

CARACTERIZACION FENOLOGICA EN ETAPA DE VIVERO DE MORINGA
(Moringa oleífera Lam), **TRUPILLO** (Prosopis Julifora), **NEEM** (Azadirachta indica),
GUALANDAY (Jacaranda Caucana Pittier) Y **CEIBA BONGA** (Ceiba Pentandra), **ESPECIES**
FORESTALES ADAPTADAS AL TROPICO COMO ESTRATEGIA DE MITIGACION
AL CAMBIO CLIMATICO.

NELSON BARRIOS SOTO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE
ECAPMA
Santa Marta
2016

CARACTERIZACION FENOLOGICA EN ETAPA DE VIVERO DE MORINGA
(Moringa oleífera Lam), **TRUPILLO** (Prosopis Julifora), **NEEM** (Azadirachta indica),
GUALANDAY (Jacaranda Caucana Pittier) Y **CEIBA BONGA** (Ceiba Pentandra), **ESPECIES**
FORESTALES ADAPTADAS AL TROPICO COMO ESTRATEGIA DE MITIGACION
AL CAMBIO CLIMATICO.

NELSON BARRIOS SOTO

Proyecto De Investigación Para Optar el Título de Ingeniero Agroforestal

Director:
PhD. Sonia Esperanza Aguirre Forero

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE
ECAPMA
Santa Marta
2016

Página De Aceptación

Nota de aceptación

Director

**Carlos Edwin Carranza Gutiérrez
Jurado**

Santa Marta, Junio 2016

**Al Creador del Cielo y de la Tierra,
Nuestro Señor Jesucristo, a mi Madre e
Hijos.**

AGRADECIMIENTO

Primeramente al Creador del Cielo y de la Tierra y a Nuestro Señor Jesucristo, a mi Madre e Hijos y que han sido la fuente de inspiración.

A la Doctora Sonia Aguirre Forero y Nelson Piraneque, por su apoyo incondicional en todo mi proceso de formación como profesional, por depositar su confianza en el desarrollo de este proyecto.

A Amílcar Valencia, Rafael Ortiz por permitir la ejecución de este proyecto en el Vivero Forestal en las instalaciones de Puerto Drummond.

A Antonio Cotes, Wilson Castro y Paul Sanjuán compañeros de trabajo y amigos que participaron en las actividades diarias en el vivero.

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma aportaron, en que este sueño se ha hecho realidad.

TABLA DE CONTENIDO

	Pagina
RESUMEN	XII
PRESENTACION.	XIII
1. INTRODUCCION.	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.	3
3. JUSTIFICACION.	5
4. OBJETIVOS.	7
4.1. OBJETIVO GENERAL.	7
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	7
5. ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO.	8
5.1. ESPECIES ARBOREAS.	8
5.1.1. ARBOLADO URBANO.	8
5.1.2. LA AGROFORESTARÍA.	8
5.1.3. LA DESERTIFICACIÓN.	9
5.1.4. DEFORESTACIÓN.	10
5.2. ESPECIES FORESTALES DE ESTUDIO.	11
5.2.1. MORINGA (<i>MORINGA OLEÍFERA LAM</i>).	13
5.2.2. TRUPILLO (<i>PROSOPIS JULIFLORA</i>)	14
5.2.3. NEEM (<i>AZADIRACHTA INDICA</i>)	16
5.2.4. GUALANDAY (<i>JACARANDA CAUCANA PIETTE</i>).	18
5.2.5. CEIBA BONGA (<i>CEIBA PENTANDRA</i>).	19

6. METODOLOGIA.	21
6.1. LOCALIZACIÓN.	22
6.2. MATERIALES.	22
6.3. TRATAMIENTO DEL PROYECTO	23
6.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.	24
6.4.1. PASÓ A PASO DE PROCEDIMIENTOS.	25
6.4.2. LOGÍSTICA.	25
6.5. TRATAMIENTO PREGERMINATIVO Y SIEMBRA DE SEMILLAS.	26
6.5.1. TIPOS DE GERMINACIÓN DE LAS ESPECIES SELECCIONADAS.	26
6.5.1.1. VARIABLES EVALUADAS.	27
6.5.1.2. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	27
6.6. DETERMINACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO.	27
6.6.1. MEZCLAS DE SUSTRATOS ESTABLECIMIENTO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.	28
6.6.2. MUESTREOS, EVALUACIÓN DE VARIABLES Y SEGUIMIENTO.	28
6.6.3. MASA SECA PARTE AÉREA Y SISTEMA DE RAÍCES (G).	29
6.6.4. TASA DE CRECIMIENTO RELATIVO (TCR)	29
6.6.5. DESARROLLO DE LA PLANTA EN VIVERO.	30
6.6.6. EL ÍNDICE DE CALIDAD DE DICKSON (ICD)	31
7. RESULTADOS	33
7.1. FASE 1. GERMINACIÓN	33
7.1.1. VALORES DE GERMINACIÓN.	34
7.2. FASE 2 EVALUACIÓN PARÁMETROS FISIOLÓGICOS.	35

7.2.1. LOS PARÁMETROS A MEDIR FASE 2:	36
7.3. VARIABLES PRIMARIAS.	36
7.3.1. DIÁMETRO DEL TALLO CEIBA	36
7.3.2. ALTURA DE PLANTAS.	40
7.3.3. BIOMASA O PESO FRESCO DE LA PLANTA:	44
7.3.4. MASA SECA DE LA PLANTA, MST.	48
BIBLIOGRAFIA	67
ANEXOS	73
ANEXO 1. EJEMPLO DE PLANILLA TOMA DE DATOS	73
EJEMPLOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE ALGUNAS ESPECIES	74
ANEXO FOTOGRAFICOS	77
PROCEDIMEIRNTOS EN LABORATORIO UNIMAGDALENA	82

LISTA DE TABLAS

	PAG.
Tabla 1. Especies Seleccionadas para el proyecto.	26
Tabla 2. Tratamientos del Proyecto.	38
Tabla 3. Tipo de Germinación de las semillas Utilizadas	40
Tabla 4. Porcentajes de Germinación de las especies seleccionadas	47
Tabla 5. Valores de Germinación.	48
Tabla 6. Descripción de los tratamientos, (sustratos) y algunas características	50
Tabla 7. Metodología utilizada para la toma de las variables.	50
Tabla 8. Efecto de los sustratos en el Diámetro de Ceiba.	51
Tabla 9. Efecto de los sustratos en el Diámetro de tallo Moringa	52
Tabla 10. Efecto de los sustratos en el Diámetro de tallo Gualanday.	52
Tabla 11. Efecto de los sustratos en el Diámetro de tallo Neem.	53
Tabla 12. Efecto de los sustratos en el Diámetro de tallo Trupillo.	53
Tabla 13. Efecto de los sustratos sobre la altura de plántulas seleccionadas	55
Tabla 14. Biomasa de plántulas.	58
Tabla 15. Materia seca Total MST de Ceiba respecto al número de muestreo.	63
Tabla 16. Materia seca Total MST de Moringa respecto al número de muestreo.	64
Tabla 17. Materia seca Total MST de Gualanday respecto al número de muestreo	64
Tabla 18. Materia seca Total MST de Trupillo respecto al número de muestreo.	66
Tabla 19. Materia seca Total MST de Neem respecto al número de muestreo.	67
Tabla 20. Índice de robustez (IR).	73

Tabla 21. Relación peso seco aéreo y peso seco raíz.	73
Tabla 22. Índice de calidad de Dickson (ICD).	79

LISTA DE GRAFICAS

	PAG
Gráfica 1. Diseño Experimental.	39
Gráfica 2: Número de Semillas sembradas y germinadas y % de germinación de las especies en evaluación.	48
Gráfica 3. Diámetro de plántulas.	54
Gráfica 4. Altura de planta por tratamiento en el último muestreo	57
Gráfica 5. Biomasa total por especie y tratamiento.	61
Gráfica 6. Acumulación de MST de las especies evaluadas por muestreo.	66
Gráfica 7. Índice de Robustez en el último muestreo.	69
Gráfica 8. Los valores obtenidos para IR	71
Gráfica 9. Índice de Lignificación.	74
Gráfica 10. Tasa de Crecimiento Relativo.	75
Gráfica 11. Índice de calidad de Dickson (ICD)	83

RESUMEN

El éxito del establecimiento de una especie en un sistema depende de un sin número de variables, de la compatibilidad de la planta con la ecología y las condiciones climáticas, del manejo del sistema, entre otras, sin embargo una característica esencial es la calidad de la plántula en vivero, la cual predispone la adaptación y el futuro de la especie en campo determinando en buena medida el éxito del establecimiento del forestal, los indicadores de la calidad de plántulas; están determinados por características genéticas, sanitarias, morfológicas y fisiológicas y el ambiente específico en que se desarrolle. En este trabajo se evaluaron caracteres morfológicos y fisiológicos que condicionan el desarrollo en ambientes del trópico seco. Por lo cual se midió en la primera fase parámetros y porcentaje de germinación y en la segunda fase, diámetro de tallo, altura de plántula, biomasa y masa seca de la parte aérea y de raíz, crecimiento, tasa de crecimiento relativo, relación MSA/MSR, IR, IL, y ICD índice de Dickson de cinco sustratos preseleccionados, sobre la calidad de plántulas de moringa, trupillo, neem, gualanday y ceiba bonga, bajo condiciones de invernadero en Santa Marta. A pesar que los sustratos cumplieron la mayoría de los parámetros se evidencio diferencias entre tratamientos siendo STA y SCA los más adecuados para las especies de ceiba, moringa y neem, debido a que provee los mejores IDC parámetro ampliamente reconocido para evaluar calidad de plántula. Desafortunadamente la usencia de datos de calidad de estas especies en condiciones climáticas similares al área de estudio no facilita la comparación del mismo, pero el aporte de esta investigación es una base técnica de sustento para investigaciones futuras en el área de estudio.

Palabra Clave: Tratamiento, sustrato, germinación, plántula, adaptación.

PRESENTACION.

Para el desarrollo del proyecto se realizó la gestión ante la Compañía Multinacional DRUMMOND LTD la cual, abrió sus instalaciones de su vivero en su Puerto Carbonífero ubicado en el kilómetro 10 vía Ciénaga – Santa Marta del municipio de Ciénaga Magdalena. Desde el vivero forestal de la Empresa se ejecutó todas las actividades de campo para lograr los objetivos del presente trabajo. Una vez se realizaron los muestreos el material fue trasladado al laboratorio de fisiología y suelos de la Universidad del Magdalena, una vez se obtienen los diferentes registros por tratamiento se realizó el análisis de la información y fueron procesados mediante el paquete estadístico R.

El desarrollo de investigaciones básicas y aplicada tendiente a la propagación de cada una de las especies seleccionadas es con la finalidad de la generación y difusión del conocimiento sobre los recursos naturales renovables, que propendan por un mejor uso y manejo sostenible y a su vez incentiven su conservación. La caracterización fenológica en etapa de vivero de las especies forestales (Moringa, Trupillo, Neem, , Gualanday y Ceiba Bonga) adaptadas a este ecosistema de bosque seco tropical como estrategia de mitigación al cambio climático, son de gran importancia ecológica, económica y social, es por ello de tener entendimiento de las estrategias adaptativas y reproductivas de las especies, es necesario conocer sus ciclos biológicos y reproductivos como respuesta a sus propios procesos fisiológicos y a las condiciones climáticas, procesos que son conocidos como los ciclos fenológicos y que son objeto de estudio de la fenología.

En el futuro el conocimiento de dichos procesos y ciclos no solo nos permite conocer la caracterización fenológica de las especies seleccionada sino que, además, la interacción de estas

con la fauna y flora asociada y las respuestas de las especies a los cambios climáticos que se vienen dando en los últimos tiempos y en particular el calentamiento global como resultado de la alteración de las condiciones ambientales del planeta por causa del hombre. Hay una gran responsabilidad de preservar y conservar el ecosistema natural de nuestra región, es por ello realizar los esfuerzos que sean necesarios para la conservación de las mismas.

1. INTRODUCCION.

En la necesidad innegable de crear una relación más armoniosa con el medio ambiente, se deben tomar de la misma naturaleza las opciones que ofrece para prevenir el deterioro de la vida humana, explotando de una manera responsable y profesional sus bondades para su aprovechamiento.

El presente trabajo hace parte del grupo interinstitucional de investigación en ciencias agropecuarias, forestales y agroindustriales del trópico colombiano; semillero GICAFAT de la UNAD, buscó por medio de un diseño experimental el estudio de la germinación y desarrollo de plántulas en vivero de árboles jóvenes de (Moringa, Trupillo, Neem, Gualanday y Ceiba Bonga) establecidos en clima cálido seco, obtener información de estas etapas fenológicas es fundamental para poder planificar su distribución y manejo en la zona, estrategia para contrarrestar los cambios climáticos que cada vez toman más fuerza en el área de estudio y afectan el desarrollo socioeconómico.

Las especies arbóreas de (Moringa, Trupillo, Neem, Gualanday y Ceiba Bonga) son una de las alternativas para afrontar el fenómeno, por la producción de biomasa y su potencial de adaptación, generación O_2 fijación de CO_2 , madera entre otros, los árboles actúan como verdaderos y eficientes sumideros de carbono, nos proporcionan; materia orgánica para el suelo, ciclaje de nutrientes, sombrío, material de construcción, alimentos, combustible, resinas, follaje y medicamentos, en generar ayudan a incrementar la productividad de los cultivos y a consentir la producción en tierras marginales y sostener la intensificación en otras. A demás proporcionan,

refugio para la fauna (pájaros, roedores e insectos, entre otros), valor estético, ornamental y psicológico, ya que los tonos verdes y de colores de las diferentes flores producen tranquilidad y belleza a los diferentes cascos urbanos y rurales.

Conocer e identificar aspectos básicos en la germinación y desarrollo de especies arbóreas, tipo de sustrato, vigor híbrido y adaptación entre otros, son instrumentos para construir la línea base del comportamiento de especies de interés en el trópico seco que constituye una herramienta para su implementación como estrategia de mitigación al cambio climático, así mismo estudios de este tipo permiten facilitar la toma de decisiones en el sector agroforestal en estas especies que se han adaptado a la zona de estudio.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

El cambio climático en la actualidad es un fenómeno de calentamiento y de disminución de las precipitaciones que afecta la fisiología, fenología, crecimiento, reproducción, establecimiento y finalmente, la distribución de los ecosistemas, alterando la oferta de los servicios productivos, ambientales y sociales. La disminución en la cobertura vegetal y de la reproducción en respuesta a la sequía (o en menos grado el calentamiento, se traduce en el descenso de cobertura vegetal y materia orgánica en el suelo, la capacidad del terreno para retener agua, y de manera directa en la producción de alimentos.

En la actualidad la zona caribe donde aún se encuentra relicto de bosque seco Tropical constituye uno de los ecosistemas más amenazados en el Neotrópico (Janzen 1983). Debido al calentamiento y a que sus suelos ha sido punto degradados dadas las condiciones precarias de este ecosistema y los cambios climáticos acentuados en el territorio Caribe es importante considerar su vulnerabilidad y emprender acciones que mitiguen los fenómenos climáticos cambiantes.

Por otro lado, los resultados de las simulaciones del Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR) muestran la importancia de incluir cobertura vegetal y la protección del suelo. Por lo anterior, es necesario implementar estudios que permitan fortalecer y fomentar especies forestales y arvenses que sobrevivan, suministren sombrero y cobertura vegetal como alternativa esencial contra la mitigación a las altas temperaturas y en general al cambio climático. Mantener protegido el suelo y el área de cultivo en forma permanente mejora la retención de la humedad, reduce la evaporación, favorecen los procesos microbiológicos y

contenidos de materia orgánica.

A pesar de que en la región Caribe se han identificado especies forestales amigables con el medio ambiente con alta adaptabilidad y versatilidad en usos, se desconocen las características específicas esenciales en proceso de germinación bajo las condiciones del trópico Seco Colombiano. Investigar sobre sus estados fenológicos iniciales; germinación y desarrollo preliminar de las especies seleccionadas es una forma de anteceder a futuros cambios y permitirá generar respuestas anticipadas a amenazas que se plantea en las poblaciones y ecosistemas del entorno, con el objeto de tomar medidas que reduzcan la vulnerabilidad y aumentar su resiliencia y posibilidad de adaptación a los diferentes cambios.

Investigación básica derivada de esta investigación proporcionara datos sobre germinación y adaptación de estas especies bajo las condiciones del trópico seco colombiano las cuales de acuerdo a la revisión bibliográfica no existen por el momento el análisis de la información motivara la generación de nuevos conocimientos en otras especies arbóreas.

3. JUSTIFICACION.

El cambio climático empeorará las condiciones de vida de agricultores, pescadores y quienes viven de los bosques, poblaciones ya de por sí vulnerables y en condiciones de inseguridad alimentaria. Aumentarán el hambre y la malnutrición. Las comunidades rurales, especialmente las que viven en ambientes frágiles, se enfrentan a un riesgo inmediato y creciente de pérdida de las cosechas y del ganado, así como a la reducida disponibilidad de productos marinos, forestales y provenientes de la acuicultura. Los episodios climáticos extremos cada vez más frecuentes e intensos tendrán un impacto negativo en la disponibilidad de alimentos, el acceso a los mismos, su estabilidad y su utilización, así como en los bienes y oportunidades de los medios de vida tanto en zonas rurales como urbanas. (FAO)

En general el desarrollo del tema y línea base del proyecto busca definir los lineamientos de conservación, protección y Biodiversidad como estrategias de adaptabilidad a través de la generación de conocimiento de especies forestales del trópico que se entremezclen con la producción agrícola fomentando características favorables a procesos productivos como estrategia de adaptabilidad al cambio climático para lo cual se plantea la instalación de ensayos de germinación en condiciones semicontroladas en el vivero Forestal del puerto carbonífero de la multinacional Drummond Ltd. (...)

