

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

FILIAL JAÉN



**“INFLUENCIA DEL SUSTRATO DE ALMACIGO Y LA
EDAD DE REPIQUE EN LA SUPERVIVENCIA DE
PLÁNTULAS DE CAPIRONA (*Calycophyllum spruceanum*
(Benth.) Hook f. ex Schumann) EN JAÉN-PERÚ”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

NILSER PINEDO VASQUEZ

ASESORES

Mcblga. M.Sc. MARCELA ARTEAGA CUBA

Ing. M.Sc. SEGUNDO TAFUR SANTILLÁN

JAÉN – PERÚ

2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los doce días del mes de noviembre del año dos mil veintiuno, se reunieron en el **Ambiente virtual a través de la herramienta del Google meet**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 112- 2020-FCA-UNC, de fecha 16 de octubre del 2020, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulada: **"INFLUENCIA DEL SUSTRATO DE ALMACIGO Y LA EDAD DE REPIQUE EN LA SUPERVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE CAPIRONA (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann) EN JAÉN - PERÚ"**, ejecutado(a) por el Bachiller en Ciencias Forestales, **Don NILSER PINEDO VASQUEZ**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **diecisiete** horas y **cuarenta** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **aprobación** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, el Bachiller queda expedito para que inicie los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

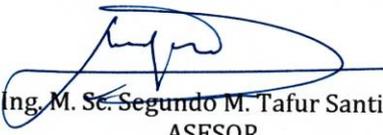
A las **diecinueve** horas y **diez** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 12 de noviembre de 2021.


Dr. Segundo P. Vaca Marquina
PRESIDENTE


Ing. Leiwel Flores Flores
SECRETARIO


Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
VOCAL


Ing. M. Sc. Segundo M. Tafur Santillán
ASESOR


Mcblga. M.C. Marcela Arteaga Cuba
ASESOR

DEDICATORIA

A mi Dios altísimo, Jehová de los ejércitos:

“El que habita al abrigo del Altísimo. Morará bajo la sombra del Omnipotente. Diré yo a Jehová: Esperanza mía, y castillo mío; Mi Dios, en quien confiaré. Él te libraré del lazo del cazador, De la peste destructora. Con sus plumas te cubrirá, y debajo de sus alas estarás seguro; Escudo y adarga es su verdad”.

A mis padres: Néstor Pinedo Cabrera y Elisa Vásquez Salas, pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a toda su generosidad y amor puesto en mí, para forjarme como profesional.

A mis hermanas y hermanos, quienes con su buen ejemplo de superación me impulsaron a culminar esta etapa en mi vida.

A Cinthia L. Meza, mujer virtuosa, porque su estima sobrepasa largamente a la de las piedras preciosas y a mi hija Luana Alessandra, regalo de Dios, que alegra día a día mi existir.

Nilser

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

Agradezco a todos los docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca – Filial Jaén quienes fueron participes y forjadores en mi formación profesional.

Y agradezco de manera muy especial al Ing. Segundo Tafur Santillán y Mtblga. Marcela N. Arteaga Cuba; por su apoyo como asesores en la ejecución del presente trabajo de investigación y en la redacción del informe final.

A ti, hermano Reynerio Pinedo Vásquez, por brindarme tu apoyo en todo momento de la ejecución en campo de la presente investigación, que seas prosperado en todas las cosas, y que tengas salud, así como prospera tu alma.

ÍNDICE

pág.

| | |
|---|----|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO | |
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | |
| CAPÍTULO I..... | 12 |
| INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| CAPÍTULO II..... | 14 |
| REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 14 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación..... | 14 |
| 2.2. Bases teóricas | 16 |
| 2.2.1. Los sustratos en la propagación de plantas..... | 16 |
| 2.2.2. Preparación de almacigueras | 20 |
| 2.2.3. Germinación de semillas | 20 |
| 2.2.4. Repique de plántulas..... | 21 |
| 2.2.5. Supervivencia de plántulas..... | 22 |
| 2.2.6. La familia Rubiaceae | 22 |
| 2.2.8. Aspectos reproductivos o propagativos | 29 |
| 2.2.9. Comportamiento fenológico..... | 30 |
| 2.2.10. Regeneración natural de la capirona..... | 32 |
| 2.2.11. Propiedades físicas y mecánicas de la madera..... | 32 |
| 2.2.12. Usos de la especie..... | 33 |
| 2.3. Conceptos básicos | 34 |
| 2.3.1. Sustrato | 34 |
| 2.3.2. Semillas..... | 34 |
| 2.3.3. Repique..... | 35 |
| 2.3.4. Plántula | 36 |

| | | |
|-----------------------------|---|----|
| 2.3.5. | Los fertilizantes de uso agrícola..... | 36 |
| 2.3.6. | Basacote Plus 3M 16-8-12..... | 36 |
| 2.3.7. | Unidad experimental..... | 37 |
| 2.3.8. | Las unidades de observación y las experimentales pueden ser claramente distintas | 37 |
| CAPÍTULO III..... | | 38 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | | 38 |
| 3.1. | Ubicación de la investigación..... | 38 |
| 3.2. | Materiales..... | 40 |
| 3.3. | Metodología..... | 40 |
| 3.3.1. | Fase de campo..... | 40 |
| 3.3.1.1. | Selección del árbol semillero de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook f. ex Schumann..... | 40 |
| 3.3.1.2. | Recolección de los frutos..... | 41 |
| 3.3.2. | Fase de laboratorio..... | 42 |
| 3.3.2.1. | Procesamiento de frutos y obtención de la semilla..... | 42 |
| 3.3.2.2. | EVALUACIÓN DE LAS SEMILLAS..... | 43 |
| a) | Análisis de pureza..... | 43 |
| b) | Peso y numero de semillas por Kilogramo..... | 44 |
| c) | Viabilidad de la semilla..... | 44 |
| 3.3.3. | Fase experimental..... | 46 |
| 3.3.3.1. | Preparación de los sustratos, camas de almacigo y repique..... | 46 |
| 3.3.3.2. | Repique de plántulas..... | 50 |
| 3.3.3.3. | Análisis de la supervivencia al repique..... | 51 |
| CAPÍTULO IV..... | | 54 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | | 54 |
| 4.1. | Resultados..... | 54 |
| CAPÍTULO V..... | | 64 |

| | |
|---|----|
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 64 |
| 5.1. Conclusiones..... | 64 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 64 |
| CAPÍTULO VI | 66 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 66 |
| CAPÍTULO VII | 76 |
| ANEXOS..... | 76 |
| Anexo 1. Constancia de identificación de la especie | 76 |
| Anexo 2. Datos de supervivencia, recogidos del experimento..... | 77 |
| Anexo 3. Procesamiento de resultados con el software SAS. | 78 |
| Anexo 4. Procesamiento de resultados con el software SPSS statistics..... | 83 |
| Anexo 5. Panel fotográfico de la investigación | 85 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Características del sustrato..... | 19 |
| Tabla 2. Calendario fenológico de capirona | 31 |
| Tabla 3: Distribución de los tratamientos mediante el arreglo factorial de 02 factores (sustrato vs edad de repique) con 03 niveles cada uno. | 51 |
| Tabla 4: Aleatorización de los lotes de 0.2 g de semillas de Capirona para asignar a cada uno de los tratamientos..... | 53 |
| Tabla 5. Árbol semillero de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook f. ex Schumannk | 54 |
| Tabla 6. Dimensiones del fruto de capirona expresado en milímetros. | 56 |
| Tabla 7. Dimensiones de la semilla de capirona expresado en milímetros..... | 56 |
| Tabla 8. Obtención de la pureza en cinco muestras..... | 57 |
| Tabla 9. Cálculo del número de semillas por kilogramo. | 57 |
| Tabla 10. Porcentaje de semillas viables | 58 |
| Tabla 11. Número de plántulas supervivientes según la distribución de tratamientos. | 58 |
| Tabla 12: ANOVA de la variable dependiente: supervivencia, procesado en SAS 9.4. | 59 |
| Tabla 13: Obtención del p-valor de tratamientos en estudio, procesado en SAS 9.4. | 60 |
| Tabla 14. ANOVA de las variables sustrato y edad de repique, procesado en SPSS statistic 26..... | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Diagrama floral de Rubiaceae (Mostacero et al. 2009) | 25 |
| Figura 2. Ramita terminal de capirona (Proyecto Carnegie Spectranomics - Tambopata 2008) | 27 |
| Figura 3. Propagación sexual de capirona (Vallejos et. al. 2014) | 30 |
| Figura 4. Flores de capirona (Reynel 2003, foto: Ymber Flores Bendezú) | 32 |
| Figura 5. Mapa de ubicación del lugar de ejecución del experimento. | 39 |
| Figura 6. Árbol de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook f. ex Schumann) seleccionado como semillero. | 41 |
| Figura 7. Ramita terminal con frutos y semillas..... | 41 |
| Figura 8. Secado de frutos de capirona. | 42 |
| Figura 9. Medición de los frutos de capirona utilizando un papel milimetrado (vista mediante el zoom de una cámara fotográfica). | 42 |
| Figura 10. Vista de las semillas de capirona bajo un fondo de papel milimetrado utilizando el zoom de una cámara fotográfica. | 43 |
| Figura 11. Semilla viable de Capirona, se nota el endospermo y embrión central bien definidos, vista al microscopio con un lente de objetivo de 4x..... | 45 |
| Figura 12. Semilla de Capirona no viable, no se nota claramente el endospermo ni embrión bien definido, vista al microscopio con un lente de objetivo de 4x. | 46 |
| Figura 13. Preparación de los sustratos..... | 47 |
| Figura 14. Diseño de las camas almacigueras y sus respectivos tratamientos y repeticiones. | 47 |
| Figura 15. Siembra de semillas de capirona en cada una de las camas almacigueras con sustrato según tratamiento..... | 48 |
| Figura 16. Camas almacigueras con las plántulas de capirona..... | 48 |
| Figura 17. Distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones en las camas de repique..... | 49 |
| Figura 18. Instalación de camas de repique (bolsas con sustrato homogéneo). | 49 |
| Figura 19. Repique de plántulas de capirona..... | 50 |
| | 55 |
| Figura 20. Mapa de ubicación del árbol semillero de Capirona. | 55 |
| | 59 |
| Figura 21. Porcentaje promedio de supervivencia al repique de plántulas por tratamiento. | 59 |
| | 59 |

RESUMEN

La capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann), es una especie que se encuentra distribuida en la Amazonía de Perú, Brasil, Bolivia, Ecuador y Colombia. Sin embargo existe escasa información sobre la propagación en vivero, respecto al tipo de sustrato y el tiempo de permanencia de las plántulas en las camas de almacigo de tal forma que resistan al repique. El objetivo del presente trabajo fue, evaluar la influencia del sustrato de almacigo y la edad de repique en la supervivencia de plántulas de capirona, utilizando un arreglo factorial de dos factores con tres niveles cada uno, con diseño completamente al azar (DCA). Los sustratos fueron: Arena, Arena fertilizada con 13.5 g NPK y Tierra agrícola con humus (75%-25%), mientras que las edades de repique fueron de 35, 49 y 63 días. La investigación se inició con la recolección de frutos de un árbol semillero, los que fueron puestos a secar bajo sombra y para lograr la apertura de las valvas se expusieron al sol por dos horas hasta obtener las semillas; para la determinación del porcentaje de pureza, se pesaron 5 muestras de 1 g cada una; para obtener el número de semillas por kilogramo se preparó 5 muestras de 500 semillas cada una; para determinar su viabilidad se tomaron 100 semillas, analizándolas mediante inspección visual a través del microscopio. Se preparó 27 camas de almacigo según tratamiento, se sembró 0.2 g de semilla en cada cama. Luego de la germinación, 20 plántulas de cada cama almaciguera fueron llevadas a las camas de repique. Como resultado se determinó que, el mayor porcentaje de supervivencia fue de 96.67%, en un sustrato de almacigo “arena” con repique de 63 días.

Palabras clave: sustrato, almacigo, edad de repique, plántulas de capirona.

ABSTRACT

The capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. Ex Schumann), is a species that is distributed in the Amazon of Peru, Brazil, Bolivia, Ecuador and Colombia. However, there is little information on the propagation in the nursery, regarding the type of substrate and the time of permanence of the seedlings in the beds of storage in such a way that they resist the peal. The objective of the present work was to evaluate the influence of the seedling substrate and the peal age on the survival of capirona seedlings, using a factorial arrangement of two factors with three levels each, with a completely randomized design (DCA). The substrates were: Sand, Sand fertilized with 13.5 g NPK and Agricultural soil with humus (75% -25%), while the peal ages were 35, 49 and 63 days. The investigation began with the collection of fruits from a seed tree, which were put to dry under shade and to achieve the opening of the valves they were exposed to the sun for two hours until obtaining the seeds; To determine the percentage of purity, 5 samples of 1 g each were weighed; To obtain the number of seeds per kilogram, 5 samples of 500 seeds each were prepared; To determine its viability, 100 seeds were taken, analyzing them by visual inspection through the microscope. 27 seedling beds were prepared according to treatment, 0.2 g of seed was sown in each bed. After germination, 20 seedlings from each olive bed were taken to the peal beds. As a result, it was determined that the highest survival percentage was 96.67%, in a "sand" storage substrate with a 63-day peal.

