

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE LA
ESPECIE ÉBANO (*Caesalpinia ébano*) EN LA SUBREGIÓN DE URABA**

**ANGELA MARIA RESTREPO URANGO
SILVIA VIVIANA TORRES OSPINA**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingenieras Agroforestales**

**ASESOR
Deivis Cecilia Terán Moreno
Ingeniera Agroforestal**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**TURBO (ANT)
2014**



Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Turbo

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

La siguiente es para agradecer a quienes intervinieron en esta etapa de la vida y para el logro de este gran éxito:

Primero que todo agradezco mi **DIOS** todo poderoso quien fue el que me dio la vida para estar aquí donde estoy, por haberme dado las fuerzas necesarias para seguir y nunca desfallecer.

A mi gran motivación de salir adelante y mi gran orgullo de ser la persona que soy **Juan Esteban Marulanda Restrepo**. Hijo te llevo en el corazón y a mi familia.

A una persona muy especial para mí que también fue fundamental en el éxito de esta meta, quiero agradecer a mi novio, amigo, compañero e ingeniero **Jonh Alexander Espinosa Orrego**, gracias por todos sus conocimientos, apoyo y comprensión.

Con lo más sentido de mi corazón a todas las personas que quisiera mencionar pero el papel no me alcanza. Mil gracias por su apoyo y ánimo que era lo que me mantenía con ánimo cuando quería desistir.

Ángela María Restrepo Urango

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

La siguiente es para agradecer a quienes intervinieron en esta etapa de la vida y para el logro de este gran éxito:

Primero que todo agradezco a **DIOS** todo poderoso quien fue el que me dio la vida para estar aquí donde estoy, por haberme dado las fuerzas necesarias para seguir y nunca desfallecer.

En especial a mi madre y mi padre (**Carmenza Ospina y Miguel Torres**) seres incansables y luchadores quienes gracias a sus esfuerzos tengo una mejor calidad de vida. Porque fueron ellos quienes siempre estuvieron allí presente para que yo siguiera siempre adelante.

A mi gran motivación de salir adelante y mi gran orgullo de ser la persona que soy **Sebastián Marrugo Torres**. Hijo te llevo en el corazón.

A una persona muy especial para mí que también fue fundamental en el éxito de esta meta, quiero agradecer a mi esposo, amigo y compañero **Erwin Marrugo**, gracias por su apoyo y comprensión.

A la universidad por brindarme la oportunidad de superarme y por brindarnos su apoyo. (**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA**).

A mi amiga y compañero de investigación **Ángela María Restrepo**. A quien le agradezco que me haya tenido paciencia.

Con lo más sentido de mi corazón a todas las personas que quisiera mencionar pero el papel no me alcanza. Mil gracias por su apoyo y ánimo que era lo que me mantenía con ánimo cuando quería desistir.

Silvia Viviana Torres Ospina.

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido	Pág.
1. INTRODUCCION	11
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	16
4. OBJETIVOS.....	18
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
5. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	19
5.1. Generalidades de las semillas	19
5.1.1. Proceso de Germinación.....	19
5.1.2. Fase de hidratación	19
5.1.3. Fase de germinación	19
5.1.4. Fase de crecimiento.	19
5.1.5. Factores internos.....	20
5.1.5.1. Madurez de las semillas	20
5.1.5.2. Viabilidad de las semillas	21
5.1.6. Factores externos.....	21
5.1.6.1. Humedad	21
5.1.6.2. Temperatura	22
5.1.6.3. Gases	23
5.1.6.4. Metabolismo de la Germinación	23
5.1.6.5. Respiración	23
5.2. Generalidades del Ébano:	25
5.3. Localización	25
5.4. Características	25
5.5. Ecología.....	26
6. HIPÓTESIS.....	26

7. VARIABLES	26
8. METODOLOGÍA	27
8.1. LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO:	27
9. ASPECTOS METODOLOGICOS	28
9.1. TIPO DE INESTIGACIÓN:	28
9.2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	28
9.3. MÉTODO:	28
9.4. Materiales y equipos	33
9.4.1. Equipos	33
9.4.2. Herramientas:	34
9.4.3. Insumos:	34
9.5. DISEÑO EXPERIMENTAL:	34
9.6. Análisis de la información.....	35
10. RESULTADOS.....	35
10.1. Caracterización de los arboles madre:	35
10.2. Porcentaje de germinación en los diferentes tratamientos	36
10.3. Porcentaje de germinación en cada una de las repeticiones	37
10.4. Crecimiento inicial de las semillas	38
10.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	38
10.6. TABLA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA	39
11. CONCLUSIONES	42
12. BIBLIOGRAFÍA	44
13. CIBERGRAFIA.....	45
14. ANEXOS	46

LISTADO DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Porcentaje de germinación de cada uno de los tratamientos	36
Grafica 2. Porcentaje de germinación de cada una de las repeticiones	37
Grafica 3. Crecimiento inicial de las semillas	38
Grafica 4. Testigo VS tratamiento 1	40
Grafica 5. Testigo VS tratamiento 2	41
Grafica 6. Testigo VS tratamiento 3	41

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de los tratamientos en la estructura del vivero	32
Tabla 2. Distribución de las semillas por bandeja	33
Tabla 3. Caracterización de los arboles madre	35
Tabla 4. Análisis de varianza de los tratamientos	39

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Plantilla de registro para los arboles madre	45
Anexo 2. Plantilla para el registro de la germinación de la semilla	46
Anexo 3. Tabla ANOVA Testigo vs tratamiento 1	47
Anexo 4. Tabla ANOVA Testigo vs tratamiento 2	47
Anexo 5. Tabla ANOVA Testigo vs tratamiento 3	47
Anexo fotográfico # 1. Construcción del vivero	48
Anexo fotográfico # 2. Camas germinadoras	48
Anexo fotográfico # 3. Tratamiento pre germinativo	48
Anexo fotográfico # 4. Tratamiento pre germinativo	48
Anexo fotográfico # 5. Desinfección del sustrato	48

Anexo fotográfico # 6. Método de la imbibición	48
Anexo fotográfico # 7. Germinación de la semilla en el testigo	49
Anexo fotográfico # 8. Germinación de la semilla en el método de imbibición	49
Anexo fotográfico # 9. Primeras plántulas	49
Anexo fotográfico # 10. Primeras plántulas	49
Anexo fotográfico # 11. Plántulas	49
Anexo fotográfico # 12. Plántulas	49

RESUMEN

El proceso de deforestación que se presenta en la zona de Urabá en la última década se ha potenciado de tal manera que ha generado la pérdida paulatina de algunas especies forestales comercialmente valiosas y otras están en grave riesgo de extinción. De ahí la necesidad de implementar estrategias y medidas de conservación entre las cuales está el estudio de la capacidad de germinación de la semilla de la especie ***Caesalpinia ébano***.

Esta investigación tuvo como objetivo Evaluar la capacidad de germinación de la semilla del árbol de Ébano (***Caesalpinia ébano***) en diferentes sustratos definidos por su textura y pruebas de imbibición. Además de eso se identificó y caracterizó fenotípicamente los arboles madre, se evaluó el porcentaje de germinación en los diferentes tratamientos (imbibición y sustratos) y el porcentaje de germinación de acuerdo a las respuestas obtenidas en cada una de las repeticiones.

Para la presente investigación, se trabajó el diseño experimental de bloques completamente al azar.