Mantener cobertura vegetal es indispensable para la sostenibilidad de un sistema, la agroforestaría como técnica estratégica del trópico es relevante en pro de disminuir la degradación del suelo a través de la protección del sustrato, la incorporación y ciclaje de materia

orgánica al mismo, la regulación de temperatura por sombrero, incremento de nutrientes, el manejo de condiciones medioambientales adversas (vientos, excesiva temperatura, evaporación del recurso hídrico, etc), y la posibilidad de producir alimento, fibras, semillas y otros productos comercializables.(...)

Por la anterior la incorporación de especies arboledas en los diversos ecosistemas cada día toma mayor jerarquía en especial en zonas vulnerables donde se incrementa los índices de desertización, la investigación de especies como Moringa, Trupillo, Neem , Galanday y Ceiba, unas introducidas y otras propias de la zona de estudio aportara conocimiento básico que permitirá cambiar las formas para la producción hacia propósitos holísticos ambientales, respondiendo en parte a los problemas de la deforestación y degradación de los ecosistemas. (...)

4. OBJETIVOS.

4.1. Objetivo general.

- Caracterizar las variables fenológicas en etapa de vivero de Moringa (*Moringa oleífera* Lam), Trupillo (*Prosopis Julifora*), Neem (*Azadirachta indica*), Gualanday (*Jacaranda Caucana Pittier*) especies forestales adaptadas al trópico como estrategia de mitigación al cambio climático.

4.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el porcentaje de germinación, y características fisiológicas en vivero por especie.
- Caracterizar las variables fisiológicas relacionadas (altura de la plántula, sistema radicular, peso fresco, masa seca y diámetro basal del tallo), de las especies seleccionadas.
- Evaluar entre las especies seleccionadas cuales son las de mejor desarrollo y adaptabilidad a las condiciones climáticas del lugar de estudio.

5. ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO.

5.1. ESPECIES ARBOREAS.

5.1.1. Arbolado urbano.

El árbol urbano es un elemento fundamental en el paisaje de la ciudad, brinda diversos beneficios de orden ambiental, estético, paisajístico, recreativo, social y económico, los cuales son aprovechados por los pobladores locales, estos disfrutan de su presencia y lo convierten en un elemento integrante del paisaje urbano, a tal punto que "se constituye en uno de los indicadores de los aspectos socioculturales de la ciudad. (Tovar, 2006, p. 187-205).

El árbol urbano aporta beneficios que aparte de los estéticos están siendo estudiados como una nueva manera de aumentar la Calidad de Vida. Son a estos beneficios a los que en este trabajo nos vamos a referir, de una manera objetiva y resumida, incorporando datos comparativos entre distintas investigaciones llevadas a cabo en distintos países. (González, 2002)

5.1.2. La agroforestaría.

La agroforestaría es una interdisciplina, también una tradición e innovación productiva y de conservación de la naturaleza, donde existen formas de manejo y aprovechamiento de SAF en fincas y territorios comunitarios para obtener una producción libre de agroquímicos y duradera , con predominio y desarrollo de saberes tradicionales y novedosos, fortaleciendo la

identidad cultural, interacciones ecológicas totales de complementariedad del sistema, diversificación del paisaje, aprovechamiento adecuado de recursos naturales, privilegio del trabajo humano, uso de tecnologías de bajo impacto ambiental y relaciones sociales y económicas de bienestar, equidad y justicia. (Ospina, 2003 p. 112-113).

En la disciplina de la recuperación d áreas degradadas existe la inquietud de restablecer especies nativas de la vegetación primaria o secundaria. Esto se debe a que dichas especies están adaptadas a las condiciones de la zona y nos permiten aprovechar los procesos sucesiones naturales que conducen al restablecimiento de la vegetación original (Vázquez & Batis, 1996)

5.1.3. La desertificación.

La desertificación es un proceso de degradación del medio físico biológico por medio del cual tierras económicamente activas de los ecosistemas áridos, semiáridos y subhúmedos pierden su capacidad de revivir o de regenerarse a sí mismos, desarrollando, en casos extremos, un ambiente incapaz de contener a las comunidades que antes dependían de él. (Mérega, 2003, P. 13).

Los indicadores de degradación de suelos y tierras, , se puede determinar por el tipo de fenómeno(s) operante(s), su distribución y la intensidad del mismo, los procesos físicos de degradación de un suelo o tierra puede ser la erosión (eólica, hídrica), la remoción en masa, el deshielo de cuerpos de agua sólidos, la gelifracción o el congelamiento y descongelamiento del agua en los suelos, la sedimentación, y el hidromorfismo entre otros. (Germán & Carlos, 2003, p 127).

La degradación de los suelos es una enfermedad grave y silenciosa que tiene Colombia, que está afectando la seguridad alimentaria, la biodiversidad, la regulación de los ciclos hidrológicos y biogeoquímicos, aumenta las amenazas por inundaciones, sequías, deslizamientos, incendios forestales así como la pobreza y la violencia. De acuerdo con los desarrollos del proyecto Gestión Integral Ambiental del Recurso Suelo GIARS (MADS – IDEAM 2011), el problema central se podría definir como “Creciente afectación de los suelos por procesos de degradación en Colombia”. (Sánchez, Gómez,... 2012, p 5)

5.1.4. Deforestación.

La deforestación incluye áreas de bosque convertidas a la agricultura, pastizales, embalses y áreas urbanas. El término excluye de manera específica las áreas en donde los árboles fueron extraídos a causa del aprovechamiento o la tala, y en donde se espera que el bosque se regenere de manera natural o con la ayuda de técnicas silvícolas, a menos que el aprovechamiento vaya seguido de un desboscamiento de los árboles restantes para introducir usos de la tierra alternativos. La deforestación también incluye las áreas en donde, por ejemplo, el impacto de la perturbación, sobreexplotación o cambio de las condiciones ambientales afecten el bosque en una medida que no pueda mantener la cubierta de dosel por encima del límite del 10 por ciento (FAO , 2012, P 6)

Las causas directas de la deforestación, se relacionan con actividades humanas que afectan directamente el medio natural (Geist y Lambin 2001). Agrupan los factores que operan a escala local, diferentes a las condiciones iniciales estructurales o sistémicas, los cuales se originan en el

uso de la tierra y que afectan la cobertura forestal mediante el aprovechamiento del recurso arbóreo, o su eliminación para la dar paso a los usos agropecuarios (Ojima, 1994, p 303).

5.2. ESPECIES FORESTALES DE ESTUDIO.

Las especies fueron seleccionadas teniendo en cuenta sus índices de adaptabilidad, las propiedades benéficas que estas puedan brindar al medio de forma directa o indirecta de sus productos y la contribución con el mejoramiento y aprovechamiento del ecosistema, así como la disponibilidad de la semilla y tolerancia de las condiciones climáticas a las condiciones de la zona de estudio. La relación entre clima y la actividad agrícola es directamente proporcional, las fluctuaciones climáticas han sido al largo de la historia un factor desencadenante de hambre, plagas, elevadas tasas de mortalidad o éxodos migratorios. Los desastres provocados por las anomalías climáticas implican pérdidas económicas en el sector agrario y el medio rural, de manera que la preocupación por el cambio del clima es evidente. (...).

La agricultura y el medio rural en general sufrirán cambios no homogéneos a lo largo de nuestra geografía y requerirá un ajuste de las técnicas de producción de cosechas de acuerdo a las condiciones y conforme estas vayan presentándose. La demanda de agua para el riego es muy probable que aumente en la agricultura y basara en la adopción de los cultivos a las nuevas situaciones y ajustes de diferentes especies (FAO, 2011).

Ante la anterior situación y sin desconocer los distintos informes científicos publicados por diferentes agencias nacionales e internacionales sobre el cambio climático no dejan lugar a dudas sobre la vulnerabilidad de bosque seco tropical en Colombia y específicamente la zona Caribe.

No obstante, este conocimiento no es suficiente para describir el comportamiento de los microclimas y las especies que se han adaptado durante años, la influencia de los cambios generaran en los próximos años características termodinámicas muy dispares, (Altieri, & Nicholls, 2008).

Entre los efectos planteados se encuentran cambios en la fenología de las plantas, numerosos estudios muestran adelantos en algunas fases (germinación, floración, salida de las hojas...) para ciertas especies, pero también se esperan retrasos en otros eventos y comportamientos diferentes en otras especies. Ante esta situación, es necesario generar conocimiento base que permita percibir y estudiar especies que por sus características se priorizan como alternativas de mitigación contra este fenómeno. (...).

En este contexto en Santa Marta fueron seleccionadas; Moringa (*Moringa oleífera* Lam), Trupillo (*Prosopis Juliflora*), Neem (*Azadirachta indica*), Gualanday (*Jacaranda Caucana* Pittier), y Ceiba Bonga (*Ceiba Pentandra*), (tabla1) como especies arbóreas adaptadas al ecosistema seco tropical y que suministran sombrío con características amigables ambientalmente para la conformación de suelos y la acumulación de materia orgánica dejando o existiendo la posibilidad de intercalarlas con otros sistemas (agrícola, pecuario, ornamental entre otros).

Tabla 1. Especies consideras en esta fase del proyecto.

Especies priorizadas para el Trópico Seco					
N. Común	Moringa	Trupillo	Neem	Gualanday	Ceiba
N. Científico	<i>Moringa oleífera</i> Lam	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	<i>Azadirachta indica</i> A Juss	<i>Jacaranda Caucana</i> Pietter	<i>Ceiba Pentandra</i> (L.) Gaerth.
Familia	Moringaceae	Fabaceae	Meliaceae	Bignonaceae	Bombacaceae

5.2.1. Moringa (*Moringa oleífera* Lam).

Es un árbol de cultivo sencillo y económico, con grandes cualidades medicinales, nutricionales, agrarias y ecológicas, ya que todas las partes de la planta son aprovechadas de alguna manera. La *Moringa oleífera* es un árbol oleaginoso, de altura máxima 10-12 m, crecimiento muy rápido y poco longevo, que a lo sumo puede vivir 20 años si procede de semilla. La media de edad alcanzada en árboles propagados por estaca oscila en torno a 10-15 años. Si se cultiva a muy altas densidades, el turno de reposición es de cuatro o cinco años. (Pérez, 2012, p 3-4).

Moringa oleífera se adapta a las condiciones climatológicas y de suelo de la región Caribe. De igual manera conserva e incluso supera las propiedades nutricionales de origen, a través de procesos técnicos de siembra y en condiciones controladas que favorecen el desarrollo óptimo de la planta. (Toro, Carballo, Rocha 2011, P. 29.)

Moringa oleífera puede propagarse mediante dos formas: sexual y asexual. La más utilizada para plantaciones es la sexual, a través de la semilla, especialmente cuando el objetivo es la producción de hojas. La siembra de las semillas se realiza manualmente, a una profundidad de 2 cm, y germinan a los 10 días. El número de semillas por kilogramo varía de 4.000 a 4.800 y cada árbol puede producir entre 15.000 y 25.000 por año. El tiempo de germinación oscila entre cinco y siete días después de sembrada. La semilla no requiere tratamientos pre germinativo y presenta porcentajes altos de germinación, mayores que 90%. Sin embargo, cuando se almacena por más de dos meses disminuye su poder germinativo.

(Comer Del Monte, 2011, p.11)

En cuanto a su uso como alimento humano la *Moringa oleífera* posee cualidades nutricionales sobresalientes y está considerada como uno de los más completos vegetales perennes. Todas las estructuras de la planta son útiles tanto a nivel nutricional como medicinal. Las semillas pueden ser utilizadas como floculante natural en la purificación de agua, en la medicina y como aceite vegetal. Las vainas son utilizadas como alimento, fertilizante y poseen propiedades medicinales al igual que las flores, hojas, corteza, goma y raíces. Las hojas de Moringa poseen 6,7g de proteínas, equivalentes al contenido proteico de un huevo, y dos veces el de la leche, más de cuatro veces la cantidad de vitamina C de las naranjas, dos veces la cantidad de vitamina A de una zanahoria, cuatro veces la cantidad de calcio de la leche, cantidades significativas de hierro, potasio, fósforo, magnesio y otros elementos. Estas propiedades pueden ayudar a solventar problemas de inseguridad alimentaria y prevenir múltiples patologías asociadas a deficiencias de vitaminas, proteínas, minerales, carbohidratos y lípidos. Surge la necesidad de investigar bajo qué condiciones, en la Región Caribe, la *Moringa oleífera* conserva las mismas propiedades y características que en su lugar de origen. (Toro, Carballo, Rocha 2011, P. 24)

5.2.2. Trupillo (*Prosopis juliflora*)

P.juliflora (Swartz) DC “algarrobo”, “mezquite” árbol de 6 a 20 m de alto, 20 a 150 cm de fuste; puede haber arbustos de 3 a 6 m de alto. Ramas con espinas geminadas o solitarias a veces ausentes y con raíces de crecimiento lateral. Las hojas bipinnadas medianas a grandes, 10 a 20 cm de longitud, amplias laxas, de igual longitud que las inflorescencias o ligeramente más cortas

o más largas, generalmente con 3 pares de pinnas (2–4) por hoja, de 6 a 8 cm. de longitud, con 9 a 17 pares de folíolos, ligeramente pubescentes, distanciados de 4 a 8 mm, de forma oblonga, lineales, obtusos, submucronados de 5–15 mm de largo por 3–5 mm de ancho. Presenta glándulas verdosas con poro apical en la unión de las pinnas, igualmente glándulas más pequeñas en unión de los folíolos. Las flores, son de color blanco verdosas, cáliz pentadentado, con pétalos libres, lineal agudos, 3 mm de longitud, 10 estambres libres, ovario estipitado, estilo filiforme; inflorescencia en racimos espiciformes, 9 a 17 cm de longitud. Es un árbol que crece rápidamente, se distribuye desde la orilla del mar hasta los 700 m de altura. Se encuentra en regiones con precipitaciones entre los 150 y 1.200 mm anuales. El mejor desarrollo productivo de vainas ocurre en regiones que presentan temperaturas medias anuales superiores a 20°C y precipitaciones entre 250–500 mm, y humedad relativa entre 60–70%. Resiste largos períodos de sequía, incluso períodos secos superiores a nueve meses. Es sensible a las heladas en estado de plantín. (Galera, 2000.).

Tratamiento de la semilla para utilización inmediata con agua: dividir las vainas en segmentos pequeños, con una sola semilla, sumergirla en agua por 24 hs, frotar con las manos para remover la capa externa, sembrar en terreno definitivo o en viveros. Se obtienen buenos resultados en la germinación. Otro tratamiento utilizado colocar las semillas obtenidas como se indicó en el párrafo anterior a 35°C de temperatura, por el tiempo de 24 hs previas a la siembra, ésto aumenta la tasa de germinación. La capacidad germinativa de las semillas es superior al 90% después del tratamiento pregerminativo. Las plántulas son producidas en bolsas plásticas que miden 8 cm de ancho por 20 cm de altura. Después de escarificadas son sembradas a una profundidad de 1 cm o lo suficiente para que queden cubiertas. El nacimiento tiene su inicio cinco días después de la siembra. En el momento de la siembra pueden ser utilizadas dos o tres semillas por recipiente y

posteriormente, después de la germinación y crecimiento inicial, dejar la de mejor desarrollo o la más centrada. Después de 60 a 70 días de la siembra, las plantas alcanzan una altura de 20–30 cm y están listas para ser plantadas definitivamente en terreno. (Galera, 2000.)

5.2.3. Neem (*Azadirachta indica*)

Un árbol pequeño, fácilmente identificable con un tallo recto, que puede alcanzar excepcionalmente una altura de 20 m. La corteza es de color gris oscuro, bastante gruesa, con muchas grietas longitudinales y oblicuas que son de color más claro. La superficie interior de la corteza es de color marrón rojizo. La albura es de color blanco grisáceo, mientras que el duramen es de color rojo, pero se vuelve de color marrón cuando se expone. Es una madera dura, fragante duradera que a veces es un poco brillante, especialmente cuando se corta radialmente. Es bastante desigual y textura moderadamente pesada. Se asemeja a la caoba (*Swietenia mahogany*). La densidad es 10.89 kg/m^3 , pero el peso puede variar. La madera es durable incluso en condiciones expuestas, y no se ve afectada por las termitas o gusanos bucales. La madera puede soportar la mano o el mecanizado, es bueno para la talla, pero no alcanza un pulimento fino. Las ramas se encuentran ampliamente distribuidas y con una corona forma ovalada. Las hojas, de color verde pálido en el suelo pobre o cuando joven, pero de color verde brillante oscuro cuando adulto, son glabras, desigualmente pinnadas, alternas, y definen. Pueden llegar a los 35 cm de longitud. Pecíolos son flexibles; folíolos son alternas u opuestas y pueden alcanzar los 8 cm de longitud. Ellos son ovalados, lanceolados, atenuadas en la punta y desigual en la base, con la parte superior más larga que la inferior. El folíolo está más o menos en forma de hoz y ligeramente denticulate. Las flores son blancas, agradablemente perfumada, pequeño y hermafroditas. Pedúnculos son cortos y panicules axilar. Bracteae son pequeñas y de hoja caduca. El cáliz es redondo y liso imbricados con los sépalos.