Key words: substrate, seedling, peal age, capirona seedlings.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La demanda de productos forestales se ha incrementado en las últimas décadas, debido al aumento de la población mundial y al fenómeno de la globalización. Las principales regiones de extracción y abastecimiento de madera, África y Asia, han agotado casi por completo sus recursos forestales madereros, siendo las nuevas fuentes de abastecimiento los bosques naturales de América del Sur. Debido a que la deforestación genera escasez de madera, principalmente en las zonas rurales, los propietarios de tierras de montaña, especialmente en la Amazonía, ya ahora en ceja de selva, realizan la agricultura de subsistencia, acompañado del cultivo de especies forestales maderables de crecimiento rápido, siendo la capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann) una de las especies que asocian a los cultivos agrícolas o cultivos puros, debido a un creciente incremento de la demanda de los derivados de esta especie, tanto a nivel nacional e internacional (Castro 2012).

La capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann), es una especie que se encuentra distribuida en la Amazonía de Perú, Brasil, Bolivia, Ecuador y Colombia, es una especie heliófita durable de crecimiento rápido y de buen valor comercial actual, la cual se puede instalar en campo abierto, fajas de enriquecimiento, Agroforestería y silvopasturas (Palomino & Barra 2003); así mismo, es una especie pionera de suelos aluviales y bosques secundarios y otros sitios disturbados en las tierras bajas del bosque húmedo tropical de Perú, Brasil, Ecuador y Colombia (Linares et al. 1992). En suelos de fertilidad relativamente baja *Calycophyllum spruceanum* ha podido evidenciar según las evaluaciones tienen ritmos de crecimiento aceptables para promover el repoblamiento de áreas deforestadas (Sotelo & Weber 1997).

La madera capirona es utilizada como madera redonda en la construcción de viviendas rurales, leña y como madera transformada, en la ebanistería, pisos, puertas, ventanas, parquet, molduras, tarugos, construcción naval, estructuras pesadas, vigas, viguetas y columnas, machihembrados, carrocerías, tornería,

artículos deportivos raquetas de tenis y ping pong, mangos de herramientas y artesanía (World Wildlife Fund 2006).

El semillero es la base para el desarrollo de un buen cultivo y el uso de un buen sustrato es ideal para que las plantas establezcan un buen sistema radicular, consecuentemente, un buen amarre del sustrato con las raíces, además de un adecuado desarrollo de las plantas es la etapa inicial del cultivo. El sustrato es el soporte de la planta y el medio donde se establece y desarrolla el sistema radicular de todo cultivo, el cual debe presentar funciones ideales para un buen desarrollo de las plantas. La mezcla de materias primas en la elaboración de sustratos, debe ofrecer un balance adecuado, que permita el intercambio gaseoso y retención de agua, además suministra nutrimentos necesarios para el crecimiento del almácigo (Fonteno 1996; Schnelle y Henderson 1991, citados por Quesada 2005).

Considerando el gran valor comercial de la capirona y la poca información de la especie referente a su propagación, se desarrolló esta investigación, con el objetivo de determinar la influencia de la interacción del sustrato de almácigo y la edad del repique, en la supervivencia de plántulas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann)". Siendo los objetivos específicos, determinar la influencia del sustrato de almácigo en la supervivencia al repique de plántulas y determinar la influencia de la edad del repique en la supervivencia de plántulas.

Los conocimientos generados servirán para la propagación masiva de plantones en futuros proyectos de reforestación.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

El sustrato en el que la planta desarrolla sus primeros estadios de vida es un elemento tecnológico fundamental para la obtención de plantas de calidad (Valenzuela y Gallardo 2008). La calidad del sustrato presenta una elevada importancia en la producción de plantones (García et al. 2005) y debe de ser suficientemente poroso como para proporcionar un cambio eficiente de oxígeno y dióxido de carbono (Ruano 2003). Respecto a esto surgen interrogantes como ¿Tendrá efectos favorables la utilización de sustratos a base de humus de lombriz y gallinaza sobre el crecimiento en los plantones de capirona durante la fase de vivero?, aceptándose la hipótesis alternante de que los sustratos a base de humus de lombriz y gallinaza favorecieron significativamente sobre el crecimiento de la capirona en la fase de vivero (Vargas, 2011).

Vargas (2011), evaluó el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plantones de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann), en fase de vivero, cuyos tratamientos consistieron en: 100 % de tierra agrícola (T0), 90 % de tierra agrícola y 10 % de gallinaza (T1), 80 % de tierra agrícola y 20 % de gallinaza (T2), 70 % de tierra agrícola y 30 % de gallinaza (T3), 90 % de tierra agrícola y 10 % de humus de lombriz (T4), 80 % de tierra agrícola y 20 % de humus de lombriz (T5) y 70 % de tierra agrícola y 30 % de humus de lombriz (T6); mediante esta investigación, concluyeron que la aplicación del humus de lombriz al sustrato en dosis de del 10 %, 20 % y 30 %, alcanzó mayor incremento en altura total de la planta, con promedios de 40.15 cm, 39.23 cm y 35.09 cm respectivamente, el mayor incremento del diámetro de los individuos, mediante el uso del sustrato, alcanzó el sustrato con 30 % de gallinaza con 0.22 cm a los 45 días después del repique y la biomasa de 9.85 g (T5), 9.75 g (T6) y 5.15 g (T4), representando estadísticamente una alta significancia en las tres variables evaluadas.

Loyola (2019), en su investigación evaluó el efecto de cuatro tipos de sustrato para la producción de plantones de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) en el Vivero Forestal de Cervecería San Juan S.A, Ucayali - Perú; con el objetivo de validar sus efectos en la calidad de plantones de capirona. Los tratamientos en estudio fueron: (T1) 60 % tierra aluvial, 20 % arena y 20 % humus de lombriz (sustrato convencional y/o testigo); (T2) 50 % fibra de coco, 30 % cascarilla de arroz semicarbonizada y 20 % compost cervecero; (T3) 50 % fibra de coco, 50 % cascarilla de arroz y 2 cm de vermiculita y (T4) 100 % sustrato inerte Premix. Las variables medidas fueron: (a) altura de la planta, (b) diámetro al cuello de la planta, (c) biomasa seca total y (d) área foliar. Finalmente se estableció que el tratamiento (T2) a base de fibra de coco, cascarilla de arroz y compost cervecero es el sustrato más apropiado para la producción de plantones de capirona.

Abanto et. al (2016), realizó su investigación aplicando “Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.)”; cuyo objetivo de evaluar la influencia del compuesto orgánico en la producción de plantas de capirona. El experimento fue realizado en el Centro de Investigaciones Dale E. Bandy del IIAP Ucayali. Los tratamientos fueron distribuidos mediante un Diseño Completos al Azar (DCA), con 5 tratamientos 3 repeticiones y 10 plantas por unidad experimental, los tratamientos fueron: T1 [Tierra aluvial]; T2 [tierra agrícola]; T3 [Tierra aluvial + tierra agrícola (1:1)]; T4 [Tierra aluvial + cascarilla de arroz + gallinaza (1:1:1)] y T5 [Tierra Agrícola + cascarilla de arroz + gallinaza (1:1:1)]. Las variables evaluadas al final del experimento fueron altura de planta (H) (cm); diámetro basal (DB) (mm); número de hojas; relación altura y diámetro basal (H/DB); masa seca de la parte aérea (MSPA) (g); masa seca de la raíz (MSR) (g) e índice de calidad de Dickson (IQD). Los resultados muestran que los tratamientos T4 y T5 presentaron diferencias significativas superiores en todas las variables evaluadas en relación a los otros tratamientos. En ese sentido se concluye que los sustratos [Tierra aluvial + cascarilla de arroz + gallinaza] y [Tierra Agrícola+ cascarilla de arroz + gallinaza], provenientes de residuos de origen

animal y vegetal proporcionaron mayor eficiencia en el crecimiento y mejor calidad de plantas de capirona aptas para campo definitivo.

Gonzales (1968), en su investigación Germinación y supervivencia al repique de *Anthocephalus cadamba* Miq. (KADAM), en la que se germinaron semillas en dos (02) germinadores expuestos en sol y en la sombra, para posteriormente repicar estas plántulas a tres edades: 4, 8 y 12 semanas contados a partir de la fecha de siembra, con el fin de observar la influencia de la edad de repique de las plántulas sobre la supervivencia, en el que se determinó que la mejor edad para repicar plántulas procedentes de los germinadores al sol, fue a las ocho (08) semanas, mientras que para las plántulas de los germinadores a la sombra fue de cuatro (04) semanas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Los sustratos en la propagación de plantas

Los sustratos para la producción de plantas pueden ser definidos como el medio adecuado para la sustentación y retención de cantidades suficientes y necesarias de agua, oxígeno y nutrientes, además de ofrecer un pH compatible, ausencia de elementos químicos en niveles tóxicos y conductividad eléctrica adecuada, además a la hora de elegir a un sustrato, se debe observar principalmente, sus características físicas y químicas, la especie a ser plantada, además de los aspectos económicos, que sea de bajo costo y que sea disponible localmente (Fonseca 2001). De acuerdo con Dos Santos et al. (2014) y Fonseca (1988), la materia orgánica es uno de los componentes fundamentales de los sustratos, cuya finalidad básica es aumentar la capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas. Por eso los estiércoles de bovinos y de otros animales son muy utilizados como fuente orgánica en la composición de los sustratos para diversos tipos de cultivo.

Las características físico-químicas determinan la calidad del sustrato, por ello, es relevante conocerlas antes de elegir alguno. Las características físicas son principalmente el porcentaje de retención de humedad, el porcentaje de

porosidad y la densidad. Las características químicas son el pH y la conductividad eléctrica (Acosta-Durán 2012).

Los materiales orgánicos composteados provenientes de jardinería, restos de animales, biosólidos, residuos de agricultura, virutas de madera, residuos sólidos municipales y residuos de comida, pueden ser empleados como sustratos. Tienen altas densidades y sales solubles, pero bajo pH y capacidad de agua disponible, aunque de aceptable calidad para cultivo en potes, sule nutriente y produce plantas de igual o mejor calidad en crecimiento, comparado con los sustratos estándares (Krucker et al. 2010).

En relación con las características físico-químicas de sustratos hechos a base de “basura verde” composteada, y utilizados en el cultivo de plantas ornamentales, se obtuvo un pH de 8,6, capacidad de intercambio catiónico muy alta (66,3 a 106,4 cmol+/kg), relación C/N entre 22 y 48, que es mayor que los niveles óptimos de 15 a 20, y al ser comparados con la turba, mostraron ser materiales aceptables como sustrato para cultivo de plantas ornamentales en contenedor (Benito et al. 2006). La “basura verde” composteada se ha utilizado como sustrato alternativo en el cultivo de especies ornamentales, y representa una alternativa de menor costo, reciclado, y además contribuye a preservar el ambiente, ya que se obtiene a partir de residuos de poda y reduce la cantidad de materiales enterrados en rellenos sanitarios, alargando su vida útil; también puede disminuir el uso de otros sustratos como la turba cuya extracción perjudica al ecosistema (Vanier et al. 2011).

Propiedades de los sustratos

Las propiedades de los sustratos se dividen básicamente en tres categorías: químicas, físicas y biológicas. Las propiedades físicas son de gran importancia para el normal desarrollo de la planta, pues determinan la disponibilidad de oxígeno, la movilidad del agua y la facilidad para la penetración de la raíz (Quiroz et al. 2009). Tiene una característica importante, debido a que, una vez colocada el sustrato en el contenedor, estas propiedades resultan imposible modificarla (Pastor 1999). Las propiedades

físicas incluyen: la porosidad, la capacidad de retención de agua, la textura, la densidad aparente, estabilidad estructural, entre otras.

Las propiedades químicas influyen en la disponibilidad de nutrientes, humedad u otros compuestos para la plántula (Quiroz et al. 2009). Influyen en el suministro de nutrientes a través de la Capacidad de Intercambio Catiónico, la cual depende a su vez, en gran medida de la acidez del sustrato (Ansorena 1994; citado por Littleton 2000). Las características químicas de los sustratos son: fertilidad, capacidad de intercambio catiónico, pH, capacidad tampón, relación C/N.

Las propiedades biológicas son dadas por los materiales orgánicos. Estas propiedades evalúan la estabilidad biológica del material, así como la presencia de componentes que pueden actuar como estimuladores o inhibidores del crecimiento vegetal (Terés 2001). Uno de las características biológicas a considerar es la velocidad de descomposición del material, en especial a todos aquellos sustratos orgánicos, dado a que todos los sustratos orgánicos son susceptibles de degradación biológicas, siendo la población microbiana la responsable de dicho proceso.