En cuanto a la metodología se comenzó con la ubicación y selección de los arboles madre en la zona de Urabá para la recolección de sus semillas. Se le realizó un tratamiento pre-germinativos a las semillas y se finaliza con la siembra y toma de datos de todo el proceso de germinación de la semilla. En cada una de las bandejas se sembraron 66 semillas

En conclusión los sustratos utilizados para esta investigación son bastante eficaces con un 95% de confianza de acuerdo a los análisis estadísticos realizados con las tablas ANOVAS; pero el de mayor eficacia la obtuvo el tratamiento 2 (Boñiga + arena) el cual tuvo un alto porcentaje de germinación del 95% frente al 90% del testigo (arena), 79% tratamiento 3 (imbibición) y 51% tratamiento 1 (Limo).

PALABRAS CLAVE: Semillas, sustratos, germinación.

SUMMARY

The deforestation that occurs in the Urabá region in the last decade has been enhanced so that generated the gradual loss of some commercially valuable tree species and others are in serious risk of extinction. Hence the need to implement strategies and conservation measures among which is the study of the germination capacity of the seed of the species *Caesalpinia ebony*.

This study aimed to evaluate the germination capacity of the seed ebony tree (*Caesalpinia ebony*) on different substrates defined by its texture and imbibition tests. Besides that identified and phenotypically characterized the mother trees, the percentage of germination in the different treatments (soaking and substrates) and the percentage of germination according to the responses to each of the repetitions was evaluated.

For this investigation, the experimental block design worked randomly.

Regarding the methodology began with the location and selection of mother trees in the Urabá to collect seeds. He performed a pre - germination seed treatment and sowing it ends with data and making the whole process of seed germination. In each of the trays 66 seeds were sown.

In conclusion the substrates used for this research are quite effective with 95 % confidence according to statistical analyzes with ANOVA tables, but the more effective the treatment 2 scored (manure + sand) which had a high percentage germination of 95 % compared to 90 % of control (sand), 79 % treatment 3 (imbibition) treatment 1 and 51 % (Limo).

KEYWORDS: Seeds, substrates, germination.

1. INTRODUCCION

La zona de Urabá es una de las nueve subregiones que se divide el departamento de Antioquia, la cual ocupa una extensión de 11.664 Km² y la componen 11 municipios (POF CORPOURABA 2008). El clima de la región está influenciado por los vientos alisios del norte y más fuertemente por los alisios del sur, esto produce periodos alternos de mayor intensidad de lluvias, un pico alto en los meses de marzo-abril y otro igual en los meses de septiembre – octubre, alternados con dos periodos de sequía, uno en diciembre – marzo y otro de mitad de año; la precipitación en la región oscilan entre 1.450 mm por año en su parte norte y unos 3.500 mm por año en el sur con un promedio de precipitación anual de 2.475 mm; La humedad relativa en el ambiente es de 95% en las horas de la mañana, 70% al medio día y 85% en la tarde, la temperatura puede oscilar entre 19°C. Y 40°C con un promedio de 27°C. Urabá está catalogada climáticamente como una zona de transición entre los climas, bosque seco tropical (bs-T): entre 1.000 – 2.000 mm de precipitación y temperatura promedio de 27°C al año en la zona norte, y clima de bosque muy húmedo tropical (bmh – T): entre 4.000 -8.000 mm de precipitación y temperatura promedio de 25°C en su parte sur, abarcando una franja central de clima de bosque húmedo tropical (bh-T): entre 2.000 -4.000mm de precipitación anual y temperatura promedio de 26°C (Presidencia de la república, Condiciones agroecológicas de Urabá – Necocli 2009).

Desde la colonización se han realizado aprovechamientos en áreas cercanas a la Serranía de Abibe, esta, ha sido sometida a procesos históricos de extracción de madera de especies valiosas como el Abarco (*Cariniana pyriformis*), Cedro Güino (*Carapa guianensis*), Choibá (*Dypteryx oleifera*), Chanú (*Humiriastrum sp.*), Bálsamo (*Myroxylon balsamum*), Carreto (*Aspidosperma sp.*), Nazareno (*Peltogyne sp.*), Parasiempre (*Chloroleucon sp.*), y Ébano (*Caesalpinia ebano*), entre otros. La extracción se ha llevado a cabo con mayor intensidad en las partes

bajas y medias de la serranía, debido a las limitantes topográficas que impiden el acceso a las partes altas. Este aprovechamiento, efectuado sin manejo alguno, ha llevado a que se observe en las partes afectadas una alteración significativa en la composición del bosque, la cual, aunque no impide que el bosque cumpla con sus funciones básicas de regulación, sí ha ocasionado, en parte, la disminución de algunas especies de fauna silvestre que por su naturaleza biológica sostienen relaciones simbióticas con las especies que ya no están o se encuentran en muy bajo número. (POF.CORPOURABA, 2008, p.54).

Según datos del INDERENA de 1971, citado por el POF CORPOURABA (2008, p 54) Urabá hasta el año de 1930, estaba cubierta de Selva Tropical Húmeda en más de un 80%, época en que la influencia del hombre se acentuó; su explotación irracional y rudimentaria causó antes que un aprovechamiento sostenible, la destrucción, los bosques se descuajaron para dar cabida a la agricultura y la ganadería.

Según el mapa de coberturas vegetales actualizado en el año 2007 existe una tendencia a la homogenización en toda la jurisdicción de CORPOURABA en actividades no forestales, cultivos agrícolas, pastos y rastrojos bajos que cubren el 52% del área total de la UOF (Unidad de Ordenación Forestal), Áreas antes cubiertas por bosques naturales (CORPOURABA, POF 2008). Al comparar las coberturas vegetales del año 2001 con las del 2007 se evidencia la degradación de los bosques primarios y el sistemático tránsito de estas áreas a usos agropecuarios.

El proceso de deforestación que se presenta en Urabá y que en la última década se ha potenciado ha generado la pérdida paulatina de algunas de las especies comerciales más valiosas y otras están en grave riesgo de extinción, de ahí la necesidad de implementar estrategias de conservación una de las cuales es el

estudio de germinación y crecimiento inicial de la especie ***Caesalpinia ebano***. Para mejorar y optimizar su producción y el uso de estas en proyectos de reforestación enfocados tanto a la parte ambiental así mismo como la parte de plantaciones comerciales.

De acuerdo a estas estrategias de estudio se pretende validar una de las hipótesis de esta especie que fundamenta la dificultad de su multiplicación; por lo tanto con esta investigación se pretende, primero, evaluar y determinar los tiempos de germinación de semillas de la especie ***Caesalpinia ebano*** utilizando diferentes sustratos con los cuales se realizaran 3 tratamientos diferentes arena + boñiga, limo, arena y además el método de la imbibición, con 3 repeticiones cada uno.

Adicionalmente se quiere dejar a disposición de la comunidad los resultados obtenidos y motivar e incentivarlos para que tengan en cuenta las especies nativas en sus proyectos y desacelerar el cambio de uso del suelo que está afectando los 11 municipios de la subregión de Urabá.

2. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de investigación es de vital importancia ya que la especie forestal ébano (*Caesalpinia ebano*) ha sufrido las consecuencias de la deforestación y la desaparición progresiva en algunas zonas del país, por la expansión de las fronteras ganaderas y agrícolas. Actualmente las poblaciones naturales de esta especie se hallan en peligro de extinción debido a la intensiva explotación de su madera, riesgo identificado en la resolución 076395B/1995 de la Corporación Autónoma Regional de Urabá CORPOURABA.

