	B	C
T6	59.75609756	5.173952057	B	C

Letras diferentes presentan valores significativos, letras iguales no presentan diferencias.

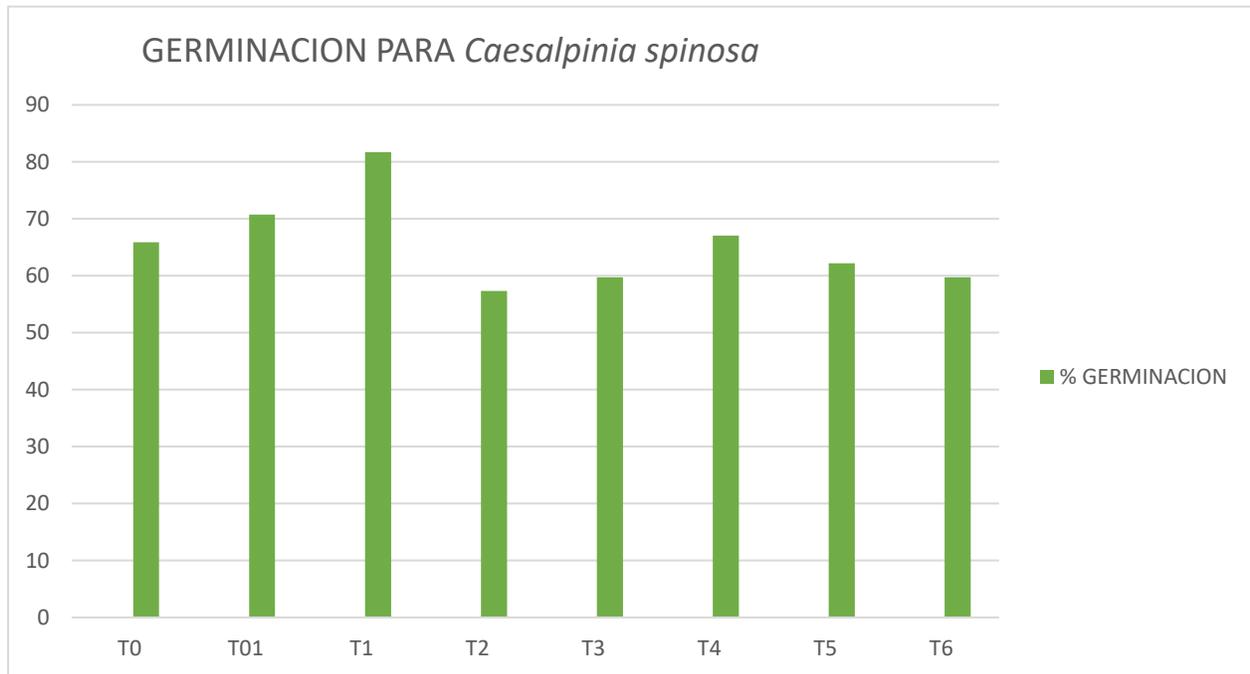


Figura 7. Comportamiento de la especie *Caesalpinia spinosa* con relación a su germinación en los diferentes sustratos.

5.8 Comportamiento del número de hojas con respecto a la especie.

No se observan diferencias entre las especies utilizadas, sin embargo, el número de hojas cambió en la especie *Caesalpinia spinosa*, ya que esta sufrió el ataque por un patógeno desconocido que afectaba su yema terminal, esta se empezaba a disecar y moría la plántula.

Tabla 7

Comportamiento del número de hojas verdaderas con respecto a la especie.