La corola, con cinco pétalos alargados imbricadas, alcanza 0,4 cm de longitud. Diez estambres fijos en la base de un disco forman un tubo largo y cilíndrico. El Gineceo es sincarpo con 3-5 carpelos; hay dos óvulos en cada lóculo. El estigma es 5-lobulada, número cromosómico 14. Hay individuos haploides. El fruto es una pequeña drupa, un elipsoide, de unos 2 cm de largo, de color verde amarillo cuando está maduro con una piedra y una o dos veces semillas. Hay alrededor de 4 000 semillas limpias a las kg. La tasa de germinación es de alrededor de 75%. (Baumer, 1983)

Tiene múltiples usos, la madera se usa para la construcción y leña (Chavarría, 1978). . El Nim contiene la azadirachtina que es una sustancia repelente de plagas y es de efecto sistémico, las plantas al absorber esa sustancia se vuelven inapetecibles para ciertos insectos, además, el Nim mata o repele el ataque de insectos en los cultivos, incluso altera su metabolismo (esterilización, órganos vitales atrofiados, pérdida de apetito, etc.); también es ampliamente utilizada para el mejoramiento del suelos. Uno de sus productos comerciales más importantes es el aceite, que corresponde del 40 al 50 % de la semilla; en la India es utilizado para la fabricación de jabones, ceras, ungüentos, cosméticos y lubricantes. La corteza contiene de 12 a 14 % de taninos y es usada para fabricar pasta dental (Méndez, 1993). . Varias partes del árbol tienen acción antihelmíntica, anti periódica, antiséptica, antisifilítica, astringente, demulcente, emenagógica, emoliente y purgativa. Además se utiliza para el tratamiento de tumores, enfermedades de los ojos, eczemas, dolor de cabeza, hepatitis, lepra, reumatismo, enfermedades venéreas y úlceras (Garza,1987)

Muchos extractos de Neem son eficaces contra una amplia gama de plagas de los cultivos. Diversos productos repelentes de insectos se extraen del aceite. El principio activo de estos productos es Azidarachtine . La corteza, hojas y frutos han sido, desde tiempo inmemorial, parte de la farmacopea hindú; Se utiliza para tratar todo tipo de dolencias, desde la sífilis a la lepra para el reumatismo. Las hojas de Neem a veces son consumidas por el ganado, pero parece que existen diferencias importantes a este respecto entre la India y del África oriental neem por un lado, y del África Occidental neem por el otro. Los primeros son más o menos aceptables como navegar, mientras que el segundo no lo son, incluso para los camellos. Se ha sugerido que el Neem ganadería de exploración de vez en cuando como una cura para algunas enfermedades. (Baumer, 1983).

5.2.4. Gualanday (*Jacaranda Caucana Piette*).

Árbol de 15 m de altura y 50 cm de diámetro en su tronco, acanalado, de corteza escamosa y grisacea; follaje ligero, verde claro; ramificación abundante. Hojas de 20 a 40 cm de largo, opuestas, bipinnadas, pecioladas, entre 8 y 25 pinnas de 10 a 13 cm de largo y entre los 11 y 23 pares de foliolillos, de diferente tamaño, uninervados. Inflorescencias en panícula, con flores vistosas color violeta, acampanuladas, estambres epipétalos. Fruto en capsula, dehiscente, bivalvo, leñoso. Semillas aladas que se dispersan con el viento. Se siembran a 2cm de profundidad y a los 20 cm de altura se siembran en el lugar definitivo. (Celestino, 2010)

El cocimiento de sus hojas es utilizada para aliviar el dolor de garganta. Tomada evita la aparición de granos en la piel, calma el dolor de huesos y afecciones del hígado. Si se le adiciona la corteza al cocimiento anterior se puede utilizar en baños para curar úlceras y enfermedades

venéreas.

Aspectos relacionados con tradiciones ancestrales, regionales, populares u otros. Su madera se ha utilizado por muchos años en la elaboración de chapas decorativas. En épocas antiguas sus llamativas y hermosas inflorescencias color violeta generó controversia política, calificándolo dentro de un partido; se evidencia en el cancionero popular campesino. (Celestino, 2010)

Por ser de crecimiento lento lo están reemplazando por especies foráneas que son invasoras.

Elegir uno o varios aspectos de la planta relacionados con temas ambientales o de actualidad para el siglo XXI.

Es una especie recomendada porque ayuda en el control de la erosión y como ornato para parques, plazas, instituciones educativas y plazas en general. (Celestino, 2010)

5.2.5. Ceiba Bonga (*Ceiba pentandra*).

Especie pantropical distribuida desde el sur de los Estados Unidos hasta la cuenca del Amazonas, incluyendo las Antillas. También se reporta como nativa en África. Es un árbol grande de 70 metros o más, engordado en la base (Geilfus 1989), de copa umbeliforme. Constituye un gran mundo viviente, pues alberga gran cantidad de especies asociadas. Su fuste es liso, a veces con aguijones en estado juvenil (Holdridge y Poveda 1975), con líneas verticales constituidas por lenticelas, gambas bien definidas. La corteza lisa y ligeramente fisurada, de color verde grisáceo, con lenticelas protuberantes y subereficadas. Internamente es de color crema amarillenta.

Sus hojas son compuestas, con 11 a 15 oliolos, de 10 a 21 cm de largo y 2 a 5 cm de ancho; acuminadas en el ápice y glabras. Presenta inflorescencias laterales de 3 a 4 cm de la largo (Holdridge y Poveda 1975), blancas a blanco – rosadas. Generalmente no florecen todos los años. Lo hace en la estación seca, cuando el árbol está sin hojas. Produce frutos secos indehiscentes, tipo cápsula ovoide que se abren con gran facilidad, presenta 5 valvas y son de color verde. De 7 a 14 cm de largo y de 4 a 8 cm de largo (Torres, 2011). Las semillas numerosas, redondeadas, negras, de 4 a 8 mm de diámetro (Holdridge y Poveda 1975) , rodeadas de abundante pelo blanco a gris, largo y sedoso llamado Kapoc (Geilfus 1989).

Los frutos de ceiba se recolectan entre marzo y abril. Su madurez se reconoce por su dehiscencia y por su dispersión. Para lograr la germinación, las semillas se siembran por el método de puntos en un sustrato a base de tierra más arena. Éstas se deben cubrir apenas sub superficialmente. La germinación se experimenta entre 18-41 días después de la siembra. Su porcentaje de germinación, dependiendo de la calidad de la semilla, varía de un 8 y 100% se puede obtener un total de 8637 semillas por kilo. Las plántulas se encuentran listas para su repique o trasplante, bajo el sistema de producción en bolsa plástica y pseudoestaca, una semana posterior a la germinación. En cuanto al mantenimiento, es recomendable aplicar sombra por un periodo no mayor a los 8 días, así como fertilización química u orgánica (Holdridge y Poveda 1975).

6. METODOLOGIA.

Las semillas de Neem y Trupillo fueron obtenidas por método manual de recolección del suelo, semillas caídas naturalmente de árboles en la zona de influencia. Se tuvo en cuenta para la selección los arboles con buenas características fitosanitarias, se almacenaron a temperatura ambiente y después de cinco días de almacenamiento se utilizaron en el proceso de evaluación del porcentaje de germinación.

Las variables primarias a evaluar fueron:

Diámetro de tallo (cm), Altura de planta (cm), Peso de planta en fresco -Biomasa (aérea y de raíz en gr), Materia seca MS (aérea y de raíz), y numero de hojas en el último muestreo.

Las variables derivadas o de interacción que fueron evaluadas fueron:

El índice de Robustez, Tasa de crecimiento relativo (TCR) que depende de la acumulación de materia seca en el tiempo, desarrollo de la planta en vivero, Índice de lignificación (IL), y el Índice de calidad de Dickson (ICD).

La evaluación de las variables se realizó cada 15 días después del trasplante de tal manera que M1 corresponde a los 16 días después del trasplante, M2= 30días, M3= 64 días, M4= 80días M5=136 días M6= 152días.

Con los datos promedios obtenidos por tratamiento para cada variable se realizó un análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre los tratamientos.

6.1. Localización.

El proyecto se desarrolló en las instalaciones del puerto Carbonífero en el vivero forestal, Municipio de Ciénaga Departamento del Magdalena, ubicada entre las coordenadas $74^{\circ} 12' 30.26''$ de longitud oeste y a los $11^{\circ} 3' 33.22''$ de latitud norte. precipitación promedio anual de 674mm, de carácter unimodal con lluvias entre abril y noviembre, la temperatura varia poco con promedio de 29.5°C , además presenta humedad relativa promedio de 70%, y los vientos que imperan en la zona son los alisios del hemisferio norte, soplando en gran parte del año en dirección Nor-este (IGAG, 2009). La zona está situada a 15 m.s.n.m. Se clasifica como estepario tropical cálido y la formación vegetal se cataloga como bosque tropical seco.

Como parte complementaria se utilizó el laboratorio de la Universidad del Magdalena en, Santa Marta D.T.C.H, Departamento del Magdalena, con coordenadas $74^{\circ}11'7.99''$ de longitud oeste y a $11^{\circ}13'27.41''$ de latitud norte. Donde se realizó las medidas de variables y tomas de datos de las diferentes variables.

6.2. Materiales.

Para el desarrollo del proyecto fue necesario con la utilización de los siguientes materiales e insumos: Semillas, bolsas, Cascarilla de arroz, diferentes sustratos, (arena, suelo, turba) malla poli sombra 50%, regaderas, manguera, baldes, abono, herramientas manuales (Palas trasplantadoras, azadón), libreta de campo etc. En el laboratorio Balanza analítica Sartorius,

pie de Rey, metro, mufla, papel de envolver, bisturí entre otros. En oficina equipo de cómputo, cámara fotográfica, impresora.

6.3. Tratamiento del proyecto

Para el desarrollo del ensayo y organizar los tratamientos se utilizaron los siguientes materiales con sus respectivas características:

- **Suelo(S):** Características fisicoquímicas del suelo utilizado.

Los suelos de origen aluvial, se considera poco evolucionado con textura gruesa, su predominio pedológico corresponde al de los Entisoley clasificados como Typic ustipsamments (Vásquez, 2009). Con las siguientes características pH 8, CE (dSm^{-1}) 0,80, N (g kg^{-1}) 1,9, P (mg kg^{-1}) 0,41, CIC de 19.

- **Abono (A):** El abono mineral utilizado fue triple quince (15-15-15). Aplicado en forma diluida en agua en esos sustratos, la dilución del abono en agua fue de 20 gramos por litro.

Composición Del Abono Mineral 15-15-15

Riquezas:

15% Nitrógeno total (N)

15% de Nitrógeno Amoniacal

15% Pentóxido de Fósforo (P_2O_5) total

14,25% Pentóxido de Fósforo (P_2O_5) soluble en citrato amónico neutro y agua

13,50% Pentóxido de Fósforo (P_2O_5) soluble en agua

15% Óxido Potásico (K_2O) soluble en agua

25% Trióxido de Azufre (SO_3)

- **Cascarilla de arroz (C):** utilizada cruda en el ensayo
- **Turba (T):** Composición de la turba utilizada:

Elemento	Gr/m3
Nitrato N	70
Amonio N	50
Fosforo (P)	60
Fosforo (P2O5)	140
Potasio (K)	200
Potasio (K2O)	240
Magnesio (Mg)	13
Magnesio (MgO)	21
Boro (B)	0,3
Molibdeno (Mo)	4,5
Cobre (Cu)	15
Manganeso (Mn)	1,6
Zinc (Zn)	0,4
Hierro (Fe)	1.1

Tabla 2. Tratamientos del Proyecto.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
T1 = S	Suelo
T2 = SA	Suelo + abono (1:1)
T3 = SCA	Suelo + Cascarilla de Arroz + abono (1:1)
T4 = ST	Suelo + Turba + (1:1)
T5 = STA	Suelo + Turba + abono (1:1)

6.4. Diseño experimental.

Para la conducción del experimento se empleó un diseño completo al azar con cinco tratamientos y 25 repeticiones, para un total de 125 unidades experimentales (Grafica 1) representadas por plantas de cada una de las especies seleccionadas.

Los tratamientos aplicados a las unidades experimentales corresponden a diferentes sustratos de crecimiento como se visualiza en la tabla 2.

T1: Suelo Esp. Moringa	T3: Suelo + Cascarilla de Arroz + Abono Esp. Trupillo	T5: Suelo + Turba + Abono Esp. Neem	T4: Suelo + Turba Esp. Gualanday	T2: Suelo + Abono Esp. Ceiba
T2: Suelo + Abono Esp. Moringa	T5: Suelo + Turba + Abono Esp. Trupillo	T4: Suelo + Turba Esp. Neem	T1: Suelo Esp. Gualanday	T3: Suelo + Cascarilla de Arroz + Abono Esp. Ceiba
T3: Suelo + Cascarilla de Arroz + Abono Esp. moringa	T1: Suelo Esp. Trupillo	T2: Suelo + Abono Esp. Neem	T5: Suelo + Turba + Abono Esp. Gualanday	T4: Suelo + Turba Esp. Ceiba
T4: Suelo + Turba Esp. Moringa	T2: Suelo + Abono Esp. Trupillo	T1: Suelo Esp. Neem	T3: Suelo + Cascarilla de Arroz + Abono Esp. Gualanday	T5: Suelo + Turba + Abono Esp. Ceiba
T5: Suelo + Turba + Abono Esp. Moringa	T4: Suelo + Turba Esp. Trupillo	T3: Suelo + Cascarilla de Arroz + Abono Esp. Neem	T2: Suelo + Abono Esp. Gualanday	T2: Suelo + Abono Esp. Ceiba

Grafica 1. Diseño Experimental

6.4.1. Pasó a paso de procedimientos.

Con el apoyo de trabajadores del vivero forestal en puerto Drummond se organizó y adecuo en el sitio el diseño experimental del ensayo, el tratamiento pregerminativo, la adecuación de los sustratos, llenado de bolsas, siembra de las especies seleccionadas y demás actividades relacionadas

6.4.2. Logística.

Comenzando con la recepción de los materiales e insumos gestionados y provistos por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD para la implementación y ejecución del proyecto, se organizó inicialmente el espacio para la evaluación del porcentaje de

germinación de las especies seleccionadas. El sustrato utilizado para las bandejas germinadoras fue de una mezcla de suelo y cascarilla de arroz en porcentaje de dos a uno (2:1) respectivamente, y se aplicó agua caliente como mecanismo de desinfección al sustrato. Este procedimiento fue hecho para todas las especies. (Anexo fotográfico foto 10).

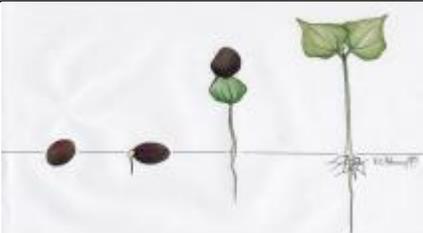
6.5. Tratamiento Pregerminativo y Siembra De Semillas.

El tratamiento pregerminativo utilizado en las semillas fue de imbibición por 24 horas (Anexo fotográfico foto 11), luego de lo cual se procedió a la siembra directa de las semillas en bolsas en las que se realizó el registro diario de las variables evaluadas.

6.5.1. Tipos de germinación de las especies seleccionadas.

Tabla 3. Tipo de Germinación de las semillas Utilizadas

Especie	Tipo de Germinación	Fotografía
<i>Moringa oleífera Lam.</i> <i>Moringa</i>	Germinación Epigea	
<i>Prosopis juliflora (Sw.) DC. Trupillo.</i>	Germinación Epigea	

<p><i>Azadirachta indica</i> Thebdral, Neem</p>	<p>Germinación Epigea</p>	
<p><i>Jacaranda Caucana</i> Piette. Gualanday</p>	<p>Germinación Epigea</p>	
<p><i>Ceiba pentandra</i></p>	<p>Germinación epigea Francis, John (2000).</p>	

6.5.1.1. Variables Evaluadas.

6.5.1.2. Porcentaje de Germinación

El número total de semillas germinadas, se dividió entre el número total de semillas y se multiplica por 100 para obtener el porcentaje de germinación.

$$\% \text{ germinación} = \frac{\text{semillas germinadas}}{\text{Semillas sembradas}} \times 100$$

6.6. Determinación del Desarrollo vegetativo.

15 a 20 días posteriores a la germinación de las semillas, se trasladaron en bolsas que contenían los diferentes sustratos evaluados.

6.6.1. Mezclas de sustratos establecimiento del diseño experimental.

Se procedió a la preparación de materiales e insumos para la mezcla de sustratos de los diferentes tratamientos en el diseño experimental, (Anexo fotográfico 14 y 15). Una vez mezclados los sustratos para cada tratamiento, se continuó con la actividad de llenado de bolsas de polietileno de dimensiones 30cm x 15cm con sus respectivos tratamientos y se ubicaron según el diseño de cinco (5) tratamientos por veinticinco (25) repeticiones para un total de 125 por especie. Compactándolas bien para no dejar cámaras de aire. Se identificaron utilizando una tableta para bloques y papel adherente protegiéndolo con una película impermeable por tratamiento.

Establecido el diseño experimental y en la medida del progreso de la germinación de las diferentes especies, se realizó el trasplante al momento de obtener el mayor grado de germinación de cada especie. Fue necesaria la implementación de una barrera de contención y protección como mecanismo de control biológico contra animales abundantes en el entorno (iguanas y otros) (Anexo fotográfico 16 y 17).

6.6.2. Muestreos, evaluación de variables y seguimiento.

Se desarrollaron entre cinco y seis muestreos destructivos según la especie a los 16, 30, 64, 80, 136 y 152 días después del trasplante (ddt), denominados M1, M2, M3, M4, M5 y M6, respectivamente.