Según el diario Caqueteño (El Líder 14/01/2013), esta especie forestal en peligro de extinción, es un árbol que además de ser considerado por expertos ideal para los sistemas silvopastoriles, genera beneficios medioambientales, sirve de ramoneo a los bovinos, genera ingresos a los predios ganaderos y adicionalmente, con 500 árboles y cinco mil arbustos por hectárea, es elegible para el Incentivo a la Capitalización Rural (ICR) otorgado por Finagro.

Teniendo en cuenta que el modelo económico mundial, basado en la extracción de los recursos naturales, ha generado numerosos desequilibrios ambientales, desastres naturales, pérdida de ecosistemas, y con ello la disminución de especies tanto de fauna como de flora, en especial, árboles nativos que se encuentran en peligro de extinción, como sucede en la subregión del Urabá. Surge entonces la posibilidad de generar un cambio en los sistemas productivos de la región, manteniendo y aumentando la superficie del monte nativo y extendiendo sus beneficios a todo el sistema. Por lo cual se propone adelantar la investigación que consiste en la evaluación de la capacidad de germinación de la semilla y crecimiento inicial del árbol ébano en diferentes tipos de sustratos, con el fin de que se puedan generar proyectos de reforestación y de aprovechamiento, con esta especie.

Cabe resaltar que aun que ya casi no se consiguen ejemplares de esta especie, Zoraida Calle D. y Enrique Murgueitio R., coordinadora de Restauración Ecológica y director ejecutivo de Cipav, respectivamente, afirman que en el Jardín Botánico Guillermo Piñeres de Cartagena, conserva algunos individuos de esta especie, al igual que la Reserva Natural El Hatico, en El Cerrito, Valle del Cauca (periódico el nuevo día, enero/2013).

Este trabajo tiene implicaciones prácticas y reales, cuyo conocimiento nos permitirá conocer de mejor forma clara y especifica el crecimiento de dicha semilla (ébano).

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas que posee Colombia en el sector forestal es el aprovechamiento no sostenible que se le hace al recurso forestal el cual ha llegado a tal punto que algunas especies han sido catalogadas extintas o en peligro de extinción por parte de las CAR'S y a nivel nacional como es el caso del Ébano (***Caesalpinia ébano***), que ha sido tanta su explotación que solo se encuentran en algunas zonas o regiones del país y en cantidades pequeñas.

Un buen número de especies de plantas coleccionadas en el siglo pasado, en algunas localidades conocidas, hoy en día, se hallan completamente deforestadas y no se cuenta con información importante sobre ellas, debido a los pocos esfuerzos que se realizan en recolección, colección y sistematización, de especies forestales y es probable que muchas de ellas se hayan extinguido para siempre.

La recuperación de especies de conservación y preservación de hábitats naturales solo han sido exitosos bajo una estrategia de desarrollo que genera bienestar social basado en tres procesos simultáneos y asincrónicos, como ejemplos de productividad: conservación, educación y bienestar económico.

Debido a esto el país enfrenta una gran problemática asociada al aprovechamiento indiscriminado de los recursos forestales más específicamente las especies de alto valor comercial, a esto sumándole la baja presencia institucional que pueda garantizar lo establecido en el “régimen de aprovechamiento forestal” (decreto 1791 de 1996), la baja generación y socialización del conocimiento científico y técnico para promover el uso racional de los recursos a la población, la falta de planes adecuados de ordenamiento y manejo forestal, la utilización de tecnologías no apropiadas, la baja participación comunitaria, la falta de mecanismos para la distribución justa y equitativa de los

beneficios y los cambios drásticos en el uso que no comprometen la explotación de los recursos naturales como es el caso de la quema la cual afecta la primera capa del suelo y este a su vez elimina los bancos de semilla que en él se encuentran.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la capacidad de germinación de la semilla del árbol de Ébano (*Caesalpinia ébano* H. Karst) en diferentes sustratos definidos por su textura y pruebas de imbibición.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y caracterizar fenotípicamente individuos de la especie *Caesalpinia ébano* con buenas condiciones sanitarias para obtención de su semilla en la zona de Urabá.
- Evaluar el porcentaje de germinación de la semilla de Ébano (*Caesalpinia ébano*) en los diferentes tratamientos (imbibición y sustratos).
- Establecer el porcentaje de germinación de las semillas de Ébano (*Caesalpinia ébano*) de acuerdo a las respuestas obtenidas en cada una de las repeticiones.
- Evaluar el crecimiento inicial de las semillas de Ébano (*Caesalpinia ébano*) por un periodo de 60 días.

5. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

5.1. Generalidades de las semillas

5.1.1. Proceso de Germinación

Para que el proceso de germinación, es decir, la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula¹.

5.1.2. Fase de hidratación.

La absorción de agua es el primer paso de la germinación, sin el cual el proceso no puede darse. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria¹.

5.1.3. Fase de germinación.

Representa el verdadero proceso de la germinación. En ella se producen las transformaciones metabólicas, necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse¹.

5.1.4. Fase de crecimiento.

Es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula

¹ Marassi, María. 2009. Germinación de semillas parte III. Universidad politécnica de valencia. En: www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm.

(Cambio morfológico visible). Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria¹.

La duración de cada una de estas fases depende de ciertas propiedades de las semillas, como su contenido en compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno. Estas fases también están afectadas por las condiciones del medio, como el nivel de humedad, las características y composición del sustrato, la temperatura, etc. Otro aspecto interesante es la relación de estas fases con el metabolismo de la semilla¹.

5.1.5. Factores internos.

Entre los factores internos que afectan a la germinación estudiaremos la madurez que presentan las semillas y la viabilidad de las mismas¹.

5.1.5.1. Madurez de las semillas.

Decimos que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico¹.

La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla han completado su desarrollo, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo. Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones fisiológicas. Lo normal es que requieran la pérdida de sustancias inhibitoras de la germinación o la acumulación de sustancias promotoras. En general, necesitan reajustes en el equilibrio hormonal de la semilla y/o en la sensibilidad de sus tejidos para las distintas sustancias activas¹.

¹ Marassi, María. 2009. Germinación de semillas parte III. Universidad politécnica de valencia. En: www.euita.upv.es/variados/biologia/Temas/tema_17.htm.

5.1.5.2. Viabilidad de las semillas.

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento¹.

En general, la vida media de una semilla se sitúa entre 5 y 25 años. Las semillas pierden su viabilidad por causas muy diversas. Podríamos pensar que mueren porque agotan sus reservas nutritivas, pero no es así, sino que conservan la mayor parte de las mismas cuando ya han perdido su capacidad germinativa¹.

En resumen podemos decir que, para alargar más tiempo la vida de una semilla, ésta debe conservarse en las siguientes condiciones: mantenerla seca, dentro de unos límites; temperaturas bajas y, reducir al mínimo la presencia de oxígeno en el medio de conservación¹.

5.1.6. Factores externos.

Entre los factores ambientales más importantes que inciden en el proceso de germinación destacamos: humedad, temperatura y gases¹.

5.1.6.1. Humedad.

La absorción de agua es el primer paso, y el más importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos¹.

La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea.

¹ Marassi, María. 2009. Germinación de semillas parte III. Universidad politécnica de valencia. En: www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm.

En condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico¹.

Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de la misma actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión¹.

5.1.6.2. Temperatura.

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Del mismo modo, en el proceso de germinación pueden establecerse unos límites similares. Por ello, las semillas sólo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables¹.