Características de un buen sustrato

Es importante conocer las propiedades de los sustratos como medios de crecimiento para tomar decisiones, pero no es suficiente para determinar un sustrato ideal. El sustrato ideal quizá no exista, solo se puede conocer el sustrato adecuado porque va a depender de muchos factores: tipo de planta, fase del proceso productivo en el que se interviene (semillado, estaquillado, crecimiento, etc.), condiciones climatológicas, y el manejo del sustrato (Pastor 1999). Aunque no se puede determinar un sustrato ideal, debido a que cada especie tiene sus propios requerimientos. Algunas características ideales presentadas por la FAO (2002), entre las cuales se mencionan: elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, elevada aireación, baja densidad aparente, elevada porosidad, baja salinidad, elevada capacidad tampón, baja velocidad de descomposición, estabilidad estructural, reproductividad y disponibilidad, bajo costo, fácil manejo (mezclado,

desinfección, etc.). Las características de un sustrato ideal se presentan en la Tabla 1:

Tabla 1. Características del sustrato

| Propiedades | Parámetros |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Densidad aparente | 0.22 g/cm ³ |
| Densidad real | 1.44 g/cm ³ |
| Espacio poroso total | 85.00 % |
| Fase solida | 10 - 15 % |
| Agua fácilmente disponible | 20 - 30 % |
| Contenido de aire | 20 - 30 % |
| Reserva de agua | 6 - 10 % |
| pH | 5.5 - 6.5 |
| Capacidad de intercambio catiónico | 10 - 30 meq/100 g peso seco |
| Contenido de sales solubles | 200 ppm (2mS/cm) |

Fuente: FAO (2002).

Funciones del sustrato

La función de los sustratos de cultivo es sustituir al suelo, permitiendo el anclaje y adecuado crecimiento del sistema radicular de la planta. El suelo, factor de producción esencial en la agricultura, actúa como soporte físico de los cultivos y les proporciona los nutrientes, el aire y el agua que precisan. Aporta ciertos requerimientos funcionales a las plantas para su desarrollo (Ruano 2003):

El sustrato debe tener una alta capacidad de absorción y retención hídrica, para aportar el agua que necesita la planta, entre un riego y el siguiente. El sustrato es el medio temporal del cual la planta absorbe los nutrientes minerales que requiere para crecer y cumplir sus procesos fisiológicos. Con excepción hecha del carbono, hidrógeno y oxígeno, las plantas deben obtener los 13 nutrientes minerales esenciales de las soluciones del sustrato.

El sustrato debe ser suficientemente poroso como para proporcionar unos cambios eficientes de oxígeno y dióxido de carbono necesarios para la respiración aerobia de la planta.

El sustrato proporciona una reserva de nutrientes minerales entre dos fertilizantes a través de una provisión de nutrientes absorbidos, el cual es medido por la CIC. El sustrato es el ancla de la planta en el envase y, por tanto, el soporte físico para mantenerla en posición vertical, en esta función es necesario tener en cuenta la densidad y rigidez del sustrato.

2.2.2. Preparación de almacigueras

Al elaborar semilleros con un adecuado manejo agronómico y fitosanitario, permitirá una correcta selección de plántulas para el trasplante a los viveros (Castro et al. 2008). La preparación de un buen almacigo utilizando un sustrato adecuado se garantiza la obtención de plantas vigorosas; de semillas que provenga de una selección de plantas madres, que tengan adaptabilidad, capacidad de producción, resistencia a plagas y enfermedades (Anacafé 2011).

Diversos estudios señalan, que para el manejo adecuado del cultivo se debe empezar desde el establecimiento del vivero, trasplante al campo con plántulas que garanticen una buena arquitectura, vigor, libres de plagas y enfermedades (Alejo & Reyes 2014).

2.2.3. Germinación de semillas

La calidad de semillas comprende aspectos genéticos, fitosanitarios, físicos y fisiológicos y, además, puede definirse como los atributos inherentes que determinan su potencial de germinación y sus características de crecimiento posterior” (Mborá et al. 2009). “En este sentido, el origen de procedencia de la cual se recolectan las semillas es importante ya que, aunque sean de las mismas especies, las semillas que se desarrollan en un gradiente latitudinal pueden mostrar características notablemente diferentes” (Loyola et al. 2006).

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 las semillas después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio (UPV 2012).

2.2.4. Repique de plántulas

El repique de plántulas, consiste en trasplantar las plantitas de los almácigos a las bolsas de polietileno llenas de sustrato. El momento oportuno del repique, para algunas especies es al mes de realizado la siembra de semillas. Otro indicativo para proceder al repique es cuando la plantita cuente con dos hojas verdaderas. Para semillas grandes el repique se realiza cuando la plantita cuenta con 4 hojas verdaderas o 10 centímetros de altura. Se recomienda repicar en días nublados, por las mañanas o tardes, para proceder a ello, previamente se realiza un riego a las camas de almacigo, para que suelte el sustrato las raíces sin producir daños a la raíz, a continuación, con un elemento adecuado tal como un clavo grande u otro instrumento se afloja el sustrato con mucho cuidado para no causar daño a la raíz de la plantita, después, se procede a extraer las plantitas y el acopio se realiza en un recipiente con agua o lodo (mezcla de agua con tierra), operación que debe ser realizada bajo sombra, a fin de evitar la pérdida de humedad de la plantita (Oliva et al. 2014).

El repique es el trasplante de las plántulas de la almaciguera a las bolsas o en platabandas a raíz desnuda, se realiza cuando las plántulas tienen un par de hojas verdaderas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2013).

Se llama repique al proceso de sacar las plantitas de la cama del almácigo y ponerlas en las bolsas o platabandas. El término trasplante es más familiar para el campesino que el término repique (Ocaña, 1996).

Dentro del proceso de producción, la fase más crítica es el repique, tanto por la época de su realización como por el cuidado que se debe tener al realizar

dicha actividad. El crecimiento y desarrollo del futuro árbol en la plantación dependerá mucho de cómo se encuentre la raíz. El tamaño o momento adecuado para la extracción de las plantas de la cama de almácigo varía según la especie y el lugar. Así, por ejemplo, las plantitas de "Eucalipto" se deben extraer cuando tienen dos o cuatro hojitas verdaderas. Esto se consigue 45 ó 60 días después del almacigado, una o dos horas antes de la extracción, se debe regar bien la cama de almácigo. Se comienza a extraer por uno de los extremos de la cama y con la ayuda de un palito se va removiendo el sustrato para aflojar la tierra. Hay que sacar las plantitas con cuidado para no dañar las raíces. Siempre se deben tomar por las hojitas y no por el tallo, porque todavía es muy débil (Ocaña, 1996).

2.2.5. Supervivencia de plántulas

La supervivencia, es el número de individuos que se encuentran vivos al final del periodo del ensayo (Tello, 1984 citado por Vargas, 2015).

El propósito de cualquier lote de planta destinado a la reforestación es superar satisfactoriamente la fase de establecimiento, además de lograr altas tasas de supervivencia y crecimiento en el campo (Navarro et al. 2006). Antes de plantar, es importante identificar los factores ambientales limitantes del área de interés para definir las características morfológicas y fisiológicas que el material vegetativo debe tener para garantizar su rápido arraigo y adaptación a las condiciones del sitio (Navarro et al. 2006; Landis et al. 2010).

2.2.6. La familia Rubiaceae

Distribución

La familia Rubiaceae es la cuarta más grande del reino de las plantas, con aproximadamente 650 géneros y 13000 especies alrededor del mundo. El género más grande es *Psychotria* que cuenta con 1700 especies en todo el mundo (Delprete 2004; citado por Teran 2006).

Algunas especies de la familia Rubiaceae se extienden hacia regiones templadas y aún frías, pero están completamente ausentes en la región ártica.

En las regiones templadas predominan especies de hábito herbáceo, en tanto que en los trópicos se hallan preferentemente arbustos y árboles de bajo porte y algunos de ellos gigantes (Mendoza et al. 2004).

En todo el planeta existe una amplia distribución de los géneros y especies de la familia Rubiaceae, la cual ocupa el cuarto puesto de las familias más grandes (después de Asteraceae, Orchidaceae y Fabaceae), con aproximadamente 650 géneros y 13,000 especies. El género más amplio de la familia Rubiaceae es *Psychotria*, con 1,700 especies a nivel mundial (Delprete 2004). La composición florística de la Amazonía Peruana, cuenta con una amplia diversidad de especies, agrupadas en diferentes familias, la familia Rubiaceae ocupa el segundo puesto en diversidad con 97 géneros y 579 especies, de las cuales 61 géneros son endémicos y 165 son especies endémicas (Vásquez y Rojas 2006).

La familia Rubiaceae en el Perú cuenta con 97 géneros y 579 especies, contienen árboles, arbustos, yerbas escandentes, trepadores, lianas (Brako y Zarucchi 1993). En el Perú se reconoce 33 géneros endémicos y 96 especies endémicas, el género *Psychotria* cuenta con mayor número de especies, considerado como un reto taxonómico, habiendo la necesidad de realizar mayor cantidad de estudios. Los taxones endémicos provienen principalmente de las regiones Bosques Húmedos Amazónicos (BHA), Bosques Muy Húmedos Premontanos (BMHP) y Bosques Muy Húmedos Montanos (BMHM), desde los 100 hasta los 3700 m de altitud (Pino 2006).

Importancia

La familia Rubiaceae, cuenta con especies de importancia económica, para la producción de tintes, sustancias médicas, productos comestibles, maderables, industriales, artesanales. Varias especies de la familia Rubiaceae, producen alcaloides que se encuentran normalmente acumulados en la corteza, raíces, hojas, flores, frutos, semillas y polen. Algunos géneros que producen alcaloides son: *Coutarea*, *Barreria*, *Ferdinandusa*, *Genipa*, *Hiflia*, *Ladenbergia*, *Psychotria*, *Remijia*, *Tocoyena*. Varias especies del género *Cinchona* y *Ladenbergia* son fuentes de quinina, el remedio aprobado

y reconocido para la malaria hasta que se puso disponible la droga sintética. La malaria es responsable de muchas muertes en la historia humana especialmente en los países tropicales del mundo (Delprete 2004; citado por Teran 2006).

Varias especies de los géneros *Psychotria* son plantas venenosas responsables para la parálisis del ganado y muerte en América Tropical, muchos géneros arbóreos de Rubiaceae, son usados para la construcción de casas y botes (*Calycophyllum*); Varios géneros produce frutas comestibles grandes (Genipa); un extracto de los frutos verdes es usado para hacer un tinte negro para colorear tela y también como pintura para el cuerpo de los integrantes de las tribus indígenas (Robbrecht 1988; citado por Teran 2006).

Características de la familia

La familia constituida por especies del más variado porte o hábito, que pasando por hierbas de diferentes tamaños consistencia; algunas trepadoras hasta plantas leñosas: arbustivas o arbóreas. Hojas opuestas o verticiladas, enteras o raramente dentadas, estipulas interpeciolares o intrapeciolares, a menudo foliáceas y no distinguibles de las hojas (Rubiae) o reducidas a setas glandulares (Pentas), libres o connatas. Inflorescencia básicamente en cima dicasial, a veces en cabezuela o reducida a una sola flor. Flores hermafroditas, mayormente actinomorfas, raramente zigomorfas o bilabiadas (*Enriquezia*). Cáliz 4-5 lobulado a veces acrescente en el fruto. Corola gamopétala, hipocraterimorfa, rotácea o infundibuliforme, 4-5 lobulada (raro 8-10 lobulada), estivación valvar, contorta o imbricada. Estambres tanto como lóbulos de la corola, alternos con ellos, epipétalos en tubo corolino: anteras biloculares, introrsas dorsis o basifijas, usualmente libres con dehiscencia longitudinal, por excepción poricida. Ovario ínfero o raramente supero o semiínfero, carpelos dos o más, generalmente binocular con la placentación axial o aparentemente basal, a veces varios lóculos, ovario unilocular con la placentación parietal (*Gardenia*); óvulos generalmente numerosos en cada lóculo; estilo 1, delgado, a menudo bipartido; los estigmas usualmente lineares, 1 en cada no del estilo, o 1 solo bilobulado. Fruto en capsula loculicida o septicida, o indehiscente,

separándose en segmentos monospermos, o en baya o en drupa. Semillas a veces a ladas, endospermo generalmente abundante, carnoso o raramente cartilaginosos. (Mostacero et. al. 2009).

Fórmula floral de Rubiaceae

Es la representa mediante simbología la estructura de la flor a través de letras, números y otros signos las piezas florales de la familia Rubiaceae, Fórmula floral se representa de la manera siguiente (Mostacero et al. 2002):

$$*\text{♀}K_{(4-5)}C_{(4-5)}A_{4+5}\overline{G(2)}$$

Diagrama floral de Rubiaceae

Es la representación gráfica de la disposición de las piezas florales y ordenación de los verticilos, transversal de Rubiaceae, está representado por una flor hermafrodita, mayormente actinomorfas, raramente zigomorfas o bilabiada (*Enriquezia*).

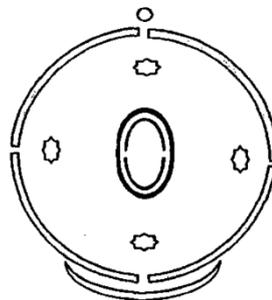


Figura 1. Diagrama floral de Rubiaceae (Mostacero et al. 2009)

2.2.7. *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann

Taxonomía de Cronquist (1993):

| | |
|----------|-----------------|
| Reino | : Plantae |
| División | : Angiospermae |
| Clase | : Dicotiledónea |
| Subclase | : Asteridae |
| Orden | : Gentianales |
| Familia | : Rubiaceae |

Género : Calycophyllum
Especie : *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann.

