

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LA GERMINACION DE
SEMILLAS DE CHOCHO (*Ormosia sp*), EN EL LABORATORIO DEL
INSTITUTO TECNOLOGICO DEL PUTUMAYO SEDE MOCOA
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO**

**JESUS ALBERTO CORAL PALACIOS
OSCAR FREINER RUIZ LUNA**

**INSTITUTO TECNOLOGICO DEL PUTUMAYO
FACULTAD DE INGENIERIA FORESTAL
MOCOA - PUTUMAYO
2017**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LA GERMINACION DE
SEMILLAS DE CHOCHO (*Ormosia sp*), EN EL LABORATORIO DEL
INSTITUTO TECNOLOGICO DEL PUTUMAYO SEDE MOCOA
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO**

**JESUS ALBERTO CORAL PALACIOS
OSCAR FREINER RUIZ LUNA**

Tesis Para Optar El Título De Ingeniero forestal

**Director de tesis
MILLER OBANDO ROJAS
Ingeniero Agroforestal**

**INSTITUTO TECNOLOGICO DEL PUTUMAYO
FACULTAD DE INGENIERIA FORESTAL
MOCOA - PUTUMAYO
2017**

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

“Los conceptos, afirmaciones y opiniones contenidas en el presente trabajo son responsabilidad única y exclusiva de sus autores, y no comprometen a Jurados, Asesores y al Instituto Tecnológico del Putumayo”.

DEDICATORIA

A Dios.

Por su amor, su infinita misericordia y por darme salud y la fuerza para ser perseverante en el día a día y lograr mis objetivos propuestos.

Dedico este trabajo a las personas que hicieron posible que llegáramos a realizar esta investigación.

A mis familiares.

A mi madre Luz Esperanza Palacios a mi padre Jorge Coral, que a un que ya no este en este mundo siempre fue el pilar de mis objetivos, a mi hermano Jorge Andrés Coral, a mi hijo Samuel Coral Mavisoy, mi esposa Rosa Elvira Mavisoy los cuales son la fuerza que mi impulsan día a día para salir adelante, a mi tío Jesús Bernardo Palacios que siempre quiso que alcanzara mis objetivos, y a todos mis familiares que de una u otra manera me apoyaron para alcanzar este objetivo.

A mis amigos y maestros

Al ingeniero Forestal Jhojan Jiménez quien fue la primera persona que me impulso a terminar mi carrera, a mi amigo de infancia Carlos Andrés Marroquín Luna, quien me apoyo a terminar mi carrera permitiéndome trabajar y estudiar al mismo tiempo y al ingeniero Miller Obando que siempre a querido lo mejor para sus estudiantes es un excelente profesional y un excelente ser humano.

JESUS ALBERTO CORAL PALACIOS

DEDICATORIA

A Dios.

Por su amor, por darme salud, la fuerza y la oportunidad de cumplir con uno más de mis objetivos.

A mis familiares.

A mi madre Teodolinda Luna Perafan a mi padre Rodrigo Ruiz Hernández, a mis hermanos Uber, Nidia, Sandro, Jazmín, a mi esposa Mildred Zúñiga a mis hijos Anghy Gabriela, Juan Pablo, quienes son el motor la fuerza que me impulsan para continuar cada día.

A mis amigos y maestros

Al Ingeniero Miller Obando por su apoyo incondicional y por brindar lo mejor de su conocimiento.

Gracias.

OSCAR FREINER RUIZ LUNA

AGRADECIMIENTOS

Le doy Gracias a Dios por darme la salud, fuerza y brindarme la oportunidad de cumplir con uno más de mis objetivos.

A toda mi familia, especialmente a mi madre, mi hermano, mi hijo, mi esposa y mi tío. Que me inculcaron siempre la importancia del estudio y de salir adelante. A pesar de todas las adversidades siempre estuvieron presentes, a mis dos grandes amigos Carlos Marroquín Luna y Jhojan Jiménez Parra y al ingeniero Miller Obando por su gran apoyo que de una u otra manera siempre me impulsaron para superarme. A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo y amistad y que DIOS los bendiga siempre junto con sus familiares.

Los quiero mucho y siempre voy a estar ahí cuando me necesiten. Mil gracias

JESUS ALBERTO CORAL PALACIOS

AGRADECIMIENTOS

Le doy Gracias a Dios por permitir culminar con uno más de mis objetivos propuestos.

A toda mi familia, especialmente a mi madre, mi padre mis hermanos, mi esposa y mis hijos. Que han estado siempre brindándome su apoyo.

A mis amigos maestros y compañeros de trabajo que me han aportado con su apoyo incondicional para cumplir con mi objetivo

OSCAR FREINER RUIZ LUNA

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN.....	10
1. TITULO	12
EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LA GERMINACION DE SEMILLAS DE CHOCHO (<i>Ormosia sp</i>), EN EL LABORATORIO DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DEL PUTUMAYO SEDE MOCOA DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.....	12
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	16
3. MARCO REFERENCIAL.....	17
3.1. Marco Conceptual.....	17
3.2. MARCO TEORICO	18
Aspectos generales de especies forestales.....	18
3.3. MARCO LEGAL	31
5. METODOLOGIA.....	34
➤ Localización.....	34
6. RESULTADOS PRELIMINARES.....	46
6.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	46
6.2. VELOCIDAD PROMEDIO DE GERMINACIÓN	50
CONCLUSIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	54

INTRODUCCIÓN

El manejo de algunas especies forestales nativas requiere de largos procesos investigativos. Tiempo que permiten generar la información básica requerida, sobre una especie o varias que podrían utilizarse con éxito en programas de reforestación de tipo protector o comercial.

En las regiones de la Amazonia Colombiana, se han venido desarrollando procesos de orden empírico en cuanto al manejo de algunas especies forestales entre ellas las de crecimiento rápido puesto que brindan alternativas de aprovechamiento a mediano plazo además de garantizar un fácil desarrollo en su etapa germinativa minimizando costos en su etapa inicial.

Este proceso se ha generado a partir de la sobre explotación de especies forestales con valor comercial en el mercado, que han sido extraídas a tal punto que tienden a desaparecer, entre ellas especies como el Cedro (*Cedrela Odorata*), Granadillo (*Platymiscium pimnatun*), etc, de esta misma forma la especie forestal Chocho (*Ormosia sp*), actualmente por sus características físicas y morfológicas se ha convertido en una especie con la misma tendencia, puesto que su valor comercial ha ganado un mercado nacional e internacional, exponiendo a la especie a un proceso de desaparición debido a sus bajos niveles de germinación natural.

Para este trabajo se ha seleccionado la especie de Cocho (*ormosia sp*), esta especie no tiene la capacidad de crecer a campo abierto, posee una amplia distribución natural y su madera es y comercial en el mercado. De acuerdo a esta

situación se ha establecido un ensayo para analizar desde su proceso pregerminativo hasta el crecimiento inicial con esta especie; sin embargo, hay un desconocimiento total en cuanto al procesamiento de la semilla, razón por la cual se han realizado pruebas que permitan establecer condiciones mínimas de manejo y establecimiento de esta.

Este trabajo ofrece una información preliminar sobre algunos tratamientos pregerminativos realizados en semillas de Chocho (*Ormosia sp*), mediante procesos de escarificación mecánica con infusión en agua durante un periodo de 24 horas. Otro Proceso con las mismas características pregerminativas es el de sometimiento a Ondas Magnéticas y como proceso comparativo el establecimiento de semillas sobre el mismo sustrato sin ningún tipo de tratamiento pregeminativo, con lo que se pretende establecer un protocolo pre germinativo de velocidad y porcentaje de germinación de la especie Chocho (*Ormosia sp*).

Vale la pena señalar, que la semilla de la especie Chocho (*Ormosia sp*), tienen una duración no reportada para la germinación sin ningún tipo de tratamiento. Esto muestra que hay un grado de latencia de la semilla, que no permite un fácil manejo en vivero y dificulta su uso en planes de reforestación

1. TITULO

EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LA GERMINACION DE SEMILLAS DE CHOCHO (*Ormosia sp*), EN EL LABORATORIO DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DEL PUTUMAYO SEDE MOCOA DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo inciden los diferentes tratamientos en los procesos de germinación de las semillas de **Chocho (*Ormosia sp*)** en condiciones de laboratorio?