Las semillas de especies tropicales suelen germinar mejor a temperaturas elevadas, superiores a 25°C. Las máximas temperaturas están entre 40°C y 50°C Sin embargo, las semillas de las especies de las zonas frías germinan mejor a temperaturas bajas, entre 5°C y 15°C y las especies alpinas, que pueden germinar a 0°C¹.

¹ Marassi, María. 2009. Germinación de semillas parte III. Universidad politécnica de valencia. En: www.euita.upv.es/variados/biologia/Temas/tema_17.htm.

5.1.6.3. Gases.

La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O₂ y CO₂. De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas¹.

La mayoría de las semillas germinan bien en atmósfera normal con 21% de O₂ y un 0.03% de CO₂. Sin embargo, existen algunas semillas que aumentan su porcentaje de germinación al disminuir el contenido de O₂ por debajo del 20%. Los que germinan mejor en presencia de un 8% de O₂. Se trata de especies que viven en medios acuáticos o encharcados, donde la concentración de este gas es baja. El efecto del CO₂ es el contrario del O₂, es decir, las semillas no pueden germinar si aumenta la concentración de CO₂¹.

5.1.6.4. Metabolismo de la Germinación.

Los procesos metabólicos relacionados con la germinación que han sido más estudiados son la respiración y la movilización de las sustancias de reserva¹.

5.1.6.5. Respiración.

Tres rutas respiratorias, glucólisis, ciclo de las pentosas fosfato y ciclo de Krebs son funcionales en las semillas embebidas. Estas tres rutas producirán una serie de compuestos intermediarios del metabolismo vegetal, así como considerables cantidades de energía y poder reductor. El objetivo principal del proceso respiratorio es la formación de ATP y pirimidín nucleótidos, necesarios para la intensa actividad metabólica que tiene lugar durante la germinación¹.

¹ Marassi, María. 2009. Germinación de semillas parte III. Universidad politécnica de valencia. En: www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm.

La semilla seca muestra una escasa actividad respiratoria, aumentando el consumo de O_2 , después de iniciada la imbibición. A partir de este momento el proceso respiratorio de las semillas puede dividirse en cuatro fases¹:

- **Fase I:**

Se caracteriza por un rápido incremento en la respiración, que generalmente se produce antes de transcurridas 12h desde el inicio de la imbibición. El aumento en la actividad respiratoria es proporcional al incremento de la hidratación de los tejidos de la semilla. El principal sustrato utilizado en esta fase es, posiblemente, la sacarosa¹.

- **Fase II:**

La actividad respiratoria se estabiliza entre las 12 y 24h desde el inicio de la imbibición. Probablemente las cubiertas seminales, que todavía permanecen intactas, limitan la entrada de O_2 . La eliminación de la testa puede acortar o anular esta fase¹.

- **Fase III:**

Se produce un segundo incremento en la actividad respiratoria, que se asocia a la mayor disponibilidad de O_2 , como consecuencia de la ruptura de la testa producida por la emergencia de la radícula. Otro factor que contribuye a ese aumento es la actividad de las mitocondrias, recientemente sintetizadas en las células del eje embrionario¹.

¹ Marassi, María. 2009. Germinación de semillas parte III. Universidad politécnica de valencia. En: www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm.

- **Fase IV:**

En esta última fase tiene lugar una acusada disminución de la respiración, que coincide con la desintegración de los cotiledones, después de que han exportado las reservas almacenadas¹.

5.2. Generalidades del Ébano:

Nombre común: Ébano

Familia: Caesalpinoideae - Fabaceae

Nombre científico: ***Caesalpinia ébano***

Sinónimos: ***Libidibia Ébano***

Categoría nacional: En peligro

5.3. Localización:

Especie exclusiva de la costa atlántica Colombiana en los departamentos de Antioquia, Magdalena y la Guajira².

5.4. Características:

Son árboles Medianos, con cerca de 18 metros de altura y 40 cm de diámetro; bajo condiciones de bosque natural sus condiciones pueden ser mayores. Su copa es aparasolada y de follaje translúcido, la corteza es moteada como la del guayabo. Las hojas son bipinnadas, alternas y dísticas; los folíolos elípticos, miden cerca de 1 cm de largo. Las flores pequeñas se disponen en racimos axilares, de color amarillo con pintas rojizas. Los frutos son legumbres cortas y engrosadas, de unos 6 a 8 cm de largo².

¹ Marassi, María. 2009. Germinación de semillas parte III. Universidad politécnica de valencia. En: www.euita.upv.es/variados/biologia/Temas/tema_17.htm.

² Cárdenas L., D. & N.R Salinas (eds). 2007 Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de investigaciones científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 137 paginas.

5.5. Ecología:

Es un árbol que crece de 0 a 1000 m.s.n.m. en zonas secas y se adapta bien hasta los 1500 m.s.n.m. en zonas húmedas. El Ébano es un árbol longevo y caducifolio, tolera la plena exposición solar. Su crecimiento inicial es rápido, luego de medio a lento².

6. HIPÓTESIS

- El porcentaje de germinación de las semillas de Ébano será mayor en el testigo utilizado (arena) que en los demás sustratos utilizados.
- La desinfección del testigo ayuda a aumentar el proceso de germinación de las semillas de ébano ya que evita la competencia con las arvenses.
- La aireación manual de los sustratos acelera el proceso de germinación de las semillas.

7. VARIABLES

- Las variables a evaluar en este proyecto son: el tiempo de inicio de la germinación (número de días transcurridos a partir de la siembra hasta el registro de la primera semilla germinada), % de germinación (es el número de semillas germinadas en cada uno de los tratamientos), tasa media de germinación (semillas germinadas por semana).

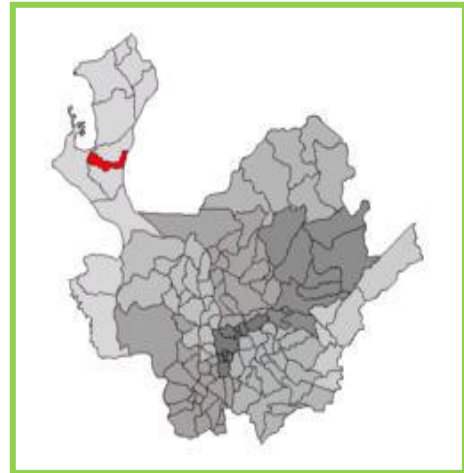
² Cárdenas L., D. & N.R Salinas (eds). 2007 Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de investigaciones científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 137 paginas.

8. METODOLOGÍA

8.1. LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO:

El proyecto se llevó a cabo en el municipio de Carepa el cual se encuentra ubicado en el extremo noroccidente del Departamento de Antioquia en la Subregión de Urabá y a una distancia de 316 Km de la ciudad de Medellín, se encuentra localizado sobre la carretera al mar entre los municipios de Chigorodó y Apartado su **Posición Geográfica:** 7°45'12'' de Latitud Norte y 76°39'21'' de Longitud Oeste.

Se encuentra además situado en el pie de monte de la serranía del Abibe y en el valle aluvial del río León, con una extensión de 380 km² de área. El municipio de Carepa limita al norte con el Municipio de Apartadó, desde el nacimiento del Río Vijagual en el límite oriental, hasta su desembocadura en el Río León. Por el Oriente, siguiendo las cumbres de la Serranía de Abibe, con el Departamento de Córdoba. Por el Occidente: desde las bocas del río Chigorodó, siguiendo el curso del Río León abajo, hasta la desembocadura del Río Vijagual, limita con los municipios de Chigorodó y Turbo. Por el sur: desde las estribaciones de la Serranía de Abibe hasta la desembocadura del Río Chigorodó en el Río León, limita con el municipio de Chigorodó.