Especie	Media	Agrupamiento
<i>Caesalpinia spinosa</i>	3.563	A
<i>Cedrela montana</i>	3.687	A

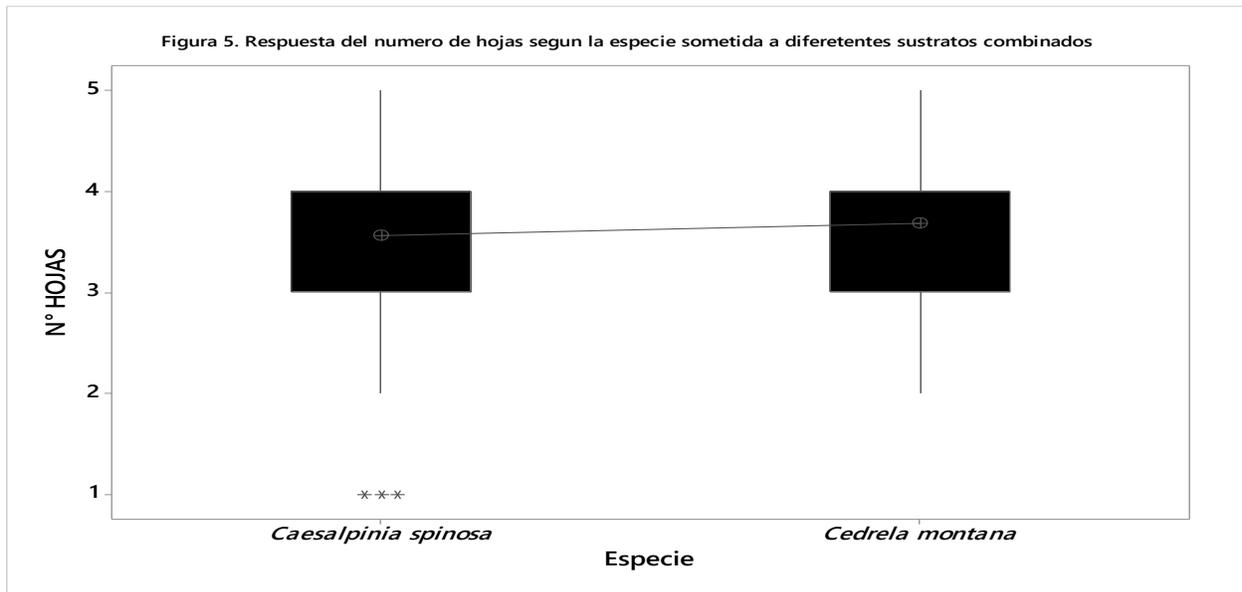


Figura 8. Comportamiento del número de hojas con respecto a las especie.

5.9 Comportamiento de la especie *Cedrela montana* con respecto a los diferentes tratamientos y su biomasa (g).

Presento diferencias significativas, el tratamiento cero uno (Sustrato 100%) fue el que obtuvo mayor cantidad de biomasa con respecto a esta especie.

Tabla 5
Comportamiento de la especie Cedrela montana con respecto a los diferentes tratamientos y su biomasa (g).

Tratamientos	Número de Individuos	Media	St Dev	Agrupamiento
T0	4	0.5000	0.1987	A B
T01	4	0.6175	0.1763	A
T1	4	0.2392	0.0599	B
T2	4	0.4742	0.1892	A B
T3	4	0.3033	0.0081	B
T4	4	0.404	0.4720	A B
T5	4	0.2341	0.0147	B
T6	4	0,2492	0.0580	B

Letras diferentes presentan valores significativos, letras iguales no presentan diferencias.