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años la amazonia colombiana ha sufrido un alto grado de transformación en sus zonas boscosas, debido a la explotación ilegal de productos forestales, ejerciendo presión especialmente sobre especies forestales con gran valor comercial, como el Abarco, Caoba y Cedro y especies de árboles con otros usos como Palorosa y Canelo de los Andaquíes, especies que actualmente se encuentran vedadas para todo tipo de aprovechamiento a nivel nacional.

De igual manera el departamento del Putumayo hace parte del gran ecosistema amazónico que alberga uno de los entornos importantes del globo terrestre, por presentar un alto índice de biodiversidad, riqueza de especies, bosques primarios, bosques secundarios, bosques de galería y hábitats inundables que producen servicios ecosistémicos, siendo un sistema complejo único en el mundo.

Las especies promisorias de la Amazonia colombiana, constituyen un alto potencial por su aporte al sector forestal, Artesanal, alimenticio y agroindustrial,

sin dejar a un lado la importancia que tienen en la conservación de la fauna silvestre, suelos, recursos hídricos y en la preservación del conocimiento ancestral que se tiene del uso de estos recursos genéticos.

Esta región presenta una gran demanda en la comercialización de la madera, en los últimos 12 años se ha presentado un gran impacto ambiental negativo en los bosques primarios y secundarios; en los ecosistemas amazónicos, que se han degradado por la masiva e indiscriminada deforestación de los bosques, perdiendo biodiversidad, debilitando la ecología, los corredores biológicos, mal logrando los diferentes servicios ecosistémicos a la región amazónica.

Por otra parte, debido a la importancia ecológica y económica de esta especie, la falta de empleo, bajos ingresos económicos, se presenta una gran sobre explotación de la especie. Debido a la demanda a nivel nacional e internacional por comerciantes de productos forestales, artesanos, (Eduardo Rojas, representante de madereros del putumayo)

En la actualidad el impacto ambiental que se ha generado por la deforestación y la pérdida de la biodiversidad ha sido invaluable, las especies forestales maderables están siendo amenazadas, por el aprovechamiento forestal en bosques naturales de forma ilegal, según (Cardenas.D., 2002). Estas son algunas especies más amenazadas, el Cedro (*Cedrela dorata*), Chocho (*Ormosia sp*), Abarco (*Cariniana pyriformis*), Roble (*Quercus Humboldtii*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Comino (Anibas perutilis), en la región amazónica. En el departamento del putumayo las más movilizadas son; el Canalete (*Jacaranda copalla*), Amarillo (*Ocotea sp*), Arenillo (*Erisma uncinatum*), Achapo (*Cedrellina cataliformis*), Tara (*simarouba Amara*).

Según (Castro, 2002), muchos expertos forestales han considerado, como una de las debilidades más notorias y preocupantes de la industria maderera colombiana, la explotación selectiva y reiterada de especies altamente demandadas por su belleza o virtudes mecánicas, lo cual ha causado grandes

males a la estabilidad de los bosques y al sano desarrollo del comercio de las maderas.

Esta investigación está enfocada en la Evaluación de Diferentes Tratamientos en la germinación de semillas de Chocho (*Ormosia sp*); que según fuentes consultadas es muy poca la información sobre este tipo de investigaciones.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Uno de los principales problemas del sector forestal en Colombia es la subutilización de recursos forestales. Esta situación se ha expresado en dos formas: por un lado, la poca diversificación de los productos extraídos de los bosques, tanto a nivel de especies como de partes vegetales, y por otro, el gran desperdicio generado a lo largo de todo el proceso de extracción de la madera. El tipo de aprovechamiento forestal que se ha desarrollado en el país no ha permitido una regeneración sostenible de los recursos, sino que, por el contrario, propicia la deforestación masiva de los mejores terrenos forestales. (Cardenas D., 2007)

No obstante, el departamento enfrenta una gran problemática asociada al aprovechamiento de recursos madereros; la cual está relacionada con la baja presencia institucional que garantice la aplicación de lo establecido en el "Régimen de Aprovechamiento Forestal (DECRETO 1791., 1996). La baja generación y socialización del conocimiento científico y técnico para promover el uso racional de los recursos, la falta de planes adecuados de ordenamiento y manejo forestal, la utilización de tecnologías no apropiadas, la baja participación comunitaria y la falta de mecanismos para la distribución justa y equitativa de los beneficios, entre otras. (Cardenas D., 2007). Decreto 1076 de mayo 26 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"

Debido a la vulnerabilidad que presentan los ecosistemas Amazónicos del Putumayo, es necesario realizar investigaciones que permitan obtener conocimiento científico donde se identifiquen las características pre-germinativas óptimas de las semillas de las especies forestales, que generen conocimiento importante para la comunidad y que se garanticen la supervivencia de especies vulnerables.

La semilla es la base fundamental en el proceso de propagación de las especies forestales de la región del departamento del Putumayo, para generar conocimiento sobre su viabilidad, procesos pre-germinativos, germinativos, y de esta manera aportar bases de conocimiento científico sobre la propagación de ésta. Se ha seleccionado la especie Chocho (*Ormosia sp*), por su gran valor cultural y comercial, tiene un mercado con una alta demanda, en Colombia a un no se tiene un estudio sobre tratamientos de germinación, existe documentación de posibles usos de esta especie agentes patógenos o fitosanitarios, no se encontró información de rendimiento o crecimiento de esta especie en el departamento del Putumayo, por lo cual, se cree que es una especie que ha sido poco estudiada y se encuentra vacío en conocimiento científico para el departamento.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar diferentes tratamientos en la germinación de semillas de chocho (*Ormosia sp*), en condiciones de laboratorio del Instituto Tecnológico del Putumayo sede Mocoa departamento del Putumayo.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la viabilidad de la semilla Chocho (*Ormosia sp*) en diferentes tratamientos.
- Evaluar el porcentaje y velocidad de germinación de la semilla Chocho (*Ormosia sp*) en diferentes tratamientos.
- Establecer un protocolo de pre-germinación de la semilla Chocho (*Ormosia sp*).
- Evaluar el porcentaje y velocidad de germinación de la semilla de Chocho (*Ormosia sp*), mediante el método de electromagnetismo.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. Marco Conceptual

Pre-germinación: Proceso por el cual se estimula la semilla, sacándola del estado de latencia.

Germinación: Es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta.

Escarificación: Es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases.

Latencia: Es un factor biológico determinante donde la semilla retarda la germinación hasta que las condiciones ambientales sean favorables.

Propagación vegetal: Corresponde a un conjunto de procedimientos para incrementar la cantidad de plantas con el objeto de perpetuar individuos.

CITES: Es la convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre.

Capacidad de campo: Es el contenido de agua o humedad que es capaz de retener el suelo, luego de haber sido mojado.

Campo magnético: Puede estar producido por una carga puntual en movimiento o por un conjunto de cargas en movimiento, es decir, por una corriente eléctrica.

Inducción magnética: vector que mide la densidad de flujo magnético en una sustancia. Su unidad en el sistema internacional es el tesla.

Tesla (T): Es la medición de la fuerza (intensidad o corriente) de un campo magnético.

Bobina: Carrete sobre el que se enrolla hilo, alambre, etc. Parte de la que se efectúa la transformación de la corriente.

Radiación: Consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material. La radiación propagada en forma de ondas (rayos X, rayos UV, etc) se llama radiación electromagnética.

3.2. MARCO TEORICO

Aspectos generales de especies forestales.

Las diferentes especies arbóreas generan condiciones distintas de sombra y acumulación de hojarasca, determinantes de la abundancia de individuos reclutados y sobrevivientes. La selección de las especies promotoras de la restauración del bosque influirá en el porcentaje de individuos que permanecerán en cada etapa de la regeneración. Según (Montagini F., 2006).

En la investigación se utilizara la especie forestal de Chocho (*Ormosia sp*).

❖ Chocho (*Ormosia sp*)

Familia: Fabaceae

Género: Ormosia

Nombres comunes: Chocho, Noiy-ai (Murui)

Nombres indígenas: Tucu

Categoría CITES y posición nacional: No se encuentra registrada en los Apéndices CITES. No existen restricciones o vedas al aprovechamiento de la especie en Colombia 2002.

Descripción del árbol.