Se distribuye entre un clima cálido y húmedo en la zona centro, con precipitaciones entre 2.300 y 3.000 mm, temperaturas promedio de 28°C, los suelos presentan características físicas variadas.

9. ASPECTOS METODOLOGICOS

Para esta investigación se tuvo en cuenta:

9.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

El tipo de investigación que se utilizó para este proyecto es de tipo experimental.

9.2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

La línea de investigación es Forestal.

9.3. MÉTODO:

Durante la realización de esta investigación las técnicas utilizadas se realizaron en varias etapas, las cuales se describen a continuación.

❖ Etapa 1:

Se inició con la ubicación y selección de los arboles madre en la zona de Urabá y la recolección de sus semillas.

🌳 Para la ubicación de los arboles madre se acudió a la CAR´s correspondiente a la zona, en este caso CORPOURABA, con el fin de conseguir información correspondiente a los bancos de semilla y plantaciones registradas de la especie ***Caesalpinia Ébano***.

Se escogió como arboles madre 2 individuos localizados en el corregimiento de Santa Catalina, perteneciente al municipio de San Pedro de Urabá el cual se encuentra ubicado al noroccidente del departamento de Antioquia. Limita al norte con el municipio de Arboletes, al sur con el municipio de Tierralta (Córdoba), al occidente con el municipio de Turbo y al oriente con el municipio de Valencia (Córdoba). Su cabecera dista a 425 kilómetros de la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia. El municipio posee una

extensión de 475 km² y una altura de 200 msnm, su temperatura promedio es de 27 a 30 grados centígrados y su precipitación anual es de 1.500 a 2000 milímetros; cuenta con dos épocas marcadas de invierno a verano, que van de abril a noviembre en invierno, y de diciembre a marzo en verano. Igualmente se dan tres zonas de vida a saber:

- Bosque húmedo pre-montano con transición al bosque húmedo tropical.
- Bosque húmedo pre-montano con transición al bosque muy húmedo tropical.
- Bosque húmedo tropical.

🌳 Para la selección de los árboles madre se tuvo en cuenta la metodología propuesta por Vázquez, (2001), quien describe que el primer paso es seleccionar y señalar los árboles que producirán las cosechas de semillas, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- **Tamaño del árbol:** Deberán ser árboles dominantes es decir, que sobresalga la copa con relación a los árboles de su alrededor que sean de su misma especie, además deberán presentar un crecimiento rápido, con un volumen superior al promedio.
- **Forma del fuste:** Debe ser vigoroso, recto, cilíndrico, sin defectos en el tronco como: estrías, protuberancias, torceduras, ni huecos.
- **Hábito de ramificación:** La ramificación debe ser uniformemente distribuida con relación al fuste, es decir simétrica, las ramas serán pequeñas en relación con el tronco. En el punto de inserción las ramas saldrán horizontalmente o ligeramente ascendentes, con copas compactas, pequeñas y bien provistas de follaje, sin ramificación baja, autopoda.

- **Plagas y enfermedades:** No deben seleccionarse árboles en que se noten ataques de hongos o insectos, muchas veces aparecen manchas oscuras producidas por comejenes, ataques de fumagina, gomosis, lo mismo que perforaciones que hacen que estos árboles no deban seleccionarse.
- **Producción de semillas:** Es conveniente seleccionar árboles maduros que presenten señales de haber producido semilla en el pasado. La producción de semilla debe ser abundante.
- **Calidad de la madera:** Debe ser buena, si es posible especificar caracteres como: dimensiones de la fibra, longitud de traqueida, gravedad específica.

Para registrar la información sobre la caracterización de cada uno de los arboles madre se utilizó el formato # 01 (**ver anexo 1**)

🌳 Para la recolección, extracción de las semillas se tuvo en cuenta los parámetros mencionados por Vásquez, (2001). Las semillas se recolectaron finalizando el mes de marzo de 2013 en la época de transición de verano a invierno.

Estas se tomaran directamente del árbol debido a que las que están en el suelo no sabríamos exactamente qué tiempo llevan en él y las condiciones climáticas a las que estuvieron sometidas por esos días, ya que este factor puede afectar el proceso de germinación.

🌳 En cuanto la extracción de la semilla de su vaina se realizó de forma manual y las semillas vanas o que presentaban daños visibles se desecharon. Las semillas fueron almacenadas a temperatura ambiente por 30 días, mientras se recolectaba la cantidad necesaria para iniciar y los sustratos. A las semillas se les realizo un tratamiento pre germinativo el cual se describe en la etapa 3.

❖ Etapa 2:

Se inició con la construcción y adecuación de las camas germinadoras para luego proceder a la siembra de las semillas (**ver anexo fotográfico 1**).

- El almacigo provisional se construyó cerca al poblado del municipio de Carepa (Ant), con 4 bases de madera en su exterior y 2 en su interior de 3,2 Cm de diámetro y 2 metros de largo, el cual se cubrió en su alrededor con una malla plástica para evitar el ingreso de animales que pudiesen dañar las semillas o las plántulas, el techo se construyó con lona verde. (**ver anexo fotográfico 2**)
- Para las camas germinadoras se utilizaron bandejas plásticas donde se transporta el banano la cual nos permite realizar de manera organizada la siembra de las semillas. Las medidas de las bandejas son de 1mt X80cm y 6cm de profundidad. (**ver anexo fotográfico 3**)

❖ Etapa 3:

En esta etapa se realizó todo el proceso pre germinativo de la semilla, preparación de los sustratos y siembra de las semillas.

- El tratamiento pre germinativo se comenzó con el lavado con abundante agua a las semillas para eliminar los residuos de las cubiertas, luego se desinfectaron con una mezcla de agua + hipoclorito en las siguientes proporciones:
 - Agua 150 cc
 - 1cc Hipoclorito al 15%
- Las semillas se dejaron durante 30 minutos en un recipiente con la mezcla ya antes mencionada, luego se procede a lavar nuevamente con agua en 2 ocasiones para quitarles los residuos de hipoclorito; El proceso de secado

de las semillas consistió en dejarlas sobre un recipiente plástico con perforaciones en su base para que el agua escurra durante toda la noche y al comenzar el día se colocaron sobre papel periódico y se esparcieron de tal forma que el aire circulara entre ellas; luego se procede a secarlas a temperatura ambiente, y se exponen a la luz del sol indirecta es decir, en un lugar seco que los rayos solares entre por una ventana y se dejaron por 2 días. **(ver anexo fotográfico 4)**

- Los sustratos utilizados se desinfectaron con hipoclorito al 15% y se dejaron a temperatura ambiente por 1 día, para proceder con la siembra de las semillas. **(ver anexo fotográfico 5)**
- Se utilizaron 2 tratamientos y 1 método de imbibición con 3 repeticiones cada uno donde se sembraron 66 semillas en cada repetición **(ver anexo fotográfico 6)**; además se cuenta con 1 testigo con igual cantidad de repeticiones y semillas sembradas. Para un total de 792 semillas sembradas a una profundidad de 3 cm y distribuidas por hileras de 22 semillas **(ver tabla 1 y 2)**. Para luego proceder con la fase de investigación.

