

EFFECTO DE TRES SUSTRATOS ELABORADOS A BASE DE ESTIÉRCOL ANIMAL, SOBRE LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL EN SEMILLAS DE LA ESPECIE FORESTAL CEDRO (*Cedrela odorata*), COMO ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE MATERIAL VEGETAL EN EL MUNICIPIO DE LLORÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ

DAYLER SAMIR FUENTES SERNA

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE
ECAPMA
QUIBDÓ – CHOCÓ
2017**

EFFECTO DE TRES SUSTRATOS ELABORADOS A BASE DE ESTIÉRCOL ANIMAL, SOBRE LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL EN SEMILLAS DE LA ESPECIE FORESTAL CEDRO (Cedrela odorata), COMO ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE MATERIAL VEGETAL EN EL MUNICIPIO DE LLORÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ

DAYLER SAMIR FUENTES SERNA

Proyecto De Investigación Para Optar el Título de Tecnólogo Agroforestal

Director:

Ing. WILLIAM RICARDO DIAZ SANTAMARIA

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE
TECAPMA
QUIBDÓ – CHOCÓ
2017**

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

Nota de aceptación

Director

Jurado 1

Jurado 2

Quibdó, Chocó Junio de 2017

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad.

Le doy gracias a mis padres María Edelmira Serna y Francisco Fuentes, a mis hijos, hermanos y familiares por apoyarme incondicionalmente en todo momento y estar conmigo en este proceso de formación.

Le agradezco a la UNAD por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno para poder estudiar esta carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante.

También les agradezco a mis amigos que con su granito de arena y sus conocimientos contribuyeron inmensamente en la elaboración de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN</u>	9
<u>PRESENTACION</u>	10
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	11
2. <u>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</u>	13
3. <u>JUSTIFICACIÓN</u>	15
4. <u>OBJETIVOS</u>	17
4.1 <u>OBJETIVO GENERAL</u>	17
4.2 <u>OBJETIVOS ESPECIFICOS</u>	17
5. <u>MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO</u>	18
5.1 <u>SUSTRATOS</u>	18
5.2 <u>PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS DE CULTIVO</u>	18
5.2.1 <u>Propiedades físicas</u>	18
5.2.2 <u>Propiedades químicas</u>	20
5.2.3 <u>Propiedades biológicas</u>	21
5.3 <u>EL COMPOSTAJE</u>	22
5.3.1 <u>Microorganismos del proceso de compostaje</u>	23
5.3.2 <u>Variación microbiana durante el proceso del compostaje</u>	24
5.3.3 <u>Variables físicas y químicas durante el proceso del compostaje</u>	25
5.3.4 <u>Variables relacionadas a la naturaleza del sustrato</u>	27
5.3.5 <u>Indicadores de la evolución del Compostaje</u>	29
5.4 <u>VIVEROS FORESTALES</u>	30
5.4.1 <u>Componentes de un vivero forestal</u>	31
5.4.2 <u>Tipos de viveros forestales</u>	31
5.5 <u>EL CEDRO (<i>Cedrela Odorata L.</i>)</u>	32
5.5.1 <u>Usos y manejo</u>	32
5.5.2 <u>Mercadeo y oportunidades</u>	32
5.5.3 <u>Distribución</u>	33
5.5.4 <u>Silvicultura</u>	33
5.5.5 <u>Manejo</u>	34
5.5.6 <u>Descripción</u>	35
6. <u>ASPETOS METODOLOGICOS</u>	36
6.1 <u>LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO</u>	36

6.2 <u>MATERIALES (HERRAMIENTAS E INSUMOS)</u>	38
6.2.1 <u>Herramientas</u>	38
6.2.2 <u>Insumos</u>	38
6.3 <u>DISEÑO EXPERIMENTAL</u>	38
6.4 <u>VARIABLES EVALUADAS</u>	39
6.4.1 <u>Porcentaje de germinación</u>	39
6.4.2 <u>Altura</u>	40
6.4.3 <u>Diámetro</u>	40
6.4.4 <u>Número de hojas</u>	40
7 <u>RESULTADOS</u>	41
7.1 <u>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</u>	
7.2 <u>PORCENTAJE DE GERMINACIÓN</u>	42
7.2.1 <u>Tratamiento T₁ = Testigo</u>	42
7.2.2 <u>Tratamiento T₂ = GSHRA</u>	42
7.2.3 <u>Tratamiento T₃ = PSHRA</u>	42
7.2.4 <u>Tratamiento T₄ = BSHRA</u>	43
7.2.5 <u>Porcentaje de germinación total</u>	43
7.3 <u>ALTURA DE PLANTULAS Y NÚMERO DE HOJAS</u>	45
7.3.1 <u>Tratamiento T₁ = Testigo</u>	46
7.3.2 <u>Tratamiento T₂ = GSHRA</u>	47
7.3.3 <u>Tratamiento T₃ = PSHRA</u>	48
7.3.4 <u>Tratamiento T₄ = BSHRA</u>	49
7.3.5 <u>Promedio de alturas por tratamiento</u>	50
7.3.6 <u>Promedio de Atura, numero de hojas y foliolo</u>	
8 <u>ANÁLISIS DE RESULTADOS</u>	51
8.1 <u>PORCENTAJE DE GERMINACIÓN</u>	51
8.2 <u>ALTURA DE PLANTULAS</u>	52
<u>CONCLUSIONES</u>	54
<u>RECOMENDACIONES</u>	55
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	56
<u>ANEXOS</u>	58

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla 1. Indicadores de la evolución del compostaje. (Fuente: Román et al., 2013)</u>	29
<u>Tabla 2. Herramientas utilizadas en el proceso de investigación</u>	38
<u>Tabla 3. Insumos utilizados en el proceso de investigación</u>	38
<u>Tabla 4. Diseño Experimental</u>	39
<u>Tabla 5. Porcentajes de germinación</u>	42
<u>Tabla 6. Numero de Semillas Germinadas por semana</u>	44
<u>Tabla 7. Altura y número de hojas en el tratamiento 1</u>	45
<u>Tabla 8. Altura y número de hojas en el tratamiento 2</u>	46
<u>Tabla 9. Altura y número de hojas en el tratamiento 3</u>	47
<u>Tabla 10. Altura y número de hojas en el tratamiento 4</u>	49
<u>Tabla 11. Promedio de alturas por tratamiento</u>	49
<u>Tabla 12. Análisis de germinación por tratamiento</u>	50
<u>Tabla 13. Altura de plántulas en Cm, por tratamientos y número de días</u>	52

LISTA DE FIGURAS

<u>Grafica 1. Localización geográfica del proyecto</u>	37
<u>Grafica 2. Porcentajes de germinación por tratamientos</u>	43
<u>Grafica 3. Numero de semillas germinadas por semana</u>	44
<u>Grafica 4. Promedio de alturas por tratamiento</u>	50
<u>Grafica 5. Análisis de germinación por tratamientos</u>	51
<u>Grafica 6. Efecto del sustrato sobre la altura</u>	52

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el municipio de Lloró departamento del Chocó – Colombia con el objetivo de evaluar el proceso de germinación de la especie (*Cedrela odorata L*) como alternativa de sostenibilidad y diversificación productiva de la especie; para lo cual se utilizaron tres tipos de sustratos orgánicos diferentes elaborados a base de estiércol animal, con el siguiente procedimiento; en primera instancia se demarcaron tres zonas diferente para la elaboración del compost, dejando espacio necesario para la circulación y el volteo de las pilas, cada una de estas pilas de sustrato poseía un tipo de estiércol diferente el primero con estiércol de ganado bovino, el segundo con estiércol de cerdo y el tercero con estiércol de aves de corral o gallinaza, teniendo en cuenta que los otros componentes como cascarilla de arroz, tierra negra, carbón de madera en partículas pequeñas, desechos orgánicos triturados y tierra de hormiga se aplicaron a cada sustrato en iguales cantidades pues esto permitió determinar cuál de los tres es el sustrato más apropiado para el proceso de germinación de la especie forestal estudiada.

En atención a lo descrito anteriormente podemos destacar en cuanto a la principal variable a evaluar que fue el porcentaje de germinación encontramos que los tratamientos T₁ (Tierra en condiciones naturales del territorio y T₃ (Porcinaza, suelo, hojarasca, aserrín y restos de alimentos), presentaron el mismo porcentaje de germinación equivalente a 68, 33%. El tratamiento con mayor porcentaje de germinación fue el T₄ (Bovinaza, suelo, hojarasca, aserrín y restos de alimentos) alcanzando un porcentaje del 76,67% y el T₂ (Gallinaza, suelo, hojarasca, aserrín y restos de alimentos) fue el de menos porcentaje de germinación logrando que el 50% de las semillas germinaran lo cual no es un porcentaje demasiado bajo en atención a las garantías de germinación de da la empresa empacadoras de semillas de cedro.

1. INTRODUCCIÓN

La madera del Cedro es tan conocida que muchos autores consideran que su descripción está por demás citarla, esto es debido a que ésta ha estado en el comercio local e internacional por varios de cientos de años y fueron los exploradores españoles los que usaron por primera vez el nombre de Cedro para esta especie por el olor aromático de su madera como una asociación que se le hacía con el Cedro del Viejo Mundo¹.

El nombre genérico fue establecido por Patrick Browne en 1756 en una publicación bajo el título de *Civil and Natural History of Jamaica*, en donde se hace una descripción sobre las particularidades de este género. *Cedrela* y sus demás especies se considera como una de las maderas comerciales y preciosas más importantes de América Latina en especial *C. Odorata*².

Con el desarrollo del presente proyecto se buscó utilizar de manera adecuada residuos orgánicos que se generan en la industria pecuaria como lo son estiércol de cerdo, ganado bovino y aves de corral combinado con otros componentes en las siguientes proporciones: **T₁ = Testigo**, Tierra negra en condiciones naturales del entorno en proporción del 100%. **T₂ = GSHRA**, compuesto por Gallinaza + Suelo + hojarasca + Aserrín + Restos de alimentos en proporción 40 – 35 – 10 – 10 – 5. **T₃ = PSHRA**, compuesto por Porcinaza + Suelo + hojarasca + Aserrín + Restos de alimentos en proporción 40 – 35 – 10 – 10 – 5 y **T₄ = BSHRA**, compuesto por Bovinaza + Suelo + hojarasca + Aserrín + Restos de alimentos en proporción 40 – 35 – 10 – 10 – 5 (Ver tabla 4).

Las actividades agrarias generan grandes cantidades de residuos orgánicos, que se transforman en contaminantes del ambiente al provocar una serie de daños al ecosistema. A pesar de estos efectos negativos, dichos residuos también pueden ser reutilizados como fuente de nutrientes para las plantas en la agricultura si se les da un tratamiento adecuado, como el compostaje³.

¹ Tomado de: guardabosqueusb.wordpress.com/conoce-nuestras-plantas/cedro

² **AGUILAR CUMES, J.M.** 1980. Código oficial para las especies arbóreas de Guatemala. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad – Instituto Nacional Forestal (INTECAP-INAFOR). 105 p.

³ Hernández, S., y Rodríguez, O. (2013). Calidad nutrimental de cuatro abonos orgánicos producidos a partir de residuos vegetales y pecuarios. México. 31: 35-46.

La creciente demanda de productos forestales ha establecido como alternativa un manejo sustentable de los sistemas de producción, promoviendo prácticas que preserven los recursos naturales y permitan hacer un uso eficiente y adecuado de los residuos que se derivan directa o indirectamente del sector agroforestal. Dichos residuos pueden ser reutilizados si se les da un tratamiento sostenible. El compostaje es un método biológico que permite la transformación de residuos orgánicos en un producto relativamente estable. Para el compostaje, el estiércol y los demás residuos deben ser mezclados en proporciones tales que la relación carbono/nitrógeno (C/N), la humedad y la aireación sean adecuadas para que estimulen una actividad microbiana intensiva, que modifique la estructura química y física de los materiales, cambiando la especiación química para que los nutrientes sean disponibles³.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A través del tiempo se ha venido efectuando en el Chocó biogeográfico una tala indiscriminada de especies arbóreas dentro de las cuales se destacan las especies como el Abarco (*Cariniana pyriformis*), Níspero (*Eriobotrya japónica*), Guayacán amarillo (*Handroanthus chrysanthus*), Chano (*Humiriastrum procerum*), Choiba (*Dypterix Oleifera Benth*), Roble (*Quercus humboldtii*), Truntago (*Vitex coopery*), Incibe (*Enterolobium cyclocarpus*), Caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*); siendo esta última objeto de nuestro estudio por su importancia para el desarrollo forestal en el municipio de Lloró – Chocó y que a través del tiempo ha disminuido considerablemente su presencia, por el alto valor comercial que posee y la tala indiscriminada por parte de los pobladores, llegando al punto de ser considerada como especie amenazada por el IIAP(Instituto de Investigaciones Ambientales del pacifico) y CODECHOCÓ (Corporación Autónoma Para el Desarrollo del Chocó) en su investigación (...) “Implementación de estudio base para especies forestales amenazadas en el departamento del choco; convenio interadministrativo entre **CODECHOCÓ & IIAP**”⁴.

(...) “Según estudios del Banco Mundial, el 42 por ciento de la madera que se explota, transporta y comercializa en Colombia es ilegal. Esta cifra, aunque alarmante, es conservadora, pues se limita a la madera ilegal. Es decir, a aquella que no está registrada y se tala y moviliza sin ningún permiso. Pero en Colombia no hay forma de asegurar que la madera es legal. Claro, la madera legal viene amparada por un permiso de aprovechamiento que dan las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR). Sin embargo, gran parte de esa madera que es aparentemente legal,

⁴Implementación de estudio base para especies forestales amenazadas en el departamento del choco; convenio interadministrativo entre **CODECHOCÓ & IIAP**”

realmente ha sido (legalizada)”⁵.

En muchas investigaciones se ha determinado que la materia orgánica es uno de los factores de mayor importancia para mantener la productividad del suelo en forma sostenida, pues determina la fertilidad del suelo. La utilización de los abonos orgánicos como una alternativa de agricultura, surge como complemento para satisfacer la necesidad de sustituir a los suelos de los minerales que se extraen de ellos, de la misma manera de aprovechar las habilidades de los organismos que se reemplazan o complementan a los fertilizantes”

⁵ García A.C. Trafico de madera: Pierden los bosques Tomado de <http://www.razonpublica.com/index.php/economia-y-sociedad/7512-tr%C3%A1fico-de-madera-pierden-los-bosques.html>

3. JUSTIFICACIÓN

La creciente demanda de productos forestales y la baja productividad de las masas boscosas naturales plantean la necesidad de establecer plantaciones que minimicen deforestación que cada vez aumenta más. Como ha sucedido en la agricultura, el desarrollo de programas de mejoramiento genético ofrece grandes oportunidades para complementar substancialmente la producción forestal de las masas naturales, a través del establecimiento de plantaciones forestales comerciales con especies de alta productividad.

El cedro (*Cedrela odorata* L.) es una de las especies de la familia MELIACEAE citada entre las más valiosas del mundo; sin embargo, debido a las talas selectivas y la falta de tecnologías para su reproducción ha sufrido una sobreexplotación no compensada con programas de repoblación. Sus poblaciones naturales se reducen rápidamente y es cada vez más difícil localizar árboles con diámetros de valor comercial⁶.

Sin duda, su principal producto es la madera de excelente calidad, que se usa para construcción ligera, decoración de interiores, construcción de barcos (cubiertas y forros). Con ella se hacen muebles finos, instrumentos musicales, baúles, cajas de puros y estuches, carpintería y ebanistería en general. El olor de la madera hace que se use para joyeros, cajas de cigarros, gabinetes, etc. además de ser reportado el proteger frente a las polillas.

En la actualidad la elaboración de sustratos orgánicos para incrementar procesos de germinación de especies forestales ha nacido como una opción para reemplazar los fertilizantes químicos, porque son ecológicamente seguros y económicamente asequibles. Con la utilización de sustratos ricos en materia orgánica se puede ayudar a mitigar la contaminación ambiental y aumentar la capacidad de absorción de elementos nutritivos que tienen los suelos, debido al incremento de la población microbiana encargada de la descomposición de residuos orgánicos liberando así minerales, transformando elementos no disponibles, además de acrecentar la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, de esta forma pueden ser recuperados suelos degradados y aumentar la fertilidad de los mismos⁷.