Árboles medianos de 60 cm de diámetro, alturas totales de 25 m, copa irregular. Ocupa el estrato medio en el bosque. Ramificación simpódica de hojas compuestas bipinadas alternas estípulas presentes y raíz pivotante. Fuste recto y cilíndrico, con modificación en la base de aletas, gruesas y bajas. Se desarrolla en alturas entre 50 y 500 msnm, con precipitaciones mensuales que exilan entre 222.7 mm, y temperaturas entre 5 hasta 45°C, suelos con características franco arenosas- y arcillo arenosas y PH neutro. ((s,f) FABACEAE 1995)

Características de la madera

- **Color de la madera:** Las capas externas(albura) de color marrón muy pálido y las capas internas(duramen) de color amarillo rojizo (Maderas peruanas S.A.C)
- **Brillo o lustre:** Moderado a brillante.
- **Olor:** Ausente, a ligeramente aromático.
- **Grano de la madera:** Entrecruzado
- **Veteado** *Arcos superpuestos, líneas verticales, satinado en bandas longitudinales anchas.*
- **Textura:** *gruesa*

Propiedades físicas y mecánicas de la madera

PROPIEDADES FÍSICAS

- Densidad básica: 0.60 gr/cm³
- Contracción volumétrica: 9.30 %
- Relación T/R: 2.10
- Contracción Tangencial: 6.40 %
- Contracción radial: 3.20 %

PROPIEDADES MECANICAS

Módulo de Elasticidad en flexión: 136.0 tn/cm²

Módulo de Ruptura en flexión: 838.0 kg/cm²

Comprensión Paralela: 443.0 kg/cm²

Comprensión Perpendicular: 71.0 kg/cm²

Corte paralelo a las Fibras: 105.0 kg/cm²

Dureza de lados: 650.0 kg/cm²

Tenacidad: 3.70 K

❖ Características dendrológicas de la especie forestal Chocho (*Ormosia sp*) en la selva amazónica baja.

Según (castillo 2010), el Chocho es un árbol dominante, con fuste recto y cilíndrico con modificación en la base de aletas tabulares redondas.

Su corteza externa, Color marrón claro a óxido, al raspado cremoso a blanquecino. Lenticelar, lenticelas dispersas de forma redonda, alargada, transversal y pronunciada, mayormente en la base del fuste. No se aprecia ritidoma, la corteza interna, Color crema oscuro a rosado pálido, internamente blanquecino, de textura arenosa-fibrosa. Albura amarillenta. Sin secreción y con olor característico. Las ramas terminales

Sección poligonal, leñosa, surcada por estrías hendidas longitudinalmente, color pardo verdoso a ferruginoso cuando son frescas, cubiertas en la superficie por pelos muy cortos y plegados. Hojitas terminales con duplicadas, pardo-negruzcas, las hojas son compuestas, pinnadas, alternas, imparipinnadas. Peciolos de 4,5 a 7,0 cm de largo, raquis de 10,5 a 17,0 cm de largo, pulvinados, canaliculados, cubiertos de pubescencia pardo-ferruginosa, peciolulo de 0,9 a 1,5 cm de largo, pulvinados, con 9 a 13 foliolos, opuestos, de forma oblonga de 5,9 a 22,2 cm, de largo y 3,0 a 9,5 cm de ancho, borde entero, ápice agudo, base redonda, consistencia cartácea, haz glabro, envés verde claro. Nervio principal

cubierto de pelos de color pardo, la nervadura secundaria prominente en el envés, frutos Legumbres de forma redondeada. Semillas de color rojo claro completamente o rojos con manchas negras.

Rasgos característicos para identificar en el bosque

Árboles medianos. Fuste con modificaciones de aletas redondas y bajas. Corteza externa marrón ferruginosa cuando está húmeda, al raspado cremoso. Corteza interna con olor característico.

Foliolos con la nervadura secundaria muy prominente en el envés, base redonda obtusa. Semillas de color completamente rojas o rojas con manchas negras según (Castillo Q 2010)

❖ Factores que intervienen en la germinación.

Las semillas no necesariamente germinan de inmediato ya que pueden permanecer en latencia, o tener baja viabilidad o las condiciones para germinación no son las apropiadas. Dentro de los factores externos se cuentan principalmente la humedad, temperatura, luz, oxígeno, CO₂ y sustrato. Los internos que intervienen son los promotores o inhibidores de la germinación, activación metabólica en general y la regulación genética particular. (Rodríguez – Nieto, 1999) Citado por (Solarte N., 2012).

La escarificación: Es una herramienta muy útil para esto. Consiste en aplicar cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para permearlas al agua y a los gases (Hartman y Kester, 1990) Citado por (Solarte N., 2012), y con la finalidad de propiciar su germinación.

- **Factores externos**

Agua: El agua tiene propiedades físicas que lo hacen un disolvente biológico ideal, por lo que juega multitud de papeles en los distintos procesos de la vida vegetal (Serrano, 2005) Citado por (Solarte N., 2012) es un factor completamente imprescindible en el proceso de la germinación. La semilla absorbe agua hasta la imbibición, lo que permite la activación de los procesos metabólicos. Dependiendo de la composición química de las semillas tiene mayor o menor nivel de imbibición. (Rodríguez – Nieto, 1999) Citado por (Solarte N., 2012).

Temperatura: Es un factor decisivo en el proceso de germinación. Su efecto se debe a su capacidad para influir sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla tras su rehidratación (Pérez y Martínez – Laborde, 1994) Citado por (Solarte N., 2012); ejerce un marcado efecto sobre la velocidad de entrada de agua en la semilla, siendo más rápida cuanto más alta es la temperatura. (JAMES, 1976).

Las semillas de especies tropicales suelen germinar mejor a temperaturas elevadas, superiores a 25°C, mientras que las especies originarias de zonas frías germinan mejor a temperaturas bajas como 5 – 15°C (Pérez y Martínez – Laborde, 1994) Citado por (Solarte N., 2012).

Luz: La luz es uno de los factores ambientales más importantes en el control de la germinación, su efecto en la germinación difiere en las distintas especies, algunas lo requieren otras no. El efecto de luz puede variar de acuerdo con las condiciones ambientales y se dice que la cantidad exigida puede variar entre 20.000 luz y 100.000 luz. La mayor importancia de la luz está relacionada con el papel en la fotosíntesis que es necesaria para fijar una cantidad diaria de CO₂, que compense la pérdida respiratoria y que incluso llega a modificar su estructura lo que se denomina etiolación o ahilamiento (VASQUEZ, 2001).

Oxígeno: La aireación es necesaria para que una semilla germine, pues el embrión necesita disponer del oxígeno suficiente para la obtención de la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas (PÉREZ, 1994) En el embrión, las cubiertas que lo recubren, debido a sus estructura, grosor, y/o propiedades bioquímicas de sus tejidos, pueden reducir su entrada y determinar la sensibilidad de las semillas a este gas. También es importante la interacción que puede haber entre el O₂ y otros factores ambientales como temperatura, la presión osmótica del medio de germinación, o luz, que pueden determinar la cantidad necesaria de O₂ en las semillas para germinar (Gutterman, et al, citado por Serrano, 2005) Citado por (Solarte N., 2012).

CO₂: La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de CO₂. De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas. La mayoría de las semillas germinan bien en atmósfera normal con 0.03% de CO₂. (CANDANOZA. W., 2005)

El nivel de CO₂ presente en el suelo depende de la profundidad, temperatura, niveles de humedad, porosidad, cantidad de actividad biótica y tasas de intercambio gaseoso con el aire (Egley, citado por Serrano, 2005) Citado por (Solarte N., 2012) Distintos estudios han demostrado que bajas concentraciones de CO₂, incrementan la germinación, mientras que altos niveles, la inhiben (Negm,etal,citados por Serrano, 2005) Citado por (Solarte N., 2012).

- **Factores internos**

Madurez de la semilla: Decimos que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico (Fuller y Ritchie, 1972). (Jean-Prost, 1970) Citado por (Solarte N., 2012).

Indica que 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. (Hess 1980) Citado por (Solarte N., 2012). Señala que aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones fisiológicas.