Por muestreo se seleccionaron al azar tres (3) plántulas de cada tratamiento y especie, se extrajo la planta de la bolsa de polietileno, se empleó agua para quitar el exceso de tierra. Enseguida se eliminó la humedad mediante secado directo al sol, se rotuló con

información de la especie, tratamiento y repetición para su traslado posterior al laboratorio donde se evaluaron los siguientes parámetros:

Altura (cm): Se midió con una regla, desde el cuello de la raíz hasta la yema terminal de la planta.

Diámetro del cuello de la raíz o basal (mm). Se obtuvo con una escala vernier con precisión (mm), medido en el cuello de la raíz.

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.

La biomasa parte aérea y sistema radical (g), mediante peso directo en balanza analítica de precisión.

6.6.3. Masa seca parte aérea y sistema de raíces (g).

Las muestras verdes fueron empacadas en bolsas de papel Kraft, rotuladas y llevadas a estufa a 70°C por 48 horas al cabo de lo cual se determinó masa seca en una balanza de precisión.

Índice de robustez (IR): relaciona la altura (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm) de la planta (Hunt, 1978).

$$IR = \frac{\textit{Altura de planta cm}}{\textit{Diámetro del cuello raíz mm}}$$

6.6.4. Tasa de crecimiento relativo (TCR) (Hunt, 1978).

Depende de la acumulación de materia seca en el tiempo. Las evaluaciones se realizaron a los 16, 30, 64, 80, 136 y 152 días después del trasplante.

$$TCR = \frac{Mst}{T}$$

Donde,

Mst: Materia seca total y **T** tiempo en días.

6.6.5. Desarrollo de la planta en vivero.

Mediante la relación masa seca aérea / masa seca raíz.

$$Dp = \frac{Msa}{Msr}$$

Donde,

Msa: Masa seca parte aérea de la planta

Msr: Masa seca raíz

El Índice de lignificación (IL) relaciona el peso seco total, entre el peso húmedo total de la planta, el cual determina el porcentaje de lignificación.

$$IL = \frac{Mst}{Bmt}$$

Donde,

Mst: Masa seca parte aérea de la planta

Msr: Masa seca raíz

6.6.6. El Índice de Calidad de Dickson (ICD)

Reúne varios atributos morfológicos en un solo valor y se usa como índice de calidad: a mayor valor del índice, resultará una mejor calidad de planta. (Dickson, 1960; Fonseca, 2002).

$$ICD = \frac{Mst}{IR + \frac{Msa}{Msr}}$$

Donde,

ICD: índice de calidad de Dickson.

Mst: Masa seca total.

IR: Índice de Robustez.

Msa: Masa seca aérea.

Msr: Masa seca raíz.

Estos indicadores permiten evaluar los sustratos utilizados y su efecto en parámetros de calidad y comportamiento de las especies evaluadas.

6.6.7. Análisis de la información.

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre los parámetros medidos se recurrió al análisis de varianza; en aquellos tratamientos que reportaron diferencias, se aplicó la prueba de comparación de medidas de Tukey. Para evaluar los cambios en el tiempo de las variables medidas, se aplicó análisis de medias repetidas. Con el fin de determinar la

asociación entre las variables estudiadas, se realizó análisis de correlación múltiple de Pearson, Para los análisis se empleó el programa estadístico R (R Development Core Team 2015) e Infostat V2015, en su versión libre.

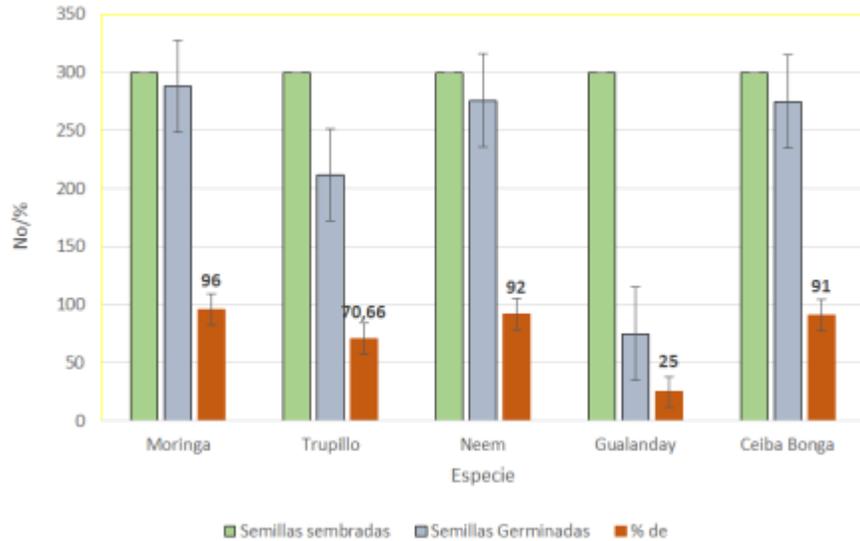
7. RESULTADOS

7.1. Fase 1. Germinación

Se evaluó el porcentaje de germinación de la semilla, (Grafica 9). Se resalta el comportamiento de la especie de Gualanday que después de la pre germinación su valor máximo se mantiene aproximadamente en 25 % considerado un porcentaje bajo en especies arboleas, sin embargo esta especie aun 4 meses después seguía germinando lo cual indica que su periodo para romper latencia es bastante prolongado en las condiciones del área de estudio.

Tabla. 4 Porcentajes de Germinación de las especies seleccionadas.

Especie	Repetición	Semillas sembradas	Semillas Germinadas	% de Germinación
Moringa	3	300	288	96
Trupillo	3	300	212	70,66
Neem	3	300	276	92
Gualanday	3	300	75	25
Ceiba Bonga	3	300	275	91



Gráfica 2. Número de Semillas sembradas y germinadas y % de germinación de las especies en evaluación.

7.1.1. Valores de germinación.

Se identificó: Días para:

IE: El inicio de la emergencia

Emer: 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

Tabla 05. Valores de Germinación.

ESPECIES	IE Después de siembra	% Emer final	DP Cant. plantas	% EP
Moringa	5 días	96	2 día	5
Trupillo	8 días	85	6 día	4
Neem	8 días	92	4 día	3,6
Gualanday	15 días	25	10 día	2,33
Ceiba Bonga	5 días	91	3 día	8,3

Valor de la germinación (VG) en sí mismo, determinado mediante la fórmula propuesta por Djavanshir y Pourbeik, (Matilla, A. 2003). Debido a que el ensayo se realizó en condiciones de vivero sobre terreno y condiciones ambientales no controladas.

$$VG = (\sum VGD/N) * PG/10$$

Dónde:

VG = Valor de la germinación

PG = Porcentaje de germinación al final del ensayo

VGD = Velocidad de germinación diaria, que se obtiene dividiendo el porcentaje de germinación acumulado por el número de días transcurridos desde la siembra

EVGD = Total que se obtienen sumando todas las cifras de VGD obtenidas en los recuentos diarios

N = Número de recuentos diarios, empezando a contar a partir de la fecha de la primera germinación.

7.2. Fase 2 Evaluación Parámetros Fisiológicos.

Esta etapa inicia con el trasplante de las plántulas en sus respectivos sustratos (tabla 2), el sustrato constituye el soporte o asiento para la raíz y de la nutrición que permite el proceso de desarrollo y crecimiento, por lo que este aspecto es fundamental en el evolución de las plántulas. Pasados los 15 días después del trasplante se inició el muestreo destructivo y la respectiva evaluación de las variables, en las diferentes especies, Moringa y Neen se evaluaron seis veces (152 días) para Gualanday, Ceiba y Trupillo el número de evaluación fue de cinco veces que corresponde a 136 días.

Tabla 06. Descripción de los tratamientos, (sustratos) y algunas características.

TRAT	Denominación	Descripción	pH (Unid)	CE(dSm ⁻¹)	CO (%)
T1	S	Suelo	7.9	1.93	2,457
T2	SA	Suelo + abono (1:1)	8.5	0.249	2,106
T3	SCA	Suelo + Cascarilla de Arroz + abono (1:1)	8.33	0.285	1,76
T4	ST	Suelo + Turba + (1:1)	8.43	0.244	3,6465
T5	STA	Suelo + Turba + abono (1:1)	8.41	0.283	3,3735

Cabe resaltar que el suelo (S) fue el tratamiento considerado como testigo. La metodología utilizada para las toma de las variables fueron como lo indica la tabla 7.

Tabla 07. Metodología utilizada para la toma de las variables.

VARIABLE	Unidad	MÉTODO
pH	unid	Método potenciométrico relación 1:2
CE. Conductividad Eléctrica	dS m ⁻¹	Conductivímetro
CIC. Capacidad de intercambio catiónico	cmol(+) kg ⁻¹	absorción atómica
Fósforo -P		Bray y Olsen, según pH
Bases (Ca, Mg, K, Na)	cmol(+) kg ⁻¹	Espectrofotometría de absorción atómica
Carbono Orgánico- CO	%	Walkley & Black
Materia Orgánica	%	CO x 1,723
Nitrógeno total -N	%	Digestión ácida

7.2.1. Los parámetros a medir fase 2:

7.3. Variables primarias.

7.3.1. Diámetro del tallo Ceiba

Los resultados expusieron tendencia ascendente durante el tiempo de evaluación. Las plantas de todas las especies mostraron mejor comportamiento para esta variable en los tratamientos STA y SA, con los más altos promedios (1,631 y 1,263cm; P<0,001) al final del ciclo evaluado, tendencia que se aprecia a partir del segundo muestreo (30ddt). El

tratamiento con menor promedio en la variable correspondió a SCA con 0,98 cm. En la tablas 08...12. Se observa el comportamiento de las especies evaluadas.

Tabla 08. Efecto de los sustratos en el Diámetro de Ceiba.

VARIABLE	Ceiba. Diámetro (DT)/ cm.					
	16 Días	30 Días	64 Días	80 Días	136 Días	152 Días
T ₁ = S	0,3 ^M	0,4 ^L	0,597 ^{IJ}	0,741 ^{EFG}	0,8 ^E	0,962 ^D
T ₂ = SA	0,4 ^L	0,7 ^{FGH}	0,488 ^K	1,26 ^B	0,95 ^D	1,263 ^B
T ₃ = SCA	0,3 ^M	0,4 ^L	0,493 ^K	0,557 ^{JK}	0,95 ^D	0,938 ^D
T ₄ = ST	0,3 ^M	0,4 ^L	0,782 ^{EF}	0,642 ^{HI}	0,65 ^{HI}	1,086 ^C
T ₅ = STA	0,4 ^L	0,5 ^K	0,668 ^{GHI}	0,746 ^{EFG}	1 ^D	1,631 ^A

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.

Los resultados evidencian diferencias significativas entre los tratamientos. Para *Ceiba Pentandra* (L.) Gaerth, el mayor valor de diámetro del tallo de ceiba fue 1,631 cm que corresponde al suelo turba y abono STA (tabla 08). Seguido del tratamiento SA suelo + abono (1:1) que arrojó un promedio de 1,263 cm. Por otro lado se evidencia que el tratamiento Suelo + Cascarilla de Arroz + abono (1:1) SCA fue posiblemente la mezcla de sustrato que menores condiciones aportó para el desarrollo del diámetro de esta especie.

Estadísticamente para ceiba se encontraron diferencias significativas respecto a los sustratos, evaluados hasta los 152 días.

Tabla 09. Efecto de los sustratos en el Diámetro de tallo Moringa

VARIABLE	Moringa. Diámetro (DT)/ cm.				
	16 Días	30 Días	64 Días	80 Días	136 Día
S	0,12 ^I	0,6 ^G	1 ^E	1,02 ^{DE}	1,368 ^A
SA	0,1 ^I	0,5 ^H	0,65 ^G	0,75 ^F	1,33 ^A
SCA	0,1 ^I	0,5 ^H	0,8 ^F	0,8 ^F	1,08 ^{BCD}
ST	0,11 ^I	0,5 ^H	0,75 ^F	1 ^E	1,04 ^{CDE}
STA	0,15 ^I	0,5 ^H	1,1 ^{BC}	1 ^E	1,148 ^B

Para Moringa se mantiene el STA con 1.148 cm siendo la mejor respuesta en esta especie para diámetro, tratamiento que presenta diferencias estadísticas respecto a S con 1.368 y SA con 1,33 cm por los 136 días. Tabla 09.

Tabla 10. Efecto de los sustratos en el Diámetro de tallo Gualanday.

VARIABLE	Gualanday. Diámetro (DT)/ cm.					
	16 Días	30 Días	64 Días	80 Días	136 Días	152 Días
S	0,2 ^{II}	0,2 ^{II}	0,289 ^H	0,335 ^F	0,38 ^E	0,51 ^{CD}
SA	0,15 ^K	0,15 ^K	0,293 ^{GH}	0,381 ^E	0,4 ^E	0,665 ^A
SCA	0,1 ^L	0,18 ^J	0,292 ^H	0,285 ^H	0,4 ^E	0,603 ^B
ST	0,15 ^K	0,15 ^K	0,288 ^H	0,22 ^I	0,32 ^{FG}	0,518 ^C
STA	0,2 ^{II}	0,15 ^K	0,225 ^I	0,334 ^F	0,3 ^{GH}	0,484 ^D

En la tabla 10. Se evidencia diferencias significativas respecto a tratamientos y muestreos en Gualanday, el mayor diámetro se expresó con el tratamiento SA con 0.665 cm seguido del SCA con 0.603 cm, el tratamiento STA en esta especie expreso el menor diámetro con 0,484 cm. A pesar que esta especie está siendo introducida por primera vez a la zona de estudio reporto para esta variable un comportamiento positivo.

Tabla 11. Efecto de los sustratos en el Diámetro de tallo Neem.

VARIABLE	Neem. Diámetro (DT)/ cm.				
	16 Días	30 Días	64 Días	80 Días	136 Días
S	0,08 ^I	0,35 ^G	0,41 ^{DE}	0,418 ^{DE}	0,45 ^C
SA	0,07 ^{IJ}	0,36 ^{FG}	0,4 ^E	0,523 ^{AB}	0,55 ^A
SCA	0,07 ^J	0,35 ^G	0,339 ^G	0,391 ^{EF}	0,4 ^E
ST	0,1 ^H	0,3 ^G	0,41 ^{CD}	0,41 ^{DE}	0,44 ^C
STA	0,1 ^I	0,4 ^E	0,411 ^{DE}	0,434 ^{CD}	0,5 ^A

En la tabla 11. Se evidencia el diámetro del Neem el cual mostro comportamiento similar respecto a los sustrato, el mayor diámetro para esta especie lo evidencia SA con 0.55 cm seguido de STA con 0.5 cm. S y ST respecto a esta variable se comportaron estadísticamente similares con 0.45 y 0.44 cm.

Tabla 12. Efecto de los sustratos en el Diámetro de tallo Trupillo.

VARIABLE	Trupillo. Diámetro (DT)/ cm.					
	16 Días	30 Días	64 Días	80 Días	136 Días	152 Días
S	0,1 ^K	0,25 ^H	0,35 ^F	0,473 ^A	0,423 ^{BC}	0,4 ^{CD}
SA	0,15 ^J	0,3 ^G	0,35 ^F	0,394 ^{CD}	0,392 ^D	0,39 ^D
SCA	0,09 ^K	0,2 ^I	0,2 ^I	0,349 ^F	0,351 ^{EF}	0,4 ^{CD}
ST	0,1 ^K	0,2 ^I	0,2 ^I	0,47 ^A	0,43 ^B	0,4 ^{CD}
STA	0,1 ^K	0,235 ^H	0,3 ^G	0,49 ^A	0,482 ^A	0,38 ^{DE}

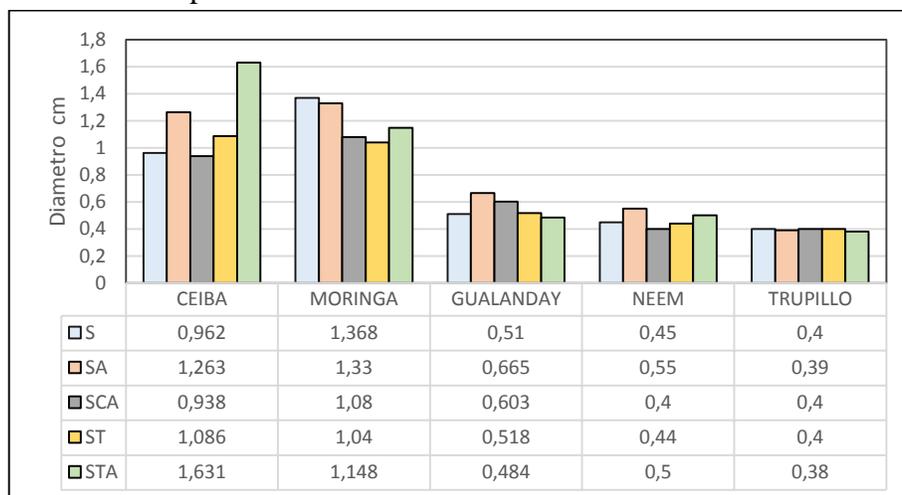
Para Trupillo los tratamientos S, SCA y ST evidencian estadísticamente un comportamiento similar 0.4 cm, SA y SCA aunque presentan diferencias no son amplias en esta especie.

Gráfica 3. Se observa que Moringa fue la especie con mayor diámetro promedio (1.172 cm) seguido de Ceiba (1.192 cm), diferenciándose de las de más ($p < 0,001$), esto evidencia la superioridad morfológica en esta variable para estas especies, a pesar que son especies diferentes este parámetro es una característica de calidad que permite

predecir la supervivencia de la planta en campo; define la robustez del tallo y se asocia con el vigor y el éxito de la plantación. Plantas con diámetro mayor son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva, aunque esto varía de acuerdo a la especie (Prieto, 2003 y Prieto, 2009).