⁶ PEREZ FLORES J. Desarrollo de un método de micropropagación aplicable a genotipos de *Cedrela odorata*

⁷ SANCHEZ ROMERO A, Elaboración, caracterización y comparación de abonos orgánicos a base de equinaza y bovinaza. Bucaramanga 2008.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de tres sustratos elaborados a base de estiércol animal, sobre la germinación y crecimiento inicial en semillas de la especie forestal *Cedrela odorata*, como alternativa para la producción de material vegetal en el municipio de Lloró, departamento del Chocó.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ⇒ Identificar parámetros de calidad germinativa de la especie forestal *Cedrela odorata*, que permitan una buena selección de plántulas antes de llevarla a un proceso de reforestación en los corregimientos de Boraudo, Toco lloro y Peñalosa en el municipio de Lloró departamento del Chocó.

- ⇒ Caracterizar física y químicamente tres sustratos elaborados a base de estiércol animal determinando su incidencia sobre la germinación y calidad de plántulas de la especie *Cedrela odorata*.

- ⇒ Determinar la incidencia de tres sustratos elaborados a base de estiércol sobre el crecimiento inicial de plántulas de la especie *Cedrela odorata*.

5 MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO

5.1 SUSTRATOS

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

(...) “El término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno”⁸

5.2 PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS DE CULTIVO⁹

5.2.1 Propiedades físicas.

⇒ **POROSIDAD:** Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para la raíz. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El espacio o volumen útil de un sustrato corresponderá a la porosidad abierta.

⁸Calderón, A. 2006. Sustratos agrícolas (en línea). Chile, Proyecto Fondef D0I1063. 10 p. Consultado 28 de oct. 2016. Disponible en <http://www.biosustratos.cl/pdf/Sustratos%20agricolas1.pdf>

⁹ Tipos de sustratos de Cultivos Parte I. Consultado 28 de Oct. 2016. Disponible en http://www.infoagro.com/documentos/tipos_sustratos_cultivo__parte_i

⇒ **DENSIDAD:** La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente.

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-01) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.

⇒ **ESTRUCTURA:** Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas.

⇒ **GRANULOMETRÍA:** El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

5.2.2 Propiedades químicas

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

⇒ **Químicas.** Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

1. Efectos fitotóxicos por liberación de iones H^+ y OH^- y ciertos iones metálicos como el Co^{+2} .

2. Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos microelementos.
3. Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.

⇒ **Físico-químicas.** Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.

⇒ **Bioquímicas.** Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO₂ y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica.

Normalmente se prefieren son sustratos inertes frente a los químicamente activos. La actividad química aporta a la solución nutritiva elementos adicionales por procesos de hidrólisis o solubilidad. Si éstos son tóxicos, el sustrato no sirve y hay que descartarlo, pero aunque sean elementos nutritivos útiles entorpecen el equilibrio de la solución al superponer su incorporación un aporte extra con el que habrá que contar, y dicho aporte no tiene garantía de continuidad cuantitativa (temperatura, agotamiento, etc.). Los procesos químicos también perjudican la estructura del sustrato, cambiando sus propiedades físicas de partida.

5.2.3 Propiedades biológicas.

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos

cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido. Así las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

- a. **Velocidad de descomposición.** La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.
- b. **Efectos de los productos de descomposición.** Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción.
- c. **Actividad reguladora del crecimiento.** Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo.

5.3 EL COMPOSTAJE

El compostaje es la transformación de residuos orgánicos (estiércol animal, hojas, verduras, residuos de alimentos, frutas, etc.), por acción controlada de los microorganismos descomponedores que dan como resultado un producto totalmente orgánico, estable e higienizado aprovechable por el suelo y por las plantas. En principio, toda materia orgánica tales como desechos vegetales y animales, y restos de alimentos, entre otros, pueden ser utilizados como materia prima para el compostaje.¹⁰

El compostaje puede definirse como un proceso biológico aeróbico (biooxidativo) controlado, en el que intervienen numerosos microorganismos quienes alteran la estructura molecular de los compuestos orgánicos, que incluye un sustrato orgánico heterogéneo en estado sólido, que evoluciona pasando a través de diferentes fases

¹⁰Puerta, S. (2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Corporación Universitaria Lasallista. Colombia. 1(1), 56- 65

las cuales ocasiona cambios de temperatura y pH durante el proceso, dando lugar a la producción de materia orgánica estable, libre de patógenos y disponible para ser utilizada en la agricultura como abono acondicionador de suelos.¹¹

5.3.1 Microorganismos del proceso de compostaje

El compostaje constituye un ecosistema de diversas poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos, donde la predominancia de estos depende de las condiciones ambientales y nutricionales del mismo. Las variaciones térmicas durante el compostaje permiten la sucesión de poblaciones microbianas, contribuyendo a eliminar microorganismos patógenos, y a modificar las propiedades fisicoquímicas de los sustratos. Los microorganismos descomponedores de la materia orgánica los podemos clasificar de acuerdo a la forma de alimentarse (autótrofos, fotosintetizadores y heterótrofos), a la temperatura óptima de crecimiento (psicrófilos –entre 0 y 20 °C-, mesófilos – entre 20 y 45 °C-, y termófilos entre 45 y 80 °C.), al pH óptimo de desarrollo (acidófilos, neutrófilos y basófilos), al contacto y consumo del oxígeno (anaerobios, facultativos y aerobios)¹²

Durante el proceso se produce una selección de microorganismos regida por la disponibilidad de los nutrientes y la temperatura, evolucionando desde el predominio inicial de las bacterias capaces de metabolizar compuestos orgánicos simples, hasta los que degradan compuestos complejos como hongos y actinomicetos. En cada una de las etapas la temperatura determina la población específica de acuerdo a su tolerancia a dichos factores, es decir la biodiversidad decrece al aumentarla la temperatura.¹³

5.3.2 Variación microbiana durante el proceso del compostaje

En el compostaje se desarrollan una gran variedad de microorganismos aeróbicos mesófilos, termo tolerantes y termófilos que incluyen bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras. Las bacterias alcanzan los mayores niveles en las fases mesófila y termófila inicial, aunque se detectan en todas las fases, decreciendo en la fase de

¹¹Penagos, J., Adarraga, J., Aguas, D., y Molina, E. (2011). Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido. Universidad del Norte. Colombia

¹²Moreno, J., y Moral, R. (2008). Compostaje. Mundi-Prensa. Barcelona España. 570 p.

¹³Cruz, J. (2009). Valoración agronómica de compost y vermicompost de alperujos mezclados con otros residuos agrícolas, efecto como enmiendas sólidas y líquidas. Universidad Politécnica De Valencia. España

maduración, los géneros bacterianos frecuentes en la mayoría de los procesos de compostaje son *Bacillus*, *Pseudomonas* y el actinomiceto *Streptomyces*. Los actinomicetos (bacterias filamentosas) se desarrollan más lentamente y tienen mayor capacidad para degradar compuestos orgánicos complejos. Los actinomicetos junto a los hongos toman relevancia en el proceso cuando los nutrientes asimilables se han agotado, estos predominan en las fases de enfriamiento y maduración. Los hongos y levaduras más encontrados durante el proceso pertenecen a las clases *Ascomycetes*, *Zygomycetes*, *Basidiomycetes*, *Saccharomycetes* y *Ureidiomycetes*. Los géneros fúngicos más detectados son *Aspergillus* y *Penicillium*, seguidos por *Mucor* y *Chaetomium*. Las levaduras detectadas en compostajes corresponden a los géneros *Candida*, *Rhodotorula*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Torulopsis* y *Trichosporon*¹⁴

En la fase mesófila hay presencia de bacterias y hongos mesófilos y termo tolerantes, las bacterias con metabolismo oxidativo y fermentativo, son las que alcanzan mayores niveles en esta fase, principalmente bacterias Gram-negativas y productoras de ácido láctico. La actividad metabólica aumenta rápido la temperatura 42-45°C, iniciando la transición de microbiota mesófila a termófila. En esta termófila proliferan los microorganismos termo tolerantes y termófilos tales como actinomicetos (*Thermoactinomyces* sp.), diversos *Bacillus* spp. y bacterias Gram negativas como *Thermus* e *Hydrogenobacter*. Los hongos y las levaduras son reducidos desde el inicio de la fase, y son eliminados completamente a partir de los 60°C. Las bacterias que más abundan a temperaturas de 45°C a 50°C son las esporuladas como *Bacillus* spp. y los actinomicetos termo resistentes. Las bacterias no esporuladas *Hydrogenobacter* spp y *Thermus* spp. Y algunas esporuladas del género *Bacillus* predominan a temperaturas de 70 a 82°C. La transición a la tercera fase inicia cuando la temperatura es elevada y la fuente de carbono disponible comienza a ser factor limitante.¹⁵

Las fases de enfriamiento y maduración están caracterizadas por el crecimiento de una nueva comunidad en la que predominan los hongos y actinomicetos capaces de degradar compuestos complejos. Conforme avanza la maduración la comunidad se hace más estable y compleja, apareciendo microorganismos típicos como

¹⁴ Moreno, J., y Moral, R. (2008). *Compostaje*. Mundi-Prensa. Barcelona España. 570

¹⁵ Hernández, S., y Rodríguez, O. (2013). *Calidad nutricional de cuatro abonos orgánicos producidos a partir de residuos vegetales y pecuarios*. México.

Arthrobacter. A la actividad de hongos y bacterias se les unen otros organismos como los protozoos, nematodos y miriápodos, que contribuyen a la degradación y estabilización final de la materia orgánica.

5.3.3 Variables físicas y químicas durante el proceso del compostaje

En el proceso de compostaje, los microorganismos son los responsables de la transformación del sustrato; por lo tanto, todos aquellos factores que puedan inhibir su crecimiento y desarrollo, tendrán también su efecto sobre el proceso.

Para que el compostaje se desarrolle adecuadamente es imprescindible un buen control de los parámetros determinantes, que son los siguientes:

⇒ **Humedad:** es uno de los principales parámetros a controlar, ya que cuando ésta es muy alta, el agua desplazará al aire contenido en los espacios intersticiales dando lugar a reacciones de anaerobiosis, lo que además de reducir la velocidad del proceso, suele generar malos olores y pérdidas de nutrientes por lixiviación. Si la humedad es muy baja, disminuye la actividad microbiana, especialmente de las bacterias ya que los hongos pueden permanecer activos biológicamente.¹⁶

Se consideran niveles óptimos de humedad del 40% al 60% y éstos dependen de los tipos de materiales a utilizar; La gestión biológica de los microorganismos requiere de agua para la formación de biomasa; se necesita una humedad alta al comienzo del proceso, al final la humedad deseada está alrededor del 35%. El contenido de agua, la actividad microbiana, el nivel de oxígeno y la temperatura son factores directamente relacionados con la humedad global del compostaje.¹⁷

⇒ **Temperatura:** Es uno de los factores que influye de forma crítica sobre la velocidad de descomposición de la materia orgánica durante el compostaje. Esta varía ampliamente a lo largo del compostaje, y resulta importante para el control de las poblaciones microbianas predominantes en las distintas fases del proceso. Un requisito importante es que en la fase termofílica se alcancen

¹⁶Sztern, D. y Pravia, M. (2008). Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos. Uruguay

¹⁷INTEC. Corporación de Investigación Tecnológica de Chile. (1999). Manual de compostaje. Chile. 82pág

temperaturas altas (60 – 70 °C), capaces de reducir la población de microorganismos patógenos (higienización). Se evita superar los 70°C, porque se inhibe el desarrollo de gran parte de los microorganismos o provoca la eliminación, con lo que se reduce la tasa de descomposición microbiana.

⇒ **Aireación:** Dado que el compostaje es un proceso de oxidación, resulta imprescindible la presencia de un nivel adecuado de aire y por tanto de oxígeno, para lo cual se recurre al volteo periódico o a la ventilación forzada de las pilas. Los microorganismos deben disponer de oxígeno suficiente para la realización del proceso aerobio, si se garantiza el oxígeno necesario, se puede obtener un compost rápido y de buena calidad, evitándose problemas de malos olores.

Cuando la aireación es insuficiente la fracción orgánica se descompone lentamente y de forma anaerobia, originando malos olores, menores temperaturas y un material de mala calidad. El consumo de Oxígeno está en relación directa con la actividad microbiana, por lo que la aireación debe incrementarse cuando la temperatura de la masa aumenta. El mayor consumo de Oxígeno coincide con temperaturas comprendidas entre 28 y 55°C.

⇒ **pH:** Este parámetro afecta a las reacciones enzimáticas, de ahí que sea también un indicador importante de la evolución del compostaje. Generalmente, el pH decrece al principio del proceso por la actividad de las bacterias acidificantes y lentamente va incrementándose. Las reacciones que más influyen en el pH son las de liberación de CO₂, de ácidos orgánicos y de iones alcalinos. Las bacterias prefieren valores de pH entre 6 y 7.5, mientras que los hongos toleran un rango más amplio entre 5.5 y 8. Si el pH desciende de 6, la descomposición microbiana se detiene, valores cercanos o superiores a 9, favorecen la formación de amonio, afectando negativamente al crecimiento y actividad de los microorganismos (Valderrama, 2013).

5.3.4 Variables relacionadas a la naturaleza del sustrato

⇒ **Relación C/N:** Para un correcto compostaje donde se aprovechen la mayor parte del C y del N, la relación debe ser adecuada. Los microorganismos utilizan 30 partes de C generalmente por cada una de N, se precisa que en la

mezcla inicial este parámetro presente un valor entre 25 y 30.

Esta relación influye en la velocidad del proceso y en la pérdida de amonio durante el compostaje; si la relación C/N es mayor a 40 la actividad biológica disminuye, donde el exceso de carbono debe ser oxidado, si los productos a compostar tienen una relación C/N baja, el compostaje se lleva a cabo con mayor rapidez, pero el exceso de nitrógeno se desprende en forma amoniacal, lo que supone una pérdida de N que es el nutriente fundamental para los cultivos (Sztern, 2008).

⇒ **Tamaño de partícula:** Dado que la actividad microbiana se desarrolla principalmente en la superficie de las partículas, cuanto mayor es la superficie del sustrato mayor será la rapidez del ataque microbiano. No obstante, El tamaño de las partículas no debe ser ni muy fina ni muy gruesa; un tamaño muy fino de partícula no es conveniente debido a los riesgos de compactación del sustrato, lo que dificultaría una aireación adecuada. Si las partículas son muy grandes, mayores de 3 cms, la fermentación aeróbica tendrá lugar solamente en la superficie. Ambos casos se producirían fermentaciones anaerobias con malos olores. Los tamaños de partículas considerados óptimos oscilan entre 1 y 3 cm (INTEC, 1999).

⇒ **Nivel nutricional:** La naturaleza de los compuestos estructurales influyen en la velocidad del proceso de degradación. Cuando predominan los compuestos complejos (lignina, celulosa, grasas, etc.) la degradación de los residuos es mucho más lenta que cuando predominan los compuestos orgánicos de bajo peso molecular. Algunos de los nutrientes necesarios en mayor cantidad son el C, N, P y K. el carbono es utilizado como fuente de energía y junto al nitrógeno contribuyen en la síntesis de proteínas y al crecimiento microbiano. El fósforo y potasio son esenciales a nivel metabólico.¹⁸

5.3.5 Indicadores de la evolución del Compostaje

Tabla 1. *Indicadores de la evolución del compostaje.* (Fuente: Román et al., 2013).

¹⁸Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 13-43

Indicador	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal en fase termófila II (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
C:N	25:1– 35:1	15/20	10:1 – 15:1
Humedad	50% - 60%	45%-55%	30% - 40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm
pH	6,5 – 8,0	6,0-8,5	6,5 – 8,5
Temperatura	45 – 60°C	45°C-T° ambiente	T° ambiente
Densidad	250-400 kg/m ³	<700 kg/m ³	<700 kg/m ³
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

La evolución del proceso del compostaje se puede realizar a través de mediciones de indicadores establecidos, como:

- a. **Contenido de Humedad:** La medición se debe realizar al iniciar el proceso y periódicamente de 1 a 2 semanas, o cada vez que se realice el volteo de la pila. El nivel de humedad de las pilas debe oscilar entre 40 a 60% y se puede controlar fácilmente apretando una muestra de compost en las manos; no debe caer agua a lo más 1 o 2 gotas.
- b. **Carbono Total, Nitrógeno Total y la Relación C/N:** Para poder establecer la relación C/N es necesario primero analizar separadamente la magnitud presente de cada elemento en una muestra. La medición de este parámetro debe efectuarse al inicio del proceso y al producto terminado. La relación que deberían reflejarse al final del proceso es de 19:1.
- c. **pH:** Este parámetro debe ser medido con pH-metro durante todo el proceso. Los valores normales al final del proceso deben fluctuar entre 7 a 8.