El mismo autor menciona que, 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 activas. (CANDANOZA. W., 2005). Las hormonas y sustancias inhibitoras no hormonales son controladores internos que regulan la germinación de semillas y se ajustan a las condiciones medio ambientales y metabólicas de las semillas. Las principales promotoras de la germinación son las giberelinas, ácido indolacético y citoquininas, compuestos que están presentes en pequeñas cantidades en la semilla y su síntesis responde a las características genéticas y respuestas específicas al medio ambiente (Rodríguez – Nieto, 1999) Citado por (Solarte N., 2012).

Sustrato: Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta (INFOAGRO, 2010). La semilla para germinar solo utiliza los nutrientes contenidos en sus tejidos de reserva (cotiledones y endospermo). Por lo tanto, el sustrato durante el proceso germinativo, únicamente requiere tener capacidad de mantener la humedad adecuada, permitir la entrada de oxígeno y luz a la semilla y evitar que los rayos del sol incidan directamente sobre ella (SEMICOL, s.f.).

La textura debe ser suelta para reducir la resistencia mecánica a la germinación, por lo tanto no es recomendable un sustrato con un alto porcentaje de tierra arcillosa, debido a que al germinar una semilla, esta empuja los cotiledones hacia arriba, por lo que, cuando se forma una capa dura (como es el caso con tierra arcillosa) encima de las semillas, parte de estas no pueden emerger y mueren tomado de (MANUAL DE VIVEROS DE ESPECIES FORESTALES, 2002)

❖ Fuentes productoras de semillas forestales

Según Nieto, (1999), existen las siguientes fuentes productoras de semillas: **Arboles semilleros:** Esta opción se ha utilizado en programas jóvenes o para especies que por su baja tasa de plantación anual, no ameritan esfuerzos mayores. Consiste en seleccionar y marcar fenotipos sobresalientes, ya sea en plantaciones o en bosque natural y coleccionar su semilla para el establecimiento de plantaciones.

Semilla de fuentes semilleros: Otra estrategia para la producción de semillas es coleccionar en rodales con características superiores al promedio, ya sea en plantaciones existentes, en bosque natural o establecerse desde el primer año para ese único propósito. Estos deben considerarse como una medida transitoria para producir semilla de mejor calidad genética a corto plazo, mientras se da tiempo para establecer otras formas más avanzadas de producción como lo son los huertos semilleros de clones o familias debidamente probadas. La identificación de las mejores fuentes de semilla, su evaluación y selección, forman uno de los principales componentes de cualquier programa de semillas forestales. Todo programa de reforestación debe considerar esta etapa fundamental, con el propósito de obtener material propagativo en el futuro inmediato de mayor calidad.

❖ **Recolección de semillas forestales**

Rudolf, citado por (PINEDA ESCOBAR, 1996), recomienda que para hacer una buena recolección de semillas es necesario seleccionar los árboles por sanidad, apariencia, vigor, estatura, edad y forma; afirma que las probabilidades de obtener semillas con alta germinación y buenas cualidades de conservación son mejores si las semillas se recolectan cuando están maduras y antes de que hayan sufrido deterioro en el árbol o en el suelo.

El mismo autor afirma que para algunas especies de árboles, la mejor época de recolección es cuando las primeras semillas empiezan a caer naturalmente, sin embargo, las operaciones a gran escala deben principiar antes de ese tiempo para evitar pérdidas sustanciales en la calidad de la semilla.

Determinación de las épocas de recolección. Antes de emprender una campaña de recolección de semillas, se deberá percatarse si la especie de interés ha entrado a la época de maduración de sus frutos. Dado la versatilidad geográfica de nuestro país, las épocas de maduración de los frutos de nuestra flora forestal tanto de clima templado como tropical varía de una localidad a otra, no existiendo épocas bien definidas para la maduración de los frutos de una especie en particular, preferiblemente cuando esta goza de amplia distribución. Por tal motivo es conveniente contar con un registro fenológico local que permita determinar las épocas de fructificación de las especies más importantes.

Métodos de recolección. El proceso de recolección de semillas forestales es mucho más complicado que el proceso equivalente en agricultura, debido a que los árboles presentan características especiales en su distribución, tamaño y naturaleza de los frutos, que hace muy difícil su recolección. Dada las dificultades y el rango de características que tienen los árboles, se encuentra una gran variedad de técnicas, desde las más sencillas y prácticas hasta la más complicada de técnicas manuales y técnicas avanzadas usando maquinarias.

❖ **Propagación por semillas**

El uso de semilla de alta calidad genética, fisiológica y sanitaria en los programas de reforestación y demás cultivos a largo plazo garantiza en el futuro árboles adultos sanos, vigorosos y sobre todo productivos, que en el momento de la cosecha permitan una máxima rentabilidad de la inversión.

- **Factores que afectan la viabilidad de la semilla durante el transporte y almacenamiento.**

La semilla es un ser vivo y por lo tanto es susceptible a temperaturas extremas o a sus oscilaciones bruscas, es sensible a los rayos directos del sol, a la humedad que favorece la aparición y crecimiento de organismos patógenos como bacterias, hongos y al ataque de insectos plagas. Si se almacena en cuartos o bodegas con deficiente ventilación se aumenta la humedad relativa del ambiente y se produce una absorción de humedad por la semilla; si el empaque es semipermeable o no es hermético la posterior condensación de agua sobre la superficie de esta o sobre el empaque eleva la actividad microbiana y por ende la temperatura a un grado tal que puede quemar las partes sensibles de la semilla. También la semilla es afectada por el almacenamiento o transporte junto con herbicidas, sustancias corrosivas como óxidos de nitrógeno, ácidos o álcalis. Si los empaques herméticos son abiertos y colocados en bodegas donde se almacenan granos, pueden sufrir perforaciones por coleópteros.

- **Análisis de calidad de semilla**

La información confiable sobre la calidad de la semilla es de gran importancia para operaciones tales como: la planeación de la recolección, procedimiento para el procesamiento, monitoreo de la calidad del producto, certificación, comercialización, almacenamiento, siembra y producción, por lo tanto se deben usar métodos de análisis confiables y estandarizados. De acuerdo a las normas internacionales para el ensayo de semillas establecidas por él ISTA (International Seed Testing Association) y adoptadas por Colombia (ISTA, 1 996). Se desarrollan las siguientes pruebas:

Prueba de germinación: El ensayo de germinación es un método fisiológico que permite evaluar tanto la viabilidad como el vigor de las semillas de manera directa tomando como base su capacidad y energía germinativa bajo condiciones ambientales favorables y desfavorables. Es la prueba más importante y contundente para conocer la viabilidad y vigor de las semillas.

Prueba de viabilidad: La viabilidad y el vigor de una semilla son dos conceptos diferentes pero estrechamente relacionados entre sí. La viabilidad se refiere a la capacidad potencial que tiene la semilla para germinar bajo condiciones favorables. Bajo este concepto la viabilidad está considerada como un sinónimo de capacidad germinativa. El vigor está considerado como el funcionamiento superior de un genotipo capacitado para germinar rápidamente y producir una plántula sana y bien conformada, capaz de sobrevivir bajo diversas condiciones medio ambientales.

La prueba de viabilidad más simple y rápida es la inspección ocular de las semillas que se abren con un cuchillo o bisturí. Si el endospermo es de color y textura normal con un embrión de color brillante y bien desarrollado, se espera que tenga buena probabilidad de germinar.

Prueba de sanidad: El objetivo es determinar el estado sanitario de un lote. La sanidad de la semilla se refiere principalmente a la presencia o ausencia de organismos causantes de daños por la observación de los síntomas y signos de enfermedades, tales como hongos, bacterias, virus o la evidencia de insectos o sus daños causados. Este análisis es muy importante para evitar la propagación de plagas y enfermedades en lugares donde no han sido reportados. (Triviño T, 2005).

Prueba de viabilidad utilizando tetrazolio

El objeto de esta práctica es hacer una estimación rápida de la capacidad germinativa de un lote de semilla.

Materiales y métodos

1) Soluciones: Prepare una solución de tetrazolio al 1% p/v, disolviendo 5 g de la sal en 500 ml de agua destilada. El pH de la solución debe estar comprendido entre 6 y 8, para lograr una tensión óptima. Si el pH final de la solución es 4 o menos, entonces agregue a la solución de tetrazolio 1.816 g de KH_2PO_4 y 3.563 g de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Envase la solución restante en una botella ámbar y en un sitio oscuro y fresco.