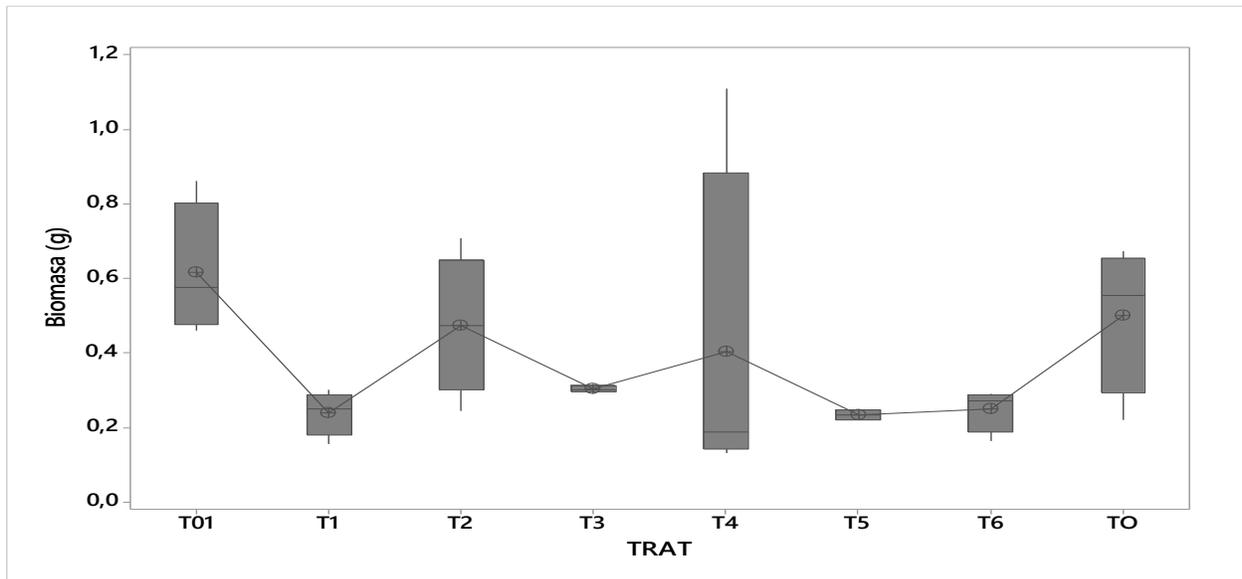


Figura 9. Comportamiento de la especie *Cedrela montana* con respecto a los diferentes tratamientos y su Biomasa (g).

5.10 Comportamiento de la especie *Caesalpinia spinosa* con respecto a los diferentes tratamientos y su biomasa (g).

Presento diferencias significativas en su cantidad de biomasa en el tratamiento cero (Turba 100%), su variabilidad pudo depender de que esta especie fue la más atacada por el patógeno desconocido.

Tabla 6

Comportamiento de la especie *Caesalpinia spinosa* con respecto a los tratamientos y su biomasa (g).

Tratamientos	Número de Individuos	Media	St Dev	Agrupamiento	
T0	4	0.7440	0.2540	A	
T01	4	0.1908	0.1067		C
T1	4	0.434	0.2510	B	C
T2	4	0.4167	0.0698	B	C
T3	4	0.4708	0.0501	B	
T4	4	0.607	0.2810	A	B
T5	4	0.3675	0.0734	B	C
T6	4	0.4125	0.0087	B	C

Letras diferentes presentan valores significativos, letras iguales no presentan diferencias.