Distribución de los tratamientos en la estructura del vivero			
R1	R2	R3	Testigo
R1	R2	R3	Tratamiento 1
R1	R2	R3	Tratamiento 2
R1	R2	R3	Imbibición

Tabla 1. Distribución de los tratamientos en la estructura del vivero

Distribución de las semillas por bandeja					
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X

Tabla 2. Distribución de las semillas por bandeja

❖ **Etapa 4:**

En esta etapa se realizó la toma de datos sobre la germinación de las semillas. La toma de registros comenzó a partir del décimo día de haber realizado la siembra en los diferentes sustratos y en el método de la imbibición desde el día 15; debido a que en ese tiempo se evidenció la presencia de la radícula.

Cabe anotar que antes de comenzar a registrar los datos se le hacía una inspección visual tanto en la mañana como finalizando el día.

El riego a las semillas se les realizó 2 veces al día todos los días exceptuando aquellos que en que hubo presencia de lluvia. El registro de la cantidad de semillas germinadas se llevó en el formato # 2 (**ver anexo 2**).

Para el cálculo de los datos se utilizó el software estadístico statgraphics.

9.4. Materiales y equipos

9.4.1. Equipos:

- Computador

- Cámara

9.4.2. Herramientas:

- Palas
- Martillo
- Cinta métrica
- Regadera

9.4.3. Insumos:

- Arena de río
- Limo
- Boñiga + Arena
- Papel Absorbente
- Bolsas plásticas
- Clavos
- Lona Verde
- Malla Plástica Negra
- Bandejas Plásticas
- Bases para soporte de madera
- Nailon

9.5. DISEÑO EXPERIMENTAL:

Para la investigación se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar **DBCA**, el cual se realizó con 3 tratamientos con su respectivo testigo. Este nos ayuda de mejor manera para cumplir con los objetivos del proyecto, obteniendo datos precisos y confiables, dándonos la opción de comparar y analizar la información obtenida de cada uno de los tratamientos que se utilizan en este proyecto, y de esta manera nos arroje resultados exactos.

El primer tratamiento utilizado fue la arcilla sola, el segundo fue la boñiga mezclada con arena en proporción 1:1 y por último se utilizara el método de la imbibición en papel absorbente y finalmente el testigo fue arena sola desinfectada con hipoclorito al 15%.

9.6. Análisis de la información

La información se procesó con un software estadístico gratuito llamado statgraphics con el cual se analizó la población de semillas entre los grupos y dentro de los grupos (intra-grupos) por medio del análisis de varianza el cual determina su desviación estándar, el nivel de confianza de cada uno de los tratamientos utilizados, los grados de libertad.

10.RESULTADOS

10.1. Caracterización de los arboles madre:

Las semillas se tomaron de 2 individuos de ébano que cumplían con las características fenotípicas requeridas para un árbol madre.

# Individuos	Altura/mts	*CAP/cm	**DAP/cm	Estado fitosanitario	Forma del fuste
1	12	96	30,56	Bueno	Circular
2	13	86	27,37	Bueno	Circular

Tabla 3. Caracterización de los arboles madre

*CAP: Circunferencia a la altura del pecho

**DAP: Diámetro a la altura del pecho

10.2. Porcentaje de germinación en los diferentes tratamientos

La gráfica 1 nos muestra que los sustratos utilizados para la germinación de la semilla de ébano fueron bastante efectivos debido a la poca diferencia entre la cantidad de semillas germinadas de un tratamiento a otro, sin embargo en la gráfica también se puede observar que el tratamiento donde alcanzó su máximo nivel de germinación fue en el tratamiento 2 (boñiga + arena). Esto fue debido a que este sustrato posee buenas propiedades físicas (buena capacidad de aireación) y químicas (Buena fertilidad) las cuales promueven el crecimiento rápido y saludable de las plántulas. Además se observa que el tratamiento donde menos hubo semillas germinadas fue el tratamiento 1 (limo), debido a su poca capacidad de retención de agua y este elemento es esencial para la germinación de las semillas, a esto se le suma que es un material que tiende a compactarse, no dejando que se genere una buena aireación haciendo que el proceso de germinación sea más lento y poco constante. Cabe anotar que a este sustrato se le hizo en 3 ocasiones una aireación manual.



Gráfico 1. % de germinación de cada uno de los tratamientos

10.3. Porcentaje de germinación en cada una de las repeticiones

En la gráfica 2 se puede observar más detalladamente como fue el proceso de germinación de cada uno de los tratamientos y sus repeticiones incluyendo el testigo.

En los tratamientos utilizados se evidencio que la serie "A" fue la de mayor porcentaje de germinación obtuvo con un 99% en el testigo, seguido de un 96% en el tratamiento 2 (Boñiga + arena) y finalizando con el limo con un 76%; caso contrario paso en el método de la imbibición el cual fue la serie "C" quien presento mayor porcentaje de germinación con respecto a las otras series con un 81%.

Esto se debió a que fueron las filas que más expuestas estuvieron a los rayos del sol en el almacigo e indirectamente le favoreció. Caso contrario ocurrió en el método de la imbibición que la fila "A" por estar más expuesta a los rayos del sol presento menos semillas germinadas, debido a que este método requiere de mucha hidratación.

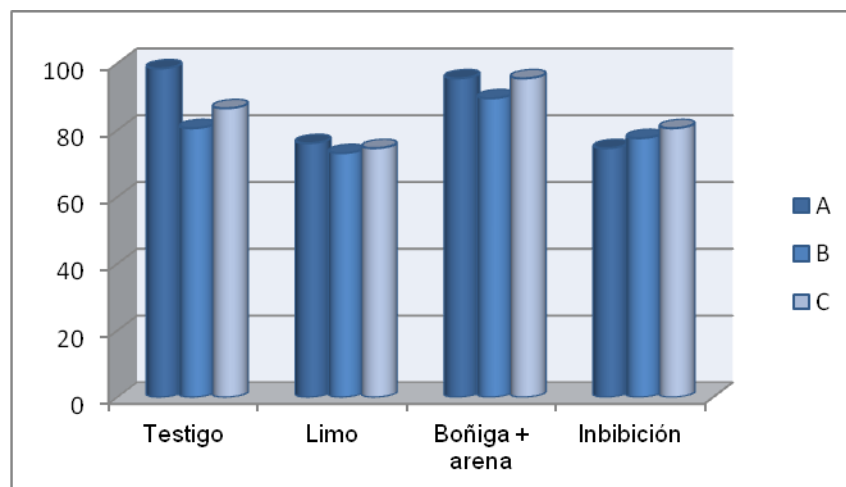


Gráfico 2. % de germinación de cada uno de las repeticiones

10.4. Crecimiento inicial de las semillas

Esta grafica nos muestra que el proceso de germinación de las semillas de ébano comenzó en todos los sustratos a partir de la segunda semana; además nos indica que en el testigo (arena) fue mayor este proceso seguido del tratamiento 2 (boñiga + arena), tratamiento 1 (limo) y 3 (imbibición), hasta la 5 semana que el tratamiento 2 sobre pasa al testigo y así se mantiene hasta la última semana de la investigación y de igual forma pasa con el tratamiento 3 a partir de la 7 semana que sobre pasa al tratamiento 1 y así se mantiene hasta el final de la investigación, pero nunca sobrepasando los valores del tratamiento 2.