2) Preparación de las semillas para el ensayo: La interpretación de los resultados se facilita cuando la semilla se ablanda en agua antes de seccionarla o punzarla (para facilitar la penetración del reactivo). El ablandamiento se puede lograr colocando las semillas sobre toallas húmedas de papel (12-16 horas) o colocándolas en un beaker con agua durante 3-4 horas a 30°C.

3) Preparación de la semilla para tinción: Haga un corte a lo largo del eje longitudinal de la semilla con una navaja afilada. Es conveniente que remueva las semillas del papel toalla una a una para evitar que sequen y endurezcan. Una vez que haya hecho el corte a 100 semillas, distribúyala en sendos platos petri y cúbralos con la solución de tetrazolio al 0.1%. Coloque las muestras en una cámara de incubación a 45°C durante dos horas.

Interpretación de los resultados: La interpretación inteligente de los resultados obtenidos depende de (1) conocimiento de las estructuras de la semilla, (2-) conocimiento de los mecanismos de la prueba y sus limitaciones, (3-) combinación de las características de la tinción obtenida con otros rasgos visibles de aspectos de calidad, (4-) experiencia en efectuar ensayos comparativos de germinación.

Debe tenerse en consideración que el tejido embrionario sano absorbe el TZ lentamente y por lo tanto el color desarrollado es rojo pálido. Tejidos embrionarios afectados por envejecimiento, congelación o daño mecánico tiende a teñirse de

rojo intenso. La presencia de tejido firme y sin tinción es reflejo de la no penetración de la solución de TZ y no necesariamente tejido muerto.

Cambios bruscos de color entre tejidos firmes, tejidos normalmente y tejidos flácidos no teñidos indican que éste último es tejido muerto. Debe también, además del color y sus tonos, ponerse atención a otros factores. Turgor de los tejidos, presencia de fracturas, cavidades hechas por insectos debe anotarse.

El analista debe estar familiarizado con la localización de áreas meristemáticas en los embriones. En leguminosas y otras semillas de dicotiledóneas los tejidos meristemáticos se localizan en la plúmula y la radícula. Expresión numérica de resultados Calcule el porcentaje de semilla viable de cada repetición. Conviene y calcule el resultado promedio de cada muestra. Compare sus resultados con los obtenidos mediante la prueba standard de germinación. (SEMILLAS)

❖ **Tratamientos pregerminativos.**

Consiste en la aplicación de cualquier tratamiento mecánico, físico y/o químico que se aplica a una semilla o grupo de ellas, con el objetivo de hacerlas germinar más rápidamente y en mayor cantidad. Las semillas de algunas especies tienen una cubierta protectora y la germinación sólo inicia cuando el agua penetra esa cubierta. Los tratamientos pregerminativos más comunes y usuales son los mecánicos (ej. lijar parte de las semillas con una lima o hacerles un pequeño corte o agujero) y los de maceración (ej. remojo en agua fría, choque térmico). No obstante, existen especies cuyas semillas “dormantes” no germinan hasta pasar por un largo periodo de latencia que puede durar incluso años sin encontrarse tratamiento alguno que logre acortar dicho periodo. (Román F. De Liones Rivieth., 2012).

Campo magnético

El campo magnético producido por una corriente circular en un punto de su eje. Las bobinas de Helmholtz formadas por dos bobinas iguales, paralelas, separadas una cierta distancia son frecuentes en los laboratorios de Física para producir campos magnéticos casi uniformes en el eje de las bobinas.

En muchos dispositivos que utilizan una corriente para crear un campo magnético, tales como un electroimán o un transformador, el hilo que transporta la corriente está arrollado en forma de bobina formada por muchas espiras. (García., 2016)

Equipo de estimulación electromagnética

La adecuación del equipo de estimulación electromagnética consiste en el montaje de un circuito para generar campos electromagnéticos de dos tipos: continuos y alternos. Los campos electromagnéticos, constan de un solenoide o bobina, un amperímetro para medir la corriente y una fuente de poder conectados en serie.

3.3. MARCO LEGAL

Constitución Política de Colombia de 1991, elevó a rango constitucional el tema ambiental, recogiendo los principios y derechos consagrados en el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección al Medio Ambiente. La carta constitucional establece las bases legales que instrumentalizan políticas de intervención del Estado sobre el manejo de los recursos naturales en el país. Constitución Política de Colombia (1991).

Ley 99 de 1993, retoma los principios constitucionales y sienta las bases para el nuevo ordenamiento ambiental en el país estableciendo el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y como su ente rector al Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial- MAVDT).

A partir de este nuevo marco regulatorio, se expiden una serie de normas para estimular las actividades de reforestación a través de incentivos o reconocimientos económicos como la Ley 139 de 1994 con la cual se establece el Certificado de Incentivo Forestal (CIF). Bajo este marco y con el objeto de reglamentar la ley, el Gobierno Nacional emite el Decreto 1824 de 1994 y el

Decreto 900 de 1997, que regulan temas relacionados con el Certificado de Incentivo Forestal.

Con la Ley 165 de 1994, Colombia ratifica el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), que busca que a nivel mundial se conserve la diversidad biológica y su utilización sostenible, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. El artículo 8 del Convenio, compromete a cada país contratante a la conformación de un sistema de áreas protegidas, hoy considerado el instrumento más importante para la conservación in situ de la biodiversidad. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN, 2008).

Posterior a la ratificación del CDB el Gobierno Nacional promulgó en 1997 la Estrategia para la consolidación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP, el cual traza las líneas programáticas para la ampliación de la representatividad ecológica y biogeográfica de las áreas protegidas, la conservación de la biodiversidad mediante la articulación de subsistemas regionales y locales de áreas protegidas con la activa participación de la sociedad civil.

Para 1996 como parte de esta nueva institucionalidad ambiental, el Ministerio del Medio Ambiente formula la Política de Bosques (CONPES 2834 de 1996), teniendo como objetivo general lograr el uso sostenible de los bosques, con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población. En desarrollo de este y para actualizar la normatividad forestal a los nuevos conceptos y exigencias de la Ley 99 de 1993, se desarrolla el Decreto 1791 de 1996 o régimen de aprovechamiento forestal, que regular las actividades de la administración pública y de los particulares respecto al uso, manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques y la flora silvestre con el fin de lograr un desarrollo sostenible.

Decreto 1454 de 1942, en el cual se reglamentan disposiciones sobre las zonas forestales protectoras y se inserta por primera vez una definición para Bosques de interés general, Bosques públicos y se dictan disposiciones relacionadas con aprovechamiento y fomento forestal. El Ministerio de hacienda y crédito público, El Ministerio de la economía nacional, (1942).

Ley 2a. de 1959, en la que se crean siete (7) grandes Reservas Forestales, marca en el país una nueva conceptualización sobre el desarrollo de la economía forestal, la protección de suelos y la vida silvestre. Sin embargo, No son áreas protegidas, sin embargo en su interior se encuentran áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP y territorios colectivos. Ministerio de la Economía Nacional, el Inderena y el Ministerio de Ambiente, (1959)

DECRETO 1791 DE 1996, Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal. Se establecen los lineamientos que rige la norma, la conceptualización de los tipos de aprovechamiento. Regimen De Aprovechamiento Forestal, (1996)

Para el año 2000 y con el objeto de ofrecer una visión estratégica de la gestión forestal nacional que trascienda los períodos de Gobierno al constituirse en una política de Estado, se formula el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (PNDF) (CONPES 2135 de 2001).

Decreto 1076 De 05 Octubre De 2015, por el que se efectúan unas precisiones al decreto 1076 de 2015, por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. Ministro de ambiente y desarrollo sostenible, (2015).

4. HIPÓTESIS

Los diferentes tratamientos de pre-germinación, en las semillas de Chocho (*Ormosia sp*) tendrán efecto en el % de germinación y velocidad de germinación.

Hipótesis Nula: Los diferentes tratamientos de pre-germinación, en las semillas de Chocho (*Ormosia sp*) no tendrán ningún efecto en el % de germinación y velocidad de germinación.

Hipótesis Alterna: Los tratamientos de pre-germinación, en las semillas de Chocho (*Ormosia sp*) por lo menos alguno tendrá un efecto en el % de germinación y velocidad de germinación.

5. METODOLOGIA

➤ Localización.