Teniendo en cuenta lo anterior posiblemente la ceiba y la moringa son especies que muestra mejor comportamiento respecto al diámetro con un desarrollo creciente en los diferentes tratamientos (S, SA, SCA, ST y STA) y en los diferentes periodos de muestreo (M1...M6) pero no es uniforme en todos los tratamientos.

Gráfica 3. Diámetro de plántulas.



De manera general el mejor comportamiento respecto al diámetro para tres especies ceiba, Moringa y Neem lo revela STA. Pero en la evaluación de esta variable en Trupillo no muestra grandes diferencias respecto de los tratamientos y su crecimiento es uniforme en esta especie.

7.3.2. Altura de Plantas.

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 ensayo se consideró la evaluación de la variable y su posterior relación con otras, en la tabla 13. Se observa el comportamiento de la variable altura respecto al sustrato y el muestreo donde se evidencia diferencias estadísticas por especie, tratamiento y muestreo.

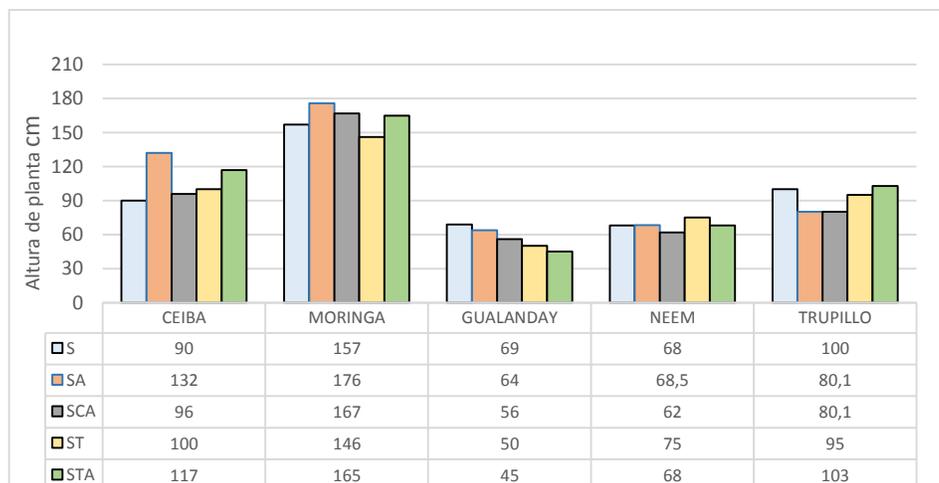
Tabla 13. Efecto de los sustratos sobre la altura de plántulas seleccionadas

Variable/especie	(Altura) ceiba cm					
TRATAMIENTO	16 Días	30 Días	64 Días	80 Días	136 Días	152 Días
S	22 ^{MN}	39 ^L	58 ^{IJ}	66 ^{EFG}	74 ^E	90 ^D
SA	28 ^L	70 ^{FGH}	46 ^K	87 ^B	100 ^D	132 ^B
SCA	20 ^M	37 ^L	45 ^K	53 ^{JK}	77 ^D	96 ^D
ST	19 ^M	39 ^L	74 ^{EF}	54 ^{HI}	66 ^{HI}	100 ^C
STA	23 ^L	44 ^K	65 ^{GHI}	66 ^{EFG}	93 ^D	117 ^A
Moringa.						
S	12 ^K	55 ^{IJ}	100 ^G	140 ^{DE}	157 ^C	
SA	14 ^K	49 ^J	84 ^H	141 ^{DE}	176 ^A	
SCA	17 ^K	60 ^I	83 ^H	135 ^{EF}	167 ^{ABC}	
ST	13 ^K	53 ^{IJ}	98 ^G	140 ^{DE}	146 ^D	
STA	17 ^K	61 ^I	126 ^F	172 ^{AB}	165 ^{BC}	
Gualanday.						
S	12,00 ^{NOP}	19,00 ^M	26,00 ^{IJ}	33,00 ^{FG}	42,00 ^E	69,00 ^A
SA	14,00 ^{NO}	21,00 ^{LM}	22,50 ^{KL}	32,00 ^{FGH}	45,00 ^E	64,00 ^B
SCA	11,00 ^{OP}	19,00 ^M	26,00 ^{IJ}	32,00 ^{FGH}	43,00 ^E	56,00 ^C
ST	9,00 ^P	19,00 ^M	27,00 ^{IJ}	22,00 ^{KLM}	29,00 ^{HI}	50,00 ^D
STA	15,00 ^N	25,00 ^{JK}	19,00 ^M	31,00	35,00 ^F	45,00 ^E
Neem						
S	9 ^I	9 ^{GE}	57 ^D	54 ^{DE}	68 ^B	

SA	9 ^I	9 ^{DE}	45 ^F	63 ^C	68,5 ^B	
SCA	9 ^I	9 ^G	47 ^F	53 ^D	62 ^C	
ST	10 ^I	10 ^H	57 ^D	56 ^{DE}	75 ^A	
STA	11 ^I	11 ^D	55 ^{DE}	54 ^{DE}	68 ^B	
	Trupillo					
S	13 ^{MN}	38 ^K	71 ^{FG}	97 ^{AB}	97 ^{AB}	100 ^B
SA	17 ^{LM}	42 ^{JK}	55 ^H	78 ^{DE}	79 ^{DE}	80,1 ^{DE}
SCA	8,5 ^N	30 ^L	52 ^{HI}	66 ^{CDE}	83 ^{CDE}	80,1 ^C
ST	11 ^{MN}	29 ^L	47 ^{IJ}	85 ^{EF}	77 ^{EF}	95 ^B
STA	15 ^{MN}	35 ^{KL}	67 ^G	83 ^{AB}	99 ^{AD}	103 ^A

En la tabla 13. Se evidencia que para Ceiba el mejor comportamiento lo presento el STA respecto a la variable altura con 117 cm seguido de SA con 132 cm y ST con 100 cm. Se observa que la altura de moringa respecto a cada sustrato, presentó diferencias significativas entre tratamiento y se evidencia la superioridad en el tratamiento SA con 176 cm, el tratamiento que menor altura reflejo fue ST con 146 cm. El comportamiento de la especie Gualanday en altura mostro al suelo S como el mejor sustrato con 69 cm mientras que STA presento la menor altura de los tratamientos con 45 cm. Para Neem ST reporto el mejor comportamiento en altura con 75 cm de diámetro sobresaliendo sobre los demás sustratos. Para Trupillo STA presento la máxima altura en con 103 cm. superando los demás tratamientos en esta especie. En general se observa que cada especie marco una tendencia en su altura de acuerdo a su morfología, sin embargo se destaca el comportamiento de STA, en tres de las cinco especies evaluadas.

Gráfica 4. Altura de planta por tratamiento en el último muestreo.



En la Gráfica 4. Se observa el comportamiento de la altura de la plántula (cm) a la aplicación de los diferentes tratamientos (S, SA, SCA, ST y STA) en los diferentes periodos de muestreo (M5 y M6) 136 y 152 días por cada especie. La superioridad de esta variable en moringa y ceiba respecto a las demás se evidencia en el porte y estructura morfológica de las mismas.

En clima seco se ha encontrado que la altura de las plantas de *Quercus ilex* y *P. halepensis* fue directamente proporcional a su supervivencia, con alturas medias mínimas de 16 y 7.5 cm, respectivamente, para alcanzar supervivencias superiores al 80%; en plantaciones con el pino en clima semiárido, la supervivencia descendía con una altura superior a 17.5 cm (Cortina, 1997). Por otro lado, algunos estudios han mostrado que la ventaja inicial en el tamaño de la planta permanece en el tiempo (Funk, 1974 y Thompson, 1985 citados por (Birchler, 1998). Sin embargo muchos autores coinciden que esta característica a nivel individual no significa vigor o superioridad en el desarrollo de la especie.

7.3.3. Biomasa o Peso fresco de la planta:

La biomasa, (aérea y radical) es la cantidad de materia acumulada en un individuo, correlacionada con la supervivencia en campo, con el diámetro del tallo o cuello de la raíz y con el diámetro de la parte aérea y del sistema radical. (Thompson, 1985; Vera, 1995; Mexal y Landis, 1990).

Tabla 14. Biomasa de plántulas.

Variable/especie	(Biomasa) ceiba cm					
TRATAMIENTO	M1= 16 días	M2 =30 días	M3 = 64 días	M4 = 80 días	M5 = 136	M6 =152
S	3,677 ^M	6,01 ^{KLM}	18,18 ^{HJ}	33,9 ^{EF}	38,8 ^E	61,6 ^D
SA	6,79 ^{KLM}	14,3 ^{IJK}	11,97 ^{JKLM}	60,63 ^D	75 ^C	129,6 ^B
SCA	3,676 ^M	4,9 ^{LM}	10,86 ^{JKLM}	13,38 ^{IJKL}	56,2 ^D	55,3 ^D
ST	3,33 ^M	3,9 ^M	38,35 ^E	21,35 ^{GHI}	28,8 ^{FG}	76,3 ^C
STA	4,191 ^M	8,4 ^{KLM}	27,66 ^{FG}	24,78 ^{GH}	78,6 ^C	142,6 ^A
Moringa.						
S	3,261 ^I	16,122 ^H	60 ^E	92,75 ^C	124,12 ^A	
SA	3,194 ^I	13,538 ^H	50 ^F	60,058 ^E	119,95 ^{AB}	
SCA	1,582 ^I	14,472 ^H	26,67 ^G	53,962 ^{EF}	119,9 ^{AB}	
ST	2,755 ^I	13,468 ^H	33,37 ^G	80,312 ^D	84,17 ^D	
STA	1,94 ^I	31,089 ^G	60 ^E	80,566 ^D	112,87 ^B	
Gualanday.						
S	0,479 ^N	0,489 ^N	2,58 ^{JK}	6,19 ^G	9,9 ^G	14,9 ^C
SA	0,425 ^N	0,85 ^{MN}	2,29 ^{KL}	4,79 ^{HI}	11,2 ^{DE}	22,9 ^A
SCA	0,332 ^N	0,437 ^N	3,7 ^{IJ}	4,09 ^{HI}	10,5 ^F	19,7 ^B
ST	0,217 ^N	0,391 ^N	2,35 ^{KL}	1,75 ^{KLM}	4,8 ^{HI}	11,7 ^D
STA	0,733 ^{MN}	0,681 ^N	1,25 ^{LMN}	4,32 ^{HI}	5,1 ^{GH}	10,6 ^{DEF}
Neem						
S	1,166 ^O	5,03 ^M	12,6 ^F	11,13 ^{GH}	16,4 ^E	
SA	1,299 ^O	8,85 ^{JK}	7,17 ^L	17,53 ^D	18,8 ^C	
SCA	0,968 ^O	4,365 ^M	8,35 ^K	10,45 ^{HI}	15,9 ^E	
ST	0,857 ^O	3,169 ^N	12,18 ^{FG}	12,44 ^F	25,5 ^A	
STA	1,105 ^O	6,816 ^L	9,96 ^U	10,95 ^{HI}	23,1 ^B	
Trupillo						
S	1,11 ^J	3,52 ^{HI}	5,036 ^H	16,88 ^E	21,4 ^{CD}	22,83 ^C
SA	1,19 ^J	4,643 ^{HI}	5,219 ^H	13,5 ^F	17,84 ^E	25,7 ^B
SCA	0,508 ^J	1,98 ^{IJ}	4,00 ^{HI}	9,33 ^G	17,42 ^E	18,3 ^E
ST	0,5501 ^J	2,424 ^{IJ}	3,841 ^{HI}	16,22 ^E	20,65 ^D	26,31 ^B
STA	0,36 ^J	4,076 ^{HI}	5,525 ^H	16,3 ^E	25,27 ^B	31,8 ^A

En la tabla 14. Se observa los resultados obtenidos para biomasa (g) de las plántulas de

las diferentes especies, para Ceiba los resultados obtenidos de la estadística descriptiva, reflejan diferencia significativa entre tratamientos. Siendo STA el tratamiento con mejor respuesta al obtener 142.6 g seguido de SA con 129,6 g. Mientras SCA fue el tratamiento que reporto menor biomasa total con 55,3 g. El porte robusto y crecimiento rápido de esta especie se evidencia desde sus primeros estadios, están características hacen que sea una especie que tolera condiciones adversas y se priorice en agroforestaría en el trópico seco.

La respuesta de acumulación de biomasa para Moringa a la aplicación de los diferentes tratamientos (S, SA, SCA, ST y STA) en los diferentes periodos de muestreo (M1...M5) reporto que el mejor tratamiento para esta especie se dio en el tratamiento S con 124,12g seguido de SA y SCA con 119 g. a los 136 días. Se evidencio diferencias significativas entre los tratamientos. Posiblemente las características edáficas del sustrato favorecen la variable. El hábitat natural de esta especie es los cañones rocosos, semidesérticos del noreste de Kenia, muy cerca de la frontera etíope, condiciones por la cual se ha adaptado muy bien al trópico seco, es de rápido crecimiento con un desarrollo de biomasa muy bueno lo que ratifica los resultados en las condiciones del estudio su adaptación y desarrollo en la zona.

Gualanday reporto a los 152 días para el tratamiento SA 22.6 g superando los demás tratamientos y presentado diferencias significativas, respecto al segundo SCA con 19.7 g, la menor ganancia de peso lo mostro el tratamiento ST con 11.7g. Se presentó diferencias significativas entre tratamientos y muestreo. A pesar que se ha reportado difícil germinación y propagación por semilla de esta especie en el trópico seco y que es susceptible a ecosistemas áridos con tendientes a la salinidad, esta especie alcanzo un

buen desarrollo en las condiciones del experimento, es un árbol con un potencial ornamental y medicinal grande es la zona de estudio, además de su sombra por la conformación morfológica de la planta es adecuada para sistemas agroforestales o silvopastoriles.

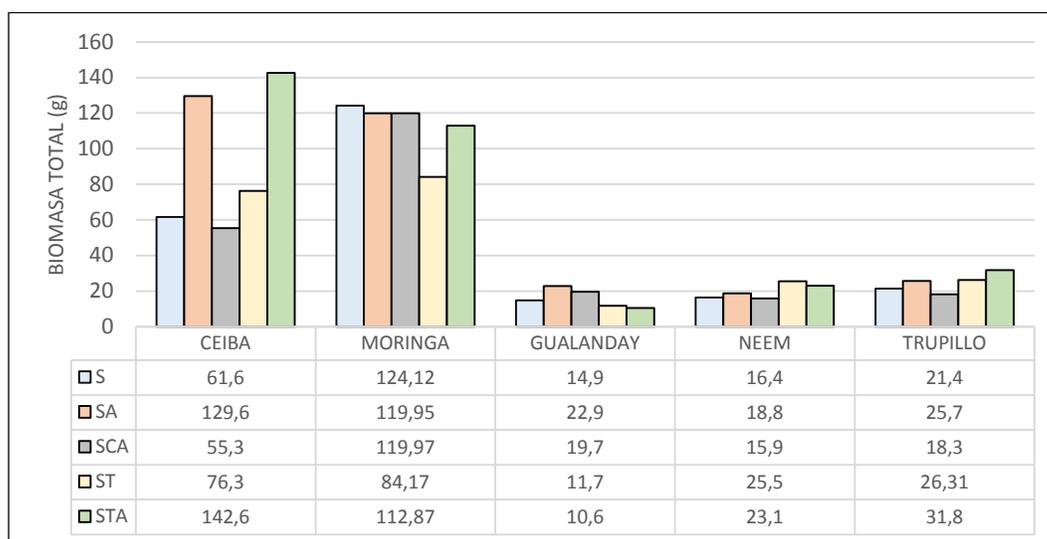
El árbol del Nemm es reconocido por una notable resistencia al estrés hídrico, es una especie que en Santa Marta se adaptó bien los ejemplares del centro agrícola de la Universidad del Magdalena desarrollan buena biomasa generando abundante sombra y refrescando el ambiente con abundante producción de semilla, especie que por sus propiedades medicinales y repelentes de insectos así como sus usos medicinales ha sido reconocida. En la Tabla 14. Se evidencia diferencias significativas entre los tratamientos y muestreos, el mejor tratamiento lo reporta ST con 25,5 g de biomasa seguido de STA con 23,1 g y tratamiento que reporto menor biomasa fue SCA con 15,6 g.

Para la especie trupillo se presentó diferencias significativas entre tratamientos, STA exhibió mayor biomasa con 31,8 g respecto a los demás tratamientos, seguido de ST con 26,31g y SA con 25,7 g, el tratamiento con menor biomasa fue SCA con 18,3 g. El trupillo es hogar de muchas especies de animales, turpiales, azulejos, torcazas, pericos, cotorras, curucuchú, canarios, el sinsonte, el papayero, ardillas e iguanas entre otros propios de la zona que lo utilizan como lugar de refugio y alimento cobija la fauna del bosque seco tropical.

En el Concejo Distrital de Santa Marta en el 2010 se presentó un acuerdo para declarar al árbol de trupillo, *Prosopis juliflora*, como insigne de la ciudad, especie que se encuentra

abundantemente en las zonas áridas y semiáridas del país (Guajira, Magdalena y Cesar). Se utiliza como forraje para alimento humano y para animales y su fruto tiene proteínas vegetales, fibra y sacarosa. Con esta presentación no es necesario describir la adaptación de la especie a la zona de estudio, a pesar que su porte y morfología no de gran envergadura sobresale por su resistencia a largo periodos de estrés hídrico.