- d. **Contenido de Metales Pesados:** La toxicidad por metales pesados es el factor limitante en el uso agrícola por sus efectos negativos a largo plazo. Los metales pesados más comunes son el Cobre, Zinc (necesarios como micronutrientes en las plantas), Cadmio, Plomo, Cromo, Níquel, Mercurio y Cobalto. La medición debe realizarse al producto final.
- e. **Presencia de Organismos patógenos:** Esta valoración debe realizarse al producto final para comprobar que puede ser aplicado sin riesgo en procesos agrícolas. La presencia de organismos patógenos se presenta en el compost de mala calidad como consecuencia de una excesiva aireación lo que conduce a reducir la temperatura. Los microorganismos que indican la presencia de patógenos son las bacterias coliformes.
- f. **Contenido de Macronutrientes:** Verificar el contenido de macronutrientes N₂, P₂O₅ y KOH al final del proceso, sobre todo cuando el destino final del producto es para uso agrícola. Se realiza un estudio bromatológico del producto, el cual nos brinda el contenido de nutrientes presentes en el compost.
- g. **Temperaturas en el proceso:** Las mediciones de este variable se hace desde el inicio y durante el tiempo de compostaje especialmente al momento de los volteos o, por lo menos una vez por semana. La temperatura durante el proceso debería fluctuar entre 55° a 70° C durante el proceso.
- g. **Nitrógeno, Fósforo y Potasio Disponible:** Se deben realizar mediciones en laboratorio de estos elementos, sobre todo si el producto está destinado como fertilizante en actividades de tipo agrícolas.

5.4 VIVEROS FORESTALES

Los viveros forestales son sitios especialmente dedicados a la producción de plántulas de la mejor calidad y al menor costo posible.

5.4.1 Componentes de un vivero forestal

Los componentes son varios, algunos de ellos son fundamentales y otros son complementarios y dependen del tipo de vivero y de las condiciones del sitio. Dentro de los componentes fundamentales tenemos:

- ⇒ Terreno de buenas características
- ⇒ Cercas
- ⇒ Fuentes segura de agua
- ⇒ Plántulas y semillas
- ⇒ Herramientas
- ⇒ Recursos económicos

5.4.2 Tipos de viveros forestales

Existen varios tipos, los viveros escolares, comunales, familiares etc., pero todos estos tipos se clasifican en dos, *los permanentes y los temporales*.

- ⇒ **Los viveros permanentes**, son aquellos viveros cuya instalación se realiza con materiales duraderos, infraestructura de cemento, acabados con madera cuyas propiedades tecnológicas aseguran sudurabilidad, disponen de ciertas infraestructuras que le caracterizan, como oficinas, almacenes, tanques elevados, sistema de riego, contando asimismo de equipos costosos, como bombas de agua, instalación que garantiza su uso para muchas campañas de producción de plántones, generalmente estos son construidos por institutos de investigación, en programas de desarrollo a mediano y largo plazo y por empresas dedicadas a la venta de plántones.
- ⇒ **Los viveros temporales**, usualmente construidos por las familias, cuya infraestructura es bastante simple, se utilizan materiales del bosque, como madera redonda, hojas de palmera para producir el tinglado o techo de las camas de almacigo y repiques, para que produzcan sombra o protección contra la luz solar a las semillas almacigadas o plántones repicados, sogas de monte para los amarres, todos estos materiales tienen una duración por un periodo de tiempo corto, pero lo suficiente para que cumpla con su objetivo de producir plántones para una o dos campañas de reforestación¹⁹.

¹⁹ OLIVA VALLE, M. Vivero forestal para producción de plántones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú. PROYECTO PD 622/11 Rev.1 (F) Chachapoyas – Perú, 2014

5.5 EL CEDRO (*Cedrela Odorata* L.)

5.5.1 Usos y manejo

Sin duda, su principal producto es la madera de excelente calidad, que se usa para construcción ligera, decoración de interiores, construcción de barcos (cubiertas y forros). Con ella se hacen muebles finos, instrumentos musicales, baúles, cajas de puros y estuches, lambrín, parquet, y carpintería y ebanistería en general. El olor de la madera hace que se use para joyeros, cajas de cigarros, gabinetes, etc.

5.5.2 Mercadeo y oportunidades

La madera de cedro se conoce, usa y comercializa desde hace mucho tiempo, de modo que en muchos países ha sido sobreexplotada. Ha ocupado uno de los primeros lugares de maderas exportables en muchos países donde se encuentra de forma natural y es una especie de interés prioritario para la reforestación.

5.5.3 Distribución

⇒ Ecológica

Se encuentra en las zonas de vida bosque húmedo tropical, bosque húmedo subtropical y bosque seco tropical. Es una especie exigente de luz.

⇒ Natural

México a Bolivia y norte de Argentina, y en el Caribe. Debido a su amplia distribución en América tropical forma parte de la flora nativa de la mayoría de países latinoamericanos, a excepción de Chile.

5.5.4 Silvicultura

⇒ **Semilla:** Los frutos se abren en el árbol cuando están maduros para liberar las semillas. Por esto deben recolectarse del árbol cuando cambian de color verde a marrón café, justo antes de que se abran. Los frutos muy verdes se pueden secar al sol por 24-35 horas para que se abran, pero sin excederse

pues la semilla pierde la viabilidad; también puede hacerse en zarandas a la sombra con buena ventilación. La semilla no debe exponerse al sol. Cada kg contiene 30,000-50,000 semillas. La semilla pierde viabilidad rápidamente, pero puede almacenarse por años a 5°C herméticamente sellados y con bajo contenido de humedad, pudiendo lograrse una germinación del 90% después de 4 años.

- ⇒ **Propagación:** La semilla no necesita pre tratamiento pero se consigue una germinación más uniforme sumergiendo la semilla en agua por 24 horas antes de la siembra. La germinación con semilla fresca es normalmente del 70%. La semilla es pequeña. Por lo que se debe sembrar inicialmente en camas de germinación con arena fina colada, lavada y desinfectada. Se siembran aproximadamente unas 2000 semillas (40 g) por m² a una profundidad de 0.5-1.5 cm, dejando el ala fuera.

La germinación comienza a los 6-10 días y termina a los 30 días. Las plantitas se repican a bolsas o bancales en cuanto alcanzan 5-8 cm de altura y aparecen las primeras hojas verdaderas. Se deben mantener a la sombra por 10 días y normalmente no es necesaria la fertilización. El riego se debe reducir durante las 3-4 semanas previas a la plantación. Si se observan daños del barrenador del tallo, se debe aplicar insecticida inmediatamente.

⇒ **Plantación**

Es una especie que demanda luz y debe plantarse en lugares abiertos o en líneas en plantaciones de enriquecimiento. Crece mejor mezclada con otras especies de árboles o cultivos perennes, lo que además reduce el riesgo de ataque del barrenador. Los espaciamientos recomendados varían con el sitio y el cultivo asociado. En plantaciones de enriquecimiento se usan hileras separadas 10 m y se dejan 5 m entre árboles. En combinaciones agroforestales o plantaciones:

- a. Con cultivos perennes (p. ej. café): 6x6 m a 9x9 m
- b. Con cultivos anuales: 5x3 m
- c. Plantaciones puras: 3x3 m a 5x5 m
- d. Plantaciones mixtas con otras especies arbóreas: 6x4 m a 14x7 m.
- e. Linderos o cercas vivas: 3 a 5 m entre árboles.

5.5.5 Manejo

Son importantes las limpiezas durante los primeros dos años. En caso de ataque, se recomienda la poda de la parte dañada, y cuando vienen los rebrotes, realizar una selección del mejor rebrote y eliminar los demás con tijeras podadoras. Esto evita la formación de bifurcaciones en la parte baja del árbol, que será la más valiosa desde el punto de vista maderable. Este procedimiento se repite las veces que sea necesario para lograr una buena sección de fuste recto, o hasta que el ataque se diluya en ramas secundarias donde el efecto no es tan importante), Si se hace esta poda, dejar la mayor cantidad de follaje que se pueda. Debido a que se planta habitualmente a espaciamentos amplios, no se requiere un intenso régimen de raleos. Se eliminan los árboles de mala forma para dejar una densidad final de 100-200 árboles/ha al final del turno de corta. El raleo debe ser suficiente para asegurar que las copas de los árboles restantes quedan a plena luz.

5.5.6 Descripción

Árbol que crece hasta 30-40 m en altura y 100-300 cm DAP, con fuste cilíndrico. La forma depende de la profundidad del suelo, pues en suelos poco profundos desarrolla un extenso sistema radical superficial y aletones bien desarrollados, mientras que en suelos profundos y fértiles las raíces son profundas y el tronco aflautado. La copa es amplia y rala. Las hojas son alternas, compuestas, paripinnadas, con 5-11 pares de hojuelas, lanceoladas a ovaladas que miden 5-16 cm de largo. Las flores son blanco verdosas, agrupadas en racimos de 30-50 cm al final de las ramas. Las cápsulas son inicialmente verdes y cambian a café oscuro cuando maduran. Son leñosas, redondeadas en ambos extremos y se abren a lo largo en 5 partes, cada una conteniendo 30-40 semillas. Las semillas son planas, ovoides, con un ala y miden 5-6 mm (18-20 mm incluyendo el ala). Se reconoce bien al machacar las hojas entre las manos pues dejan un cierto olor a ajo (mucho más fuerte durante la fase de máxima floración). También por la corteza de los adultos, muy fisurada a lo largo.

6 ASPETOS METODOLOGICOS

El presente trabajo de investigación se desarrolló con recursos propios y con grandes aportes académicos de parte de la UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia), las semillas del Cedro (*Cedrela odorata*) fueron compradas directamente al vivero **Semillas el Bosque S.A.S** con registro ICA de importador # **4243/13** y registro ICA de reempaque #**5545/13** en las cuales garantizaban una pureza del **85%** y una germinación del **50 al 75%**.

Las variables a evaluar fueron: Porcentaje de germinación, altura de las plántulas (Cm), número de ramas y número de hojas. Para ello se efectuaban muestreos semanales, Con los datos promedios obtenidos por tratamiento para cada variable se realizó un análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre los tratamientos.

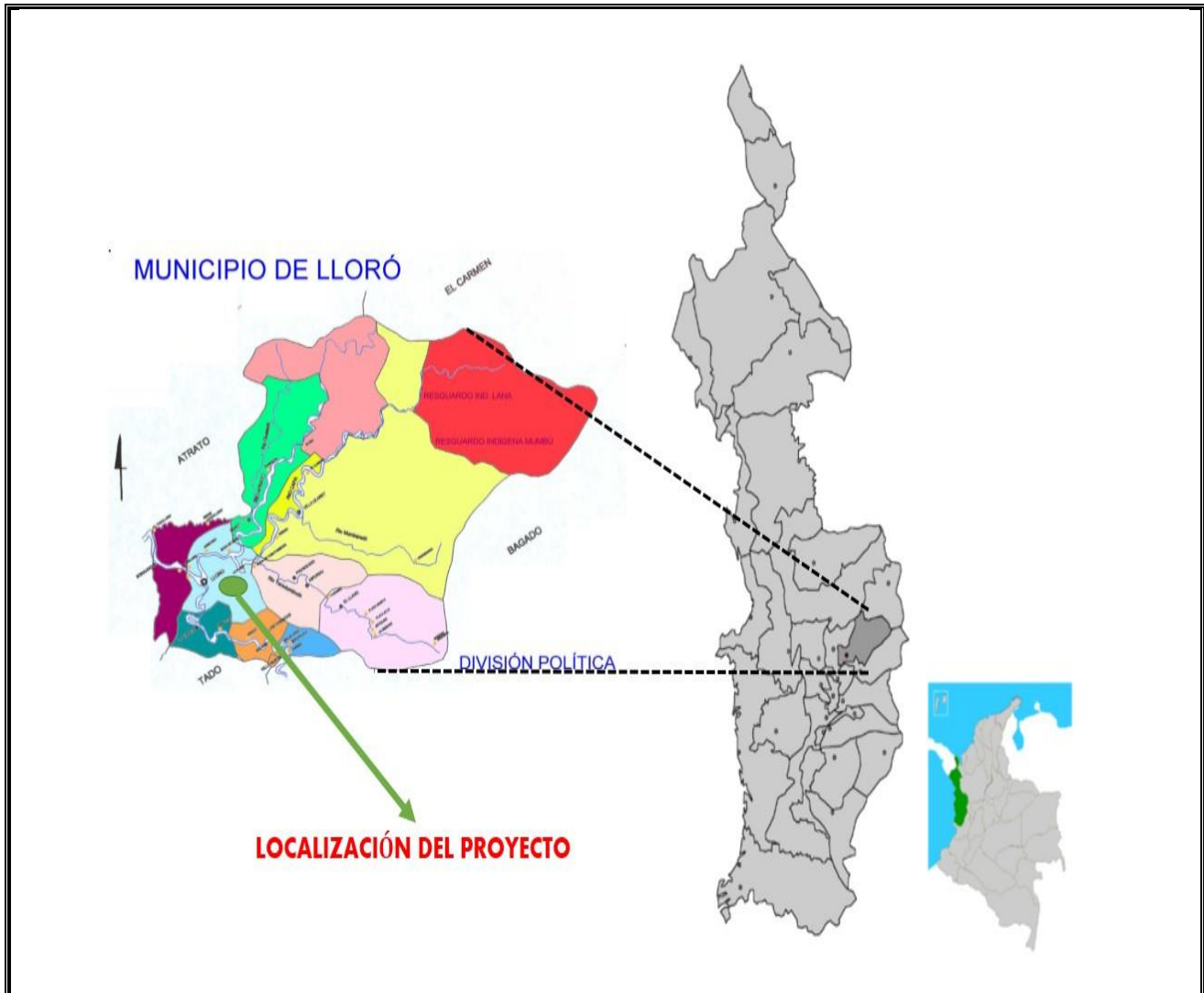
Para el análisis fisicoquímico de los sustrato orgánico se utilizó el laboratorio de suelos ANALTEC (Calidad, Confidencialidad y experiencia a su servicio) ubicado en la ciudad de Medellín, departamento de Antioquia – Colombia.

6.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el municipio de Lloró, Departamento del Chocó – Colombia, el cual está situado en la zona Occidental del departamento del Choco parte alta del río Atrato a 12 Km. del Municipio del Atrato, posee una extensión total: 905 Km², los asentamientos de sus pobladores se distribuyen a lo largo de cuatro ríos las cuales son el Atrato, Andagueda, Capa y Tumutumbudo, presentando Límites al oeste con el Municipio del Atrato, al Este con el Municipio del Carmen del Atrato, al norte con el Municipio de Bagadó y al sur con el Municipio de Certegui.

El municipio de Lloró posee una temperatura promedio de 26 °C, puesto que se encuentra a 69 msnm. Entre los elementos del clima se tiene la precipitación temperatura, humedad, brillo solar, viento, la ubicación y la estructura orografía entre otros. Los tres primeros son los de mayor incidencia en el Municipio de Lloró por cuanto permiten definir el clima de esta región. Los factores del clima, pendiente, altitud, formas del relieve, generan cambios climáticos a nivel local,

mientras que la cobertura vegetal es causa y efecto por su influencia en la decisión de utilización de las tierras para determinado uso.



Grafica 1. Localización geográfica del proyecto

6.2 GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO

6.2.1 Geografía

✓ Descripción Física:

El municipio de Lloró está situado en la zona Occidental del departamento del Chocó parte alta del río Atrato a 12 Km. del Municipio del Atrato, posee una extensión total: 905 Km², los asentamientos de sus pobladores se distribuyen a lo largo de cuatro ríos las cuales son el Atrato, Andagueda, Capa y Tumutumbudo.