El presente estudio se realizará en las instalaciones del laboratorio del Instituto Tecnológico del Putumayo de la ciudad de Mocoa, departamento del Putumayo, ubicado sobre las coordenadas geográficas N, 1047038 W, 0620073 N con temperatura promedio anual de 27°C y altura promedio de 675. m.s.n.m.

Para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación se estructuró en tres fases y así obtener los resultados esperados.

Fase 1. Planificación diseño experimental

Recolección de Semillas.

Las semillas de Chocho (*Ormosia Sp*), que se utilizarán para el desarrollo de la investigación se obtendrán, de individuos localizados en la vereda la Cofania del municipio de Villagarzón, los cuales deberán presentar características fenotípicas de un árbol plus. Para la recolección se utilizarán trampas en anejo de 2 metros por 2 metros ubicadas a 1,20 metros del suelo, de la misma forma se desarrollara de forma manual de las identificadas en el suelo, También se georeferenciara los individuos seleccionados para dicha actividad. Estas semillas serán almacenadas

en bolsas herméticas, para ser trasladadas al laboratorio del Instituto Tecnológico del Putumayo sede Mocoa.

Las semillas se conservaran siendo almacenadas a una temperatura ambiente en bolsas plásticas para proteger los granos o semillas contra insectos y patógenos, conservando su viabilidad hasta el momento de la siembra.

Una vez recolectados las semillas sé transportaron en bolsas plásticas al sitio de procesamiento donde se colocaran al sol sobre cartón y se dejan secar a campo abierto de dos a tres días. Posteriormente se procede manualmente a extraer las semillas, seleccionando las que presenten malas condiciones y las que tienen mejores características fisiológicas.

La semilla de chocho (*Ormosia sp*) se conservan almacenadas a una temperatura ambiente en bolsas plásticas para proteger los granos o semillas contra insectos y patógenos, conservando su viabilidad hasta el momento de la siembra.

Imagen 1,3: Semillas de Chocho (*Ormosia sp*)



Fuente: este trabajo.

➤ **Germinadores**

Para la germinación de las semillas de Chocho (*Ormosia sp*), se realizara la construcción de germinadores a base de paneles de cartón e incluyendo una base metálica tubular como soporte para los paneles de germinación.

Imagen 3,4: Germinador



Fuente: este trabajo.

➤ **Desinfección de sustratos y semillas.**

Los sustratos fueron obtenidos de la empresa LUNAGRO SAS, empresa que trabaja con proyectos productivos y por lo tanto cuentan con material orgánico tratado y de venta al público en presentaciones de bultos de 40 kilos listo para su respectiva utilización.

Por consiguiente, para la desinfección de las semillas se tiene previsto aplicar una sustancia en polvo, que ataca los hongos en las semillas, denominada comercialmente Vitavax.

Imagen 5: Sustrato



Fuente: este trabajo

➤ **Tratamientos**

A continuación se describirán los siguientes tratamientos, métodos propuestos por (Hartmann, 1990)

- ✚ **La escarificación mecánica.** Se realizara un lijado con una lija numero ochenta (80), sobre los cuatro lados de la semilla incluyendo en la parte del embrión.
- ✚ **Tratamiento CON AGUA:** Se expuso la semilla durante un periodo de 24 horas, con el propósito de buscar un ablandamiento de la testa, lo que permitirá acelerar el proceso de germinación de la semilla.
- ✚ **Sin tratamiento-control:** para este proceso y tratamiento, las semillas se siembran sobre el mismo sustrato al cual no se le aplicaran tratamientos pregerminativos, con el fin de analizar su comportamiento y realizar las respectivas comparaciones con respecto a las semillas tratadas.
- ✚ **Campo magnético:** Se crearan campos magnéticos en las bandejas de germinación, donde se trabajará con Corriente alterna de 110 hertz, con

una intensidad de campo de 30 y 60 militeslas y con Corriente continua, con una intensidad de campo de 30 y 60 militeslas.

Imagen 6,7: Lijado e infusión en agua



Fuente: este trabajo.

Imagen 8,9: Replicas



Fuente: este trabajo.

Especie Chocho (*Ormosia sp*).

- Para el especie Chocho (*Ormosia sp*) se aplicaran cuatro (4) tratamiento de pre-germinación, tratamiento 1; control el cual no tendrá ningún

tratamiento. 2; Escarificación Mecánica más infusión en agua durante 24 horas, tratamiento 3; campo magnético, tratamiento 4; escarificación mecánica más campo magnético.

- El diseño experimental para la Especie Chocho (*Ormosia sp*) se aplicara mediante el modelo lineal general factorial 3 X 3, que incluirá tres (3) factores o tratamientos con un mismo sustrato, con tres (3) replicas cada uno y con un numero de 100 semillas por unidad de prueba.
- El modelo estadístico propuesto para el diseño experimental será el siguiente: $y = \mu + Es + Cm + Es *Cm + E$, este se aplicara, para evaluar las variables; Porcentaje (%) de germinación y la velocidad de germinación por día, desde el primer día, hasta la germinación de las semillas de Caracolí (*Osteophloeum platyspermum*).

y = Variables a evaluar (% de germinación, Velocidad de germinación)

μ = Promedio.

Es = Tratamiento Escarificación Mecánica.

Cm = Tratamiento campo magnético

Es*Cm = Interacción Escarificación mecánica + campo magnético.

E = Error estándar.

Tabla 1: Tratamiento Pre-Germinativos para la especie Chocho (*Ormosia sp*) en condiciones de laboratorio.

Sp	Tratamiento	Frecuencia	Intensidad de Campo	Tiempo de Radiación	100 Semillas por Replica	
Chocho (<i>Ormosia sp</i>)	1. Sin tratamiento Control	0	0	0	R. 1	
					R.2	
					R. 3	
	2. Escarificación Mecánica (lijado)+infusión en agua 24 horas	0	0	0	0	R. 1
						R.2
						R. 3
	3. Campo Magnético.	Corriente Alterna 110 Hz	30 mT	12 horas	R. 1	
					R.2	
					R. 3	
			24 horas	R. 1		
				R.2		
				R. 3		
		60 mT	12 horas	R. 1		
				R.2		
				R. 3		
			24 horas	R. 1		
				R.2		
				R. 3		
	Corriente Continua	30 mT	12 horas	R. 1		
				R.2		
				R. 3		
		24 horas	R. 1			
			R.2			
			R. 3			
60 mT	12 horas	R. 1				
		R.2				
		R. 3				
	24 horas	R. 1				
		R.2				
		R. 3				
4. Escarificación Mecánica + Campo Magnético	Corriente Alterna 110 Hz	30 mT	12 horas	R. 1		
				R.2		
				R. 3		
		24 horas	R. 1			
			R.2			
			R. 3			

			60 mT	12 horas	R. 3
					R. 1
					R. 2
				R. 3	
				R. 1	
				R. 2	
		Corriente Continua	30 mT	12 horas	R. 3
					R. 1
					R. 2
				24 horas	R. 1
					R. 2
					R. 3
60 mT	24 horas	R. 1			
		R. 2			
		R. 3			
	12 horas	R. 1			
		R. 2			
		R. 3			

Fuente: este trabajo.

➤ **Procedimiento de la semilla de Chocho (*Ormosia sp*), en el Laboratorio.**

Se realizará el conteo de cinco mil quinientas (5.500), semillas de Chocho (*Ormosia sp*), en total. Para luego clasificar las 600 semillas por los 8 niveles de intensidad de campo, y para los tratamientos; control y escarificación mecánica 300 semillas por cada uno.

Posteriormente se pesaran las semillas y se realizará el test en tetrazolio con 100 semillas obtenidas de forma aleatoria del lote de semillas, con el fin de realizar una evaluación rápida de la viabilidad de las semillas. (Galerani P, 1998).

➤ **Bandejas de pre-germinación:** Para los diferentes tratamientos a evaluar se *utilizaran* bandejas de aluminio calibre número 2, las cuales tendrán 97 centímetros de largo por 53.6 centímetros por 5 centímetros de espesor,

en las cuales se suministrará el sustrato como lo muestra la siguiente imagen

Tratamiento 1: Escarificación Mecánica

Se procede al lavado de la semilla para dejar retirar las impurezas como polvo y vestigios del fungicida utilizado para la conservación de la semilla. Posteriormente se realizara el respectivo secado para realizarles el tratamiento. Este consistió en un Lijado con lija número 80, este se realizó sobre los cuatro (4) lados de la semilla con el fin de estimular la semilla con mayor rapidez, sacándolas del estado de latencia.