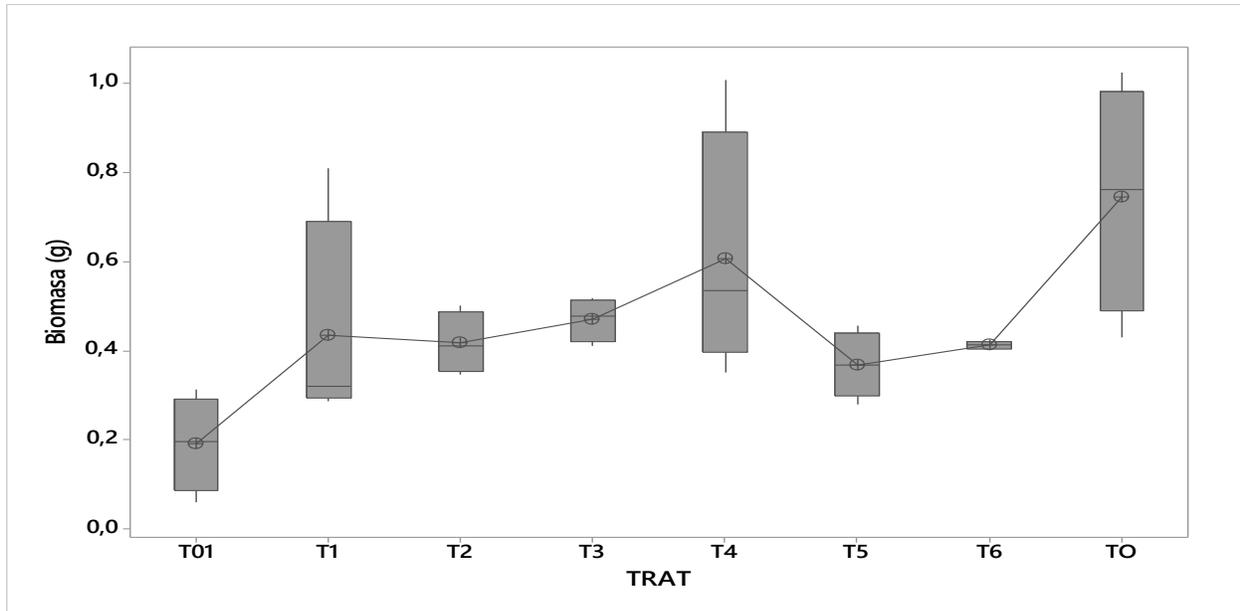


Figura 10. Comportamiento de la especie *Caesalpinia spinosa* con respecto a los diferentes tratamientos y su Biomasa (g).

5.11 Análisis del Sustrato.

Las propiedades Físico- Químicas que presenta el abono son muy buenas para ser utilizadas como sustrato en procesos de germinación, puesto que presenta altos porcentajes de retención de humedad, buena capacidad de intercambio catiónico, PH ideal, condiciones ideales de relación Carbono/ Nitrógeno, pero una conductividad eléctrica alta.

La temperatura es un parámetro importante en la determinación de un sustrato eficaz, de acuerdo a su evolución se puede juzgar la eficiencia y el grado de estabilización del proceso, de lo cual dependerá la degradación de la materia orgánica (Lian, 2003); el Ph adecuado de un sustrato debe estar entre 5,5 a 6,8 lo cual demostrara que tuvo una buena aireación, valores más bajos indican que el material no está completamente maduro para ser usado, (Bárbaro, et al, 2014).

A pesar de que el sustrato con desechos ruminales presenta una alta conductividad eléctrica (CE), que influye en la germinación, crecimiento y rendimiento de las especies, se aprecia que tienen un grado de tolerancia a la salinidad ya que según estudios su rango óptimo está entre 0.75 y 1.99 dS/m, como se observa el de la turba, (Guerrero y Masaguer 1997, Fascella 2015).

Alonso et al. (2012) afirma que la supervivencia de las especies con respecto a la influencia de la conductividad eléctrica y su pH no se afecta por la combinación de los sustratos, pero si su crecimiento es más bajo, la cantidad de sustrato que sea suministrado a la mezcla debe estar proporcional con su CE, ya que un exceso de salinidad también dificulta la absorción de agua por las raíces provocando la muerte de la plántula, esta puede ser tolerada en un ambiente húmedo y fresco.

En la producción de plantas en contenedores, es deseable tener un sustrato con bajo contenido de nitrógeno especialmente, ya que altos valores pueden llegar a ser tóxicos para las semillas en la etapa de la germinación (Buamscha et al. 2012).

Tabla 7
Analisis del Sustrato con Desechos Ruminales.