✓ **Límites del municipio:**

OESTE: Con el Municipio del Atrato

ESTE: Con el Municipio del Carmen del Atrato

NORTE: Con el Municipio de Bagadó

SUR: Con el Municipio de Certegui

- ✓ **Extensión total:** El municipio de Lloró posee una extensión total de 905Km²
- ✓ **Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar):** 65 msnm
- ✓ **Temperatura media:** 28⁰C
- ✓ **Distancia de referencia:** 36km

6.2.2 Ecología

El Municipio de Lloró y las zonas circunvecinas constituyen el núcleo de máxima precipitación pluviométrica en el territorio Colombiano, destacándose por ser una de las regiones más húmedas de la América Tropical y una de las más lluviosas del Mundo. De acuerdo al sistema de clasificación para Colombia, la zona presenta un clima cálido muy húmedo, hace parte del Bacín del Atrato y está localizado sobre el sistema de colinas que varían entre 50 y 100 m.

6.3 MATERIALES (HERRAMIENTAS E INSUMOS)

6.3.1 Herramientas

Para la elaboración y buen desarrollo del presente proyecto de investigación fue necesario la utilización de los siguientes materiales:

Computador portátil	Cámara fotográficas	Celulares
Tablas de apuntes	Esferos	Marcadores
Plástico negro	Recipientes plásticos	Martillo
Clavos	Serruchos	Carreta
Regaderas	Baldes	Micrómetro

Tabla 2. Herramientas utilizadas en el proceso de investigación

6.3.2 Insumos

Fue necesario la utilización de los siguientes insumos:

CONSTRUCCIÓN DE VIVERO TEMPORAL		
Madera común	Polisombra	Rastrillo
Zaranda	Tanque de Agua	Manguera
Flexómetro	Alicates	Cuchillo
ELABORACIÓN DE SUSTRATOS		
Aserrín descompuesto	Hojarasca	Estiércol animal
Restos de alimentos	Arena lavada	Cal agrícola
Guantes plásticos	Costales	Plástico

Tabla 3. Insumos utilizados en el proceso de investigación

6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Después de validado la técnica más apropiada para la germinación de semillas de Cedro (*Cedrela odorata*), se aplicó un diseño completamente al azar utilizando tres tratamientos y un testigo de la siguiente manera T_1 = Testigo (Tierra en condiciones naturales del área de estudio), T_2 = GSHARA (Gallinaza, suelo, hojarasca, aserrín y Restos de alimentos), T_3 = PSHARA (Porcinaza, suelo, hojarasca, aserrín y Restos de alimentos) y T_4 = (Bovinaza, suelo, hojarasca, aserrín y Restos de alimentos). Se utilizaron en total 240 semillas objeto de investigación.

El repartimiento de los tratamientos se localizó completamente al azar dentro de un vivero diseñado para el desarrollo de la investigación, hecho en una estructura con materiales del entorno en el cual se ofrecieron las condiciones necesaria para la germinación de plántulas con una humedad relativa que oscilo entre 60 a 89% y una temperatura entre 21 a 32°C.

6.4.1 Método estadístico

El estudio estadístico se efectuó mediante el análisis de varianza en una vía para las variables:

- ✓ Porcentaje de germinación
- ✓ Altura

- ✓ Numero de hojas

Las medidas de los diferentes tratamientos fueron comparadas por el método de rangos multiples, el nivel de significancia fue del 5%.

Los tratamientos se describen a continuación:

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	PROPORCIÓN (%)
T ₁ = Testigo	Tierra negra en condiciones naturales del entorno	100
T ₂ = GSHRA	Gallinaza + Suelo + hojarasca + Aserrín + Restos de alimentos	40 – 35 – 10 – 10 – 5
T ₃ = PSHRA	Porcinaza + Suelo + hojarasca + Aserrín + Restos de alimentos	40 – 35 – 10 – 10 – 5
T ₄ = BSHRA	Bovinaza + Suelo + hojarasca + Aserrín + Restos de alimentos	40 – 35 – 10 – 10 – 5

Tabla 4. Diseño Experimental

6.5 VARIABLES EVALUADAS

6.5.1 Porcentaje de germinación

El objetivo fundamental de los análisis de germinación consiste en evaluar la capacidad germinativa de las semillas, ya que la irregularidad de la germinación ocasiona plantas con tamaños distintos, afecta el éxito del trasplante e incrementa los costos de producción²⁰

Para evaluar el proceso germinativo se consideran los siguientes aspectos:

- ⇒ **Capacidad de germinación:** Es el número de semillas que germinan bajo condiciones definidas o tratamiento específico. Se expresa en porcentaje (%) o en números absolutos.
- ⇒ **Velocidad de germinación:** Evalúa la rapidez o tasa con que ocurre la germinación bajo tratamiento.

²⁰ Arriaga, V.; Cervantes, V.; Vargas-Mena, A. 1994. Manual de reforestación con especies nativas. Secretaria de Desarrollo Social, Instituto Nacional de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. 186 pág.

⇒ **Homogeneidad de germinación:** Señala qué tan simultánea es la germinación entre plantas, en un tiempo determinado.

El porcentaje de germinación lo calculamos aplicando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Germinación} = \frac{\text{Nro. de Semillas Germinadas} \times 100}{\text{Nro. de Semilla sembrada}}$$

6.5.2 Altura

Se midió con una regla, desde el cuello de la raíz hasta la yema terminal de la planta (Cm). Esta medición se efectuó a los 45 días después del iniciado el proceso de germinación.

6.5.3 Número de hojas

Al finalizar el estudio, se contabilizó el par de hojas de las plántulas, tomando en cuenta las hojas vivas. El número de hojas es una variable que indica el nivel de actividad fotosintética de la planta, por ende, el desarrollo de la misma. El conteo de las hojas se efectuó a los 8, 15, 30 y 45 días después del proceso de germinación.

7 RESULTADOS

7.1 ANALISIS FISICOQUIMICO

Los sustratos elaborados fueron caracterizados fisicoquímicamente en la empresa ANALTEC el cual es un laboratorio de suelos avalado por el IDEAM mediante resolución 2657 del 1 de noviembre de 2013. En la sede de la ciudad de Medellín Ant. Ubicado en la dirección Avenida 33 # 74B – 146. Para el análisis fisicoquímico se enviaron 4 muestras de cada uno de los tratamientos utilizados, los resultados obtenidos fueron:

⇒ **Tratamiento T₁ = TESTIGO**

En este tratamiento se obtuvo un pH equivalente a 5,2 indicando que el sustrato es fuertemente ácido, con un porcentaje de m.o de 7,1%, con saturación de sodio (Na) baja, saturación de magnesio (mg) y calcio (Ca) en condición ideal para el crecimiento de plántulas.

⇒ **Tratamiento T₂ = GSHRA**

En este tratamiento se obtuvo un pH igual a 4,9 indicando que al igual que el anterior también es fuertemente ácido, con porcentaje de m.o de 6,7% con saturación de potasio ideal, saturación de calcio (Ca) y magnesio (mg) deficientes y saturación de sodio (Na) bajo.

⇒ **Tratamiento T₃ = PSHRA**

En este tratamiento se obtuvo un pH de 6,3 indicando que es ligeramente ácido, con saturación de calcio (Ca) y potasio (K) en condiciones ideales, saturación de magnesio (Mg) deficiente y saturación de sodio (Na) bajo.

⇒ **Tratamiento T₄ = BSHRA**

Presenta pH equivalente a 5,7, indicando que es un sustrato moderadamente ácido, porcentaje de m.o de 7.1%, saturación de calcio (Ca) y potasio (K) y sodio (Na) ideal, y saturación de magnesio (Mg) deficiente.

7.1.1 Tratamiento T₁ = TESTIGO

RESULTADO ANALISIS DE SUELO 1



USUARIO	DAILER SAMIR FUENTES	VEREDA	QUIBDO	TIPO DE ANALISIS ESTADO	COMPLETO POE ESTABLECER
DIRECCIÓN	Trav. 19 # 19 - 20	FINCA	QUIBDO		
DEPTO	CHOCÓ	ALTURA (m.s.n.m.)	60		
MUNICIPIO	QUIBDO	CULTIVO	FORESTAL		



Ident. muestra	No.Reg.	Prof. Cm	Textura	pH	m.o %	P		Al+H cmol/kg	Sat.Al %	Al	Cationes de Cambio				CICE	C.E dS/m	Elementos Menores				
						Mg/Kg	s				Ca	Mg	K	Na			Fe	Cu	Mn	Zn	B
1	2563	5	ArA	5,2	7,1	8	7,3	1,84	65	1,54	0,54										

contenido en el suelo	1696		EA		bajo	bajo		limitante		bajo	bajo	bajo	bajo		ns	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
-----------------------	------	--	----	--	------	------	--	-----------	--	------	------	------	------	--	----	------	-------	------	------	------

CLAVES DE INTERPRETACIÓN

EA = Extremadamente ácido M.A. = Moderadamente ácido C.A. = Condición adecuada	Acl = Alcalino M.Acl = Muy Alcalino	N.S. No salino L.S. Ligeramente salino M.S. Moderadamente salino	F.S. Fuertemente salino M.F.S = Muy fuertemente salino	N.L = No limitante L.G. = Ligeramente limitante N.D. = No detectable
--	--	--	---	--

RELACIONES DE CATIONES	VALOR	INTERPRETACIÓN	SATURACIÓN DE CATIONES	VALOR	INTERPRETACIÓN
Ca/Mg	3,8	Valores ideales (3 - 5)	Saturación de Calcio (Ca)	45%	Ideal
Ca/K	5,6	Valores ideales (12 - 18)	Saturación de Magnesio (Mg)	5,9%	Deficiente
Mg/K	1,8	Valores ideales (4 - 6)	Saturación de Potasio (K)	4,8%	Ideal
(Ca + Mg)/K	12,6	Valores ideales (12 - 20)	Saturación de Sodio (Na)	5,7%	Bajo

MÉTODOS DE ANALISIS

Textura	Tacto (A) Arena (L) Limo (Ar) Arcilla (F) Franco	Cationes de cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺) Acetato de amonio 1M a pH 7,0 CICE Capacidad de intercambio catiónico efectiva Elementos menores (Cu, Fe, Mn y Zn) Olsen mod. B. Boro (Fosfato monocalcico) C.E. Conductividad eléctrica
pH	Potenciométrico Relación Suelo agua 1:2,5	
M.O.	Materia Orgánica (Walkley Black Modificado)	
P.	Fosforo disponible (Blay II)	
S.	Azufre Disponible (Fosfato Monocalcico)	
Al +H	Acides intercambiable	

	DÍA	MES	AÑO
FECHA DE ENTRADA	08	08	2016
FECHA DE SALIDA	17	08	2016

Luis Gabriel Torres R.

Vo. Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO

7.1.2 Tratamiento T₂ = GSHRA

RESULTADO ANALISIS DE SUELO 2



USUARIO	DAILER SAMIR FUENTES	VEREDA	QUIBDO	TIPO DE ANALISIS	COMPLETO
DIRECCIÓN	Trav. 19 # 19 - 20	FINCA	QUIBDO	ESTADO	POE ESTABLECER
DEPTO	CHOCÓ	ALTURA (m.s.n.m.)	60		
MUNICIPIO	QUIBDÓ	CULTIVO	FORESTAL		

Ident. muestra	No.Reg.	Prof. Cm	Textura	pH	m.o %	P		Al+H cmol/kg	Sat.Al %	Cationes de Cambio					CICE	C.E dS/m	Elementos Menores					
						Mg/Kg	S			Al	Ca	Mg	K	Na			Fe	Cu	Mn	Zn	B	
1	2564	5	ArA	4,9	6,7	9	8,5	1,42	50	1,22	0,59											

contenido en el suelo	1696	EA	bajo	bajo	limitante	bajo	bajo	bajo	bajo	ns	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
-----------------------	------	----	------	------	-----------	------	------	------	------	----	------	-------	------	------	------

CLAVES DE INTERPRETACIÓN

EA = Extremadamente ácido	Acl = Alcalino	N.S No salino	F.S. Fuertemente salino	N.L = No limitante
M.A. = Moderadamente ácido	M.Acl = Muy Alcalino	L.S. Ligeramente salino	M.F.S = Muy fuertemente salino	L.G. = Ligeramente limitante
C.A. = Condición adecuada		M.S. Moderadamente salino		N.D. = No detectable

RELACIONES DE CATIONES	VALOR	INTERPRETACIÓN	SATURACIÓN DE CATIONES	VALOR	INTERPRETACIÓN
Ca/Mg	4,1	Valores ideales (3 - 5)	Saturación de Calcio (Ca)	24,0%	Deficiente
Ca/K	5,0	Valores ideales (12 - 18)	Saturación de Magnesio (Mg)	5,9%	Deficiente
Mg/K	1,2	Valores ideales (4 - 6)	Saturación de Potasio (K)	4,8%	Ideal
(Ca + Mg)/K	6,2	Valores ideales (12 - 20)	Saturación de Sodio (Na)	2,9%	Bajo



MÉTODOS DE ANALISIS

Textura	Tacto (A) Arena (L) Limo (Ar) Arcilla (F) Franco	Cationes de cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺)	Acetato de amonio 1M a pH 7,0
pH	Potenciométrico Relación Suelo agua 1:2,5	CICE	Capacidad de intercambio catiónico efectiva
M.O.	Materia Orgánica (Walkley Black Modificado)	Elementos menores (Cu, Fe, Mn y Zn)	Olsen mod.
P.	Fosforo disponible (Blay II)	B. Boro	(Fosfato monocalcico)
S.	Azufre Disponible (Fosfato Monocalcico)	C.E.	Conductividad eléctrica
Al +H	Acides intercambiable		

	DÍA	MES	AÑO
FECHA DE ENTRADA	08	08	2016
FECHA DE SALIDA	17	08	2016

Luis Gabriel Torres R.
Vo. Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO

7.1.3 Tratamiento T₃ = PSHRA

RESULTADO ANALISIS DE SUELO 3



USUARIO	DAILER SAMIR FUENTES	VEREDA	QUIBDO	TIPO DE ANALISIS ESTADO	COMPLETO POE ESTABLECER
DIRECCIÓN	Trav. 19 # 19 - 20	FINCA	QUIBDO		
DEPTO	CHOCÓ	ALTURA (m.s.n.m.)	60		
MUNICIPIO	QUIBDO	CULTIVO	FORESTAL		

Ident. muestra	No.Reg.	Prof. Cm	Textura	pH	m.o %	P		Al+H cmol/kg	Sat.Al %	Al	Cationes de Cambio				CICE	C.E dS/m	Elementos Menores				
						Mg/Kg	S				Ca	Mg	K	Na			Fe	Cu	Mn	Zn	B
1	2565	5	ArA	6,3	5,4	8	9,3	1,76	50	1,22	0,67										

contenido en el suelo	1696		EA		bajo	bajo		limitante		bajo	bajo	bajo	bajo		ns	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
-----------------------	------	--	----	--	------	------	--	-----------	--	------	------	------	------	--	----	------	-------	------	------	------

CLAVES DE INTERPRETACIÓN

EA = Extremadamente ácido M.A. = Moderadamente ácido C.A. = Condición adecuada	Acl = Alcalino M.Acl = Muy Alcalino	N.S No salino L.S. Ligeramente salino M.S. Moderadamente salino	F.S. Fuertemente salino M.F.S = Muy fuertemente salino	N.L = No limitante L.G. = Ligeramente limitante N.D. = No detectable
--	--	---	---	--

RELACIONES DE CATIONES	VALOR	INTERPRETACIÓN	SATURACIÓN DE CATIONES	VALOR	INTERPRETACIÓN
Ca/Mg	3,8	Valores ideales (3 - 5)	Saturación de Calcio (Ca)	23,7%	Deficiente
Ca/K	11,3	Valores ideales (12 - 18)	Saturación de Magnesio (Mg)	7,2%	Deficiente
Mg/K	4,5	Valores ideales (4 - 6)	Saturación de Potasio (K)	5,6	Ideal
(Ca + Mg)/K	7,4	Valores ideales (12 - 20)	Saturación de Sodio (Na)	6,3	Ideal

METODOS DE ANALISIS

Textura	Tacto (A) Arena (L) Limo (Ar) Arcilla (F) Franco	Cationes de cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺)
pH	Potenciométrico Relación Suelo agua 1:2,5	Acetato de amonio 1M a pH 7,0
M.O.	Materia Orgánica (Walkley Black Modificado)	CICE Capacidad de intercambio catiónico efectiva
P.	Fosforo disponible (Blay II)	Elementos menores (Cu, Fe, Mn y Zn) Olsen mod.
S.	Azufre Disponible (Fosfato Monocalcico)	B. Boro (Fosfato monocalcico)
Al + H	Acides intercambiable	C.E. Conductividad eléctrica