Imagen 10,11: Semilla con proceso de lijado



Fuente: este trabajo.

Posteriormente se procedió a siembra de las semillas de acuerdo al tipo de tratamiento con tres réplicas de 100 semillas cada replica (T1, T2, y T3) con la finalidad de exponer las semillas al mismo tiempo.

Imagen12, 13: Siembra de semillas tratadas.



Fuente: este trabajo.

✚ Segundo tratamiento: Campo magnético

Para este tratamiento se utilizarán bobinas, las cuales se ubicarán en la parte inferior de la bandeja de germinación, las cuales emitirán un campo magnético que estimulará la germinación de las semillas, para ello se aplicará corriente continua y alterna con una frecuencia de 60 Hz, e intensidades de campo de 30 y 60 mT en tiempos de radiación de 12 y 24 horas.

Para finalizar se procederá a sembrar las semillas simultáneamente en los diferentes tratamientos.

Fase 2. Proceso de investigación en Laboratorio

La investigación se realizó en el laboratorio del Instituto Tecnológico del Putumayo, los equipos y herramientas a utilizar son los siguientes:

- ✓ Bandejas de germinación.
- ✓ Beacker de 5L
- ✓ Beacker 1L
- ✓ Tijera de poda
- ✓ Lija No. 150
- ✓ Termómetro
- ✓ Tetrazolio al 1%

- ✓ Erlenmeyer 2 Litros
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Papel periódico
- ✓ Bolsas plásticas herméticas
- ✓ Temperas, pinceles
- ✓ Anjeo
- ✓ Piola
- ✓ Guantes quirúrgicos
- ✓ Tapabocas
- ✓ puntillas
- ✓ lamina de aluminio calibre número 2 para la construcción de germinadores
- ✓ metro
- ✓ planillas de seguimiento.

- Las actividades concernientes a la pre-germinación consistió en aplicar dos tipos de tratamientos, los cuales serán ubicados en paneles de cartón expuestos sobre una base metálica, que a su vez estará bajo sombra, expuestos a temperatura ambiente en las instalaciones del laboratorio del Instituto Tecnológico del Putumayo. una vez realizada la siembra, el sustrato se mantuvo húmedo aplicando riegos cada 48 horas para evitar la saturación y posibles patógenos por el alto grado de humedad que se pudiera presentar.

- La obtención de datos se alcanzó por medio de la verificación y seguimientos establecidos desde el primer día de la germinación, examinando cada unidad experimental que contaba con cien (100) semillas por cada replica, durante un periodo de treinta días (30) desde el día de la siembra.

➤ **Evaluación de Parámetros**

- **Porcentaje de germinación:** Según A. Aljaro. Para obtener el porcentaje de germinación de las plántulas se realizara mediante la siguiente formula, esta se aplicara teniendo en cuenta los dos tratamientos.

Tabla 2: Fórmula empleada para el cálculo del porcentaje de germinación.

$$\frac{\text{Numero de semillas geminadas}}{\text{Número total de semillas}} \times 100 = \text{Porcentaje de germinación}$$

- **Velocidad de germinación:** se realizara mediante un registró de germinación cada 48 horas, durante 30 días después de la siembra, considerando germinadas las semillas cuando presenta emergencia de las radículas. Su cálculo se obtendrá mediante la relación de semillas germinadas con el tiempo de germinación, y se calcularan de acuerdo con fórmula propuesta (Oyola, *et al*, 2008) citado por (Solarte N., 2012) que se muestra en el siguiente tabla:

Fórmula empleada para el cálculo de la velocidad de germinación.

Variable	Ecuación	Unidades
Velocidad de germinación	$VG = \Sigma \left(\frac{N_i}{T_i} \right)$	<i>Semillas germinadas/ día</i>

VG = velocidad de germinación.

N_i = número de semillas germinadas en el i-ésimo día.

T_i = tiempo en días, para la germinación en el i-ésimo día.

Sustratos

- **Tierra Natural:** Sera un sustrato orgánico, acto para los procesos de siembra.

En cada hueco del panel de cartón se colocaron 80 gramos de sustrato, en 300 huecos para los dos tratamientos para un total de sustrato de 24.000 gramos por los dos tratamientos equivalentes a 24 kilos.

La siembra se realizó colocando las semillas de forma lateral con el objetivo de presenciar la emergencia de las radículas en las semillas.

Imagen14: Camas de germinación



Fuente: este trabajo

6. RESULTADOS PRELIMINARES

6.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

El porcentaje de germinación de las semillas de Chocho (*Ormosia sp*) con dos tipos de tratamientos y sobre un mismo sustrato, fueron evaluados por treinta 30 días, esta semillas se determinaron como germinadas cuando se observó la emergencia de la plúmula.

Imagen 15: emergencia de la plúmula.



Fuente: este trabajo,

El factor con los dos (2) tipos de tratamientos, en interacciones con el mismo sustrato, presenta que el mejor porcentaje de germinación es el factor de Escarificación Mecánica y exposición al agua, con un porcentaje de un 26 % de semillas germinadas, con respecto a un porcentaje del 0.033 %. Sin Tratamiento pre germinativo (Control)

Se puede analizar que los datos resultados con respecto al tipo de tratamiento, con interacciones al sustrato de abono orgánico, correspondió a un total de 78 semillas germinadas en un periodo de 30 días, teniéndose en cuenta las tres

replicas con un numero de 100 semillas cada una, obteniéndose un porcentaje de germinación equivalente al 26%; mediante el proceso de **Escarificación Mecánica e inmersión en agua durante 24 horas**, con una velocidad de germinación de 0.86 semillas por día, concluyéndose de esta manera que la especie forestal Chocho (*Ormosia sp*) tiene un bajo porcentaje de germinación con un tratamiento pre germinativo de escarificación mecánica con suelos de sustrato orgánico.

Tabla 3: Fórmula empleada para el cálculo de la velocidad de germinación.

Variable	Ecuación	Unidades
Velocidad de germinación	$VG = \Sigma \left(\frac{N_i}{T_i} \right)$	Semillas germinadas/ día

VG = velocidad de germinación.

N_i = número de semillas germinadas en el i-ésimo día.

T_i = tiempo en días, para la germinación en el i-ésimo día.

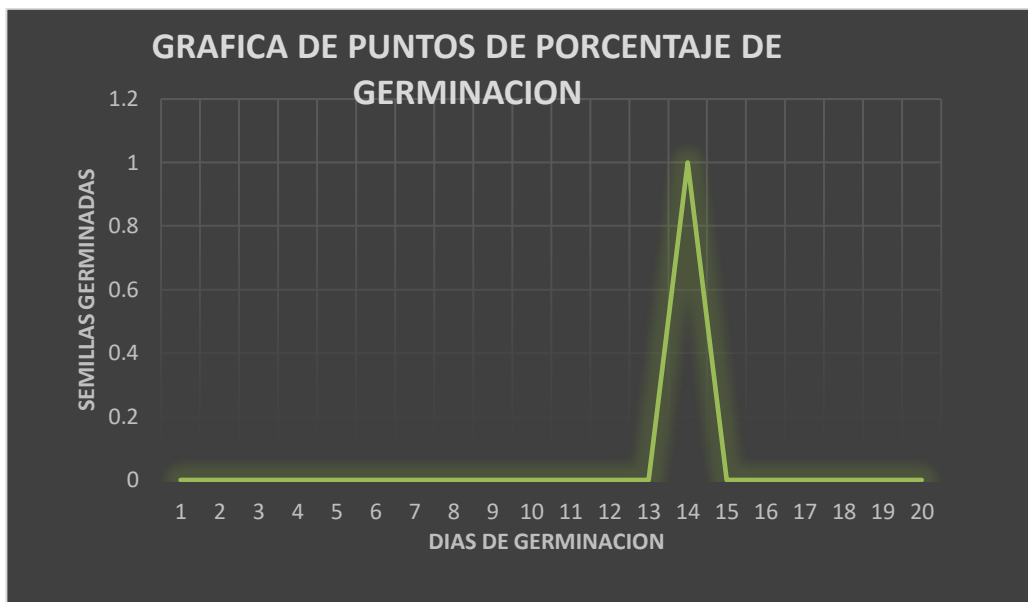
Grafica 1: Porcentaje de Germinación frente a los factores de los dos tratamientos.