Taxonomía de APG IV (2016):

Clase : Equisetopsida C. Agardh
Sub clase : Magnoliidae Novák ex Takht.
Súper orden : Asteranae Takht.
Orden : Gentianales Juss. Ex Bercht. & J. Presl
Familia : Rubiaceae Juss.
Género : Calycophyllum DC.
Especie : *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann.

Nombres comunes

Para Perú: capirona, capirona negra, palo mulato. En otros países de América del sur, Bolivia (guayabochi, palo blanco). Argentina (Iburo moroti. Brasil: pau mulato, bayabichi). Colombia (capirona de altura, guayabete). Ecuador (capirona, corusicao). Venezuela (araguato) (WWF 2006). Capirona, capirona negra (Reynel et. al. 2003).

Descripción morfológica

Árbol de 50 - 120 cm de diámetro y 20-35 m de alto, con el fuste muy recto, cilíndrico, regular, la copa en el último tercio, la base del fuste recta (Reynel et. al. 2003).

Corteza externa lisa, color verde muy característico, homogéneo, terso y lustroso, dando la impresión de un poste bien pulido, provisto de ritidoma papiráceo, rojizo que se desprende en placas grandes, irregulares, revelando la superficie verdusca de la corteza. Corteza interna homogénea muy delgada de 1-2 mm de espesor, color crema verdusco. Ramitas terminales con sección circular o aplanadas en las zonas terminales, de 5-6 mm de diámetro, color marrón rojizo cuando secas, lisas, lustrosas, provistas de lenticelas blanquecinas. Hojas simples, opuestas decusadas, elípticas u oblongas, de 5-10 mm de longitud y 3-5 mm de ancho, los peciolos de 1.5-2.5 cm de longitud,

acanalados, las láminas enteras, el ápice agudo gruesamente acuminado, la base obtusa, la nerviación pinnada, los nervios secundarios de 12-15 pares, levemente impresos en el haz y en relieve en el envés, al igual que el nervio central, las axilas de los nervios secundarios con diminutos mechones de pelos o domacios en el envés (10x) las láminas cactáceas. Inflorescencia cimas terminales de 10-15 cm de longitud, provistas de numerosas flores. Flores hermafroditas con cáliz y corola presentes, las flores de 1-1.5 cm de longitud, cuando tiernos envueltos totalmente en una bráctea decidua, que es normalmente eliminada primero por la flor central de cada trio de la cima, los pedicelos de 2-3 mm de longitud, pubescentes, el cáliz provisto de 5-6 apéndices de 1 mm de longitud, la corola tubular-campanulado, 5-6 lobuladas, pubescentes en el interior, los estambre 5-6, epipétalos en la comisura de los lóbulos, insertos, las anteras dorsifijas, el pistilo con ovario ínfero, elipsoide-truncado, el estilo filiforme y el estigma bifido, excerta Frutos en capsulas pequeñas, elipsoide-alargadas, de 5-8 mm de longitud, pubescentes en su superficie; abren en dos valvas cuando maduran, las semillas diminutas, aladas y alargadas, con el embrión en posición central (Reynel et al. 2003).



Figura 2. Ramita terminal de capirona (Proyecto Carnegie Spectranomics - Tambopata 2008)

Distribución y hábitat

Toda la Amazonia hasta el sur de Brasil y Bolivia, debajo de los 1200 m s. n. m. Es común en zonas de bosques secundarios, aunque se le encuentra también en los bosques primarios. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante; pero también en zonas con una estación seca marcada. Es una especie heliófila, frecuente en bosques secundarios pioneros y tardíos. En suelos mayormente limosos a arenosos, aluviales, fértiles, a veces temporalmente inundables y en zonas ribereñas; tolera la pedregosidad elevada (Reynel et al. 2003).

Se considera una especie pionera en la sucesión de la planicie aluvial de Perú, Brasil, Ecuador y Colombia. La especie se encuentra en toda la Amazonía peruana, entre 0 y 1 000 m.s.n.m.; la dispersión de la semilla puede ser por diversos vectores y se encuentra en bosque primario como el bosque clímax, también se encuentra en bosques secundarios, pioneros o tardíos, en suelos limosos a arcillosos, aluviales y fértiles. Se ha desarrollado trabajos de colectas de semilla por el Centro Mundial para la Agroforestería– ICRAF, la cual ha sido desarrollado en zona aluvial, en los departamentos de Loreto y Ucayali, siendo las más adecuadas para las plantaciones aquellas de las procedencias locales (Ushiñahua 2016).

Importancia de la especie

La especie capirona (*Calycophyllum spruceanum*), es una especie que se encuentra presente en los bosques aluviales y secundarios de la Amazonía peruana. Especie heliófita, de rápido crecimiento, puede incrementar entre 4 a 6 milímetros su DAP anualmente; su madera es de densidad media, de color marrón cremoso. Existe una demanda creciente en el mercado internacional de madera para pisos que son extraídos sin respetar un plan de manejo. No existen plantaciones de nivel comercial, solo para investigar, la producción de madera procede de regeneración natural; insuficiente para cubrir las necesidades crecientes de la industria (Ushiñahua 2016). La capirona es un árbol característico en bosques ribereños temporalmente inundables y en zonas ribereñas, tolera la pedregosidad elevada (Reynel et al. 2003).

2.2.8. Aspectos reproductivos o propagativos

Propagación sexual de la capirona

La propagación sexual por semilla es exitosa. La siembra se hace en almácigos con sustrato arenoso. La germinación se inicia a los tres a cinco días de la siembra, con un poder germinativo de 80 % a 90 % con semillas frescas. Se trasplanta a bolsas plásticas hasta que alcancen 50 cm de altura, luego se puede introducir a terreno definitivo. Su altura reporta crecimiento 1,4-1,6 m a los seis meses. Las evaluaciones realizadas en la Estación Experimental "El Porvenir San Martín reporta que, en 1 gramo de semilla, existen en promedio 5 mil semillas. El número promedio de semillas por kilogramo es de 6 050 000 (Ushiñahua 2016).

Las semillas son diminutas y se germinan en almácigos con sustrato arenoso. Las plantas se trasplantan luego a las bolsas plásticas, en las cuales se las mantiene hasta que alcanzan unos 50 cm de alto, tamaño al cual pueden ser llevadas al terreno definitivo. El poder germinativo es de 80-90 % con semillas frescas (Reynel et al. 2003).

Reynel et al. (2003), citado por Zelada (2007) menciona que presenta una germinación inicial alrededor de 3 a 5 días. Período de germinación se inicia entre los 25-40 días aproximadamente, el tiempo de trasplante (Desde la siembra hasta el repique) se encuentra entre 60-70 días. Su propagación con pan de tierra se realiza en bolsas 10 x 18 x 0.02 cm (ancho x largo x espesor) con sustratos preparado con 3 partes de tierra orgánica de textura franca y una parte de arena de río (3:1). El trasplante de regeneración natural es factible de realizar, teniendo buenos resultados con plántulas de 3 a 5 cm trasplantándolas a la bolsa (Palomino & Barra 2003).



Figura 3. Propagación sexual de capirona (Vallejos et. al. 2014)

2.2.9. Comportamiento fenológico

La fenología permite estudiar los procesos de polinización, dispersión y dinámica de la regeneración natural. En el aprovechamiento forestal, la fenología contribuye a la toma de decisiones en los planes de aprovechamiento, pues tiene un efecto directo sobre la regeneración y el comportamiento, la migración y dieta de la fauna asociada. Además, permite tener una mayor certeza del momento oportuno para la recolección de germoplasma en los programas de propagación sexual en vivero para los programas de reforestación (Rivera et al. 2013).

Reynel et al. (2003), menciona registros de floración desde inicios de la estación seca hasta su final, entre abril y setiembre, y fructificación a finales de la estación seca, entre agosto y Setiembre. Asimismo, De Campos (2004) menciona que la floración ocurre al final de la época lluviosa y fructificación se da en la época seca.

Flores (2004), indica que la floración y fructificación ocurren todos los años. La floración dura de 2 a 4 meses (marzo a junio). Posteriormente las flores caen y aparecen los frutos en forma de cápsulas alargadas de color verde amarillento. La maduración de los frutos dura de 3 a 5 meses y la diseminación

de semillas empieza en agosto, pero alcanza su máxima intensidad en los meses de septiembre y octubre, a fines de la época seca.

Ushiñahua (2016), realizó evaluaciones fenológicas 2 años consecutivos (2015 y 2016) de capirona, en las jurisdicciones de los distritos de Alberto Leveaú, Juan Guerra, Banda de Shilcayo y Tarapoto, provincia San Martín. Las fases fenológicas evaluadas fueron: inicio de botón -oral, -oración, fruto cuajado, maduración de frutos y diseminación de semillas.

Tabla 2. Calendario fenológico de capirona

| Fenología \ Meses | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicio botón floral | | | x | | | | | | | | | |
| Floración | | | | x | x | | | | | | | |
| Fruto cuajado | | | | | x | x | | | | | | |
| Maduración de frutos | | | | | | x | x | | | | | |
| Diseminación de semillas | | | | | | | x | x | | | | |

Fuente: Ushiñahua (2016).

Díaz (2012), realizó estudios de la fenología en dos provincias de la región San Martín (Lamas y San Martín); la mayor diseminación de semillas de Capirona ocurre en el mes de agosto en las provincias de Lamas y San Martín, lo que coincide con la evaluación realizada por la EEA. El Porvenir San Martín.

Ushiñahua (2016), la floración y fructificación de capirona es desde inicios de la estación seca hasta su final, entre abril y setiembre; fructifica entre agosto y septiembre.



Figura 4. Flores de capirona (Reynel 2003, foto: Ymber Flores Bendezú)

2.2.10. Regeneración natural de la capirona

Toledo (1999), indica que, la capirona posee excelentes cualidades para la plantación a campo abierto en macizos puros o en combinaciones agroforestales, adiciona que tiene buena regeneración natural por la que es una especie ideal para el manejo de sucesiones secundarias. Menciona que esta especie puede manejarse en rotaciones cortas de 20 - 30 años para la producción de maderas de dimensiones medianas.

De Campos (2004), indica que la presencia de *Calycophyllum spruceanum* está condicionada en gran parte por la dinámica de los ríos, en playas de bosque ribereños o en claros de suelos arcillosos, es una especie que tolera la pedregosidad elevada. En áreas de regeneración natural puede ser encontrada asociada a otras especies de características pioneras.

2.2.11. Propiedades físicas y mecánicas de la madera

WWF (2006), los valores en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas de la madera:

Propiedades físicas:

Densidad básica : 0,76 g/cm³ alta.

Contracción tangencial : 9,0 %

Contracción radial : 5,0 %
Contracción volumétrica : 15,0 % alta.
Relación T/R : 1,80 estable.

Propiedades mecánicas:

Se sitúa en el límite de la categoría media a alta.

Módulo de elasticidad en flexión : 150 000 kg/cm² poco rígida a rígida.

Módulo de rotura en flexión : 723 kg/cm² mediana.

Compresión paralela (RM) : 283 kg/cm² mediana.

Compresión perpendicular (ELP) : 67 kg/cm² mediana.

Corte paralelo a las fibras : 87 kg/cm² mediana.

Dureza en los lados : 425 kg/cm² mediana.

Tenacidad (resistencia al choque): 2,10 kg-m mediana.

2.2.12. Usos de la especie

Palomino & Barra (2003), para la conservación: protección del suelo, control de erosión, revegetación y recuperación de tierras, cerco vivo y ornamental. Para madera: muebles, estructuras, machihembrado, pisos, durmientes, postes para alambrado y vallas, carrocerías, pasos de escalera, tablillas para tarugos de muebles y puertas, parihuelas, postes, torneado, mangos de herramienta, esculturas, carbón y leña. Como productos no maderables: medicinal.

Reynel et. al. (2003), la madera es de muy buena calidad, dura, pesada, con grano recto a ondulado y textura fina de excelente durabilidad, usada extensamente para construcción rural (puntales, travesaños), es apreciada como leña, ya que el poder calorífico es muy alto y arde aun fresca. Tiene excelentes cualidades para carpintería y moldurado. En años recientes su demanda para la producción de parquet a nivel nacional es creciente.

2.3. Conceptos básicos

2.3.1. Sustrato

Vargas (2015), es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta.

El sustrato es el material de partida para una reacción química. El producto es el compuesto obtenido al final de una reacción química. Los sustratos se dan en el lado derecho de la ecuación química.

Es la base, materia o sustancia que sirve de sostén a un organismo, ya sea vegetal, animal o protista, en el cual transcurre su vida; el sustrato satisface determinadas necesidades básicas de los organismos como la fijación, la nutrición, la protección, la reserva de agua, etc.

Los semilleros trabajan con turba como elemento base, y esta se mezcla con perlita o vermiculita para modificar las propiedades de aireación y humedad.

Los sustratos pueden ser: 1) *Sustratos químicamente inertes*. Arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.; 2) *Sustratos químicamente activos*. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

Es la mezcla de suelo (Tierra negra), arena y materia orgánica (Estiércol de ganado vacuno, carnero, gallinaza, humus, compost, etc.) que se usa para llenar las bolsas en el vivero (SERFOR 2014).