Determinación analítica	Unidad	METODO (EXTRACCIÓN/ CUANTIFICACIÓN)	Valor
Fosforo (P ₂ O ₅)	%	Digestión abierta nítrico: perclórico (5:2)/espectrometría de emisión de plasma inductivamente acoplado	0,17
Cenizas	%	Gravímetro	1,45
Nitrógeno (N)	%	EPA 351,3 Modificado	0,25
Contenido de humedad	%	Gravimétrico	72,11

Determinación analítica	Unidad	METODO (EXTRACCIÓN/ CUANTIFICACIÓN)	Valor
Perdidas por Volatización	%	Gravimétrico	26,44
Carbono Orgánico Oxidable (CO)	%	Walkey & Black/ colorimetría	12,01
Capacidad de Retención de Humedad	%	Gravimétrico	86,80
Capacidad de intercambio catiónico(CIC)	Cmol/kg	Acetato de Amonio 1N pH 7/volumetría	31,27
Densidad	g/100 ^{cm³}	Gravimétrico	0,28
pH		Lectura directa extracto pasta saturada	6,52
Conductividad Eléctrica(C.E.)	dS/m	Lectura directa extracto pasta saturada digestión abierta nítrico: perclórico	3,61
Potasio (K ₂ O)		(5:2)/ Espectrometría de emisión de plasma inductivamente acoplado	0,16
Relación Carbono nitrógeno (C/N)	%		48,94

6. Discusión

Según Guadir, (2014), para la especie *Cedrela montana* bajo tratamientos combinados de tierra negra, tierra del sitio y pomina, su germinación fue de 93.04% en un lapso de tiempo de cinco meses de acuerdo a su supervivencia, mientras que en los sustratos combinados con desechos ruminales, la germinación fue más baja con un valor de 60.06 % en un periodo de tiempo de dos

meses, razón por la cual se aprecia que hubo un mayor porcentaje de mortalidad durante el proceso de germinación de la especie en los sustratos combinados con desechos ruminales.

Según un estudio realizado por Alcalá & Quenter (2018) utilizando la especie *Caesalpinia Spinosa* y un sustrato producido con EM (2 partes de tierra agrícola - 1 parte de compostaje de residuos de podas césped, parques y jardines - 1 parte de compost tradicional), su porcentaje de germinación fue del 86.5 %, mientras que en este estudio para la misma especie utilizando los sustratos combinados con desechos ruminales su germinación fue más baja con un valor de 65,54 % cuantificado para el mismo periodo de tiempo de dos meses, igualmente alcanzo alturas de 10.7 cm que fueron superiores a las alcanzadas por esta investigación (7.6 cm).

Estos dos estudios presentaron diferencias significativas ya que a diferencia de esta investigación se hizo un análisis previo de los macronutrientes del sustrato antes de ser utilizado para la siembra y así poder observar las deficiencias o excesos para ser corregidos de acuerdo a los requerimientos de la especie garantizando una mejor germinación y crecimiento de la misma.

Por otro lado en los diferentes sustratos, son usados microorganismos como hongos, bacterias y lombrices para degradar la materia orgánica durante aproximadamente tres meses y así lograr la producción del humus (Capistrán *et al.*, 2004), en cambio si hablamos de reducción de costos y tiempo, el sustrato elaborado en esta investigación a base de desechos ruminales se degrado durante un mes sin ayuda de microorganismos para su descomposición, presentando en su análisis de laboratorio condiciones favorables para las plantas como su pH de 6,52, capacidad de retención de humedad de 86.80 % y densidad aparente de $0.28 \text{ g}/100\text{cm}^3$; donde de acuerdo a estudios ya realizados los valores de pH en la mayoría de los compost están entre los rangos de 5.5 a 7 (Sullivan, Miller 2005), su capacidad de retención de humedad debe estar como mínimo en 50%

para disminuir el riego constante y su densidad aparente debe ser menor a 0,40g/cm³ para sustratos favorables en el desarrollo de la plantas (Abad, colaboradores 2001).