Gráfica 5. Biomasa total por especie y tratamiento.



Al observar la Gráfica 5. Se compara y se detalla la predominancia en biomasa total en los primeros estadios fenológicos de las especies de moringa y ceiba independientemente del tratamiento lo que las muestra su potencial para el aporte de materia orgánica y su adaptación en la zona de estudio, sin embargo las especies de neem, trupillo y gualanday generaron buena cantidad de biomasa respecto a las condiciones climáticas de la zona y se prevé su uso para mantener sombra y generar cobertura vegetal en sistemas agroforestales.

De acuerdo a los resultados en esta variable, se estima que la implementación de estas

especies es una alternativa contra la desertización, las plantas reciclan Materia orgánica pero adicional capturan el dióxido de carbono de la atmósfera para su fotosíntesis; mientras que los océanos y los suelos son enormes sistemas de almacenamiento de CO₂. Paul Fraser (2007) argumenta que “Suelo y plantas combinadas, y manejadas pueden absorber buena parte de las emisiones de CO₂ provocadas por actividad humana”. Son esponjas de retención de CO₂ que se deterioran por cambios inducidos, por lo cual, es prioridad su conservación y adecuado manejo para generar biomasa en áreas vulnerables y la repoblación de tierras degradadas, lo anterior sería un argumento adicional para a continuar la estrategia.

7.3.4. Masa Seca de la planta, MST.

Para algunos autores Peso seco, otros materia seca o extracto seco. En general es la parte que se restó del material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento en condiciones de laboratorio. El peso seco es un indicador efectivo en la calidad de las plántulas cuando se relaciona con la parte aérea y con el peso seco del sistema radical porque indica la capacidad de extracción y eficiencia del individuo. Al relacionar MST en el tiempo se genera la curva de crecimiento.

En la tabla 15 el efecto de los tratamientos sobre la producción total de Materia Seca en la especie ceiba se observó que la materia seca total (MST) muestra diferencias significativas entre muestreos y tratamientos, evidenciándose que en el muestreo 6 que corresponde a los 152 días, obtuvo el máximo contenido de MST con el tratamiento 5, destacándose con respecto a los demás.

Tabla 15. Materia seca Total MST de Ceiba respecto al número de muestreo.

CEIBA	MST. g / muestreo (días- siembra)					
	16 días	30 días	64 días	80 días	136 días	152 días
S	0,85 ^P	0,9 ^P	4,66 ^{KLM}	5,694 ^{JK}	8,8831 ^G	10 ^{GH}
SA	0,798 ^P	1,798 ^P	2 ^{OP}	2,879 ^{NO}	17,88 ^D	21,6 ^B
SCA	0,73 ^P	0,83 ^{OP}	1,97 ^{OP}	3,019 ^{NO}	15,99 ^E	9,76 ^G
ST	0,535 ^P	0,535 ^P	6,92 ^{IJ}	3,719 ^{LMN}	4,8536 ^{KL}	12,9 ^F
STA	0,748 ^P	1,65 ^{OP}	3,11 ^{MON}	7,7 ^{HI}	19,909 ^C	24 ^A

Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (P<0,05)

La mayor acumulación de MST de ceiba se observó en plantas que crecieron sobre el sustrato que corresponde a Suelo + Turba + abono (1:1) SAT donde se obtienen 24 g de MST a los 152 días y todas las medias fueron estadísticamente significativamente. Otro tratamiento que se destaca con 21 g de MST es la mezcla Suelo + abono (1:1) SA.

El tratamiento que manifestó los menores valores de crecimiento vegetativo para esta especie fue el T3 que corresponde Suelo + Cascarilla de Arroz + abono (1:1) SCA comportamiento que se evidencio a lo largo del ensayo. Resultados similares los reporto (Araméndiz, 2008) quienes evaluaron el (Efecto de diferentes sustratos en la calidad de plántulas de berenjena (*Solanum melongena L.*) y concluyen que sustratos con presencia de cascarilla de arroz, y cascara de coco obtuvieron plántulas con desventaja agronómica comparados con otros.

En la gráfica 6. Se observa el comportamiento de la plántula para acumular materia seca (g) en los diferentes tratamientos (S, SA, SCA, ST y STA) y periodos de muestreos (M1...M6). La acumulación de MST muestra para todos los tratamientos una tendencia creciente en el tiempo se observa una acumulación lenta en los primeros tres muestreo que corresponden a los intervalos de 16 a 64 días, pero a partir de los 80 días se evidencia un

mayor velocidad de crecimiento en los tratamientos STA y SA que se traduce en mayor acumulación de MST.

En la tabla 16. Se observa diferencias estadísticas significativas entre los sustratos S y ST, respecto a los SA, SCA y STA, el mejor comportamiento en acumulación de MTS lo evidencio en el tratamiento S con 24.23g.

Tabla.16. Materia seca Total MST de Moringa respecto al número de muestreo.

MORINGA	MST. gr / muestreo (días- siembra)				
SUSTRATO	16 Días	30Días	64 Días	80 Días	152 Días
S	0,403 ^J	0,403 ^H	9,915 ^{DE}	19,700 ^B	24,230 ^A
SA	0,483 ^J	0,483 ^{HI}	4,332 ^G	9,040 ^{EF}	18,950 ^B
SCA	0,24 ^J	0,240 ^H	3,71 ^G	8,120 ^F	18,800 ^B
ST	0,385 ^J	0,385 ^{HI}	4,37 ^G	10,990 ^D	14,330 ^C
STA	0,262 ^J	0,262 ^G	9,501 ^{EF}	15,710 ^C	18,870 ^B

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

El comportamiento para la acumulación de MST de planta (g) en moringa a la aplicación de los diferentes tratamientos (S, SA, SCA, ST y STA) en los diferentes periodos de muestreo (días) evidencia un ascenso en el tiempo en todos los tratamientos sin embargo nótese la diferencia en la forma de la curva unos cóncava y otros convexa marcando tendencias particulares, STA y S. Grafica 6, son los tratamientos que mostraron mejor comportamiento en los 136 días que corresponden al último muestreo que se realizó a la especie.

La morfología del Gualanday no evidencia un crecimiento vertiginoso por el contrario es una especie que en condiciones de estrés reporta letargo, sin embargo el crecimiento de la especie y la acumulación de MTS en las condiciones del ensayo no presentó diferencia con las demás especies aunque se evidencio menor crecimiento y diferencias significativas

entre tratamientos sobresaliendo SA con 10,678 g seguido de SCA con una acumulación de 9,1 g. El tratamiento que menos acumulo materia seca fue STA con 3,8 g.

Tabla 17. Materia seca Total MST de Gualanday respecto al número de muestreo.

Gualanday	MST. gr / muestreo (días- siembra)					
SUSTRATO	16 días	30 días	64 días	8° días	136 días	152 días
S	0,16 ^{OPQ}	0,15 ^{OPQ}	0,68 ^{MN}	1,919 ^{JK}	3,039 ^I	5,67 ^C
SA	0,131 ^{PQ}	0,19 ^{NOPQ}	0,62 ^{MNOP}	1,506 ^{KL}	3,3473 ^{HI}	10,678 ^A
SCA	0,135 ^{PQ}	0,11 ^Q	1,01 ^{LM}	5,061 ^{DE}	2,789 ^J	9,1 ^B
ST	0,09 ^Q	0,11 ^Q	0,64 ^{MNO}	4,496 ^G	1,3252 ^{KL}	4,59 ^{EF}
STA	0,245 ^{NOPQ}	0,17 ^{OPQ}	0,36 ^{NOPQ}	5,292 ^{CD}	1,5347 ^{JKL}	3,8 ^{GH}

Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (P<0,05)

En la gráfica 6. Se observa el comportamiento en MTS en el tiempo el cual se traduce en crecimiento de la especie, esta evidencia que en los primeros estadios de 16 a 64 días es lento pero hacia los 80 días se incrementa, el tratamiento SCA presenta una uniformidad en el tiempo mostrando un incremento porcentual mientras, SA a partir de los 80 días incrementa de manera súbita la acumulación de MTS. Por otro lado llama la atención que el tratamiento ST realice una inflexión cuando se acerca al quinto muestreo 136 día.

La especie Trupillo ampliamente reconocido en la zona por su adaptación en el trópico seco para MST evidencia diferencias significativas entre STA, SCA, SA y S, ST. El mejor comportamiento lo reporto STA con una acumulación de 10,87 g seguido de ST con 10,043 g y el menor MTS lo reporto el sustrato SCA con 5,719g.

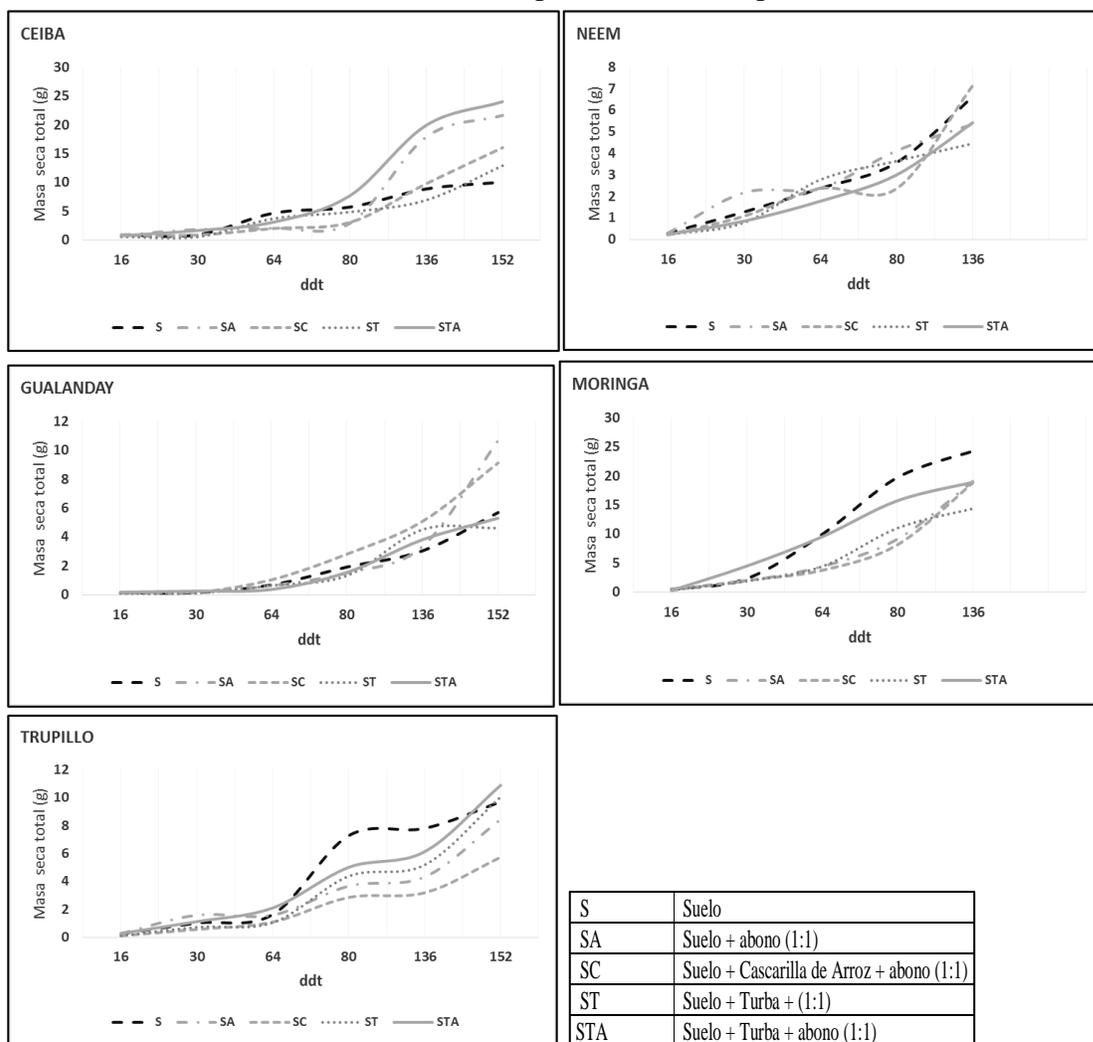
Al observa la gráfica 6. Se evidencia el comportamiento MST de la especie en (g) a la aplicación de los diferentes tratamientos (S, SA, SCA, ST y STA) en los diferentes periodos de muestreo (días) se evidencia un ascenso en el tiempo en todos los tratamientos aunque con diferentes valores en la curva.

Tabla 18. Materia seca Total MST de Trupillo respecto al número de muestreo.

TRUPILLO	MST. gr / muestreo (días- siembra)					
SUSTRATO	16 días	30 días	64 días	80 días	136 días	152 días
S	0,261 ^O	1,01 ^{MN}	1,63 ^{LM}	7,28 ^D	7,796 ^{CD}	9,693 ^B
SA	0,265 ^O	1,582 ^{LM}	1,585 ^{LM}	3,657 ^{JK}	4,31 ^{HI}	8,415 ^C
SCA	0,12 ^O	0,573 ^{N^O}	1,1 ^{MN}	2,85 ^L	3,186 ^{JK}	5,719 ^{EF}
ST	0,113 ^O	0,727 ^{N^O}	1,05 ^{MN}	4,367 ^{HI}	5,18 ^{FG}	10,043 ^B
STA	0,279 ^O	1,119 ^{MN}	2,1 ^L	5 ^{GH}	6,124 ^E	10,877 ^A

Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (P<0,05)

Gráfica 6. Acumulación de MST de las especies evaluadas por muestreo.



Para Neem, a pesar que la literatura lo reporta como especie de rápido crecimiento, se

evidencia que en sus primeros estadios su acumulación en MST fue la menor comparada contra las demás especies sin embargo las plántulas reportan buen estado y fácil adaptación. En la tabla 19. Se observa diferencias significativas entre los sustratos la máxima acumulación de MST a los 136 días último muestreo, fue de 7.169 g en el tratamiento SCA, seguido de S con 6,620 g, la menor acumulación la obtuvo ST con 4,446 g.

Tabla 19. Materia seca Total MST de Neem respecto al número de muestreo.

Neem SUSTRATO	MST. g / muestreo (días- siembra)				
	16	30	64	80	136
S	0,264 ^K	1,25 ^I	2,35 ^G	3,55 ^E	6,6206 ^B
SA	0,265 ^K	2,15 ^G	2,36 ^G	D	5,334 ^C
SCA	0,196 ^K	1,06 ^I	2,35 ^G	2,35 ^G	7,1696 ^A
ST	0,196 ^K	0,76 ^J	2,76 ^F	3,63 ^E	4,4467 ^D
STA	0,22 ^K	0,845 ^J	1,77 ^H	2,99 ^F	5,417 ^C

El comportamiento en acumulación de MST fue creciente para todos los tratamientos llama la atención la inflexión en la curva del tratamiento SCA hacia los 70 días aproximadamente lo cual es anormal, no obstante fue el sustrato que más MST reporto gráfica 6.

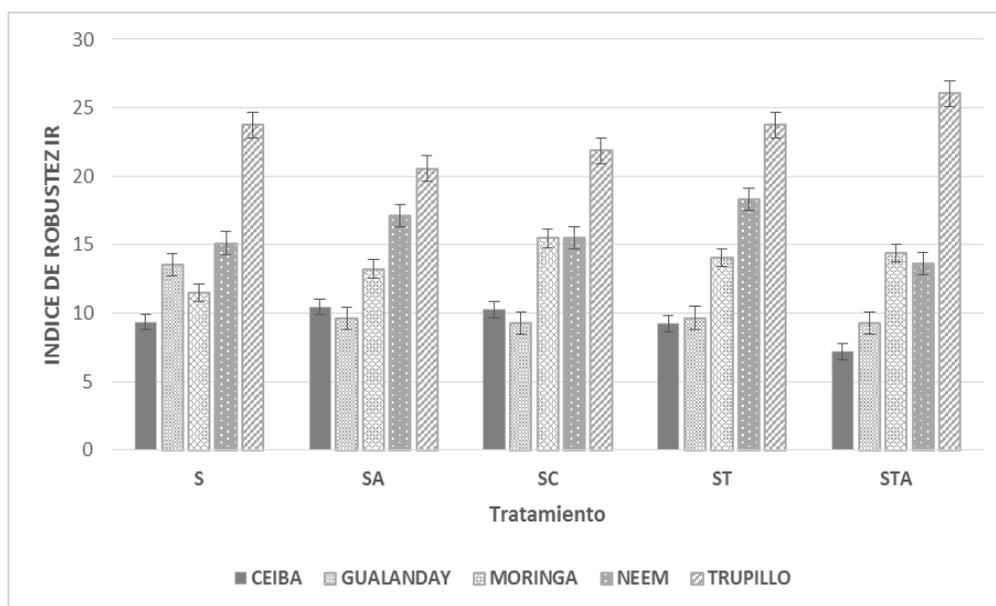
7.4. Variables derivadas.

7.4.1. Índice de robustez (IR). Relaciona la altura (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm) de la planta, es un parámetro de calidad en forestales que evidencia el crecimiento proporcional de una plántula.

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raíz (mm)}}$$

La gráfica 7. Muestra que la especie con menor IR es Ceiba para todos los tratamientos obtuvo los valores más bajos con un promedio de 9,2 de IR lo que esta asociados a una mejor calidad de la planta e indica que es más robusta y con tallo vigoroso. La especie que obtuvo mayor IR en todos los tratamientos fue Trupillo con un promedio de 25 valores altos que indican posiblemente una desproporción entre la altura y el diámetro y pueden ser una planta con tallos con diámetros delgados.