2.3.2. Semillas

La semilla es un óvulo maduro, consistente en una planta embriónica junto con una reserva de alimento u otra estructura incluyendo el óvulo, usada por los agricultores como material de siembra (FAO 2011).

La semilla es uno de los principales recursos para el manejo de poblaciones de plantas, para la reforestación, para la conservación del germoplasma

vegetal y para la recuperación de especies valiosas sobreexplotadas. La calidad de cualquier producto es el conjunto de características que el consumidor evalúa para decidir si satisface sus expectativas. En el contexto de la semilla la calidad puede subdividirse en cuatro cualidades básicas: genética, fisiológica, sanitaria y física. La presencia de las cuatro cualidades esenciales en óptimas condiciones permite que la semilla esté en su máxima calidad integral. La calidad de cualquier producto es el conjunto de características que el consumidor evalúa para decidir si satisface sus expectativas. En el contexto de la semilla la calidad puede subdividirse en cuatro cualidades básicas: genética, fisiológica, sanitaria y física. La presencia de las cuatro cualidades esenciales en óptimas condiciones permite que la semilla esté en su máxima calidad integral (GORE La Libertad, s.f.).

La desinfección del sustrato formado, esto se realiza para eliminar huevos y larvas de insectos, matar gusanos, prevenir ataque de hongos, eliminar semillas de malezas, etc., utilizando diferentes medios, una de las más utilizadas es echar agua hirviendo al sustrato, regando con lejía diluida en agua, o agregando otros productos químicos (SERFOR 2014).

2.3.3. Repique

El repique es el trasplante de las plántulas de la almaciguera a las bolsas o en platabandas a raíz desnuda, se realiza cuando las plántulas tienen un par de hojas verdaderas (FAO 2013). Es el proceso de sacar las plántulas de la cama de almácigo y colocarlas en las bolsas o platabandas.

Consiste en trasplantar las plantitas de los almácigos a las bolsas de polietileno llenas de sustrato. El momento oportuno del repique, para algunas especies es al mes de realizado la siembra de semillas. El repicado se recomienda realizarlo en días nublados, por las mañanas o tardes, para proceder a ello, previamente se realiza un riego a las camas de almácigo, para que suelte el sustrato las raíces sin producir daños a la raíz, a continuación, con un elemento adecuado tal como un clavo grande u otro instrumento se afloja el sustrato con mucho cuidado para no causar daño a la raíz de la plantita, después, se procede a extraer las plantitas y el acopio se realiza en

un recipiente con agua o lodo (mezcla de agua con tierra), operación que debe ser realizada bajo sombra, a fin de evitar la pérdida de humedad de la plantita (SERFOR 2014).

2.3.4. Plántula

Se denomina plántula a cierta etapa del desarrollo del esporofito, que comienza cuando la semilla sale de su dormancia y germina, y termina cuando el esporofito desarrolla sus primeras hojas. Una plántula típica consiste de tres partes principales: la radícula o raíz embrionaria, el hipocótilo o tallo embrionario y los cotiledones además de una o dos de sus hojas verdaderas, por encima de los cotiledones (Chávez y Egoavil 1991; citado por Vargas 2015).

2.3.5. Los fertilizantes de uso agrícola

Son materiales orgánicos o inorgánicos, de origen natural como yacimientos minerales o manufacturados en procesos químicos, los cuales tienen como objetivo suministrar a las plantas uno o varios de los elementos nutricionales requeridos para su crecimiento. Para que un producto sea considerado como fertilizante es indispensable que sea soluble y químicamente disponible para la planta, ya que de los 18 elementos nutricionales considerados como esenciales para las plantas, 15 de ellos son tomados en solución como iones (Monómeros 2004).

La materia orgánica o abono, proporciona los nutrientes suficientes que requiere el sustrato para alimentar a las plantitas repicadas. Puede estar conformada por gallinaza, estiércol de ganado, de caprino, madera podrida, humus de lombriz, compost, etc. (SERFOR 2014).

2.3.6. Basacote Plus 3M 16-8-12

Basacote Plus es un fertilizante al suelo producido con materias primas de alta calidad, y sometido a un riguroso Control de Calidad. Basacote Plus es un gránulo recubierto de ceras elásticas que optimizan la liberación controlada de los nutrientes. Presenta un tamaño de gránulo de 2 a 4 mm con un espesor

homogéneo, lo que permite la aplicación directa al hoyo de plantación, en viveros hortícolas y forestales (Compo expert, 2020).

Análisis químico basacote Plus 3M (Compo expert, 2020)

| | |
|-----------|---|
| Nitrógeno | : 160 g/kg (16% N) |
| Fósforo | : 80 g/kg (8% P ₂ O ₅) |
| Potasio | : 120 g/kg (12% K ₂ O) |
| Magnesio | : 20 g/kg (2% MgO) |
| Azufre | : 50 g/kg (5% S) |
| Hierro | : 4,0 g/kg (0,4% Fe) |
| Cobre | : 0,5 g/kg (0,05% Cu) |
| Manganeso | : 0,6 g/kg (0,06% Mn) |
| Cinc | : 0,2 g/kg (0,02% Zn) |
| Boro | : 0,2 g/kg (0,02% B) |
| Molibdeno | : 0,15 g/kg (0,015% Mo) |

Aplicación en viveros y/o plantas en bolsas (Compo expert, 2020)

Basacote Plus 3M : Dosis de 2-3 g/L ó Kg/m³ de sustrato.

2.3.7. Unidad experimental

La unidad experimental es la entidad física o el sujeto expuesto al tratamiento independientemente de otras unidades. La unidad experimental, una vez expuesta al tratamiento, constituye una sola réplica del tratamiento (Kuehl R, 2001).

2.3.8. Las unidades de observación y las experimentales pueden ser claramente distintas

La unidad de observación puede no ser equivalente a la unidad experimental. La primera puede ser una muestra de la última, como muestras individuales de plantas de una parcela o muestras del plasma de un sujeto (Kuehl R, 2001).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la investigación

El trabajo experimental se realizó en campo abierto, en el vivero frutícola “El Paraíso”, en el centro poblado Santa Cruz del distrito de Bellavista, provincia Jaén, región Cajamarca. Entre las coordenadas UTM 753415.48 m E, 9374209.90 m S; a una altitud de 488 m s. n. m., la temperatura generalmente varía de 20 °C a 34 °C y rara vez baja a menos de 18 °C o sube a más de 38 °C (Weather Spark, s.f.).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FILIAL JAÉN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

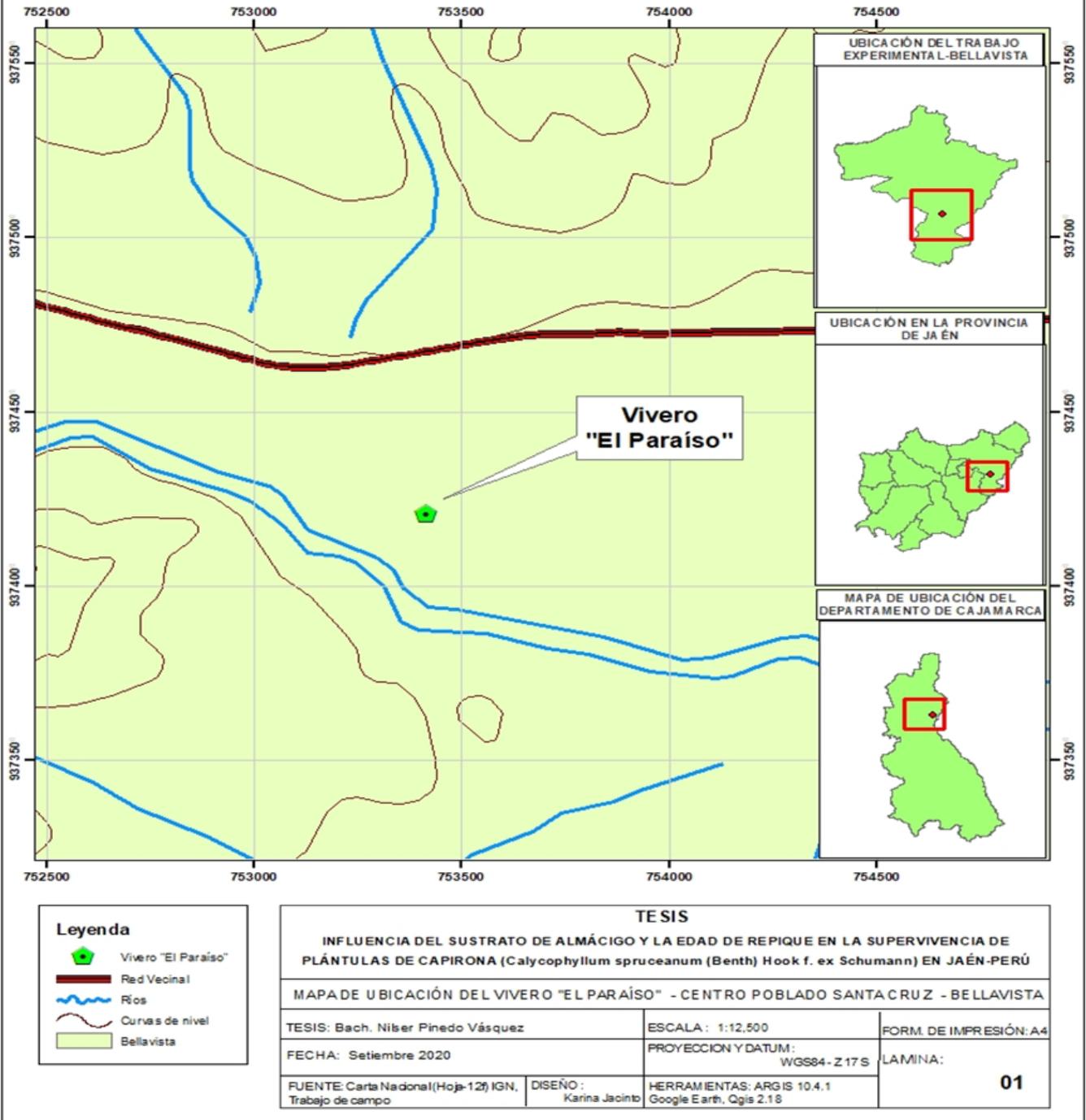


Figura 5. Mapa de ubicación del lugar de ejecución del experimento.

3.2. Materiales

Material biológico. Semillas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann), en un total de 100 g.

Materiales. Wincha, cinta métrica, zaranda de metal, paja rafia, bolsas de polietileno de 4x7 x 0.002 u, plástico impermeable, madera aserrada para platabandas, placas Petri, pinzas, plumones indelebles, libreta de apuntes, placas Petri.

Herramientas. Tijera telescópica, palana, machete, USB, internet, Software ArcGIS 10.4, Microsoft Office Word 2016, Adobe Reader y estadístico SAS y SPSS statistic.

Equipos. Balanza electrónica sensibilidad 0.01g, tamices, estilete, cámara fotográfica, GPS.

Insumos. Fungicida Rizolex, tierra agrícola, arena de río, fertilizante químico “Basacote”, humus.

3.3. Metodología

3.3.1. Fase de campo

3.3.1.1. Selección del árbol semillero de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann

La selección del árbol semillero se realizó teniendo en cuenta el método por comparación, en el que, para el caso de plantaciones forestales, consiste en comparar dentro de una población, las características de un árbol plus, con los cinco mejores árboles vecinos ubicados dentro de un círculo de 10 a 20 m de radio, teniendo como centro al árbol candidato (Maldonado, 2015). Además que deberán ser individuos altos, tener el tronco lo más recto posible, estar libre de bifurcaciones en la base, presentar un estado fitosanitario bueno (Vallejos et al., 2010 citado por Maldonado 2015).

Una vez seleccionado el árbol, se procedió a tomar datos como DAP, estimación de la altura total y se georreferencio con GPS para obtener su ubicación este y norte mediante coordenadas UTM.



Figura 6. Árbol de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann) seleccionado como semillero.

3.3.1.2. Recolección de los frutos

Los frutos de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann), se recolectaron en un relicto de plantación forestal, ubicado en el C.P. Tactago, distrito Cumba, provincia Utcubamba, región Amazonas; ubicado a 32 km del caserío Corral Quemado.

Los frutos fueron recolectados, teniendo en cuenta su madurez fisiológica y antes de su dehiscencia, para ello se utilizaron tijeras telescópicas, y una vez en el suelo, se depositaron en un saco de polipropileno para su traslado hasta el lugar donde se realizará el experimento.



Figura 7. Ramita terminal con frutos y semillas

3.3.2. Fase de laboratorio

3.3.2.1. Procesamiento de frutos y obtención de la semilla

Los frutos recolectados se colocaron sobre papel periódico a secar bajo sombra por 06 días, luego se expuso al sol directo por dos horas para lograr la dehiscencia total de los frutos.



Figura 8. Secado de frutos de capirona.

Con la ayuda del zoom de una cámara fotográfica, realizó la medición de las dimensiones de los frutos secos antes de su dehiscencia, por lo que se seleccionó al azahar 10 frutos, los cuales fueron medidos largo y ancho con la ayuda de un papel milimetrado.