	DÍA	MES	AÑO
FECHA DE ENTRADA	08	08	2016
FECHA DE SALIDA	17	08	2016

Luis Gabriel Torres R.
Vo. Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO

7.1.4 Tratamiento_{T4} = BSHRA

RESULTADO ANALISIS DE SUELO 4



USUARIO	DAILER SAMIR FUENTES	VEREDA	QUIBDO	TIPO DE ANALISIS	COMPLETO
DIRECCION	Trav. 19 # 19 - 20	FINCA	QUIBDO	ESTADO	POE ESTABLECER
DEPTO	CHOCÓ	ALTURA (m.s.n.m.)	60		
MUNICIPIO	QUIBDO	CULTIVO	FORESTAL		

Ident. muestra	No.Reg.	Prof. Cm	Textura	pH	m.o %	P		Al+H cmol/kg	Sat.Al %	Cationes de Cambio					CICE	C.E dS/m	Elementos Menores					
						Mg/Kg	s			Al	Ca	Mg	K	Na			Fe	Cu	Mn	Zn	B	
1	2566	5	ArA	5,7	7,1	10,3	6,5	2,1	50	1,34	1,39											

contenido en el suelo	1696		EA		bajo	bajo		limitante		bajo	bajo	bajo	bajo		ns	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
-----------------------	------	--	----	--	------	------	--	-----------	--	------	------	------	------	--	----	------	-------	------	------	------

CLAVES DE INTERPRETACIÓN

EA = Extremadamente ácido	Acl = Alcalino	N.S No salino	F.S. Fuertemente salino	N.L = No limitante
M.A. = Moderadamente ácido	M.Acl = Muy Alcalino	L.S. Ligeramente salino	M.F.S = Muy fuertemente salino	L.G. = Ligeramente limitante
C.A. = Condición adecuada		M.S. Moderadamente salino		N.D. = No detectable

RELACIONES DE CATIONES	VALOR	INTERPRETACIÓN	SATURACIÓN DE CATIONES	VALOR	INTERPRETACIÓN
Ca/Mg	3,45	Valores ideales (3 - 5)	Saturación de Calcio (Ca)	42,2%	Ideal
Ca/K	6,7	Valores ideales (12 - 18)	Saturación de Magnesio (Mg)	6,3%	Deficiente
Mg/K	2,7	Valores ideales (4 - 6)	Saturación de Potasio (K)	5,8%	Ideal
(Ca + Mg)/K	10,5	Valores ideales (12 - 20)	Saturación de Sodio (Na)	9,8%	ideal

METODOS DE ANALISIS

Textura	Tacto (A) Arena (L) Limo (Ar) Arcilla (F) Franco	Cationes de cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺)
pH	Potenciométrico Relación Suelo agua 1:2,5	Acetato de amonio 1M a pH 7,0
M.O.	Materia Orgánica (Walkley Black Modificado)	CICE Capacidad de intercambio catiónico efectiva
P.	Fosforo disponible (Blay II)	Elementos menores (Cu, Fe, Mn y Zn) Olsen mod.
S.	Azufre Disponible (Fosfato Monocalcico)	B. Boro (Fosfato monocalcico)
Al +H	Acides intercambiable	C.E. Conductividad eléctrica

	DÍA	MES	AÑO
FECHA DE ENTRADA	08	08	2016
FECHA DE SALIDA	17	08	2016

Luis Gabriel Torres R.
Vo. Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO

Una vez evaluados los porcentajes de germinación en cada uno de los sustratos y/o tratamientos se presentaron los siguientes resultados:

7.2 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

7.2.1 Tratamiento T₁ = Testigo

Fueron sembradas en 60 semillas de las cuales germinaron en total 41 plántulas para un porcentaje de germinación en este tratamiento de:

$$\% \text{ de Germinación } T_1 = \frac{\text{Nro. de Semillas Germinadas} \times 100\%}{\text{Nro. de Semilla sembrada}}$$

$$\% \text{ de Germinación } T_1 = \frac{41 \times 100\%}{60} = \mathbf{68,33\%}$$

7.2.2 Tratamiento T₂ = GSHRA

De las 60 semillas sembradas en este tratamiento germinaron en total 30 plántulas para un porcentaje de germinación de:

$$\% \text{ de Germinación } T_2 = \frac{\text{Nro. de Semillas Germinadas} \times 100\%}{\text{Nro. de Semilla sembrada}}$$

$$\% \text{ de Germinación } T_2 = \frac{30 \times 100\%}{60} = \mathbf{50,00\%}$$

7.2.3 Tratamiento T₃ = PSHRA

De las 60 semillas sembradas en este tratamiento germinaron en total 41 plántulas para un porcentaje de germinación de:

$$\% \text{ de Germinación } T_3 = \frac{\text{Nro. de Semillas Germinadas} \times 100\%}{\text{Nro. de Semilla sembrada}}$$

$$\% \text{ de Germinación } T_3 = \frac{41 \times 100\%}{60} = \mathbf{68,33\%}$$

7.2.4 Tratamiento T₄ = BSHRA

De las 60 semillas sembradas en este tratamiento germinaron en total 46 plántulas para un porcentaje de germinación de:

$$\% \text{ de Germinación } T_4 = \frac{\text{Nro. de Semillas Germinadas} \times 100\%}{\text{Nro. de Semilla sembrada}}$$

$$\% \text{ de Germinación } T_4 = \frac{46 \times 100\%}{60} = 76.67\%$$

7.2.5 Porcentaje de germinación total

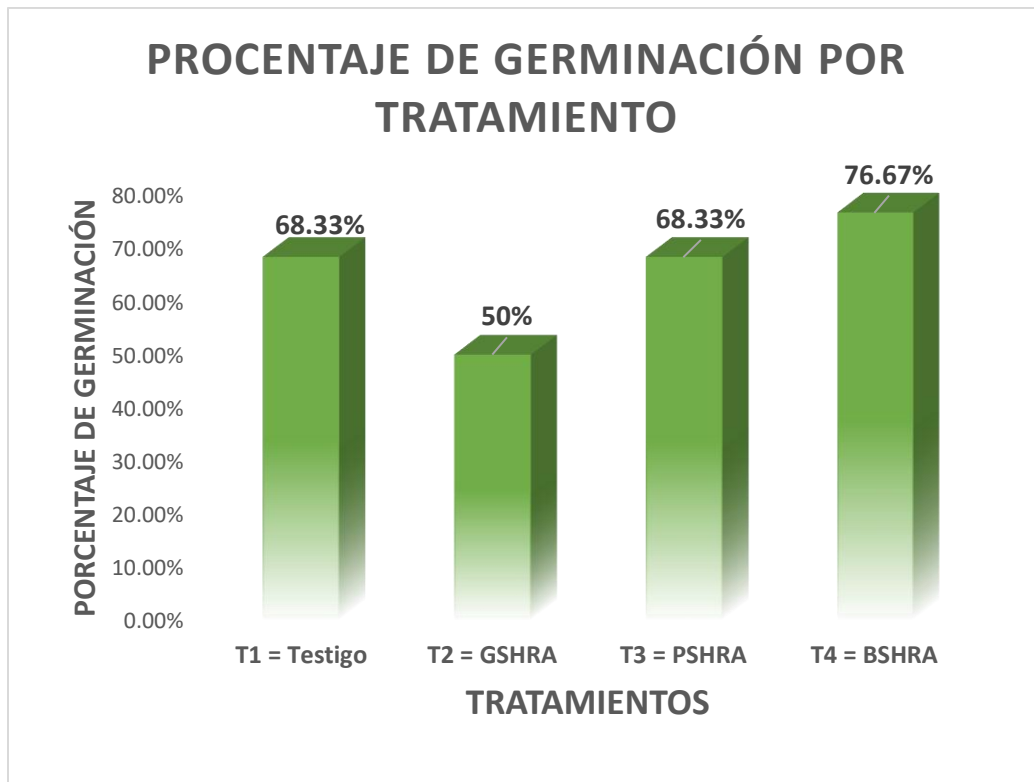
De las 240 semillas sembradas en este tratamiento germinaron en total 158 plántulas para un porcentaje de germinación de:

$$\% \text{ de Germinación } T_{\text{total}} = \frac{\text{Nro. de Semillas Germinadas} \times 100\%}{\text{Nro. de Semilla sembrada}}$$

$$\% \text{ de Germinación } T_{\text{total}} = \frac{158 \times 100\%}{240} = 65.83\%$$

PROCENTAJE DE GERMINACIÓN	
TRATAMIENTOS	PORCENTAJE
T ₁ = Testigo	68,33%
T ₂ = GSHRA	50%
T ₃ = PSHRA	68,33%
T ₄ = BSHRA	76,67%

Tabla 5. Porcentajes de germinación



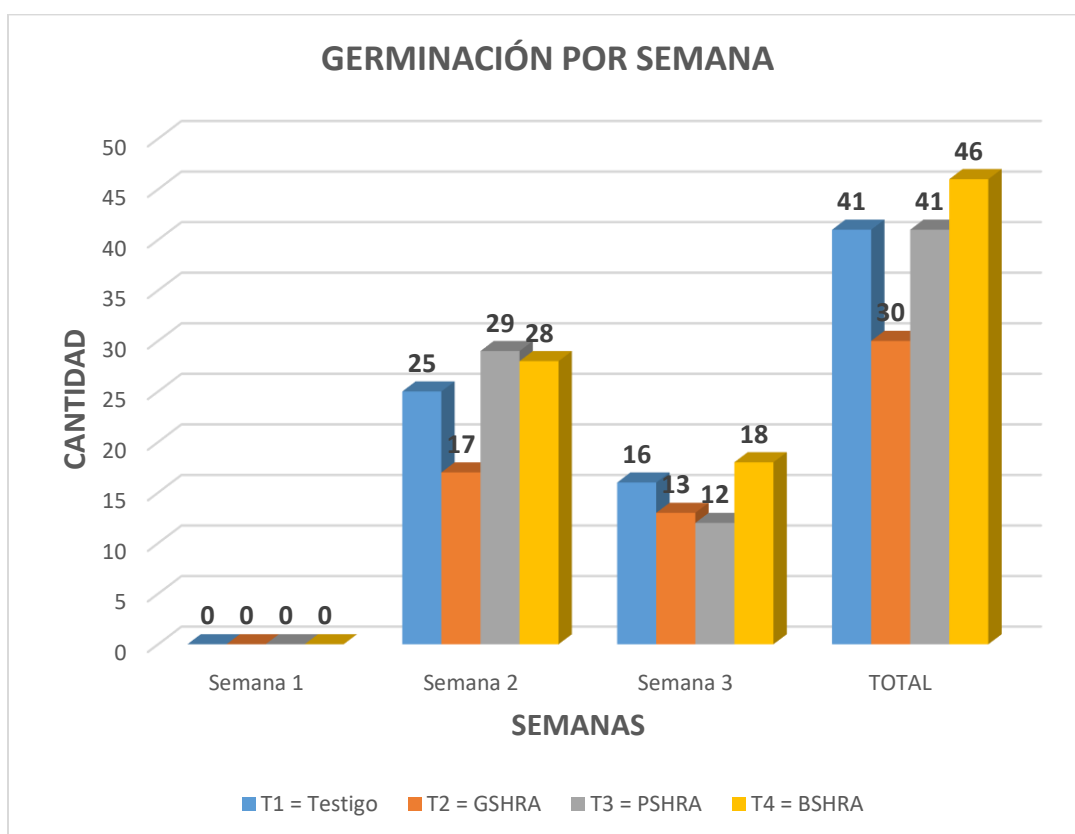
Grafica2. Porcentajes de germinación por tratamientos

Se observa claramente en la tabla Nro. 5 y en la Grafica # 1 que el tratamiento que presentó mayor porcentaje de germinación fue el **T₄ = BSRHA** compuesto por Bovinasa, suelo en condiciones naturales, residuos de alimentos, hojarasca y aserrín en una proporción de **40 – 35 – 10 – 10 – 5**, alcanzando un porcentaje de germinación del **76.67%**, seguido de los tratamientos **T₁ = Testigo** y **T₃ = PSHRA** que presentaron igual porcentaje de germinación igual a **68,33%** y el tratamiento que presentó menor porcentaje de germinación fue el tratamiento **T₂ = GSHRA** compuesto por gallinaza, suelo en condiciones naturales, hojarasca residuos de alimentos y aserrín en una proporción **40 – 35 – 10 – 10 – 5**, quien logró un porcentaje de germinación del **50% (Ver Grafica # 2)**.

Cabe destacar que las plántulas en los distintos tratamientos no germinaron todo el mismo día. En los primeros 8 días después de la siembra ninguna planta germinó y las primeras plántulas empezaron a eclosionar después del noveno día presentando el siguiente balance de germinación por semana.

NÚMERO DE SEMILLAS GERMINADAS POR SEMANA				
TRATAMIENTOS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	TOTAL
T ₁ = Testigo	0	25	16	41
T ₂ = GSHRA	0	17	13	30
T ₃ = PSHRA	0	29	12	41
T ₄ = BSHRA	0	28	18	46

Tabla 6. Numero de Semillas Germinadas por semana



Grafica 3. Numero de semillas germinadas por semana

7.3 ALTURA DE PLANTULAS Y NÚMERO DE FOLIOLOS Y NÚMERO DE HOJAS

Después del proceso de germinación se evaluó el crecimiento de plántulas presentando los siguientes resultados:

7.3.1 Tratamiento T₁ = Testigo

ALTURA	N°. FOLIOLOS	N° HOJAS
4,8 cm	26	6
10,5 cm	36	7
6,5 cm	13	5
3,8 cm	10	2
5,0 cm	20	4
13,0 cm	42	6
10,4 cm	48	9
10,0 cm	35	7
8,7 cm	31	6
8,4 cm	40	7
5,5 cm	28	6
7,4 cm	40	8
9,7 cm	50	9
6,5 cm	30	6
9,0 cm	44	6
10,1 cm	42	7
5,0 cm	32	6
5,0 cm	23	4
10,5 cm	22	4
6,9 cm	32	6
13,0 cm	50	7
4,9 cm	20	5
10,1 cm	32	6
8,0 cm	28	6
6,3 cm	28	5
10,0 cm	36	5
5,9 cm	28	6
10,1 cm	38	6
10,2 cm	49	8
7,9 cm	32	6
3,5 cm	19	5
8,7 cm	35	5
7,9 cm	30	6
10,8 cm	40	7

10,2 cm	21	5
5,4 cm	26	6
6,0 cm	25	5
9,3 cm	32	6
9,0 cm	26	6
9,9 cm	38	7
9,7 cm	35	6

Tabla 7. Altura y número de hojas en el tratamiento 1.

7.2.2 Tratamiento_{T2} = GSHRA

ALTURA	N°. FOLIOLOS	N° HOJAS (2)
16,2 cm	46	5
19,0 cm	67	11
21,0 cm	77	9
28,3 cm	100	10
21,8 cm	113	18
20,1 cm	44	7
23,0 cm	57	7
28,5 cm	104	13
23,3 cm	80	10
26,6 cm	74	9
21,0 cm	89	10
29,0 cm	96	12
11,3 cm	74	12
27,6 cm	104	11
25,6 cm	86	11
25,5 cm	62	9
30,5 cm	68	7
11,7 cm	90	12
16,4 cm	56	6
18,4 cm	66	9
22,7 cm	70	8
21,4 cm	73	10
18,1 cm	65	8
30,3 cm	54	6
24,0 cm	65	9
20,0 cm	68	8
23,7 cm	82	10

19,9 cm	63	8
18,5 cm	63	7
20,2 cm	59	8

Tabla 8. Altura y número de hojas en el tratamiento 2.

7.2.3 Tratamiento_{T3} = PSHRA

ALTURA	N°. FOLIOLOS	N° HOJAS (2)
25,8 cm	88	10
20,3 cm	72	10
23,9 cm	80	9
28,5 cm	62	9
27,6 cm	88	10
23,7 cm	80	9
19,0 cm	36	4
27,8 cm	91	10
29,2 cm	71	8
19,6 cm	76	9
21,9 cm	37	5
26,7 cm	80	9
24,2 cm	59	8
20,2 cm	27	5
23,5 cm	74	9
22,1 cm	71	10
27,0 cm	93	10
26,6 cm	88	12
26,3 cm	84	12
14,5 cm	55	8
24,2 cm	88	13
26,8 cm	74	10
28,0 cm	101	12
15,0 cm	36	4
26,0 cm	92	12
17,6 cm	31	4
15,7 cm	60	10
13,3 cm	45	8
26,9 cm	80	8
16,6 cm	39	7
20,5 cm	75	8
14,0 cm	29	4
29,1 cm	90	9

30,2 cm	84	9
25,2cm	7	8
24,0 cm	85	10
33,0 cm	89	9
31,5 cm	86	9
33,8 cm	103	10
29,9 cm	93	10
30,8 cm	112	12

Tabla 9. Altura y número de hojas en el tratamiento 3.