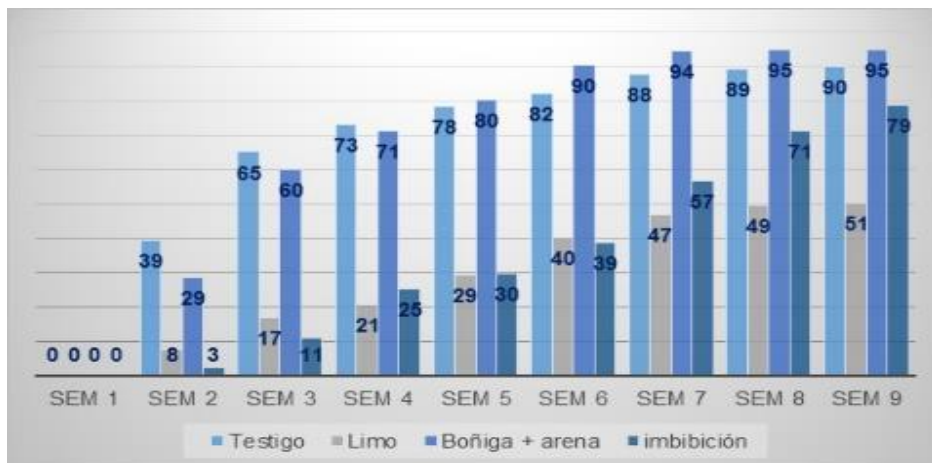


Grafico 3. Crecimiento inicial de las semillas

10.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

- **Hipótesis Nula**

H_0 : El porcentaje de germinación de las semillas de Ébano (*caesalpinia ébano*) en el testigo será igual que en cada uno de los sustratos utilizados.

- **Hipótesis alternativa**

H₁: El porcentaje de germinación de las semillas del Ébano (*caesalpinia ébano*) será diferente en el testigo que en los sustratos utilizados.

Nota: En el factor de corrección, (r) es el número de repeticiones y (t) el número de tratamientos.

$$F.C = \frac{Y^2}{rt} (672 * 672) / (4 * 4) = 28224$$

$$S.C.TOTAL = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{rt} = 38050 - 28224 = 9826$$

$$S.C. TRAT = \sum_{i=1}^t \frac{Y^2_i}{r} - \frac{Y^2}{rt} = \frac{113864}{4} - 28224 = 242$$

$$S.C. ERROR = S.C. TOTAL - S.C. TRAT$$

Al sustituir los valores se obtiene:

$$S.C.ERROR = 9826 - 242 = 9584$$

$$C.M. TRAT = \frac{S.C. TRAT}{t - 1} = \frac{242}{4} - 1 = 59,5$$

$$C.M. ERROR = \frac{S.C. Error - 2 \text{ de Libertad}}{12} = \frac{9584}{12} = 789,6$$

$$C.M. Total = \frac{S.C. Total}{t - 1} = 9826 \div 15 = 655,06$$

$$F_o = \frac{C.M. TRAT}{C.M. ERROR} = \frac{59,5}{789,6} = 0,07$$

10.6. TABLA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA

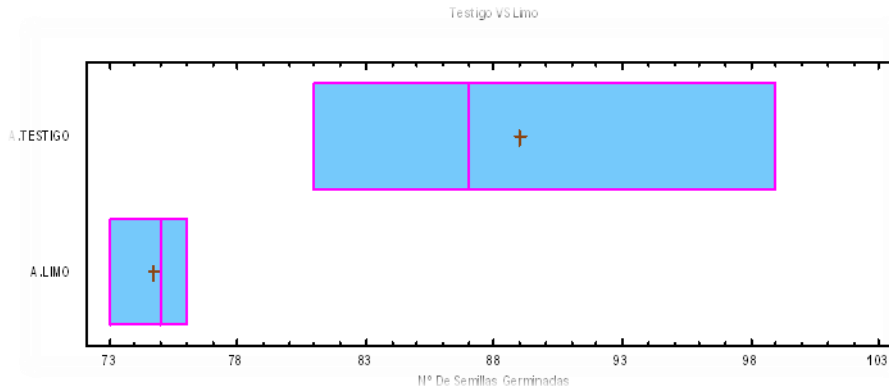
Realizando la comparación entre F₀ (calculado) y F_t de la tabla de Fisher.

Fuentes de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (G.L.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrados Medios (C.M.)	F ₀ Calculado	p-valor
Tratamientos	3	242	59,5	0,07	xxx
Error	12	9584	789,6		
Total	15	9826	849,1		

Tabla 4. Análisis de varianza de los tratamientos

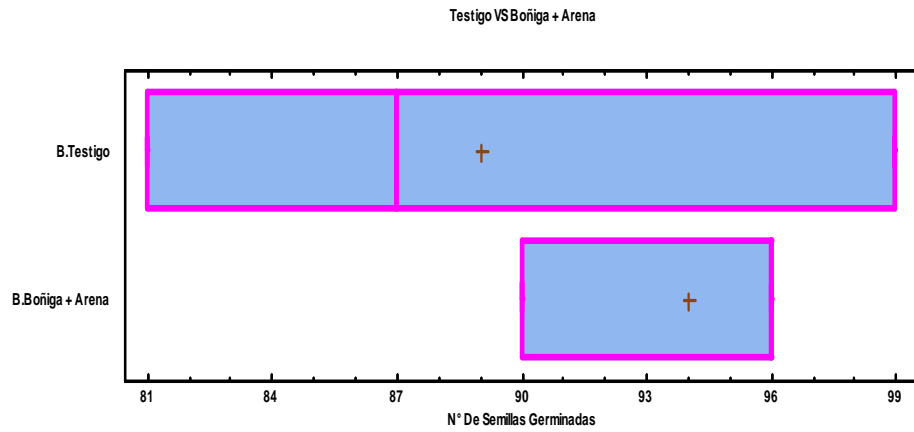
Se comparó el testigo con cada uno de los tratamientos así:

Testigo (Arena) vs Tratamiento 1 (Limo): En la comparación del testigo con el tratamiento 1 mediante la tabla 3 ANOVA nos muestra que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 2 variables con un nivel del 95,0% de confianza. El cual se puede observar en la gráfica # 1.



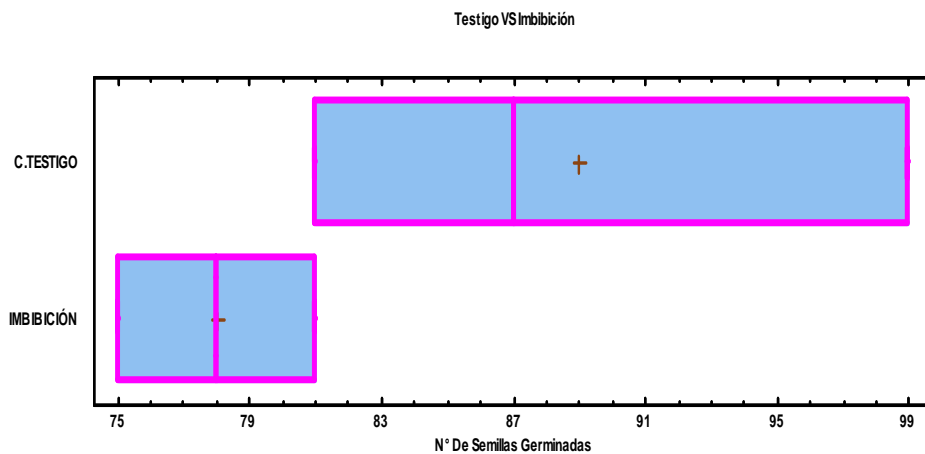
Grafica 4. Testigo Vs Tratamiento 1

Testigo (Arena) VS Tratamiento 2 (Boñiga + Arena): En la comparación del testigo con el tratamiento 1 mediante la tabla 4 ANOVA nos muestra que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 2 variables con un nivel del 95,0% de confianza. El cual se puede observar en la gráfica # 2.