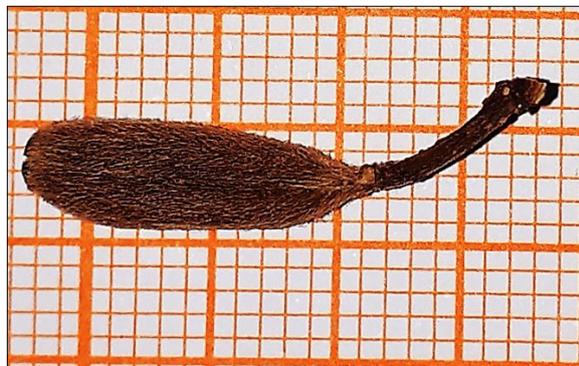


Figura 9. Medición de los frutos de capirona utilizando un papel milimetrado (vista mediante el zoom de una cámara fotográfica).

Una vez lograda la dehiscencia de los frutos, se pasó por un tamiz (malla raschel de orificio 4 x 6 mm) hasta separar las valvas de las semillas, estas últimas se colocaron en frascos de vidrio con tapa hermética y almacenaron a temperatura ambiente hasta el almacigado.

Para medir la longitud de la semilla, se realizó 4 muestras de 10 semillas cada una, a las que se midió de una en una con la ayuda de un papel milimetrado, vistas mediante el zoom de una cámara fotográfica.

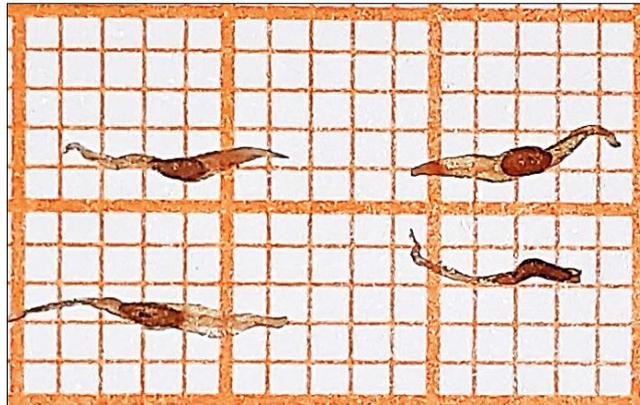


Figura 10. Vista de las semillas de capirona bajo un fondo de papel milimetrado utilizando el zoom de una cámara fotográfica.

3.3.2.2. EVALUACIÓN DE LAS SEMILLAS

a) Análisis de pureza

FAO (1991) cita a ISTA (1976), quien indica que, la expresión semilla pura se hace referencia a la semilla de la especie de que se trate, y además de las semillas maduras y sin daños, se incluyen las semillas de tamaño inferior al normal, consumidas, inmaduras y germinadas, siempre que puedan identificarse claramente como pertenecientes a la especie de que se trate, y los trozos de semillas rotas cuyo tamaño es superior a la mitad del original.

Una vez que se ha separado las valvas de la semilla, se pesaron 05 muestras de 01 g cada una; y con la ayuda de tamices de 04 mm, 22 mm,

500 um y de un estilete, se separaron la semilla de sustancias como partes diminutas de valvas, ramitas u otras sustancias diferentes a la semilla.

Cálculo y expresión de los resultados

Luego de separadas las semillas, se procedió a obtener el peso de cada fracción obtenida, calculando el porcentaje que representa las semillas puras sobre el peso inicial de cada muestra.

El porcentaje de semillas puras se calculó con la fórmula siguiente (FAO, 1991):

$$\text{Porcentaje de pureza} = \frac{\text{Peso de semillas "puras" g}}{\text{Peso total de la muestra original g}} \times 100$$

b) Peso y numero de semillas por Kilogramo

Se expresa normalmente como el peso de 1000 semillas puras. Para determinar el peso de la semilla, se pesaron 5 muestras de 500 semillas cada una, se pesaron en la balanza analítica, los datos obtenidos se procesaron con la siguiente formula recomendada por FAO (1991).

$$\text{N}^\circ \text{ de semillas por Kg} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas que contiene la muestra}}{\text{Peso de la muestra en gramos}} \times 1000$$

c) Viabilidad de la semilla

El método más sencillo para determinar la viabilidad es la inspección visual directa de las semillas, previamente abiertas con un cuchillo o escalpelo. Si el endospermo tiene un color normal y el embrión está bien desarrollado, la semilla tiene muchas posibilidades de germinar (FAO, 1991).

Teniendo en consideración que las semillas de Capirona son diminutas, aladas y alargadas de 3–8 mm entre cada extremo del ala, con el embrión en posición central y que, mediante el microscopio OLYMPUS CX3, con un lente de objetivo de 4x/0.1, se pueden visualizar fácilmente

a la semilla con un endospermo bien formado y un embrión central claramente definido, semillas vacías y dañadas por insectos, con el fin de distinguir, entre las “semillas llenas” las que son viables de las que no lo son.

Para ello, se prepararon 10 láminas porta objetos con 10 semillas cada una, a fin de realizar el análisis ocular correspondiente. En total se utilizaron 100 semillas, la fórmula utilizada fue la que recomienda FAO (1991).

$$\% \text{ de semilla llena} = \frac{\text{cantidad de semillas plenas y bien desarrolladas}}{\text{Cantidad total de semillas en la muestra}} \times 100$$

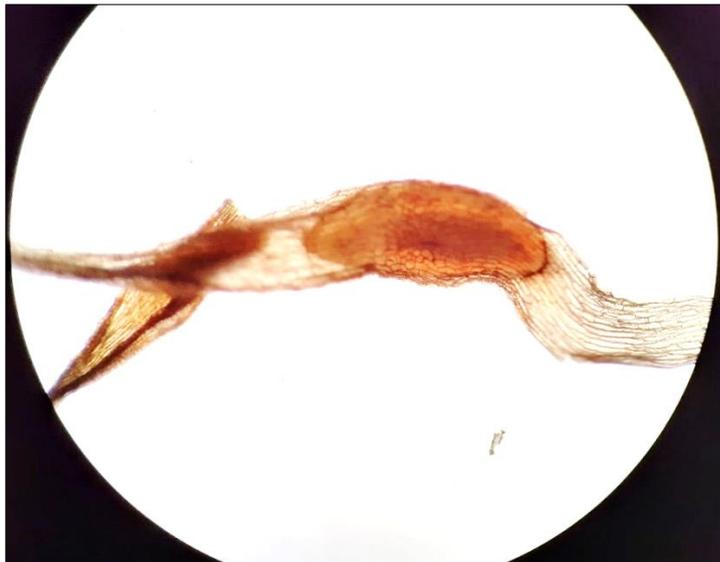


Figura 11. Semilla viable de Capirona, se nota el endospermo y embrión central bien definidos, vista al microscopio con un lente de objetivo de 4x.



Figura 12. Semilla de Capirona no viable, no se nota claramente el endospermo ni embrión bien definido, vista al microscopio con un lente de objetivo de 4x.

3.3.3. Fase experimental

3.3.3.1. Preparación de los sustratos, camas de almácigo y repique

A cada uno de los sustratos utilizados, se les realizó un tamizaje con zaranda, para separarla de objetos extraños que haya podido tener. Se utilizó 0.00676 m^3 por cada replica, en total por tratamiento fue de 0.18252 m^3 , una vez colocado en la cama de almácigo, se aplicó una solución del fungicida Rizolex disuelto en agua a razón de 5 g/mochila de 20 litros de agua para evitar cualquier enfermedad.

a) Sustratos utilizados:

- **Arena fina:** este sustrato se utilizó como testigo sin ningún otro componente.
- **Arena fina con fertilizante Basacote Plus 3M NPK 16-8-12 (2-10):** en la preparación de este sustrato se utilizó 0.00676 m^3 de arena y se mezcló con 13.5 g de Basacote Plus 3M NPK 16-8-12 (2-10). Por cada replica se utilizó la misma cantidad de ingredientes.
- **Tierra agrícola más humus:** proporción 75:25.



Figura 13. Preparación de los sustratos

b) Instalación de las camas almacigueras

Se construyeron 27 pequeñas camas almacigueras de dimensiones 13 x 40 x 13 cm (ancho, largo y alto), con un volumen de 0.00676 m³ cada una, las que se llenaron con sustrato de acuerdo a cada uno de los tratamientos, éstas se construyeron con tablas de madera de 1" de espesor, dividiendo a cada replica una de la otra, para evitar el efecto de borde y disminuir el error experimental.

Sobre las camas de almácigo se colocó un tinglado de tal forma que la sombra sea al 100%.

| | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| T1 R1 | T1 R2 | T1 R3 | T4 R1 | T4 R2 | T4 R3 | T7 R1 | T7 R2 | T7 R3 |
| T2 R1 | T2 R2 | T2 R3 | T5 R1 | T5 R2 | T5 R3 | T8 R1 | T8 R2 | T8 R3 |
| T3 R1 | T3 R2 | T3 R3 | T6 R1 | T6 R2 | T6 R3 | T9 R1 | T9 R2 | T9 R3 |

Figura 14. Diseño de las camas almacigueras y sus respectivos tratamientos y repeticiones.

c) Siembra de las semillas en las camas de almácigo

Se pesaron 27 lotes de 0.2 g de semilla cada uno, se sembraron al voleo en cada replica de los tratamientos en la cama almaciguera, conforme a la aleatorización de los tratamientos, las semillas se cubrieron con una fina capa de arena para su germinación, posteriormente se realizó riego por micro aspersión utilizando una mochila fumigadora, siendo este diariamente



Figura 15. Siembra de semillas de capirona en cada una de las camas almacigueras con sustrato según tratamiento.



Figura 16. Camas almacigueras con las plántulas de capirona.

d) Instalación de camas de repique

La cama de repique fue de 1 m de ancho por 3 m de largo, construida con caña brava, instaladas bajo el nivel del suelo (bajo relieve); allí se ordenaron las bolsas con dimensiones de 4" x 7 x 0.002 u, todas debidamente llenadas con sustrato preparado con las proporciones de 75 % de suelo agrícola (franco arenoso) + 25 % de humus de lombriz, debidamente separadas y rotulados, concordando con los tratamientos de cada uno de las unidades experimentales de las camas germinadoras.

En estas camas se realizaron los repiques y la evaluación de supervivencia de plantas.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| T9 R1 | T9 R2 | T9 R3 | T8 R1 | T8 R2 | T8 R3 | T7 R1 | T7 R2 | T7 R3 | T6 R1 | T6 R2 | T6 R3 | T5 R1 | T5 R2 | T5 R3 |
| | | | T4 R1 | T4 R2 | T4 R3 | T3 R1 | T3 R2 | T3 R3 | T2 R1 | T2 R2 | T2 R3 | T1 R1 | T1 R2 | T1 R3 |

Figura 17. Distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones en las camas de repique.



Figura 18. Instalación de camas de repique (bolsas con sustrato homogéneo).

3.3.3.2. Repique de plántulas

El repique consistió en trasladar 20 plántulas por cada tratamiento, desde las pequeñas camas de almacigo hacia las bolsas con sustrato homogéneo en las camas de repique, a edad de 35, 49 y 63 días. Se seleccionaron las plántulas con tallo recto y raíz bien formada, las plántulas que presentaron tallo torcido, raíz mal formada y con síntomas de estar enfermas se eliminaron.

El tipo de riego empleado fue, riego por inundación, el cual se basa en el llenado y vaciado de las camas de repique que se construyeron en bajo relieve, sobre los que se situaron las bolsas llenas con sustrato, permaneciendo éstas sumergidas durante un corto período de tiempo, durante el cual el sustrato absorbe el agua por capilaridad, siendo la altura del nivel de agua necesaria, proporcional a la altura de la bolsa con sustrato, esta actividad se desarrolló de 02 a 3 veces por semana.



Figura 19. Repique de plántulas de capirona.

3.3.3.3. Análisis de la supervivencia al repique

El conteo de la supervivencia de las plántulas se realizó una sola vez, pasado 15 días después de haberlas repicado en cada tratamiento las 20 plántulas por replica (60 por tratamiento), con la finalidad de evaluar el porcentaje de supervivencia de las plántulas con los diferentes tratamientos.

La fórmula empleada para el cálculo de la supervivencia es:

$$\% \text{ Supervivencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantulas supervivientes}}{\text{N}^\circ \text{ de plantulas repicadas}} \times 100$$

Posteriormente, el resultado final, se calculó mediante el promedio de las tres repeticiones de cada tratamiento empleado.

3.3.4. Trabajo de gabinete

a) Diseño experimental

Se utilizó un arreglo factorial de 3A * 3B (donde "A" y "B" son factores de 03 niveles cada uno) con diseño completamente al azar. La prueba paramétrica utilizada fue el análisis de varianzas (ANOVA).