Fuente: este trabajo.

En la anterior gráfica se puede analizar que los puntos muestran un porcentaje de germinación de la especie Chocho (*Ormosia sp*), con tratamiento de escarificación mecánica con infusión en agua durante 24 horas, presento un porcentaje de germinación correspondiente al 26% en un periodo de tiempo de 30 días.

Gráfica 2: Porcentaje de Germinación, replica sin tratamiento



Fuente: este trabajo.

Mientras que el factor 2 (sin tratamiento), tuvo un déficit en el porcentaje de germinación, obteniéndose un resultado de 0,033 % de semillas germinadas de un total 300 correspondiente a las tres réplicas y con una velocidad de germinación del 0.011 de semillas germinadas por día, demostrándose así que la escarificación mecánica presenta un mayor índice de germinación, como se indica en la gráfica anterior.

La repuesta de germinación con respecto a los dos tratamientos se debe posiblemente a las condiciones ya sean climáticas o de suelos o simplemente a

la fisiología de la semilla que presenta una etapa de dormancia que aún no se ha podido establecer y así poder identificar las condiciones ideales y tiempos propicios para su normal propagación y desarrollo. De igual manera se deber tener en cuenta que las condiciones del sustrato en un ambiente natural presentan variabilidad en cuanto a los porcentajes de acidez, humedad relativa, brillo solar, entre otras condiciones las cuales brindaran garantías favorables para su normal desarrollo.

6.2. VELOCIDAD PROMEDIO DE GERMINACIÓN

El día 17 de Junio de 2017 se realizó la siembra de las semillas de Chocho (*Ormosia sp*), evidenciándose el día 22 de Junio las primeras semillas germinadas, con características fisiológicas como la emergencia de la plúmula. El registro se realizó haciendo la verificación cada dos días, por un periodo de tiempo de 30 días desde el momento de la siembra y de esta manera calcular la velocidad promedio de la germinación que correspondió al 0.86 semillas día con tratamiento y el 0.011 semillas/día sin tratamiento, en las mismas condiciones de sustrato.

Analizando los resultados de la interacción de la velocidad promedio de germinación, se presenta que el mejor tratamiento, es el factor de Escarificación Mecánica con infusión en agua durante 24 horas, con una media de (0,86).

por lo tanto para obtener una mejor velocidad promedio de la germinación de la especie forestal Chocho (*Ormosia sp*) se recomienda realizar un tratamiento a las semillas mediante el escarificación mecánica e infusión en agua durante un tiempo estimado de 24 horas y no es recomendable realizar la propagación de esta especie forestal sin ningún tipo de tratamiento teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante el proceso de seguimiento, donde se verifico la eclosión de una sola semilla de un numero de 300, donde se evidencio que la velocidad promedio de la germinación es baja o nula, ya que requiere de más tiempo para la germinación de esta especie forestal.

Tabla 1: Resultados del porcentaje de germinación y velocidad de germinación por Replicas en los dos tratamientos.

ESPECIE	TRATAMIENTOS	SUSTRATO	Promedio de Replicas	% GERMINACIÓN	VELOCIDAD DE GERMINACIÓN POR DIA
Chocho(<i>Ormosia sp</i>)	1. Sin Tratamiento-Control	Sustrato	R 1	0	0
			R 2	1	0.011
			R 3	0	0
	2. Escarificación Mecánica	Sustrato	R 1	31	1.03
			R 2	23	0.76
			R 3	24	0.8

Fuente: este trabajo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de la interacción de la velocidad promedio de germinación, se presenta que el mejor tratamiento, es el factor de Escarificación Mecánica con infusión en agua durante 24 horas, con una media de (0,86), en un sustrato de abono orgánico.

por lo tanto para obtener una mejor velocidad promedio de la germinación de la especie forestal Chocho (*Ormosia sp*) se recomienda realizar un tratamiento a las semillas mediante escarificación mecánica e infusión en agua durante un tiempo estimado de 24 horas y no es recomendable realizar la propagación de esta especie forestal sin ningún tipo de tratamiento teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante el proceso de seguimiento, donde se verifico la eclosión de una sola semilla de un numero de 300, evidenciándose que la velocidad promedio de la germinación es baja o nula, ya que requiere de más tiempo para la germinación de esta especie forestal.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el seguimiento y monitoreo a la especie forestal Chocho (*Ormosia sp*), se puede establecer directamente las recomendaciones para la propagación de la especie estudiada, en base a los resultados obtenidos, pero se debe tener en cuenta una fase necrótica en la plúmula de la semilla que posteriormente se extiende hacia la parte interna generando la muerte del embrión, proceso que se repitió en la totalidad de semillas germinadas. Por lo tanto el proceso de escarificación mecánica es un método viable para los procesos germinativos, mas no garantiza el normal desarrollo y crecimiento de la semilla con fines de propagación.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede recomendar adelantar estudios investigativos con respecto a esta especie en condiciones ambientales diferentes, entre ellas bajo dosel y a campo abierto, de la misma manera el uso de diferentes sustratos y el manejo de porcentajes de humedad.

La Evaluación del porcentaje y velocidad de germinación de la semilla de Chocho (*Ormosia sp*), mediante el método de electromagnetismo no se desarrolló debido a inconvenientes administrativos, motivos que incidieron en el proceso de la adquisición de los equipos técnicos a utilizar en dicho proceso, por lo tanto esta actividad se desarrollara una vez se cuente con el equipo necesario para el complemento de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Cardenas.D., L. y. (2002). *CITES. Manual de Identificación de especies maderables objeto de comercio en la Amazonia Colombiana*. Bogota: PRODUMEDIOS.
- DECRETO 1791. (4 de Octubre de 1996). *Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.* Recuperado el 10 de Junio de 2015, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1296>
- BEISNER F, .. (1989). *SEMILLAS. Biología y Tecnología*. Madrid: Ediciones Madrid. Mundi–Prensa.
- CCardenas D., & S. (2007). *Libro Rojo De Plantas De Colombia*. Bogota: Panamericana.
- Corpoamazonia. (2015). *Tercer Informe Trimestral* . Mocoa-Putumayo.
- Hartmann, K. y. (1990). *Metodos Y Tratamiento*. Recuperado el 17 de Junio de 2015, de <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/n0855.pdf>
- JAMES, W. (1976). . *Introducción a la fisiología vegetal*. Barcelona. España: Ediciones Omega. S.A.
- MANUAL DE VIVEROS DE ESPECIES FORESTALES, .. (2002). *Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Proagro. Programa de fortalecimiento a la investigación y protección forestal*. Bogotá: Serie de documentación No 45.
- Peñuela M., & J. (2010). *PLANTAS DEL CENTRO EXPERIMENTAL AMAZONICO CEA. MOCOA-PUTUMAYO: Panamericana Formas e Impresos S.A.*
- Montagini F. (7 de Julio de 2006). *SEGUNDO CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO*. Recuperado el 15 de junio de 2015, de http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antior9/pdf/Actualidad3.pdf
- Naturales, R. (s.f.). *Recursos Naturales - Suelo*. Recuperado el 10 de Abril de 2015, de <http://www.jmarcano.com/recursos/suelo.html>
- PÉREZ, F. M.–L. (1994). *Introducción a la fisiología vegetal*. Madrid: Ediciones Mundi-Presa.
- SEMICOL. (s.f.). *SEMICOL S.A.* . Recuperado el 3 de Abril de 2015, de <http://www.semicol.co/preguntas-frecuentes/%C2%BFcuales-son-las-condiciones-para-germinar-una-semilla.htm>
- Solarte N., & M. (2012). *Tesis Efecto de Diferentes Sustratos y Periodo de Luz Sobre La Germinación de las Semillas de Capiron (Calicophyllum spruceanum) En Condiciones de Laboratorio*. Mocoa: Solarte Neira & J Mueces jose Gabriel.

VASQUEZ, A. (2001). *Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia*. IBAGUÉ – TOLIMA:
Feriva S.A.

Verde, A. (s.f.). *Acción Verde*. Recuperado el 13 de Abril de 2015, de
http://www.accionverde.org.co/reforestacion/reforestacion_protectora.php