Como se logra evidenciar el sustrato estudiado presenta altos porcentajes de retención de humedad lo cual facilita el proceso de germinación así sea bajo condiciones de sequía, variando su contenido de acuerdo a la cantidad de sustrato suministrado por tratamiento, manifestándose en su altura y diámetro de acuerdo al desarrollo de cada una de las especies ya sea de lento, mediano o rápido crecimiento, por ejemplo en la etapa de vivero la especie *Caesalpinia spinosa* resulto ser la de rápido crecimiento, siendo el Tratamiento dos (Aserrín 25% - Sustrato 75%), donde alcanzo sus mejores medidas de altura y diámetro, como también influyo en el número de hojas.

7. Conclusiones

La germinación de las dos especies no presento diferencias significativas, pero se logra apreciar que para la especie *Cedrela montana* en el Tratamiento dos (Aserrín 25 % - Sustrato 75%) presento su mayor porcentaje de germinación y para la especie *Caesalpinia spinosa* su mayor porcentaje estuvo en el tratamiento uno (Aserrín 100%), cabe destacar que las dos especies germinan bajo el uso de aserrín.

Para la especie *Cedrela montana* obtuvo variaciones significativas en los tratamientos, siendo el tratamiento cuatro (Casarilla 100%) obtuvo su peso de biomasa mayor, de igual forma la especie *Caesalpinia spinosa* tuvo diferencias siendo el tratamiento cero (turba 100%) el de mayor ganancia en biomasa.

8. Recomendaciones

Una vez terminado su proceso, es conveniente que quede guardado bajo techo y cubierto completamente con materiales impermeables (polietileno), evitando el uso de bolsas o recipientes que ya hayan sido usados, de no contar con una buena infraestructura.

Desde que se inicia el proceso de producción del sustrato hasta que ya esté listo para su uso, es favorable que reciba una aireación o volteo por semana como mínimo durante las primeras cuatro semanas del proceso.

Es importante conocer las propiedades físico químicas de los sustratos antes de ser utilizados para garantizar con ello una mejor germinación, crecimiento y desarrollo de las especies, debido a que una vez ya esté creciendo la planta es muy difícil modificar sus características.

La toma de datos debe realizarse siempre de la misma forma sin mover las bandejas, ya que sus medidas varían si se cambian de posición.

Referencias Bibliográficas

- Abad m, Noguera p, & Burés s. (2001). National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77(2), pp (197-200). Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852400001528>.
- Ansorena Miner. J. (1994). *Sustratos propiedades y caracterización*. Madrid, España: *Mundi-Prensa*. 172 p. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00152-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00152-8).
- Alcalá, E., & Quenter, R. (2018). *Evaluación del crecimiento inicial de plántulas de Caesalpinia spinosa (Tara) y Enterolobium cyclocarpum (oreja de negro) en diferentes sustratos en siembra directa en bolsas bajo tinglado* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3516>.
- Arango O, Montoya, J., Vásquez, y Flor, (2016). Physicochemical and microbiological analysis of co-composting process from biomass legume and bovine rumen. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), pp 345-354, doi <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5751>.
- Arcos, M., Matu, J., Y Cortez, M. (2012). Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(2), pp 307-312. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4688425>.
- Barajas, M., Wong, R., Chávez, T., Machado, S., y Cervantes, L. (2011). Efecto del contenido de proteína, grasa y levadura en las propiedades viscoelásticas de la masa y la calidad de pan tipo francés. *Interciencia*, 36(4), pp. 248-255. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33917994002.pdf>.
- Buamscha, G., Contardi, L., Kasten, R., Enricci, J., Escobar, R., Gonda, H.,... y Wilkinson, K. (2012). *Producción de Plantas en Viveros Forestales*. Buenos Aires, Argentina: Consejo Federal de Inversiones. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/272790574>.
- Capistran, F., Aranda E., Romero J.C. (1999). *Manual de reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje*. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/n80/n80a16.pdf>.
- Chaux, G., Rojas, G., y Bolaños, L. (2009). Producción más limpia y viabilidad de tratamiento biológico para efluentes de mataderos en pequeñas localidades caso: Municipio del tambo. Tambo, Colombia. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), p.102-114. Recuperado de <http://www.700-Texto%20del%20art%20C3%ADculo-2392-1-10-20150512.pdf>.
- Conesa, V., Conesa, A., Conesa, V., Esteban, T., y Ros, V. (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