Tabla 3: Distribución de los tratamientos mediante el arreglo factorial de 02 factores (sustrato vs edad de repique) con 03 niveles cada uno.

| Sustrato Edad de Repique/días | | FACTOR "A" Sustratos en las camas de almácigo | | |
|----------------------------------|---------|--|---|------------------------------------|
| | | Arena | (Arena + fertilizante (13.5 g NPK 16-8-12)) | (75%Tierra Agrícola con 25% Humus) |
| FACTOR "B" Edades al repique | 35 días | T1 | T4 | T7 |
| | 49 días | T2 | T5 | T8 |
| | 63 días | T3 | T6 | T9 |

Tratamientos en estudio

- T1: Arena + repique a los 35 días (testigo).
- T2: Arena + repique a los 49 días.
- T3: Arena + repique a los 63 días.
- T4: Arena con fertilizante (13.5 g NPK) + repique a los 35 días.
- T5: Arena con fertilizante (13.5 g NPK) + repique a los 49 días.
- T6: Arena con fertilizante (13.5 g NPK) + repique a los 63 días.
- T7: Tierra Agrícola 75% con humus 25% + repique a los 35 días.
- T8: Tierra Agrícola 75% con humus 25% + repique a los 49 días.
- T9: Tierra Agrícola 75% con humus 25% + repique a los 63 días.

Se determinaron 09 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, los cuales se aplicaron a nivel de las camas almacigueras, en las cuales se germinaron las semillas, luego se repicaron 20 plántulas por repetición, 60 plántulas por tratamiento, en las bolsas llenadas con sustrato homogéneo para todos los tratamientos, diferenciando y agrupando siempre el tratamiento que las dio origen, en total fue 540 unidades de observación (bolsas con plántulas) para todo el diseño experimental, con la finalidad de evaluar que tratamiento presenta mejor porcentaje de supervivencia al repique.

b) Aleatorización de los tratamientos en el experimento

Se pesaron 27 lotes de 0.2 g de semilla de capirona, a los que se le asignaron números del 1 al 27, dicho lotes usados para el experimento fueron unidades relativamente homogéneas a los que se le asignaron los tratamientos de forma aleatoria con ayuda del programa Microsoft Excel para evitar la asignación subjetiva de tratamientos a los lotes de semillas, que se transformarían en plántulas (unidades de observación). El procedimiento adecuado de aleatorización para este tipo de diseño se ilustra a continuación.

Tabla 4: Aleatorización de los lotes de 0.2 g de semillas de Capirona para asignar a cada uno de los tratamientos.

| Número del lote de 0.2 g de semilla. | Tratamientos | Número del lote de 0.2 g de semilla. | Tratamientos | Número del lote de 0.2 g de semilla. | Tratamientos |
|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|
| 7 | T1 | 18 | T4 | 13 | T7 |
| 21 | T1 | 27 | T4 | 6 | T7 |
| 8 | T1 | 25 | T4 | 22 | T7 |
| 3 | T2 | 2 | T5 | 16 | T8 |
| 17 | T2 | 23 | T5 | 12 | T8 |
| 10 | T2 | 15 | T5 | 19 | T8 |
| 1 | T3 | 24 | T6 | 11 | T9 |
| 26 | T3 | 20 | T6 | 5 | T9 |
| 14 | T3 | 4 | T6 | 9 | T9 |

c) Análisis de la información

Los datos obtenidos fueron procesados utilizando el software Microsoft Excel, el software SAS 9.4 y SPSS statistic versión 26, a cada una de las variables evaluadas con respecto a los tratamientos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Árbol semillero

El árbol de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumannk, seleccionado como semillero, cumplió los requisitos especificados en la metodología de Vallejos et al (2010) citado por Maldonado (2015), los detalles se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 5. Árbol semillero de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumannk

| N° Árbol | Coordenadas UTM | | DAP (m) | Altura total (m) |
|----------|-----------------|---------|---------|------------------|
| | Este | Norte | | |
| 1 | 762247 | 9338393 | 0.24 | 23.00 |

En la tabla 5, se presentan los datos del árbol seleccionado como semillero, solo se eligió un árbol, con la finalidad de que todas las semillas tengan el mismo árbol padre y con ello disminuir el error experimental, causado por la variabilidad genética entre árboles.

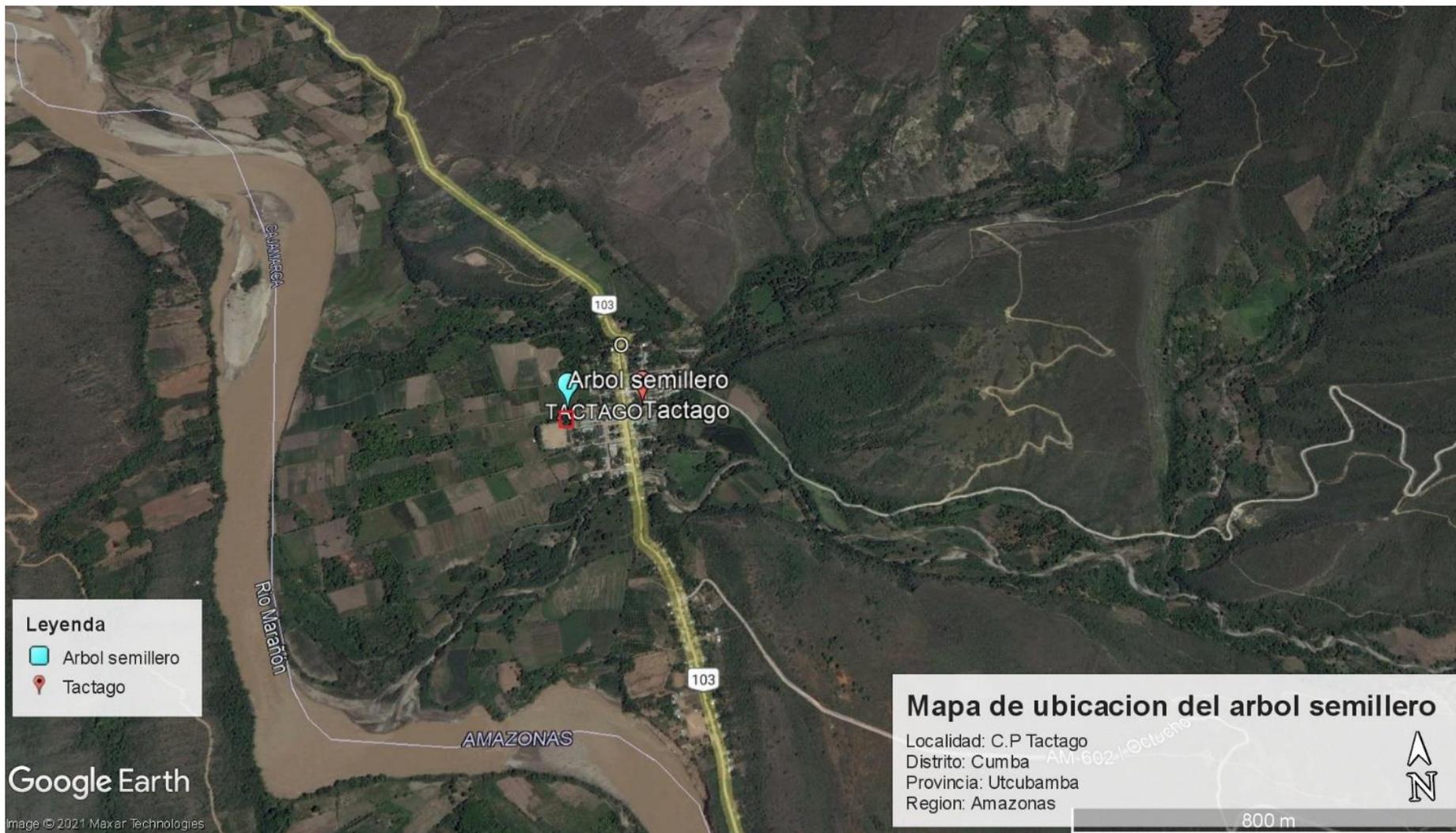


Figura 20. Mapa de ubicación del árbol semillero de Capirona.

4.1.2. Frutos y semillas

Se presentan los resultados de la medición de las dimensiones de los frutos y semillas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumannk.

Tabla 6. Dimensiones del fruto de capirona expresado en milímetros.

| N° | Diámetro menor "punta de la semilla" (mm) | Diámetro mayor (mm) | Longitud (mm) |
|-----------------|---|---------------------|---------------|
| 1 | 2.00 | 4.50 | 13.00 |
| 2 | 2.00 | 4.50 | 13.00 |
| 3 | 2.00 | 5.00 | 12.00 |
| 4 | 2.00 | 4.00 | 13.00 |
| 5 | 2.50 | 5.00 | 13.00 |
| 6 | 2.00 | 4.50 | 13.00 |
| 7 | 2.00 | 5.00 | 13.50 |
| 8 | 2.00 | 4.50 | 12.00 |
| 9 | 2.00 | 5.00 | 12.00 |
| 10 | 2.00 | 4.50 | 13.00 |
| Promedio | 2.05 | 4.65 | 12.75 |

En la tabla 6, se visualiza que el diámetro promedio mayor de los frutos es 4.65 mm, la longitud promedio es de 12.75 mm, con una longitud mínima de 12.00 mm y una máxima de 13.5 mm.

Tabla 7. Dimensiones de la semilla de capirona expresado en milímetros.

| Muestra | Medición de la longitud de Semilla (S) en milímetros | | | | | | | | | | Promedio |
|-----------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | |
| M1 | 3 | 5 | 5 | 3.5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 3.5 | 5 | 4.20 |
| M2 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3.90 |
| M3 | 5 | 6 | 4 | 3 | 5 | 8 | 5 | 4 | 5 | 6 | 5.10 |
| M4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 3 | 4.10 |
| Promedio | 3.75 | 4.25 | 4.25 | 3.38 | 4.50 | 5.50 | 4.75 | 4.50 | 4.13 | 4.25 | 4.33 |

(S): semilla.

En la tabla 7, se indica que la longitud promedio de las semillas es de 4.33 mm, con una longitud mínima de 3.00 mm y una máxima de 8.00 mm.

4.1.3. Análisis de pureza

Se realizó el análisis de pureza de las semillas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumannk, cuyos resultados se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 8. Obtención de la pureza en cinco muestras.

| Muestras | Peso de la Muestra (g) | Peso impurezas (g) | Peso semilla pura (g) | Pureza (%) |
|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| M1 | 1.00 | 0.76 | 0.24 | 24.00 |
| M2 | 1.00 | 0.77 | 0.23 | 23.00 |
| M3 | 1.00 | 0.70 | 0.30 | 30.00 |
| M4 | 1.00 | 0.72 | 0.28 | 28.00 |
| M5 | 1.00 | 0.68 | 0.32 | 32.00 |
| Promedio | 1.00 | 0.73 | 0.27 | 27.40 |

De acuerdo a la tabla 8, se puede decir que el porcentaje de pureza de las semillas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumannk) es de 27.40 %.

Peso y número de semillas por kilogramo

En la tabla 9, se aprecia que la cantidad de semillas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann “Capirona” que se obtuvo por kilogramo fue de 6'428,571.00 La fórmula que se utilizó para efectuar el cálculo, fue tomada de FAO (1991).

Tabla 9. Cálculo del número de semillas por kilogramo.

| Muestras | Peso de 500 semillas (g) | Número de semillas por Kg |
|-----------------|--------------------------|---------------------------|
| M1 | 0.08 | 6 250 000 |
| M2 | 0.07 | 7 142 857 |
| M3 | 0.08 | 6 250 000 |
| M4 | 0.08 | 6 250 000 |
| M5 | 0.08 | 6 250 000 |
| Promedio | 0.078 | 6 428 571 |

4.1.4. Viabilidad de la semilla

En la tabla 10, se aprecia que, mediante el análisis ocular de las semillas, con ayuda del microscopio, se determinó que el 78% viables y el 22% corresponden a aquellas semillas defectuosas tales como semillas vacías, estructuras seminales que presentan daño mecánico por insectos y aquellas que presentan un desarrollo interno anormal.