7.2.4 Tratamiento T₄ = BSHRA

ALTURA	N°. FOLIOLOS	N° HOJAS (2)
21,0 cm	48	5
26,7 cm	96	12
18,0 cm	50	13
15,1 cm	52	6
25,5 cm	85	10
23,5 cm	70	11
29,4 cm	88	10
10,0 cm	41	6
24,3 cm	77	10
22,5 cm	85	12
25,1 cm	83	10
19,4 cm	75	10
16,5 cm	33	5
23,2 cm	88	11
10,5 cm	33	7
27,0 cm	83	10
27,3 cm	92	10
26,5 cm	96	11
28,3 cm	103	11
23,5 cm	74	8
10,5 cm	26	5
25,9 cm	81	9
24,4 cm	74	8
11,9 cm	40	6
22,8 cm	63	9
26,7 cm	74	8
20,6 cm	82	10

14,2 cm	54	8
16,8 cm	64	10
26,1 cm	65	9
17,8 cm	63	8
13,7 cm	51	6
22,0 cm	65	11
10,5 cm	30	5
18,7 cm	56	8
18,2 cm	65	8
23,5 cm	118	18
25,6 cm	82	9
28,4 cm	62	8
24,5 cm	76	10
18,9 cm	57	8
17,5 cm	81	10
19,5 cm	51	7
19,8 cm	66	9
24,0 cm	75	10
20,6 cm	72	10

Tabla 10. Altura y número de hojas en el tratamiento 4.

7.2.5 Promedio de alturas por tratamiento

Para determinar el promedio de alturas por tratamiento se efectuó la sumatoria (Σ) de todos los datos obtenido dividido por el número total de datos así:

$$\tilde{x} \text{ de Altura por Trat} = \frac{\Sigma(\text{Datos obtenido})}{\text{Número total de datos}}$$

$$\tilde{x} \text{ de Altura T1} = \frac{\Sigma(4,8 + 10,5 + 6,5 + \dots + 9,7)}{41} = 8,13\text{Cm}$$

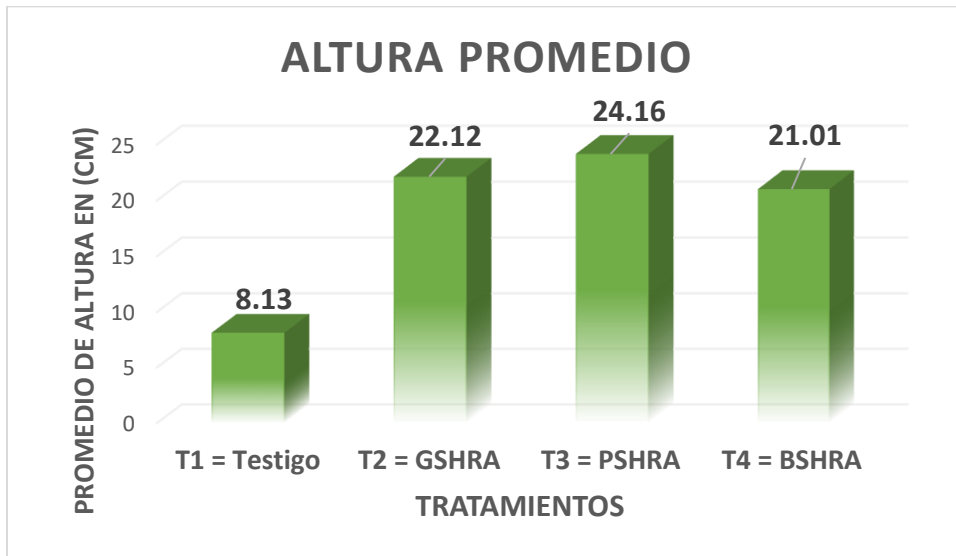
$$\tilde{x} \text{ de Altura T2} = \frac{\Sigma(16,2 + 19 + 21 + \dots + 20,2)}{30} = 22,12\text{Cm}$$

$$\tilde{x} \text{ de Altura T3} = \frac{\Sigma(25,8 + 20,3 + \dots + 30,8)}{41} = 24,16\text{Cm}$$

$$\tilde{x} \text{ de Altura } T4 = \frac{\sum(21 + 26,7 + 18' \dots \dots \dots + 20,6)}{46} = 21,01\text{Cm}$$

PROMEDIO DE ALTURAS POR TRATAMIENTO	
TRATAMIENTOS	ALTURA PROMEDIO (Cm)
T ₁ = Testigo	8,13
T ₂ = GSHRA	22,12
T ₃ = PSHRA	24,16
T ₄ = BSHRA	21,01

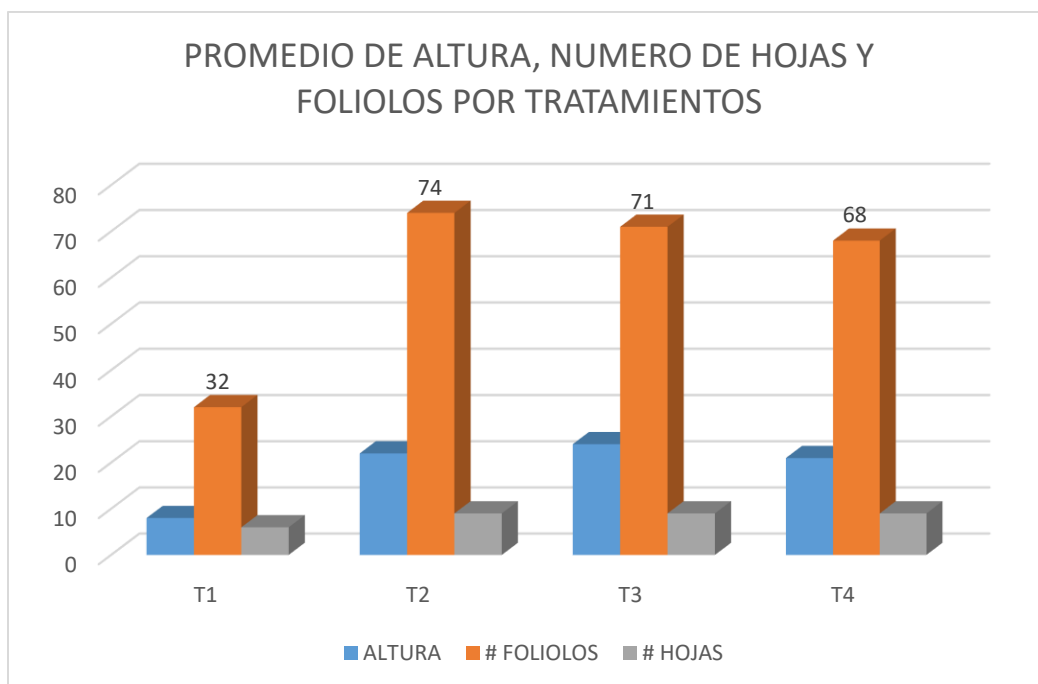
Tabla 11. Promedio de alturas por tratamiento



Grafica 4. Promedio de alturas por tratamiento

7.2.6 Promedio de Altura, numero de hojas y foliolos por tratamientos

TRATAMIENTO	ALTURA	# FOLIOLOS	# HOJAS
T1	8Cm	32	6
T2	22Cm	74	9
T3	24Cm	71	9
T4	21Cm	68	9



8 ANALISIS DE RESULTADOS

8.1 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

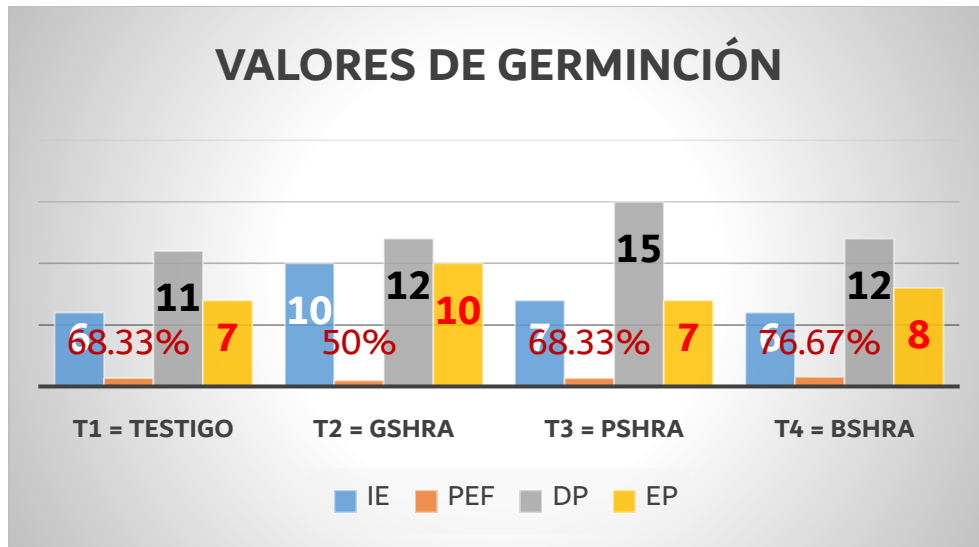
Para la evaluación de los porcentajes de germinación se resalta el comportamiento de la especie evaluada (Cedro), ya que después de la pre germinación su valor máximo se mantiene aproximadamente en 76,67% considerado un porcentaje alto en especies forestales de alto valor comercial, sin embargo esta especie aun 1 mes después seguía germinando lo cual indica que su periodo para romper latencia es prolongado en las condiciones del área de estudio.

Para el análisis de la germinación se tomaron a bien los siguientes aspectos:

- ⇒ **IE** = El inicio de la emergencia
- ⇒ **PEF** = Porcentaje de emergencia final para el periodo de la prueba.
- ⇒ **DP** = Día pico en el que se observara la mayor cantidad de plántulas emergidas
- ⇒ **EP**= Emergencia pico: porcentaje máximo de emergencia observado en un mismo día

TRATAMIENTO	IE (Día)	PEF (%)	DP (Día)	EP (Plántula)
T₁ = Testigo	6	68,33%	11	7
T₂ = GSHRA	10	50%	12	10
T₃ = PSHRA	7	68,33%	15	7
T₄ = BSHRA	6	76,67%	12	8

Tabla 12. Análisis de germinación por tratamiento



Grafica 5. Análisis de germinación por tratamientos

De la gráfica podemos inferir que a pesar de que con el tratamiento 4 se obtuvo un mayor porcentaje de germinación el día pico de emergencia no es el mejor pues el tratamiento 1 (testigo) empezó su proceso de germinación un día antes.

En el tratamiento 3 se presentó mayor latencia de semillas puesto que después de 35 días aún seguían germinando plántulas.

8.2 ALTURA DE PLANTULAS

La altura, es un buen predictor de la altura futura en campo en forestales, pero no de la supervivencia; sobre todo en condiciones adversas, este parámetro aunque se considera por algunos un indicador de la calidad, es insuficiente y es conveniente relacionarlo para que refleje su utilidad real (Mexal y Landis, 1990). Es fácil de medir, pero no es muy informativo por sí solo ofrece una somera aproximación del área de fotosíntesis y transpiración, pero ignora la arquitectura del tallo (Birchler, 1998). Por lo que algunos autores no la consideran.

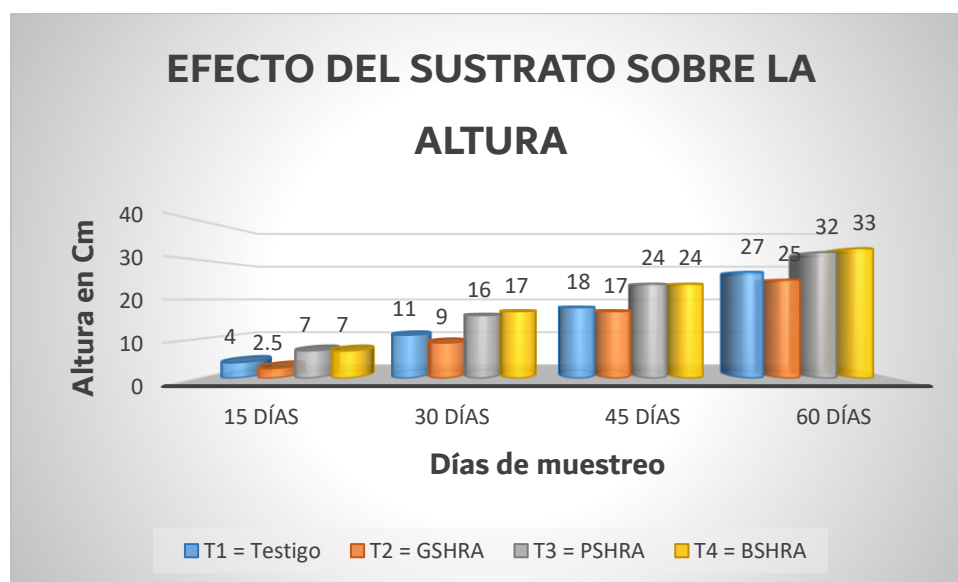
Para el desarrollo de la presente investigación se consideró la evaluación de esta variable y su posterior relación con otras, en la siguiente tabla. Se observa el

comportamiento de la variable altura respecto al sustrato donde se evidencia diferencias estadísticas por tratamiento.

ALTURA DE PLANTULAS EN CM				
TRATAMIENTOS	15 DÍAS	30 DÍAS	45 DÍAS	60 DÍAS
T1 = Testigo	4	11	18	27
T2 = GSHRA	2,5	9	17	25
T3 = PSHRA	7	16	24	32
T4 = BSHRA	7	17	24	33

Tabla 13. Altura de plántulas en Cm, por tratamientos y número de días

El crecimiento y desarrollo del diámetro de una especie está marcado por la morfología de esta y es la manifestación de la respuesta fisiológica de la misma a las condiciones ambientales y a las prácticas culturales del vivero, (Birchler, 1998). Los parámetros morfológicos son atributos determinados genéticamente pero están influenciados por el ambiente y el sustrato donde se desarrolle el material, siendo esta variable visualmente fácil de determinar se usa para evaluar la calidad de la planta. Sin embargo, algunos autores sostienen que es indispensable su relación con otros parámetros y otros índices que son más acertados.



Grafica 6. Efecto del sustrato sobre la altura

CONCLUSIONES

- ⇒ Los sustratos evaluados presentaron efectos diferentes en la dinámica del crecimiento de las plántulas del cedro (*Cedrela odorata*), número de hojas y porcentaje de germinación en etapa de vivero, donde se destacó el tratamiento 4 (T₄) compuesto por Bovinaza + Suelo + hojarasca + Aserrín + Restos de alimentos en una proporción 40 – 35 – 10 – 10 – 5 alcanzando el mayor porcentaje de germinación equivalente al 76,67% y mejor desarrollo de plántulas. El tratamiento que presentó menor porcentaje de germinación y por ende menos desarrollo de plántulas fue el tratamiento 2 (T₂) compuesto por Gallinaza + Suelo + hojarasca + Aserrín + Restos de alimentos en una proporción de 40 – 35 – 10 – 10 – 5 alcanzando un porcentaje de germinación del 50% y sus plántulas presentaron menor desarrollo y vigor que en los otros tratamientos evaluados.

- ⇒ La utilización de tierra negra en condiciones naturales del entorno favoreció la mezcla del sustrato el cual tendió a mejorar el crecimiento de la especie estudiada, excepto para los sustratos que contienen estiércol de aves de corral (Gallinaza), donde disminuyó sensiblemente la sobrevivencia.

- ⇒ De acuerdo con los resultados de los indicadores químicos (pH, C/N, Materia orgánica, N, K, Na, Ca, P, B), físicos (color y olor) y microbiológicos (bacterias, hongos y actinobacterias), se puede determinar que estos se correlacionan con los resultados obtenidos en la prueba de germinación.