- Corlay, C.L., Cerrato, R., Etchevers, J., Echegaray, A., Santizo J. (1991). Cinética de grupos microbianos en el proceso de producción de composta y vermicomposta. *Agrociencia*. 33 (4), pp. (173-380). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7039114>.
- Dostert, N., Roque, J., Brokamp, G., Cano, A., Latorre, M. y Weigend, M. (2009). *Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze. Desarrollo de monografías botánicas para cinco cultivos peruanos*. Recuperado de http://www.botconsult.com/downloads/Yacon_factsheet_final.pdf.
- Gavilanes, V. (2017). *Estudio de factibilidad para la implementación de una planta de compostaje para el aprovechamiento de residuos sólidos del camal de la ciudad de Riobamba* (Tesis de Maestría), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7843/1/20T00953.PDF>.
- Guadir, C., y Del Rocío, A. (2014). *Métodos de reproducción de tres especies forestales en cuatro proporciones de sustratos en vivero, en la Comuna Tesalia, provincia del Carchi* (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2565>.
- Guerrero, J., y Ramírez, I. (2004). Manejo ambiental de residuos en mataderos de pequeños municipios. *Scientia et Technica*, 10(26), pp 199-204. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911640034.pdf>
- Herrán, F., Torres, S., Martínez, R., Ruiz, M., y Portugal, O. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*, 4(1), pp 57-68. Recuperado de [http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art\[1\]%20A20Abonos.pdf](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art[1]%20A20Abonos.pdf).
- Higuera, C., Silva, L., y González, P. (2009). Caracterización sucesional para la restauración de la reserva forestal Cárpatos, Guasca, Cundinamarca. *Colombia forestal*, 12(1), pp 103-118. Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/3037>.
- Hómez, M. (1998). Aspectos descriptivos técnicos para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en un matadero municipal para procesos de compostaje y lombricultura. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/Aspectos-descriptivos-t%C3%A9cnicos-para-el-de-los-en-un-Gonz%C3%A1lez-Ambiental/6291aa5503865e284f0f7123ee301e98c0146e22>.
- Honing, P. (1974). *Principios de tecnología azucarera. Segunda edición*. México: Compañía editorial continental, pp 23-54. Recuperado de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UNC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=008444>
- Liang, C., Das, C., & McClendon, W. (2003). The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. *Bioresource technology*, 86(2), pp 131-137. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852402001530>.