Gráfica 7. Índice de Robustez en el último muestreo.



La altura inicial tiende a estar correlacionada con el crecimiento del tallo, plantas grandes con un tallo grueso y rígido y con una superficie fotosintética grande son mejores para sitios que presentan competencia por espacio, Se asume que en esta etapa de vivero es normal encontrar este fenómeno, pues las plantas desarrollan más en altura que diámetro por el hecho de encontrarse agrupadas las obliga a Competir por luz solar, acelerando crecimiento en altura y reprimiendo su desarrollo en diámetro.

Es importante mencionar que este fenómeno resulta ventajoso económicamente para el productor de plántulas porque el objetivo es obtener mayor altura en el menor tiempo posible, ya que se reduce costos; sin embargo, morfológicamente esto puede afectar en la calidad de la planta al encontrarse en desventajas ante de adaptación en situaciones de estrés.

Prieto (2006), argumenta que plantas pequeña con tallos gruesos y rígidos y un sistema radical extenso se adapta mejor a sitios secos. Sin embargo en el caso de Trupillo esta especie presento los IR más alto por lo que tendría menos adaptación a la sequía, afirmación que podría discutirse para este caso particular por la adaptación de esta especie a sitios secos, no obstante pueden haber otros efectos y asociaciones ligados, que para este estudio no fueron valorados. De igual forma que Prieto y, Rodríguez (2008), evidencian que el menor valor del IR indica que se trata de arbolitos más bajos y gruesos, aptos para sitios con limitación de humedad, ya que valores superiores predisponen a los daños por viento, sequía y helada.

Las especies de Ceiba, Neem y Gualanday evidencia un menor IR con el tratamiento STA lo que predice que este sustrato suministro características favorables para este índice. Pero a diferencia, este mismo tratamiento para la especie Trupillo evidencia el valor más alto.

7.4.2. Relación masa seco de la parte aérea y el masa seco del sistema radicular.

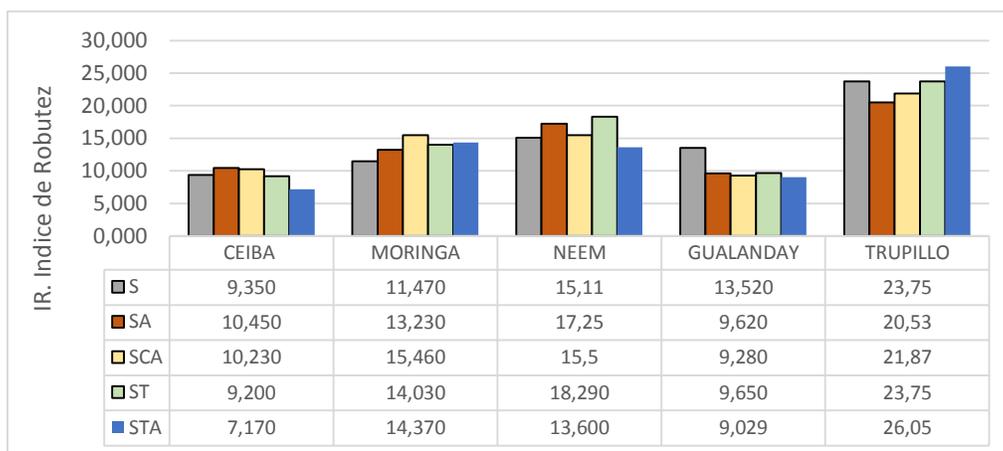
La producción de biomasa es importante refleja el adecuado desarrollo de la planta en vivero. Una relación igual a uno, significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea; pero si el valor es menor a uno, entonces la biomasa subterránea es mayor que la aérea; al contrario, si el valor es mayor a uno, la biomasa aérea es mayor que la subterránea (Rodríguez, 2008), por lo que una buena relación debe fluctuar entre 1.5 y 2,8 valores mayores indican desproporción y la existencia de un sistema radical insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta; el cociente de ésta relación no debe ser mayor a estos valores (2,5- 2,8) particularmente cuando se trabaja en climas secos (Thompson, 1985).

En la tabla 21. Se muestra la relación entre biomasa y parte subterránea, por tratamiento se señalaron los parámetros que están cercanos a los considerados por Thompson, obteniéndose por tratamiento y muestreo los valores donde la plántula sería mejor adaptada si se trasplanta parámetro importante para el manejo de la especie y determinar la mejor edad de trasplante.

De acuerdo a lo anterior y según los resultados obtenidos para ceiba en el tratamiento SA a los 30 días se obtiene una relación de 1,86 con S a los 136 días la relación fue de 2,21 y con STA a los 152 días fue de 2,8, para los tratamientos SCA y ST los valores se alejan de los ideales de Thompson. Para moringa las relaciones más cercanas las presento S con 2,23 a los 80 días, SA con 2,4 a los 64 días y STA con 2,77 a los 136 días. En Gualanday las relaciones con mejores índices para esta variable, se reporta en SA con 2,8 a los 64 días, ST con 2,9 a los 136 días y STA con 2,8 a los 152. Para Neem a los 80 días para los tratamientos S, SA y ST, se obtiene 1,72, 2,8 y 2,8 respectivamente indicando que a esta

edad la planta esta para trasplante. La especie de Trupillo durante todo el ensayo presento índices muy alejados del ideal.

Gráfica 8. Los valores obtenidos para IR



Obsérvese en la gráfica 8. Los valores obtenidos para IR en el último muestreo, entre más altos los valores, mayores la desproporcionalidad de la planta y de los parámetros de la relación estimada. Gualanday y ceiba son las especies que muestran mejores IR mientras que en trupillo los valores son muy altos demostrando que el área foliar supera la cantidad de raíz que es necesaria para el sostén y nutrición vegetal.

Una planta de buena calidad debe tener un diámetro de cuello grande, bajo valor de esbeltez (cociente altura/diámetro de cuello) y buen sistema radical que garantice nutrición y proporcionalidad con la parte aérea.

Tabla 20. Índice de robustez (IR).

Especie/ Sustrato	Relación altura. cm / Diámetro Raíz cuello																							
	S						SA						SCA						ST					
Muestreo/Días	16	30	64	80	136	152	16	30	64	80	136	152	16	30	64	80	136	152	16	30	64	80	136	152
CEIBA	7.33	9.75	9.71	8.90	9.25	9.35	7	10	9.42	6.90	10.52	10.45	6.66	9.25	9.12	9.51	8.10	10.23	6.33	9.75	9.46	8.41	10.15	9.75
MORINGA	10	9.16	10	13.72	11.47		14	9.8	12.92	18.8	13.23		17	12	10.37	16.8	15.46		11.81	10.6	13.06	14	14.03	
GUALANDAY	6	9.5	8.99	9.85	11.05	13.52	9.33	14	7.68	8.36	11.25	9.62	11	10.55	8.90	11.22	10.75	9.28	6	12.56	9.375	10	9.06	9.75
NEEM	11.25	10.28	13.9	12.81	15.11		12.85	10	12.39	12.04	17.25		12.85	10.57	13.86	13.55	15.5		10	11	13.10	13.65	18.29	
TRUPILO	13	15.2	20.28	20.5	23.64	23.75	11.3	14	15.71	19.79	20.15	20.53	9.44	15	26	18.91	23.64	21.87	11	14.5	23	18.08	17.9	23.75

El menor valor indica que se trata de arbolitos más bajos pero más gruesos.

Tabla 21. Relación peso seco aéreo y peso seco raíz.

Especie/ Sustrato	Relación MST. gr / muestreo (días- siembra) Aéreo - Raíz																							
	S						SA						SCA						ST					
Muestreo/Días	16	30	64	80	136	152	16	30	64	80	136	152	16	30	64	80	136	152	16	30	64	80	136	152
CEIBA	0.43	1.7	3.18	4.5	2.21	5.66	0.18	1.86	4	0.7	81	5	0.45	0.97	6.88	6.5	3.07	3.15	0.216	2.96	4.4	7.9	6.9	3.15
MORINGA	5.83	4.6	4.07	2.33	4.50		2.15	10.8	2.40	3.96	8.9		9	2.93	5.98	3.95	4.70		2.98	5.34	4.26	3.48	6.05	
GUALANDAY	7	14	4.67	4.80	6.14	4.20	9.07	8.5	2.8	4.27	4.38	8.30	10.2	45	4.05	30.8	4.62	5.55	10.2	26.6	31	51	2.9	4.20
NEEM	4.17	4.43	4.07	1.72	4.51		6.79	5.94	3.05	2.81	6.08		5.53	3.08	6.83	3.34	4.24		4.6	4.84	6.89	2.80	4.51	
TRUPILO	6.45	4.35	1.29	6.66	11.4	4.57	7.03	3.77	4.28	6.305	8.74	4.27	3.02	5.09	8.09	6.5	8.3	4.71	3.18	5.21	4.83	6	6.8	4.20

Una relación adecuada fluctúa entre 1.5 y 2.8 valores lejanos indican desproporción insuficiente sistema radical para mantener la parte aérea de la planta.

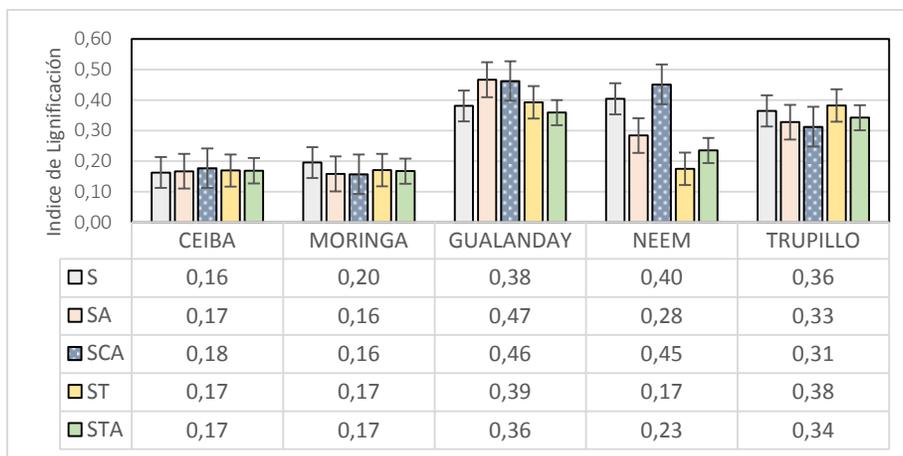
3. Índice de lignificación.

La disminución del suministro de agua induce el estrés hídrico, lo cual contribuye a reducir el crecimiento en altura, promover la aparición de la yema apical e inicia mecanismos de resistencia a sequías y temperaturas bajas. El índice de lignificación se determina por el porcentaje de peso seco, con relación al contenido de agua en las plantas, lo cual según (Prieto, 2004) expresa el nivel de pre-acondicionamiento de las plantas.

$$IL = \left[\frac{\text{Peso seco total (g)}}{\text{Peso húmedo total (g)}} \right] 100$$

En la Gráfica 9. Se observa el comportamiento de este índice, donde de acuerdo a la especie se prioriza el mejor tratamiento, para ceiba no se observa diferencias significativa y el índice mayor de lignificación se obtuvo con el tratamiento SCA, en Moringa S fue el tratamiento que mostro mayor respuesta al índice de lignificación con 0,20. En la especie Gualanday el SA y SCA fueron los tratamientos que reportaron los mayores índices con 0,47 y 0,46 respectivamente, para Neem el SCA fue 0.45 sobresaliendo sobre los demás tratamientos, y en Trupillo ST fue el tratamiento que reporto IL mas alto con 0.38.

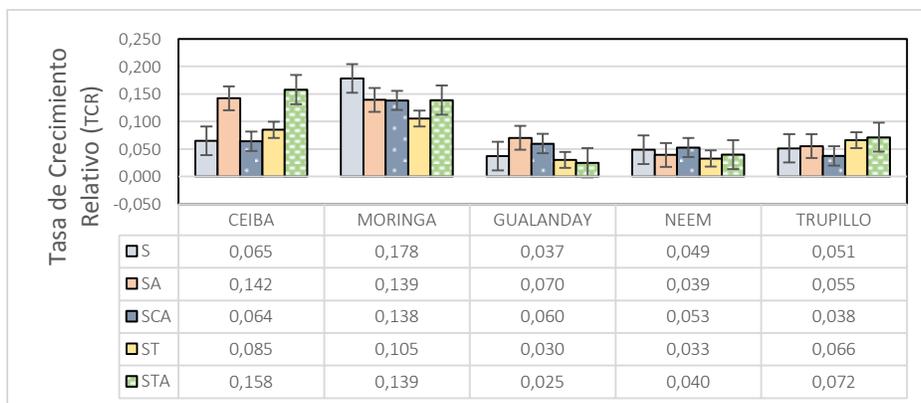
Gráfica 9. Índice de Lignificación.



Este índice es importante ya que la lignificación del tallo le provee soporte a la planta ante el estrés hídrico, cambios ambientales y finalmente propicia su establecimiento en el campo, es decir realiza múltiples funciones que son esenciales para la vida de las plantas.

4. Tasa de crecimiento relativo (TCR). La TCR depende de la acumulación de materia seca en el tiempo. (cm / Días) Es el crecimiento de la planta en un día, estadísticamente se presentó diferencias entre sustratos, la gráfica 10. Muestra que el mayor índice de crecimiento para ceiba lo reporto el tratamiento STA seguido de ST, Para moringa sobresale S sobre los demás, en gualanday SA fue el de mayor TCR en Neen SCA y en trupillo STA.

Gráfica 10. Tasa de Crecimiento Relativo.



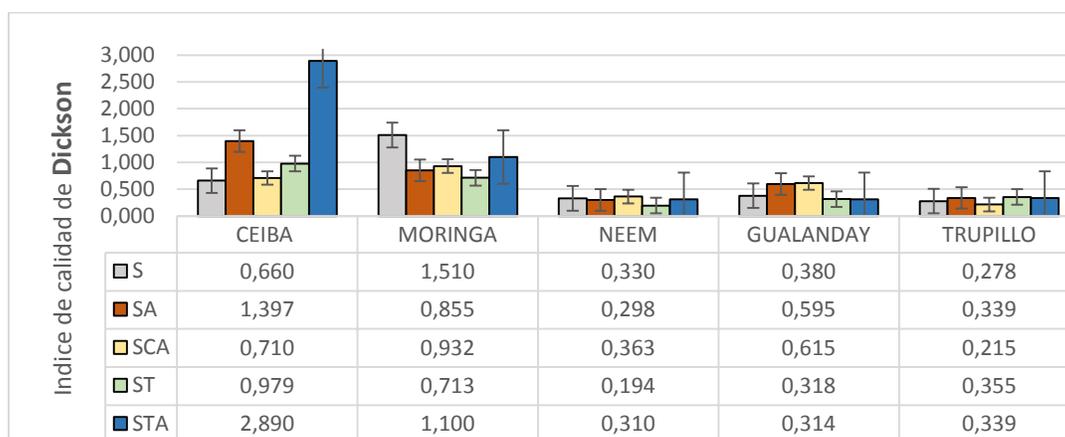
5. Índice de calidad de Dickson (ICD). Este índice es el mejor parámetro evaluar calidad de plántulas, ninguna de las características anteriores podrían por sí solas describir la calidad, expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar planta de menor altura pero con mayor vigor (Fonseca, 2002 citado por García, 2007). Dickson, (1960) desarrollo el índice de calidad este es el parámetro que aprecia mejor diferencias morfológicas entre plantas y a partir de una muestra predice el comportamiento en campo.

En la Tabla 22. Índice de calidad de Dickson (ICD), se observa los índices de todos los tratamientos en los diferentes muestreos, los mayores ICD se obtuvieron con el sustrato STA para Ceiba desde los 80 días se reporta (0,4) aumentando progresivamente en el tiempo comprobando el porte de esta especie. Para gualanday los mejores tratamientos fueron SCA y SA el con 0,69 y 0.5 respectivamente, para moringa con el sustrato ST reporto un índice de 0,7 y STA 0,5 a los 64 días y aumente hasta el último muestreo. Los resultados de índice de Dickson para las especies neem y trupillo fue relativamente

bajo fluctuó de 0,2 a 0,3 en la mayoría de los tratamientos en el último muestreo ratificando el menor desarrollo de estas especies.

En un estudio realizado por Saenz, R. (2010), de calidad de plantas en viveros forestales, se calificó al índice de calidad de Dickson de acuerdo a rangos específicos que van de 0,2 a 0,5 en el que se incluyeron categorías de calidad donde valores menores a 0,2 eran considerados de calidad baja, entre 0,2 y 0,5 de calidad media y mayores de 0,5 de calidad alta. Al seguir esta secuencia se evidencia que para ceiba y moringa especies que reportan los mayores ICD y ratifica el rápido crecimiento y adaptación a las condiciones de estudio. Mientras que trupillo es la especie que reporta los índices de Dickson más bajos.

Gráfica 11. Índice de calidad de Dickson (ICD) ultimo muestreo



En la Gráfica 11. Se observan los IDC respecto a cada especie en el último muestreo el cual varía según el tratamiento, con STA (Suelo, turba y abono orgánico) ceiba y moringa reportan el mayor índice de Dickson, este mismo tratamiento en gualanday, neem y trupillo alcanzo un valor similar 0,3, considerado medio con tendencia a bajo. En general

comportamiento del índice para las especies de neem y trupillo son bajos posiblemente por su fisiología por lo que se recomienda ampliar unos días del último muestreo.

En general todos los sustratos favorecieron la producción de plántulas logrando equilibrio en la distribución de la masa y la robustez superando el 0,2 de ICD sin embargo STA y SCA son los tratamiento que mejor se comportaron. La valoración del IDC evita llevar al campo plántulas que posiblemente no sobrevivirán.