RECOMENDACIONES

- ⇒ Se recomienda mayor atención y cuidado en la etapa primaria de la elaboración de un abono como lo es escoger un estiércol de un tipo de ganado sano y joven que no haya sido alimentado por concentrados desmedidamente ni presente enfermedades o fiebre aftosa entre otras, luego tener cuidado de no escoger restos de hojas en descomposición de una planta ornamental muy común utilizada para cercas vivas llamada popularmente “Suingle”, ya que se considera que a partir de estudios anteriores esta planta contiene una serie de componentes que actúan como herbicida y acaban con la población microbiana, componente principal para la buena descomposición de sustratos.
- ⇒ Se recomienda no incorporar materiales con un alto grado de humedad, que como en el caso del estiércol es mejor dejarlo secar por unos días antes de su utilización, ya que de no ser así cuando se utiliza en fresco puede causar una putrefacción de la mezcla por el poco ingreso de oxígeno, originando malos olores y abonos de baja calidad.
- ⇒ De acuerdo a los resultados obtenidos y a las ventajas económicas y/o ambientales que ofrecen la elaboración de sustratos orgánicos se recomienda la utilización del tratamiento 4 (T₄) compuesto por Bovinaza + Suelo + hojarasca + Aserrín + Restos de alimentos en una proporción 40 – 35 – 10 – 10 – 5 ya que en las condiciones del área de investigación este tratamiento presento mejor resultado en cuanto a procesos germinativos y de crecimiento y vigor de plántulas de cedro en vivero.
- ⇒ Hacer pruebas en campo para determinar de forma más confiable la respuesta biológica de las plantas cuando se aplica este tipo de abonos orgánicos, y que este tipo alternativas puedan ser implementadas en los sistemas agropecuarios de la región, como una opción de recuperación de suelos degradados y presente mejores ventajas en los agrosistemas de forrajes, ya que el compost tiene una liberación lenta de nutrientes y además aporta microorganismos benéficos para el suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGUILAR CUMES, J.M. 1980. Código oficial para las especies arbóreas de Guatemala. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad – Instituto Nacional Forestal (INTECAP-INAFOR). 105 p.
2. HERNÁNDEZ, S., y RODRÍGUEZ, O. (2013). Calidad nutrimental de cuatro abonos orgánicos producidos a partir de residuos vegetales y pecuarios. México. 31: 35-46.
3. Implementación de estudio base para especies forestales amenazadas en el departamento del choco; convenio interadministrativo entre **CODECHOCÓ & IIAP”**
4. SANCHEZ ROMERO A, Elaboración, caracterización y comparación de abonos orgánicos a base de equinaza y bovinaza. Bucaramanga 2008.
5. CALDERÓN, A. 2006. Sustratos agrícolas (en línea). Chile, Proyecto Fondef DOI1063. 10 p. Consultado 28 de oct. 2016. Disponible en <http://www.biosustratos.cl/pdf/Sustratos%20agricolas1.pdf>
6. PUERTA, S. (2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Corporación Universitaria Lasallista. Colombia. 1(1), 56- 65
7. PENAGOS, J., ADARRAGA, J., Aguas, D., y Molina, E. (2011). Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido. Universidad del Norte. Colombia
8. MORENO, J., y MORAL, R. (2008). Compostaje. Mundi-Prensa. Barcelona España. 570 p.
9. CRUZ, J. (2009). Valoración agronómica de compost y vermicompost de alperujos mezclados con otros residuos agrícolas, efecto como enmiendas sólidas y líquidas. Universidad Politécnica De Valencia. España
10. OLIVA VALLE, M. Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú. PROYECTO PD 622/11 Rev.1 (F) Chachapoyas – Perú, 2014

11. SZTERN, D. y PRAVIA, M. (2008). Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos. Uruguay
12. INTEC. Corporación de Investigación Tecnológica de Chile. (1999). Manual de compostaje. Chile. 82pág
13. MORENO, J., y MORAL, R. (2008). Compostaje. Mundi-Prensa. Barcelona España. 570
14. ROMÁN, P., MARTÍNEZ, M., y Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 13-43
15. OLIVA VALLE, M. Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú. PROYECTO PD 622/11 Rev.1 (F) Chachapoyas – Perú, 2014
16. ARRIAGA, V.; CERVANTES, V.; Vargas-Mena, A. 1994. Manual de reforestación con especies nativas. Secretaria de Desarrollo Social, Instituto Nacional de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. 186 pág.

ANEXOS

Anexo 1. VALORES TOTALES DIARIOS DE PRECIPITACIÓN (mms) 2015

♀	I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES	SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL										
	VALORES TOTALES DIARIOS DE PRECIPITACION (mms)											
FECHA DE PROCESO :	2016/11/11	ANO 2015										
		ESTACION : 11040010 TUTUNENDO										
LATITUD	0544 N	TIPO EST	PM	DEPTO	CHOCO	FECHA-INSTALACION	1966-ENE					
LONGITUD	7632 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	QUIBDO	FECHA-SUSPENSION						
ELEVACION	0054 m.s.n.m	REGIONAL	01 ANTIOQUIA	CORRIENTE	ICHO							

DIA	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *

01	.0	.0	12.0	50.0	.0	.0	.0	8.0	.0	.0	.0	.0
02	.0	.0	65.0	20.0	52.0	105.0	105.0	.0	70.0	.0	.0	12.0
03	50.0	10.0	21.0	38.0	32.0	49.0	13.0	.0	45.0	.0	.0	.0
04	22.0	7.0	14.0	28.0	50.0	113.0	9.0	.0	28.0	55.0	7.0	.0
05	55.0	29.0	30.0	11.0	.0	12.0	.0	11.0	50.0	85.0	16.0	15.0
06	19.0	9.0	55.0	13.0	35.0	32.0	48.0	47.0	47.0	145.0	27.0	28.0
07	16.0	27.0	3.0	34.0	.0	19.0	13.0	13.0	15.0	.0	19.0	29.0
08	.0	23.0	.0	14.0	.0	15.0	24.0	18.0	66.0	.0	21.0	.0
09	.0	30.0	27.0	5.0	32.0	11.0	15.0	.0	75.0	17.0	35.0	70.0
10	.0	17.0	.0	80.0	10.0	17.0	55.0	22.0	25.0	43.0	43.0	.0
11	.0	50.0	.0	55.0	.0	25.0	49.0	12.0	.0	15.0	77.0	.0
12	13.0	.0	4.0	14.0	40.0	14.0	100.0	25.0	.0	18.0	83.0	65.0
13	2.0	.0	9.0	17.0	58.0	20.0	11.0	35.0	.0	58.0	48.0	.0
14	.0	.0	48.0	8.0	.0	11.0	18.0	29.0	.0	.0	85.0	.0
15	43.0	15.0	68.0	5.0	.0	.0	12.0	70.0	.0	29.0	50.0	90.0
16	46.0	27.0	49.0	11.0	.0	.0	.0	21.0	.0	23.0	35.0	.0
17	59.0	35.0	20.0	.0	.0	.0	45.0	14.0	.0	20.0	49.0	87.0
18	40.0	103.0	9.0	48.0	61.0	6.0	105.0	.0	.0	38.0	13.0	3.0
19	35.0	30.0	36.0	69.0	3.0	.0	30.0	.0	.0	.0	78.0	51.0
20	65.0	8.0	90.0	13.0	18.0	77.0	9.0	86.0	.0	38.0	57.0	95.0
21	32.0	15.0	.0	40.0	10.0	43.0	3.0	17.0	.0	15.0	87.0	.0
22	70.0	.0	.0	.0	.0	.0	42.0	35.0	.0	20.0	31.0	.0
23	30.0	.0	.0	17.0	55.0	.0	11.0	13.0	.0	37.0	7.0	.0
24	13.0	13.0	.0	25.0	32.0	.0	.0	22.0	.0	53.0	.0	.0
25	17.0	9.0	58.0	.0	45.0	41.0	.0	48.0	.0	.0	1.0	.0
26	.0	.0	8.0	.0	8.0	.0	.0	7.0	.0	.0	35.0	.0
27	9.0	.0	16.0	79.0	.0	.0	.0	5.0	.0	.0	57.0	105.0
28	.0	.0	27.0	135.0	30.0	5.0	16.0	7.0	.0	.0	43.0	13.0
29	.0	.0	13.0	147.0	.0	42.0	9.0	.0	.0	32.0	.0	.0
30	29.0	.0	53.0	.0	.0	3.0	.0	8.0	.0	95.0	5.0	.0
31	13.0	.0	10.0	.0	13.0	.0	13.0	27.0	.0	12.0	.0	67.0
TOTAL	678.0	457.0	745.0	976.0	584.0	660.0	762.0	593.0	421.0	848.0	1009	730.0
NO DE DIAS LLUVIA	21	18	24	25	18	20	24	23	9	20	25	14
MAXIMA EN 24 Hrs	70.0	103.0	90.0	147.0	61.0	113.0	105.0	86.0	75.0	145.0	87.0	105.0
** DATOS PRELIMINARES **		*** VALORES ANUALES ***										

Anexo 2. VALORES TOTALES DIARIOS DE PRECIPITACIÓN (mms) 2016

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DIARIOS DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/11/11

ANO 2016

ESTACION : 11040010 TUTUNENDO

LATITUD	0544 N	TIPO EST	PM	DEPTO	CHOCO	FECHA-INSTALACION	1966-ENE
LONGITUD	7632 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	QUIBDO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	0054 m. s. n. m	REGIONAL	01 ANTIOQUIA	CORRIENTE	ICHO		

DIA	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *
01	10.0	10.0	+	17.0	9.0	.0	97.0	22.0				
02	.0	45.0	36.0	11.0	7.0	44.0	105.0	9.0				
03	4.0	.0	15.0	.0	.0	21.0	.0	33.0				
04	.0	.0	.0	9.0	4.0	17.0	27.0	25.0				
05	12.0	.0	80.0	33.0	15.0	20.0	.0	10.0				
06	43.0	48.0	23.0	.0	.0	.0	.0	37.0				
07	57.0	.0	17.0	10.0	23.0	13.0	45.0	19.0				
08	15.0	57.0	.0	8.0	.0	.0	42.0	11.0				
09	.0	.0	9.0	12.0	.0	22.0	33.0	14.0				
10	.0	20.0	.0	45.0	17.0	35.0	48.0	43.0				
11	13.0	.0	28.0	39.0	28.0	.0	56.0	.0				
12	17.0	.0	19.0	76.0	.0	28.0	78.0	.0				
13	.0	17.0	11.0	.0	33.0	25.0	.0	.0				
14	55.0	.0	.0	.0	.0	20.0	28.0	11.0				
15	28.0	.0	.0	10.0	.0	.0	25.0	17.0				
16	22.0	28.0	20.0	17.0	29.0	.0	.0	9.0				
17	15.0	.0	32.0	23.0	35.0	.0	57.0	.0				
18	.0	13.0	.0	20.0	65.0	.0	41.0	13.0				
19	.0	7.0	40.0	.0	89.0	.0	27.0	31.0				
20	.0	15.0	9.0	.0	39.0	13.0	.0	10.0				
21	17.0	50.0	2.0	15.0	58.0	27.0	17.0	.0				
22	.0	11.0	.0	33.0	.0	11.0	14.0	.0				
23	.0	.0	4.0	87.0	27.0	9.0	.0	47.0				
24	.0	14.0	.0	95.0	33.0	33.0	11.0	85.0				
25	.0	37.0	.0	.0	.0	14.0	32.0	39.0				
26	.0	.0	.0	22.0	.0	12.0	15.0	27.0				
27	.0	.0	.0	18.0	12.0	.0	41.0	74.0				
28	.0	.0	.0	12.0	9.0	.0	.0	.0				
29	.0	18.0	.0	.0	16.0	19.0	.0	13.0				
30	20.0	.0	.0	48.0	.0	.0	39.0	.0				
31	35.0	.0	.0	.0	22.0	.0	12.0	.0				
TOTAL	363.0	390.0	345.0	660.0	570.0	383.0	890.0	599.0				
No DE DIAS LLUVIA	15	15	14	22	20	18	22	22				
MAXIMA EN 24 Hrs	57.0	57.0	80.0	95.0	89.0	44.0	105.0	85.0				

** DATOS PRELIMINARES **

*** VALORES ANUALES ***

Anexo 3. VALORES TOTALES DIARIOS DE BRILLO SOLAR (Horas) 2015

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES											SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL	
VALORES TOTALES DIARIOS DE BRILLO SOLAR (Horas)												
FECHA DE PROCESO : 2016/11/11			ANO 2015				ESTACION : 11045010 APTO EL CARANO					
LATITUD	0541 N	TIPO EST	SP	DEPTO	CHOCO	FECHA-INSTALACION		1947-FEB				
LONGITUD	7638 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	QUIBDO	FECHA-SUSPENSION						
ELEVACION	0053 m.s.n.m	REGIONAL	01 ANTIOQUIA	CORRIENTE	ATRATO							

DIA	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *

01	3.5	3.2	1.6	2.6	4.4	8.9	7.3	1.5	2.9		3.4	.0
02	7.3	.3	3.5	.5	.0	.0	.0	3.2	5.1		3.2	.2
03	3.6	.0	.0	.9	.0	.0	6.1	4.1	2.5		8.2	1.8
04	5.1	6.0	.4	1.1	6.0	.4	1.0	5.6	4.6		2.9	.1
05	2.9	1.2	4.8	.1	6.4	.5	.2	7.9	1.7		4.7	8.5
06	6.4	.0	.1	4.2	.0	4.7	.0	4.8	3.3		4.8	.2
07	5.9	.0	3.3	2.7	5.9	1.3	.0	.0	5.0		2.3	.0
08	1.0	.0	2.5	.0	3.2	.0	4.8	3.3	6.6		6.7	1.5
09	1.0	4.0	2.5	8.6	2.3	4.8	3.9	.0	.0		.0	.1
10	.6	1.9	1.4	4.7	3.2	5.3	.9	6.2	.4		5.7	5.0
11	2.8	2.1	1.4	.0	.0	6.9	.0	.6	.2		7.9	.2
12	1.0	2.6	1.2	7.7	5.5	1.9	.9	2.1	4.9		2.5	6.5
13	.0	1.2	.2	.0	.0	5.1	9.0	.0	.7		2.6	.0
14	.0	.0	.0	3.5	2.3	1.3	5.1	1.4	4.1		.3	1.7
15	1.9	2.7	1.0	.2	2.8	3.8	1.8	1.0	4.0		.0	3.4
16	.0	4.2	.1	2.6	7.0	7.1	3.9	2.6	3.0		2.1	1.0
17	1.2	4.5	.9	7.6	.8	.0	3.3	3.5	6.1		.0	.0
18	6.5	.1	.0	8.0	3.5	5.5	3.0	8.1	.7		4.9	3.2
19	5.5	2.6	1.3	.7	4.4	6.7	2.8	2.9	5.4		4.5	.3
20	1.1	4.0	3.0	9.2	4.5	.4	2.9	4.6	3.3		7.0	5.4
21	3.7	6.3	5.1	5.0	1.5	1.3	6.6	.0	2.0		3.5	4.3
22	2.1	4.8	5.5	3.4	5.2	8.6	2.6	3.4	1.1		6.1	.8
23	6.2	1.5	5.1	4.4	7.0	3.6	3.1	4.6	2.1		4.8	7.1
24	3.9	1.2	.8	1.8	3.5	5.1	7.3	3.7	5.3		2.6	3.6
25	.2	2.9	1.2	.2	2.8	7.6	6.1	2.8	4.9		5.2	5.5
26	.2	3.8	3.1	3.2	3.6	5.0	.0	3.5	4.9		3.3	1.9
27	.0	2.0	1.2	6.1	1.3	.7	3.4	2.8	3.6		2.3	5.1
28	5.5	2.6	.0	.0	.8	4.1	2.6	4.8	2.6		4.8	.5
29	1.1	.3	8.6	2.4	1.1	4.8	4.4	1.1	6.6		4.9	
30	.5		4.9	.0	5.7	9.5	.0	6.3	6.9		1.1	3.2
31	.1		1.1		7.2		3.7	5.0				4.1
TOTAL	80.8	65.7	57.5	97.6	103.2	111.2	97.1	104.7	99.0		114.0	80.1
** DATOS PRELIMINARES **			*** VALORES ANUALES ***									