- Lozano, C., & Robayo, T. (2008). *Propuesta de un manual estándar de inspección, vigilancia y control ambiental-IVC para plantas de beneficio bovino en Colombia* (Tesis de grado). Universidad de la Salle, Bogota, Colombia. Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1587&context=ing_ambiental_sanitaria.
- Mejía, M. (1995). Algunos aspectos acerca del manejo de los desechos orgánicos. *Boletín académico FIUADY*, 27, pp 61-68. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93912118001.pdf>.
- Monge, A., & Brenes, M. (2016). Contaminación del agua. *Biocenosis*, 20(1-2), 137 p. Recuperado a partir de <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/1311>
- Moya, M., Duran, M. (1990). Obtención de derivados celulósicos a partir de desechos de café. *Agronomía costarricense*, 14(2), pp 169-174. Recuperado de https://www.mag.go.cr/rev_agr/v14n02_169.pdf.
- Núñez, P., Aragadvay, G., Guerrero, R., & Villacís, A. (2016). Comportamiento productivo en cuyes (*Cavia porcellus*) utilizando contenidos ruminales. *The Selva Andina Animal Science*, 3(2), pp 87-97. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2311-25812016000200003&script=sci_arttext.
- Pabón, L., & Gélvez, S. (2009). Arranque y operación a escala real de un sistema de tratamiento de lodos activos para aguas residuales de matadero. *Ingeniería e Investigación*, 29(2), pp 53-58. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/img/revistas/iei/v29n2/v29n2a08.pdf>.
- Perdigón, P. (2010). Una breve descripción del manejo de los residuos generados en los mataderos de Colombia y su inclusión en los procesos de las tecnologías limpias o apropiadas. *Boletín semillas ambientales*, 4(2), pp 1-3. Recuperado de <http://9397-Texto%20del%20art%C3%ADculo-43548-1-10-20151017.pdf>.
- Poincelot, P. (1975). The biochemistry and methodology of composting. Bolletin 754. *The conneticut agricultural experiment station, new haven*, v.754, pp 1-18. Recuperado de <https://ci.nii.ac.jp/naid/10005395906/>.
- Ríos, M. (2012). Aprovechamiento del contenido ruminal bovino para ceiba cunicola, como estrategia para diezmar la contaminación generada por el matadero en San Alberto. *Prospectiva*, 10(2), pp 56-63. Recuperado de <http://234-Texto%20del%20art%C3%ADculo-436-1-10-20140819.pdf>.
- Rodríguez, A., Rojas, A. (2000). Aspectos Técnicos en la producción de composta. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2(2), pp 1-20. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93912118001.pdf>.
- Rodríguez, E. (1990). Análisis de algunos elementos básicos involucrados en la producción artificial de plantas de especies nativas. *Bosque*, 11(1), pp 3-9. Recuperado de <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v11n1/art01.pdf>

- Rodriguez, I., Adam, G., & Durán, M. (2008). Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. *Revista Agropecuaria*, 78(912), pp 836-842. Recuperado de <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/37372/1/articulo%20definitivo%20agricultura%20nov.pdf>.
- Romero, F. (1989). *Semillas. Biología y Tecnología*. Madrid, España: Mundi-Prensa. 637 p. Recuperado de https://biblioteca.uazuay.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=11574.
- Román, F., De Liones, R., Sautu, A., Deago, J., & Hall, J. S. (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.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>.
- Sáez, P., & Narciso, J. (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*, 17(3), pp 231-235. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>.
- Sánchez, J., Vázquez, R., Pérez, R., Caballero, L., & Grande, J. (2011). Producción de (*Cedrela odorata* L.), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. *Ri Ximhai*, 7(1), pp 123-132. Recuperado de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/26673>.
- Sullivan, M., & Miller O., (2005). *Propiedades cualitativas, medición y variabilidad del compost*. Madrid España: Ed. Mundi Prensa. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=5817>.
- Sztern, D., Pravia, A., (2001). *Manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos. Organización panamericana de la salud*. San José, Uruguay: Organización mundial de la salud. Recuperado de <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/compost.pdf>.
- Toro, L., (2000). Árboles y arbustos del Parque Regional ARVİ. *Corantioquia*, 20(11), 282 p. recuperado de http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/boletin_semillas_bosque_andino.pdf.
- Uicab, A., & Sandoval, A., (2003). Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2(2), pp 45-63. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93912118001.pdf>.

Valverde, A., Sarria, B., & Monteagudo, J. P. (2007). Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz. *Scientia et Technica*, 1(37), pp 1-6. Recuperado de <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4055/2213>.

Apéndices



Apéndice A. Elaboración del Sustratos con Desechos Ruminlaes.



Apéndice B. Toma de Temperatura.



Apéndice C Llenado y Siembra



Apéndice D. Germinación.



Apéndice E. Medición de variables.



Apéndice F. Trasplante.



Apendice G. Ataque por patógeno desconocido.