Tabla 22. Índice de calidad de Dickson (ICD).

Dickson (ICD). MST/ IR+ (Msa/Msr)																								
Especie/ Sustrato	S						SA						SCA						ST					
M/días	16	30	64	80	136	152	16	30	64	80	136	152	16	30	64	80	136	152	16	30	64	80	136	152
CEIBA	0.11	0.033	0.361	0.42	0.77	0.66	0.11	0.151	0.148	0.378	0.919	1.397	0.102	0.0811	0.1230	0.1876	1.439	0.7096	0.0816	0.042	0.4989	0.2274	0.284	0.979
GUALAN DAY	0.012	0.006	0.049	0.13	0.17	0.38	0.007	0.0084	0.058	0.118	0.214	0.595	0.0063	0.00198	0.0779	0.1203	0.181	0.6154	0.0055	0.0027	0.0158	0.0733	0.110	0.318
MORING A	0.025	0.167	0.704	1.22	1.51		0.029	0.090	0.282	0.397	0.855		0.0092	0.1326	0.2282	0.3898	0.9321		0.026	0.116	0.2521	0.6285	0.713	
NEEM	0.017	0.084	0.197	0.16	0.33		0.013	0.148	0.139	0.275	0.2978		0.0106	0.0776	0.1135	0.1389	0.3631		0.0134	0.0479	0.1815	0.1676	0.194	
TRUPILL O	0.013	0.0517	0.075	0.26	0.2794	0.2778	0.014	0.089	0.078	0.165	0.1265	0.339	0.009	0.0285	0.0322	0.1121	0.099	0.2150	0.0079	0.0368	0.037	0.215	0.1767	0.355

Una buena relación

$$ICD = \frac{Mst}{IR + \frac{Msa}{Msr}}$$

Donde:

ICD: índice de calidad de Dickinson

Mst: Masa seca total

IR: Índice de Robustez

Msa: Masa seca aérea

Msr: Masa seca ra

íz

CONCLUSIONES.

En las zonas de bosque seco tropical la biomasa vegetal disminuye y la producción agrícola es cada vez más limitada; las especies evaluadas presentan un buen desarrollo y adaptación al área de estudio, sin embargo con el fin de conocer características intrínsecas de la especie en el área es necesario profundizar en la fisiología y morfología de cada especie esto con el ánimo de hacer más productiva su incorporación en el campo por lo que es esencial tener en cuenta los resultados obtenidos en el ensayo:

El desarrollo de plántulas traducidas en IR es favorecido por el sustrato STA en las especies de ceiba, neem y gualanday lo que prioriza este sustrato para la reproducción masiva del material, este índice refleja la proporcionalidad entre parte aérea y la raíz de la plántula, indispensable para la adaptación en campo.

Una planta de buena calidad debe tener un diámetro de cuello grande, un sistema radical adecuado y un valor alto del ICD para las condiciones del ensayos todos los sustratos seleccionados muestran características favorables sin embargo sobresale STA, SCA y se evidencia que las características del suelos seleccionado son adecuadas y favorecen el desarrollo de las plántulas.

Se recomienda realizar análisis físico-químicos de los sustratos con análisis foliares para evaluar su contenido de nutrimentos en la planta en las distintas fases de producción, estas curvas de

absorción pueden detectar y corregir a tiempo problemas de deficiencias nutrimentales y garantizarían para llevar a campo plantas de alta calidad.

BIBLIOGRAFIA

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y agricultores tradicionales y sus repuestas adaptativas.

Araméndiz, H., C. Cardona, A. Jarma y M. Espitia. (2008). El cultivo de la berenjena (*Solanum melongena* L.). Editorial Produmedios, Bogotá.

Baumer, M. (1983). Notes on Trees and Shrubs in Arid and Semi-arid Regions. FAO/UNEP programme “Ecological Management of Arid and Semi-Arid Rangelands in Africa, Near and Middle East” (EMASAR Phase II). 270p.

Bierchler, T.; Rose R.W.; Royo A. y Pardos M. (1998). La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Oregon State University, Oregon. EE.UU y Universidad Politécnica de Madrid, España. 13 p. In: http://www.inia.es/gcontrec/pub/11.T.BIRCHLER_1047630290178.pdf

Dickson, P. G. M. (1960). The Sun Insurance Office 1710-1960, by Pgm Dickson. Oxford up.

Celestino M José (2010), Expedición Botánica siglo XXI, herbario Virtual, Jacaranda Cauca http://aplicaciones2.colombiaaprende.edu.co/concursos/expediciones_botanicas/ver_herbarios_p.php?id=257&id_p=4657

Chavarría, R. y M. Reyes. (1978). Experiencias Silviculturales con *Azadirachta indica*, en Nicaragua. En: Salazar, R. Manejo y Aprovechamiento de Plantaciones Forestales con especies de uso Múltiple. CATIE - IUFRO. Nicaragua y Guatemala.

Comer Del Monte, (2011). La Moringa oleífera, Un árbol multiuso para el Chaco Central, Proyecto: “Chaco Rapére: protegiendo y adaptando medios de vida para hacer frente a la sequía en comunidades indígenas vulnerables del Chaco Paraguayo”

Recuperado en
<http://www.desaprender.org/fileSendAction/fcType/5/fcOid/447440695142977788/fodoid/447440695142977787/Moringa%20Oleifera>

Cortina J., Valdecantos A., Seva J.P., Vilagrosa A., Bellot J., Vallejo V.R., (1997). Relación tamaño-supervivencia en plántulas de especies arbustivas y arbóreas mediterráneas producidos en vivero. En: Actas II Congreso Forestal Español, pp. 159-164

FAO, (2012). Deforestación. Documento de Trabajo de la evaluación de los recursos Forestales No. 180 FRA 2015, términos y definiciones. Recuperado en <http://www.fao.org/docrep/017/ap862s/ap862s00.pdf>.

FAO, (1992). Árboles de leguminosas y otros árboles forrajeros como fuente de proteína para el ganado. A. rápida y P.L. Pugliese (Ed.) Producción Animal de la FAO y el papel de salud 102, Roma, p 339.

FAO (2011) Proceso, los principios y temas de tenencia de bosques reforma. Esta publicación de la FAO tiene por objeto proporcionar orientación práctica a las personas que participan en las reformas de políticas forestales asociadas con la tenencia y para todos aquellos que reflexionan sobre la eficacia de los sistemas de tenencia existentes. <http://www.fao.org/docrep/014/i2185e/i2185e00.pdf>

Francis, John K.; Lowe, Carol A., eds. Trabanino, Salvador, traductor. (2000). Bioecología de Árboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. Gen. Tech. Rep. IITF-15. Río Piedras, Puerto Rico: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical.147 p

Funk D.T., Limstrom G.A., (1974). Tall yellow-poplar seedlings still three years ahead of others. Tree Planters Notes, 25: 8-9.

Galera, Francisca María, FAO (2000), Los Algarrobos; Las Especies Del Género Prosopis (Algarrobos) De América Latina Con Especial Énfasis En Aquellas De Interés Económico. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/ad314s/AD314S00.htm#TOC>

García, M. A. (2007). Importancia de la calidad del plantín forestal. In: XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Área Forestal de la EEA Concordia del INTA. 10 p. In: [http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2007/312.II. GARCIA.pdf](http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2007/312.II.GARCIA.pdf) (Consultada: 19 de Septiembre de 2008).

Garza, P. 1987. El Árbol Insecticida Neem, *Azadirachta indica* A. Juss, para el Control de Plagas y el Desarrollo Rural en México. Tesis Profesional (Ing. Agrónomo Fitotecnista). Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Geilfus, F. (1989). El árbol al servicio del agricultor: Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Editorial Santo Domingo. Santo Domingo, República Dominicana. p 473.

Geist, H y Lambin, E., (2001). ¿Qué unidades de deforestación Tropical? Un metanálisis de roximate y la subyacente de causas de deforestación, basada en la evidencia del caso subnacional, Disponible en: http://www.pikpotsdam.de/members/cramer/teachng/0607/Geist_2001_LUCC_Report.pdf.

Germán, Vargas Cuervo, Carlos, E. Gómez (2003) La Desertización en Colombia y el Cambio Global, p 127) Departamento de Geografía - Universidad Nacional de Colombia Ciudad Universitaria, Bogotá, D.C. Colombia. Recuperado en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/download/10278/10797>.

González de C, Carlos, (2002), Beneficios del Arbolado Urbano, <http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urbano.p>

Hunt, R. (1978). Plant growth analysis. Edward Arnold Publishers, London. 67 p.

Holdridge, L; Poveda, L; Jiménez, Q. (1975). Árboles de Costa Rica. Vol. I. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. p 202.

Instituto Alexander von Humboldt. (2012) El Bosque seco Tropical (Bs -T) en Colombia Programa de inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. (2009). Estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento del Magdalena.

Janzen, D.H. (1983). Seasonal changes in abundance of large nocturnal Cag-beetles (Scarabaeidae) in Costa Rica deciduous forest and adjacent horse pasture. *Oikos*, 41 : 274-283

Matilla, A. (2003). Capítulo 29: Eco fisiología de la germinación de semillas. pp. 901-922. En: Reigosa, M.J., N. Pedrol y A. Sánchez (eds.). *La ecofisiología vegetal: una ciencia de síntesis*. Ediciones Paraninfo, Madrid.

Méndez, J.M. (1993). El Nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Un Árbol de Uso Múltiple. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Mérega, Juan L. (2003), (compilador) , Desertificación. Desertificación Y Sociedad Civil, Recuperado de http://www.aspan.org.br/riodbrasil/pt/documentos/Desert_y_Soc_Civil.pdf

Mexal, J. G. and Landis T. D. (1990). Target seedling concepts: height and diameter. In: Target seedlings symposium. Gen. Tech. Rep. USDA Forests. 13:105-119.

Ojima, D.s., Galvin, k.a. y turner, b.l., (1994). The global impact of land-use change. *BioScience*, 44(5), págs.303. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/1312379>.

Ospina, A. (2003). Agroforestaría: Sistemas agroforestales como alternativa de manejo sostenible en la actividad ganadera de la Orinoquia Colombiana, *Rev. sist. prod. agroecol.* Vol 2.No1. 2011, p. 112-113

- Pérez, (2012) Estudio de la incidencia de los factores ecológicos abióticos (temperatura y humedad) en la germinación y desarrollo de la Moringa oleifera Lam. Disponible en <http://www.congresoforestal.es/actas/doc/6CFE/6CFE01-523.pdf>
- Prieto, R. J. A., Vera C. G. y Merlín B. E. (2003). Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico Núm. 12. Primera reimpresión. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA. Durango, Dgo. México. 24 p.
- Prieto, R. J. A.; García R. J. L.; Mejía B. J. M.; Huchín A. S. y Aguilar V. J. L.(2009). Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA. Durango, Dgo. México. 48 p.
- Prieto, R. J. A.; García R. J. L.; Mejía B. J. M.; Huchín A. S. y Aguilar V. J. L. (2009). Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA. Durango, Dgo. México. 48 p
- Rodríguez T., D. A.(2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Mundi Prensa México. 156 p.
- Sánchez, López R.; Gómez Sánchez, C, Palacios Fernández, A, Otero García, J, Cocomá Arciniega N, Bejarano Soto (2012), Programa Nacional De Monitoreo Y Seguimiento De La Degradación De Suelos Y Tierras En Colombia IDEAM. 2012. Recuperado en http://www.ideam.gov.co/documents/11769/153422/Adicionalmente+consulte_C2-C-RE-S%C3%A1nchez,+R.pdf/d5a21efa-18e7-486c-b925-80560ae91b3c
- Sáenz, R., J., T., F. J. Villaseñor R., H. J. Muñoz F., A. Rueda S. y J. A. Prieto R. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación

Regional del Pacífico Center. Campo Experimental. Uruapan, Mich., México. Folleto Técnico Núm. 17. 19 p.

Thompson, B. (1985) Evaluación morfológica Seeling. Qué puede decir mirando. En: Evaluación de la calidad seeling: principios, procedimientos y habilidades de predictivo de prueba importante. M. L. Durges. Laboratorio de investigación de bosque. Oregon State University. 59-65.

Toro Martínez, John J. Carballo Herrera, Arturo, Rocha Román, Leobardo (2011). Valoración De Las Propiedades Nutricionales De Moringa Oleífera En El Departamento De Bolívar. Disponible En: http://revistaciencias.univalle.edu.co/volumenes/vol_15/JdelToro.pdf

Torres, C; Carvajal, D; Rojas, F; Arguedas, M. (2011). Reproducción de especies arbóreas y arbustivas de la región central de Costa Rica. Germinar 2. (en línea). Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Esc. de Ing. Forestal. Consultado: 20 de agosto del 2013. Disponible en: <http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Germina>

Tovar Corzo, Germán (Compilador).. Arborización en el D.C. Libro electrónico, www.dama.gov.co, Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA. Vol 9, Núm. 19 2006p. 187-205.

Vázquez-Yanes C. y Batis-Muñoz A.I. (1996). Adopción de especies nativas valiosas para la restauración y reforestación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 58:75-84.

ANEXOS

ANEXO 1. EJEMPLO DE PLANILLA TOMA DE DATOS

Forestales

CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA EN ETAPA DE VIVERO DE CUATRO ESPECIES FORESTALES ADAPTADAS AL TRÓPICO COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

DOCENTE: Sonia Aguirre - Exalumno Nelson Barrios

	SA	SA		BIOMASA	MASA SECA		
	MORINGA						
TREATMENT	SAZ en	Dámetro	AREA	TOTAL	SAZ	SAZ	TOTAL
T1							
T2							
T3							
T4							
T5							

	SA	SA		BIOMASA	MASA SECA		
	MORINGA						
TREATMENT	SAZ en	Dámetro	AREA	TOTAL	SAZ	SAZ	TOTAL
T1							
T2							
T3							
T4							
T5							

	SA	SA		BIOMASA	MASA SECA		
	MORINGA						
TREATMENT	SAZ en	Dámetro	AREA	TOTAL	SAZ	SAZ	TOTAL
T1							
T2							
T3							
T4							
T5							

EJEMPLOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE ALGUNAS ESPECIES

Especie: Moringa. *Moringa oleífera* Lam.

Muestreó 03.

Moringa	Altura	diámetro	12-12-2015			Masa Seca		
			RAIZ	AEREA	TOTAL	RAIZ	Foliar	TOTAL
T1	100	1	10	50	60	1.955	7.960	9.915
T2	84	0.65	8.928	41.072	50	1.272	3.06	4.332
T3	83	0.8	5.45	21.22	26.67	0.54	3.176	3.710
T4	98	0.75	8.358	25.017	33.375	0.83	3.540	4.370
T5	126	1.1	10	50	60	1.448	8.053	9.501



Especie: Ceiba Bonga *Ceiba pentandra*,

Muestreo 02.

Ceiba	Altura	diámetro	16-12-2015			Masa Seca		
TRATAMIENTO	Cm	cm	RAIZ	AEREA	TOTAL	RAIZ	foliar	TOTAL
T1	39	0.4	1,36	4,65	6,01	0,05	0.85	0.9
T2	70	0.7	2,89	11,41	14,3	0,6	1.12	1.798
T3	37	0.4	1,156	3,34	4,9	0,42	0.41	0.830
T4	39	0.4	0.646	3,254	3.9	0,135	0.4	0.535
T5	44	0.5	2,022	6,378	8.4	0,15	1,5	1,65



Especie: *Jacaranda Caucana Piette*. Gualanday

Muestreo 01 de Diciembre 2015 – Gualanday.

Gualanday	altura	diámetro	01-12-2015			Masa Seca		
TRATAMIENTO	Cm	cm	RAIZ	AREA	TOTAL	RAIZ	foliar	TOTAL
T1	12	0.2	0.088	0.391	0.479	0.02	0.14	0.160
T2	14	0.15	0.077	0.348	0.425	0.013	0.118	0.131
T3	11	0.1	0.129	0.203	0.332	0.012	0.123	0.135
T4	9	0.15	0.062	0.155	0.217	0.008	0.082	0.09
T5	15	0.2	0.115	0.618	0.733	0.034	0.211	0.245



ANEXO FOTOGRAFICOS

Foto 1. Estado de eras de germinación del vivero antes del proyecto.



Foto 2. Estado poli sombra del vivero antes del proyecto.



Foto 3. Estado sistema de riego del vivero.



Foto 4 y 5. Organización Poli sombra.



Foto 6 y 7 Organización eras de germinación.



Foto y 8 Organización sistema de riego eras de germinación.



Foto 9 Preparación de sustrato para bandejas y determinar el porcentaje de germinación.

Foto 10 esterilización de sustrato con agua caliente determinar el porcentaje de germinación.



Foto 11 Tratamiento Pregerminativo de las especies seleccionadas por 24 horas.



Foto 12. Llenado de bolsas con los diferentes sustratos

Foto 13. Mezcla de sustratos para tratamientos.



Foto 14 y 15. Organización de tratamientos en lote.



Foto 16 y 17. Construcción de Barrera de protección.



Señalización de los tratamientos y ensayo en general



Sistema de riego



Procedimientos en Laboratorio Unimagdalena

Recepción de Materiales Vegetal en laboratorio



Medición de Altura Filiar



Medición de altura de plántula, área foliar (AF) de especies



Corte de material para pasaje



Balanza Analítica. Tara para pesaje



Pesado Área Foliar y Raíz



Registro de datos en Laboratorio de las variables



Preparación de Material Para Secado



Organización de Muestras en Horno