Anexo 4. VALORES TOTALES DIARIOS DE BRILLO SOLAR (Horas) 2016

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES											SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL	
VALORES TOTALES DIARIOS DE BRILLO SOLAR (Horas)												
FECHA DE PROCESO : 2016/11/11			ANO 2016				ESTACION : 11045010 APTO EL CARANO					
LATITUD	0541 N	TIPO EST	SP	DEPTO	CHOCO	FECHA-INSTALACION	1947-FEB					
LONGITUD	7638 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	QUIBDO	FECHA-SUSPENSION						
ELEVACION	0053 m.s.n.m	REGIONAL	01 ANTIOQUIA	CORRIENTE	ATRATO							

DIA	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *

01	.9	5.7	.0	.0	1.4	.0	.1					3.5
02	.2	3.9	.9	.0	1.0	6.3	1.5					3.9
03	5.5	1.3	.1	5.2	6.2	3.6	4.6					2.4
04	.0	.3	.5	6.0	2.1	6.6	3.8					1.7
05	2.9	1.4	2.4	4.1	1.3	1.5	.0					6.0
06	1.0	.2	.1	1.7	.0	2.2	.4					.8
07	1.7	2.5	2.5	.3	1.9	6.7	8.7					.6
08	2.9	.1	6.1	.9	5.5	5.0	4.1					5.7
09	.8	.6	1.8	.0	.6	3.2	8.6					5.6
10	1.5	1.7	.0	.2	1.0	6.4	1.8					7.3
11	.0	1.0	3.2	.0	8.8	3.1	2.2					1.4
12	4.5	1.5	.4	.0	.4	3.3	1.7					5.8
13	2.1	1.2	.0	6.0	4.1	1.6	2.7					3.8
14	2.7	1.6	.5	6.3	.0	1.4	7.9					5.2
15	1.4	3.2	.0	.1	6.5	6.6	2.3					2.9
16	5.2	.2	.0	.0	2.1	7.0	.0					6.5
17	2.4	3.6	.0	1.5	2.8	6.2	4.9					5.3
18	3.8	2.8	.5	3.3	2.3	4.3	7.7					4.0
19	5.5	1.2	.5	.7	3.7	2.8	4.8					2.0
20	2.5	.1	.4	4.0	.3	3.4	6.2					5.0
21	.8	.0	1.7	1.3	5.3	4.8	3.6					.4
22	4.7	2.3	4.9	.0	.0	5.9	5.9					1.8
23	2.2	.8	.5	.0	5.3	5.0	5.6					5.5
24	2.1	.0	.5	.0	.0	.0	6.5					.1
25	.5	.1	1.9	5.8	3.6	7.2	6.4					3.9
26	2.0	2.6	2.5	4.0	.0	1.7	3.5					5.5
27	.9	.0	.0	3.2	4.3	7.6	1.8					1.7
28	3.9	.0	3.0	1.3	.0	1.6	3.2					2.3
29	.0	.0	1.8	2.5	.0	1.3	.4					5.4
30	2.7		.1	1.2	8.5	1.3	.3					5.7
31	4.2		5.6		1.5		5.4					
TOTAL	71.5	39.9	42.4	59.6	80.5	117.6	116.6					111.7
** DATOS PRELIMINARES **			*** VALORES ANUALES ***									

Anexo 5. VALORES TOTALES DIARIOS DE EVAPORACIÓN (mms) 2015

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES											SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL		
VALORES TOTALES DIARIOS DE EVAPORACION (mms)													
FECHA DE PROCESO : 2016/11/11				ANO 2015				ESTACION : 11045010 APTO EL CARANO					
LATITUD	0541 N	TIPO EST	SP	DEPTO	CHOCO	FECHA-INSTALACION		1947-FEB					
LONGITUD	7638 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	QUIBDO	FECHA-SUSPENSION							
ELEVACION	0053 m. s. n. m	REGIONAL	01 ANTIOQUIA	CORRIENTE	ATRATO								

DIA	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	

01	2.1	3.9	2.4	3.3	4.0	4.9	4.4	3.0	3.0	4.8	3.3	1.1	
02	4.4	.7	3.7	1.7	2.1		2.5	3.3	6.0	4.8	4.4	1.8	
03	3.5	.7	1.4	2.0	3.9	3.4	6.5	3.9	4.7	4.4	4.8		
04	4.2	7.7	1.2	2.5	4.8		3.0	5.9	5.0	4.5	2.7	1.5	
05	8.5	1.1	5.3	4.2	4.2	1.2	3.1	4.4	4.8	5.6	4.6	4.8	
06	6.1	3.6	1.2	1.9	1.5		1.7	5.4	3.1	4.6	4.0	2.2	
07	3.4	.1	3.5	4.4	5.0	2.6	1.7	1.2	4.5	3.2	1.6		
08	2.6	1.7	3.4	1.0	3.6	3.0	4.8	5.0	5.9	2.9	4.5		
09	2.7	3.5	3.9	5.0	4.4	4.2	3.7	1.0	.0	1.5	.4	2.8	
10	2.3		1.7	5.5	4.1	4.0	3.2	5.2	2.0		3.7		
11	2.5	1.4	2.5	.9	1.7	4.6	2.6	2.1	2.0	2.5	4.8	6.6	
12	2.1	3.0	5.9	5.5	3.3	3.8	.9	3.6	4.2	3.2	2.7	3.1	
13	3.7	3.1	1.7	1.2	1.5	6.1	5.4		2.1	2.9	2.6	1.5	
14	.8	2.1	1.2	5.1		2.0	3.8	3.1	4.5	2.9	3.1	2.5	
15	3.4		1.5	2.1	2.3	3.1	1.5	2.1	3.9	6.4		2.1	
16			.7	3.7		5.9	3.6	3.2	5.1	1.2	2.0	2.8	
17	1.7		2.6	5.3	1.5	1.1	6.7	3.1	5.4	4.1	2.6	1.0	
18	4.7	1.9	1.9	5.7	4.3	4.3	3.9	4.8	1.8	1.1	3.5	3.7	
19	5.0	3.0	2.7	1.1	4.0	4.7	3.9	6.0	4.8	4.7	4.2	1.7	
20	1.5	4.4	4.5	6.0	5.7	2.9	2.8	6.3	2.5	2.8	4.6	6.4	
21	3.5	3.8	4.5	5.6	1.6	4.2	4.2	2.1	2.8	5.7	2.1	2.7	
22	3.3	3.6	5.1	3.7	4.4	5.6	6.4	3.1	3.8	3.9	5.5	2.7	
23	3.8	3.5	4.4	3.7	5.9	2.6	2.7	6.6		1.9	3.1	4.2	
24		2.4	3.2		5.2	5.2	4.6	2.7	2.9	3.7	2.6	2.5	
25	2.2	3.0	3.5			4.9	4.2	3.2	6.6	3.2	5.3		
26	2.2	3.8	4.0		3.5	4.7	1.9	3.9	4.6	2.3		2.6	
27	2.5	3.6			2.1	3.8	3.5	3.2	4.1	1.3	2.3	3.3	
28	3.4	3.4	1.4		4.5	3.5	2.6	4.2	4.3		3.6	1.5	
29	3.3		2.6		3.0	3.5	4.2		2.6		2.9	4.1	
30	1.8				3.2	5.5	2.0	8.7	5.8	5.6	3.2	2.8	
31	1.0		1.9		7.4			1.6		2.0		3.1	
TOTAL	92.2	69.0	83.5	81.1	102.7	105.3	106.0	111.9	112.8	97.7	94.7	75.1	
** DATOS PRELIMINARES **													
*** VALORES ANUALES ***													

Anexo 6. VALORES TOTALES DIARIOS DE EVAPORACIÓN (mms) 2016

§

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DIARIOS DE EVAPORACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/11/11

ANO 2016

ESTACION : 11045010 APTO EL CARANO

LATITUD 0541 N
LONGITUD 7638 W
ELEVACION 0053 m.s.n.m

TIPO EST SP
ENTIDAD 01 IDEAM
REGIONAL 01 ANTIOQUIA

DEPTO CHOCO
MUNICIPIO QUIBDO
CORRIENTE ATRATO

FECHA-INSTALACION 1947-FEB
FECHA-SUSPENSION

DIA	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *
01	2.3	3.5	1.3									
02	2.0	4.1	8.9									
03	4.3	2.0	.6	3.9								
04	.8	1.4										
05	5.5	2.3	2.2	3.3								
06	1.3	1.7	8.2	3.4								
07	2.1	3.9	3.1	2.2								
08	2.6	2.2	4.1	2.1								
09	1.5	2.4	.6	1.8								
10	2.9	3.0	2.5									
11	1.0	5.2	4.0									
12	4.2	1.8	1.9									
13	2.7	2.8	1.6									
14		3.1	2.8									
15	3.6	3.0	2.4									
16	3.1	4.1	2.2									
17	2.8	3.2	1.5									
18	4.0	4.6	1.7									
19	4.3	2.4										
20	3.4	2.9										
21	3.0	.4	2.2									
22	3.8	3.6	4.1									
23	4.3	2.0	3.5									
24	4.2	3.1	1.6									
25	2.1	1.8	3.3									
26		5.0	3.2									
27		1.7	1.4									
28	3.7	2.0	4.5									
29	7.5	2.1	3.1									
30	5.0		3.0									
31	3.3		5.6									

TOTAL 91.3 81.3 85.1 3 *

** DATOS PRELIMINARES **

*** VALORES ANUALES ***

** ORIGENES DE DATO **

Anexo 7. VALORES TOTALES DIARIOS DE HUMEDAD RELATIVA (%) 2015

♀	I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES	SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL
	VALORES MEDIOS DIARIOS DE HUMEDAD RELATIVA (%)	
FECHA DE PROCESO :	ANO 2015	ESTACION : 11045010 APTO EL CARANO
LATITUD 0541 N	TIPO EST SP	DEPTO CHOCO
LONGITUD 7638 W	ENTIDAD 01 IDEAM	MUNICIPIO QUIBDO
ELEVACION 0053 m.s.n.m	REGIONAL 01 ANTIOQUIA	CORRIENTE ATRATO
		FECHA-INSTALACION 1947-FEB
		FECHA-SUSPENSION

DIA	ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE *	

01	92	87 1
02	84 1	95 1
03	82 1	95 1
04	81 1	90 1
05	87 1	95 1
06	84 1	93 1
07	80 1	93 1
08	83 1	96 1
09	86 1	93 1
10	85 1	87 1
11	87 1	88 1
12	91 1	86 1
13	93 1	86 1
14	94 1	87 1
15	88 1	87 1
16	94 1	91 1
17	96 1	87 1
18	88 1	91 1
19	87 1	88 1
20	93 1	82 1
21	87 1	81 1
22	89 1	79 1
23	84 1	84 1
24	90 1	87 1
25	91 1	84 1
26	86 1	85 1
27	88 1	90 1
28	81 1	85 1
29	82 1	89 1
30	89 1	78 1
31	93 1	90 1
MEDIA	88	88 1

** DATOS PRELIMINARES **	*** VALORES ANUALES ***	** ORIGENES DE DATO **

Anexo 8. VALORES TOTALES DIARIOS DE HUMEDAD RELATIVA (%) 2016

±

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS DIARIOS DE HUMEDAD RELATIVA (%)

FECHA DE PROCESO : 2016/11/11

ANO 2016

ESTACION : 11045010 APTO EL CARANO

LATITUD 0541 N
LONGITUD 7638 W
ELEVACION 0053 m. s. n. m

TIPO EST SP
ENTIDAD 01 IDEAM
REGIONAL 01 ANTIOQUIA

DEPTO CHOCO
MUNICIPIO QUIBDO
CORRIENTE ATRATO

FECHA-INSTALACION 1947-FEB
FECHA-SUSPENSION

DIA ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE *

01	86 1	79 1	93 1	84 1	86 1	93 1	92 1	84 1	86 1	90 1
02	87 1	76 1	95 1	97 1	91 1	86 1	91 1	90 1	83 1	81 1
03	83 1	88 1	88 1	81 1	79 1	88 1	84 1	88 1	82 1	80 1
04	90 1	91 1	89 1	80 1	83 1	78 1	87 1	84 1	90 1	85 1
05	84 1	89 1	89 1	87 1	89 1	89 1	97 1	85 1	82 1	86 1
06	93 1	86 1	89 1	82 1	97 1	91 1	89 1	80 1	93 1	94 1
07	87 1	79 1	87 1	86 1	84 1	80 1	80 1	78 1	88 1	87 1
08	87 1	84 1	79 1	87 1	86 1	84 1	87 1	87 1	82 1	80 1
09	89 1	91 1	84 1	94 1	89 1	87 1	76 1	87 1	86 1	90 1
10	82 1	82 1	92 1	89 1	88 1	84 1	84 1	90 1	82 1	88 1
11	94 1	85 1	85 1	96 1	76 1	81 1	87 1	87 1	90 1	88 1
12	80 1	92 1	85 1	98 1	86 1	90 1	91 1	81 1	84 1	87 1
13	87 1	90 1	88 1	86 1	83 1	87 1	91 1	91 1	87 1	83 1
14	85 1	81 1	88 1	85 1	95 1	87 1	90 1	86 1	88 1	86 1
15	84 1	83 1	84 1	84 1	78 1	81 1	90 1	88 1	85 1	88 1
16	76 1	84 1	85 1	96 1	87 1	77 1	90 1	88 1	79 1	86 1
17	82 1	87 1	97 1	87 1	90 1	81 1	85 1	88 1	89 1	84 1
18	77 1	82 1	89 1	87 1	87 1	83 1	81 1	84 1	83 1	97 1
19	79 1	85 1	88 1	92 1	84 1	89 1	85 1	90 1	83 1	83 1
20	80 1	83 1	88 1	84 1	90 1	88 1	81 1	89 1	80 1	85 1
21	84 1	92 1	89 1	92 1	83 1	87 1	90 1	81 1	88 1	89 1
22	80 1	86 1	82 1	94 1	89 1	82 1	85 1	87 1	92 1	91 1
23	79 1	89 1	86 1	95 1	82 1	86 1	87 1	82 1	84 1	86 1
24	74 1	95 1	88 1	94 1	96 1	93 1	87 1	87 1	94 1	82 1
25	84 1	93 1	83 1	84 1	84 1	84 1	80 1	88 1	87 1	93 1
26	80 1	90 1	82 1	81 1	91 1	83 1	86 1	91 1	81 1	88 1
27	87 1	84 1	91 1	89 1	83 1	82 1	87 1	81 1	84 1	79 1
28	85 1	86 1	85 1	91 1	95 1	87 1	85 1	84 1	86 1	79 1
29	89 1	84 1	84 1	84 1	92 1	87 1	91 1	91 1	88 1	82 1
30	83 1		88 1	89 1	83 1	90 1	93 1	88 1	84 1	83 1
31	80 1		77 1		82 1		85 1	87 1		93 1

MEDIA

84 1 86 1 87 1 88 1 87 1 86 1 87 1 86 1 86 1 86 1 86 1

** DATOS PRELIMINARES **

*** VALORES ANUALES ***

** ORIGENES DE DATO **

ANEXO 9. REGISTRO FOTOGRAFICO



Foto 1. Preparación de Sustratos T₂ Gallinaza



Foto 2. Preparación de Sustratos T₂ Gallinaza



Foto 3. Preparación de Sustratos T₃ = PSHRA



Foto 4. Preparación de Sustratos T₃ = PSHRA

REGISTRO FOTOGRAFICO



Foto 5. Construcción de Vivero



Foto 6. Construcción de Vivero



Foto 7. Eras de descomposición de sustratos



Foto 8. Eras de descomposición de sustratos

REGISTRO FOTOGRAFICO



Foto 9. Semillas



Foto 10. Semillas



Foto 11. Semillas



Foto 12. Semillas

REGISTRO FOTOGRAFICO



Foto 13. Germinación en tratamiento T₁ (Testigo)



Foto 14. Germinación en tratamiento T₂ = GSHRA



Foto 15. Germinación en tratamiento T₃ = PSHRA



Foto 16. Germinación en tratamiento T₄ = BSHRA



Foto 17. Germinación en vivero de Plántulas por tratamientos



Foto 18. Germinación en vivero de Plántulas por tratamientos



Foto 19. Germinación después de 10 días



Foto 20. Germinación después de 10 días



Foto 21. Crecimiento de Plántulas por Tratamientos



Foto 22. Crecimiento de Plántulas por Tratamientos



Foto 23. Crecimiento de Plántulas por Tratamientos



Foto 24. Crecimiento de Plántulas por Tratamientos



Foto 25. Mediciones en área de estudio



Foto 26. Mediciones en área de estudio



Foto 27. Mediciones en área de estudio



Foto 28. Mediciones en área de estudio