Grafica 5. Testigo vs tratamiento 2

Testigo (Arena) VS Tratamiento 3 (Imbibición): En la comparación del testigo con el tratamiento 1 mediante la tabla 5 ANOVA nos muestra que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 2 variables con un nivel del 95,0% de confianza. El cual se puede observar en la gráfica # 3.



Grafica 6. Testigo vs tratamiento 3

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis estadístico, la aplicación del análisis de varianza y la prueba en la tabla de Fischer, para comparaciones con un control o testigo, concluimos:

El porcentaje de germinación de las semillas en los 3 tratamientos y el testigo, fue del 84% tomando como base el número de semillas geminadas que fue de 672 contra unas 792 semillas que fueron sembradas.

La germinación de las semillas es proporcional a los tiempos de medición mostrando una mayor germinación de las semillas que participaron en el tratamiento 2 (Boñiga + arena) y una tendencia a disminuir en la germinación a medida que pasa el tiempo de las semillas que están en el tratamiento 1 (limo).

La aplicación del análisis de varianza muestra que entre los tres tratamientos y el testigo no existen diferencias estadísticamente significativas

El tratamiento 2 (boñiga + arena) es el que brinda mejores posibilidades de desarrollo para *Caesalpinia Ébano* en la región de Urabá.

RECOMENDACIONES

- Utilizar sustratos que posean buena aireación y alto contenido de materia orgánica.
- Si se trabaja con el sustrato de limo este se debe airar de forma manual mínimo 2 veces por semana mientras germinan las semillas.
- En el método de la imbibición se debe cambiar el papel absorbente cada 20 días para evitar el pudrimiento de las semillas.

- Si se utiliza el método de la imbibición las semillas no deben estar expuestas directamente al sol.
- Las semillas del método de la imbibición deben estar constantemente humedecidas.
- Las plántulas en su etapa inicial no deben estar expuestas a altas cantidades de agua; es decir, realizar un control de riego. Cabe aclarar que esto aplica solo para los sustratos mas no para el método de la imbibición.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Cárdenas L., D. & N.R Salinas (eds). 2007 Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de investigaciones científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 137 paginas.
- González, R. (2012). Evaluación de indicadores químicos de calidad del suelo en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Urabá y nordeste Antioqueño. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín. Pág. 27 – 28.
- Marassi, María. 2009. Germinación de semillas parte III. Universidad politécnica de valencia. En: www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm.
- Presidencia de la república, Condiciones agroecológicas de Urabá – Necoclí 2009. Juntos por Necoclí 500 años.
- Vásquez, A. (2001). Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Universidad del Tolima. Facultad de ingeniería forestal. Ibagué - Tolima. Recuperado de http://desarrollo.ut.edu.co/Tolima/hermosoft/portal/home_1/rec/arc_7277.pdf.
- Zoraida Calle D, Enrique Murgueitio R, Carlos Hernando Molina D, Enrique José Molina D. (2013), El ébano del Caribe Colombiano, periódico el nuevo día.

13. CIBERGRAFIA

- Cerón, A., Leal, M y Nassar, F. (2008). ¿Hay futuro para la economía colombiana en la biodiversidad? La dimensión ambiental empresarial: Un reto para el siglo XXI. Revista EAN No. 62, p 107-124. Recuperado de: <http://journal.ean.edu.co/index.php/Revista/article/view/19/18>
- Duque, A. (2010). Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia - Bosques 2009. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. ISBN: 978-958-8067-28-5, Bogotá D.C., 236 pp. Recuperado de: https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021721/PAG_1-37.pdf
- GEMA. (2001). El Bosque seco Tropical en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Programa de Inventario de la Biodiversidad. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. Recuperado de: <http://media.utp.edu.co/ciebreg/archivos/bosque-seco-tropical/el-bosque-seco-tropical-en-colombia.pdf>

14.ANEXOS

Anexo 1. Planilla de registro para los arboles madre

PLANILLA DE REGISTRO PARA LOS ARBOLES MADRE		
PROYECTO		
EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE ÉBANO (<i>Caesalpinia ebano</i>) EN LA SUBREGIÓN DE URABA		
INFORMACIÓN GENERAL		
FECHA: _____	MUNICIPIO: _____	
TECNICO: _____	VEREDA: _____	
CARACTERIZACIÓN DE LA UBICACIÓN DEL ARBOL MADRE		
USO ACTUAL DEL SUELO:		
BOSQUE PRIMARIO: _____	CULTIVO AGRICOLA: _____	
BOSQUE SECUNDARIO: _____	PLANTACIÓN FORESTAL: _____	
OBSERVACIONES:		
CARACTERÍSTICAS DEL ARBOL		
CAP: _____	ALTURA TOTAL: _____	
ESTADO FITOSANITARIO:		
BUENO: _____	MALO: _____	REGULAR: _____
OBSERVACIONES:		

Formato 01

Anexo 2. Plantilla para el registro de la germinación de la semilla

PLANTILLA PARA EL REGISTRO DE LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA				
PROYECTO				
EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE LA ESPECIE ÉBANO (<i>Caesalpinia ebano</i>) EN LA SUBREGIÓN DE URABA				
FECHA	TRATAMIENTO Y/O METODO	REPETICIÓN	SEMILLAS GERMINDAS	OBSERVACIONES
	T	a		
		b		
		c		
	T1	a		
		b		
		c		
	T2	a		
		b		
		c		
	T3	a		
		b		
		c		
	T	a		
		b		
		c		
	T1	a		
		b		
		c		
	T2	a		
		b		
		c		
	T3	a		
		b		
		c		
	T	a		
		b		
		c		
	T1	a		
		b		
		c		
	T2	a		
		b		
		c		
	T3	a		
		b		
		c		

T → Testigo
 T1 → Limo

T2 → Boñoga + Arena
 T3 → imbibición

Anexo 3. Tabla ANOVA Testigo VS Tratamiento 1 (Limo)

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	308,167	1	308,167	7,14	0,0557
Intra grupos	172,667	4	43,1667		
Total (Corr.)	480,833	5			

Anexo 4. Tabla ANOVA Testigo vs Tratamiento 2 (boñiga + arena)

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	37,5	1	37,5	0,78	0,4267
Intra grupos	192,0	4	48,0		
Total (Corr.)	229,5	5			

Anexo 5. Tabla ANOVA testigo vs Tratamiento 3 (imbibición)

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	181,5	1	181,5	3,90	0,1194
Intra grupos	186,0	4	46,5		
Total (Corr.)	367,5	5			

Anexo fotográficos

Anexo fotográfico 1. Construcción del vivero



Anexo fotográfico 2. Camas germinadoras



Anexo fotográfico 3. Tratamiento pregerminativo



Anexo fotográfico 4. Tratamiento pregerminativo



Anexo fotográfico 5. Desinfección del sustrato



Anexo fotográfico 6. Método de la imbibición



Anexo fotográfico 7. Germinación de la semilla en el testigo



Anexo fotográfico 8. Germinación de las semillas en el método de la imbibición



Anexo fotográfico 9. Primeras plántulas



Anexo fotográfico 10. Primeras plántulas



Anexo fotográfico 11. Plántulas



Anexo fotográfico 12. Plántulas