Tabla 10. Porcentaje de semillas viables

| Muestras | N° semillas por muestra | N° Semilla viable | N° Semilla defectuosa | Semilla viable (%) | Semilla defectuosa (%) |
|-----------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|
| M1 | 10 | 6 | 4 | 60.00 | 40.00 |
| M2 | 10 | 7 | 3 | 70.00 | 30.00 |
| M3 | 10 | 9 | 1 | 90.00 | 10.00 |
| M4 | 10 | 6 | 4 | 60.00 | 40.00 |
| M5 | 10 | 8 | 2 | 80.00 | 20.00 |
| M6 | 10 | 8 | 2 | 80.00 | 20.00 |
| M7 | 10 | 8 | 2 | 80.00 | 20.00 |
| M8 | 10 | 7 | 3 | 70.00 | 30.00 |
| M9 | 10 | 10 | 0 | 100.00 | 0.00 |
| M10 | 10 | 9 | 1 | 90.00 | 10.00 |
| Promedio | 10 | 7.8 | 2.2 | 78.00 | 22.00 |

4.1.5. Análisis de la variable supervivencia al repique

Tabla 11. Número de plántulas supervivientes según la distribución de tratamientos.

| N° DE PLANTULAS SUPERVIVIENTES AL REPIQUE POR TRATAMIENTO | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| R | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| R1 | 19 | 15 | 19 | 12 | 15 | 19 | 14 | 17 | 19 |
| R2 | 16 | 17 | 19 | 16 | 19 | 18 | 16 | 19 | 18 |
| R3 | 19 | 20 | 20 | 18 | 18 | 20 | 18 | 18 | 16 |
| Prom. plant. Superv. | 18.00 | 17.33 | 19.33 | 15.33 | 17.33 | 19.00 | 16.00 | 18.00 | 17.67 |
| Prom. plant. Repicad. | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| % Superv. | 90.00 | 86.67 | 96.67 | 76.67 | 86.67 | 95.00 | 80.00 | 90.00 | 88.33 |

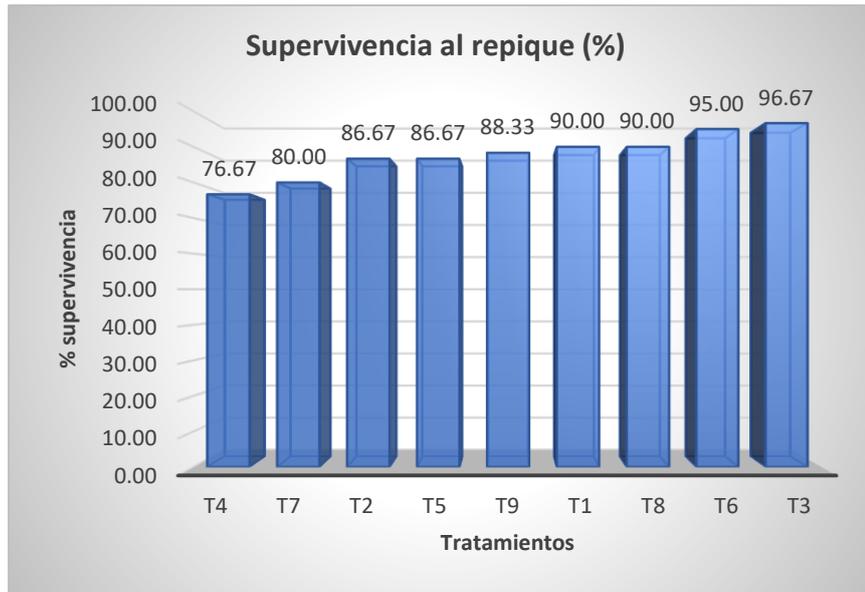


Figura 21. Porcentaje promedio de supervivencia al repique de plántulas por tratamiento.

De la figura 21 se puede decir que, el tratamiento T3 (Arena - Repique a 63 días) tiene una mayor supervivencia con un valor promedio de 96.67%, cuyas plántulas en dicho tratamiento midieron un promedio de 21.20 mm de altura, medida desde la base del cuello de la raíz hasta el ápice. Sin embargo, el tratamiento T4 ([Arena + 13.5 g NPK] - Repique a 35 días) es el que tiene un menor porcentaje de supervivencia.

4.1.6. Análisis de varianza (ANOVA) de la variable supervivencia

Tabla 12: ANOVA de la variable dependiente: supervivencia, procesado en SAS 9.4.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|------------------------|-----------|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 8 | 39.33333333 | 4.9166667 | 1.4 | 0.263 |
| Error | 18 | 63.33333333 | 3.5185185 | | |
| Total corregido | 26 | 102.666667 | | | |

Tabla 13: Obtención del p-valor de tratamientos en estudio, procesado en SAS 9.4.

| Fuente | DF | Tipo III SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|--------------------|----|-------------|----------------------|---------|--------|
| Tratamiento | 8 | 39.3333333 | 4.91666667 | 1.4 | 0.263 |

En las tablas 12 y 13, se puede apreciar que, el p-valor es de 0.2630, valor mayor a 0.05, lo cual indica que las varianzas de las medias de los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 y T9 son homogéneas. Dicha apreciación demuestra que, no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por tanto, se rechaza la hipótesis alternativa (H1) y se acepta la hipótesis nula (Ho), indicando que todos los tratamientos son iguales. Esto se podría atribuir a que, se utilizó un riego por inundación, el cual se basa en el llenado con agua y vaciado de las camas de repique que se construyeron en bajo relieve, a fin de que por capilaridad el sustrato de las bolsas en las camas de repique, sea regado hasta llegar a su capacidad de campo y así prestarle mejores condiciones para el prendimiento de las plántulas.

Tabla 14. ANOVA de las variables sustrato y edad de repique, procesado en SPSS statistic 26.

| Pruebas de efectos inter-sujetos | | | | | |
|--|-------------------------------|----|------------------|-----------|-------------|
| Variable dependiente: Número de plántulas supervivientes | | | | | |
| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Modelo corregido | 39,333 ^a | 8 | 4,917 | 1,397 | ,263 |
| Intersección | 8,321,333 | 1 | 8,321,333 | 2,365,011 | ,000 |
| SUSTRATO | 6,000 | 2 | 3,000 | ,853 | ,443 |
| EDAD | 22,222 | 2 | 11,111 | 3,158 | ,067 |
| SUSTRATO * EDAD | 11,111 | 4 | 2,778 | ,789 | ,547 |
| Error | 63,333 | 18 | 3,519 | | |
| Total | 8,424,000 | 27 | | | |
| Total corregido | 102,667 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = .383 (R al cuadrado ajustada = .109)

En la variable independiente "SUSTRATO = sustrato de almacigo" se puede visualizar que el p-valor tiene un nivel de significancia (sig.) de 0.443, valor

por encima de 0.05, indicando que, por separado no hay diferencias significativas en el número de plántulas supervivientes al repique de acuerdo al sustrato empleado.

En la variable independiente “EDAD = edad de repique”, el p-valor tiene un nivel de significancia (sig.) de 0.067, valor por encima de 0.05, indicando que, por separado, no hay diferencias significativas, por lo que no existe influencia de la edad de repique en la supervivencia de plántulas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. Ex Schumann.

4.1. Discusión

Se ha encontrado que, la longitud promedio del fruto de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. Ex Schumann es de 12.75 mm, con una longitud mínima de 12.00 mm y una máxima de 13.5 mm, discrepando con Reynel et al. (2003) citado por OSINFOR (2017) en la que, en su publicación del libro “Fichas de identificación de especies forestales maderables y silvicultura tropical” indica que los frutos de capirona presentan una longitud de 5-8 mm de largo. Esta diferencia de tamaños de frutos, se debe posiblemente a que, el árbol del cual se recolectó la semilla, estuvo en asociación agroforestal con cacao, dicho cultivo es fertilizado de manera periódica, razón por la que los frutos del árbol de capirona crecieron un poco más.

Respecto a la longitud de las semillas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. Ex Schumann, en la presente investigación se determinó que miden de 3 – 8 mm de longitud entre ala y ala. Discrepando con Hidalgo (2008), quien en su investigación “Efecto de la luz roja sobre la germinación de semillas de *Swietenia macrophylla* G. King caoba y *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hooker. ex Schumann capirona” encontró que las dimensiones de la semilla de capirona, incluyendo el ala varían de 5 a 6 mm.

Mediante la presente investigación se determinó que, el porcentaje de pureza de las semillas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. Ex Schumann es de 27.40%. Valores cercanos a lo obtenido por Paredes y Aspajo (2019), quien en su investigación “Prueba de germinación de semilla de especie forestal capirona *Calycophyllum spruceanum* (benth.) Hook. F. Ex schum., familia: Rubiaceae, en

Loreto, Peru” encontró que el 20% son semillas y el 80% corresponden a impurezas (residuos de la inflorescencia y otros). Zelada (2007), en su investigación “Efecto de la temperatura y humedad en la viabilidad de semillas de *Calycophyllum spruceanum (bentham) hooker f. Ex schuman.* (Capirona) Tingo María - Perú, indica haber obtenido el 21.44% de pureza varietal de semillas de capirona.

Se determinó que existen 6 428 571 semillas por kilogramo de *Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook f. ex Schumann.* Concordando con Zelada (2007), quien en su investigación “Efecto de la temperatura y humedad en la viabilidad de semillas de *Calycophyllum spruceanum (bentham) hooker f. Ex schuman.* (Capirona) Tingo María, Perú, encontró que existen 6’058,400.00 semillas por kilogramo.

Respecto a viabilidad de la semilla de capirona, se determinó que el 78% de las semillas analizadas fueron viables. Obteniendo valores cercanos con Silvano (2012), en su investigación "Aplicación de tratamientos pre germinativos a las semillas de *Calycophyllum spruceanum (benth) hook.* "Capirona" y transplante a bolsas de repique en el CIEFOR Puerto Almendra-Iquitos-Perú”, encontró que 80.2% de semillas fueron viables.

Se ha encontrado que el sustrato de almácigo, no influye en la supervivencia al repique de plántulas de capirona, ya que según el análisis de varianza, se obtuvo un p-valor de 0.443, valor superior a 0.05, indicando que no hay diferencias significativas, por lo que no existe influencia del sustrato de almacigo en la supervivencia al repique de plántulas de capirona, sin embargo, se ha encontrado que el mayor valor de plántulas supervivientes es de 96.67% que corresponde al sustrato de almacigo “Arena”. Mientras que para Gonzales (1968), se obtuvo mayor supervivencia al repique de plántulas de *Anthocephalus cadamba Miq. (KADAM)*, cuyas plántulas fueron germinadas en mezcla de suelo – arena; expuestas al sol (tapadas con plástico), cuando estas fueron regadas por aspersión y en la sombra cuando estas fueron regadas por ascenso capilar.

Discrepando con Peralta, E. (2017), quien evaluó el efecto del lodo residual incorporado como sustrato en repique de *Pinus radiata D.* a Nivel De Vivero Forestal Potojani Puno, los resultados obtenidos fueron que los tratamiento en estudio si

presentaron significancia estadística y mediante la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos en estudio sobre plántulas vivas de *Pinus radiata* D., la mayor cantidad de plántulas vivas se alcanzó con el tratamiento T6= Lodo 0% + tierra arable 100% con 71.85% de supervivencia, seguido de los tratamientos T2= Lodo 40% + tierra arable 60%, T5= Lodo 100% + tierra arable 0% y T1= Lodo 20% + tierra arable 80% con 71.11%, 68.89% y 67.41% de supervivencia respectivamente, los cuales estadísticamente son similares y superiores a los demás tratamientos, seguido del tratamiento T3= Lodo 60% + tierra arable 40% con 59.26%. La menor cantidad plántulas vivas se registró en el tratamiento T4= Lodo 80% + tierra arable 20% con 48.89% de supervivencia de plántulas.

Respecto a la edad de repique, se ha encontrado que, no influye en la supervivencia al repique de plántulas de capirona, puesto que en el análisis de varianza para la variable “edad de repique”, se obtuvo un p-valor de 0.067, valor superior a 0.05, indicando de esta forma que, no hay diferencias significativas, por lo que no existe influencia de la edad de repique, en la supervivencia al repique de plántulas de capirona. Sin embargo, se ha encontrado que el mayor valor de plántulas supervivientes es de 96.67% para una edad de repique de 63 días. Mientras que Gonzales (1968), indica que sin tomar en cuenta los ambientes y medios de germinación, la supervivencia de plántulas de *Anthocephalus cadamba* Miq. (KADAM), cuando estas fueron regadas por un tipo de riego, dependieron de la edad en que fueron repicadas. Así, para el riego por aspersión, se encontró que la mejor edad de repique es 04 semanas (28 días), mientras que para el riego capilar es 08 semanas (56 días).

Según el ANOVA, la interacción entre sustrato de almacigo y la edad de repique, no influyen en la supervivencia al repique de plántulas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann), ya que se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, lo que se debe sin duda a la alta capacidad de supervivencia al repique que tienen las plántulas de capirona utilizando un riego por inundación en las camas de repique, sin embargo, se ha encontrado que el mayor valor de plántulas supervivientes es de 96.67% que corresponde al tratamiento T3 (Arena – repique a 63 días).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El mayor porcentaje de supervivencia al repique obtenido fue de 96.67%, considerando un sustrato de almacigo “arena” con repique a los 63 días, aunque se indique que no hubo diferencias significativas entre los 09 tratamientos.
- Se determinó que, se pueden utilizar cualquiera de los 03 sustratos empleados, puesto que, estadísticamente no existen diferencias significativas entre ellos respecto a la supervivencia de plántulas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. Ex Schumann.
- La edad de repique que presentó el más alto porcentaje de supervivencia de plántulas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. Ex Schumann, fue a los 63 días edad, aun cuando estadísticamente no presenta diferencias significativas.
- La interacción entre el sustrato de almacigo y la edad de repique no influyen directamente en la supervivencia al repique de plántulas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. Ex Schumann, según lo indica el análisis de varianza.

5.2. Recomendaciones

- Que los egresados de la Escuela de Ingeniería Forestal, realicen trabajos de investigación en supervivencia al repique de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex Schumann), utilizando tratamientos con otros tipos de riego, diferentes al riego por inundación o de superficie que demanda mayor cantidad de disponibilidad de agua, el cual se utilizó en la presente investigación, ya que, al parecer, éste, influyó en la alta capacidad de supervivencia de las plántulas de capirona en los tratamientos en estudio.

- Realizar investigaciones con otras especies, con potencial maderable, ornamental, entre otros, para evaluar parámetros como, porcentaje de germinación, peso fresco, peso seco en plántulas y plantones, crecimiento en diámetro y altura de las especies.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, C.; García, D.; Guerra, W.; Murga, H.; Saldaña, G.; Vásquez, D.; Tadashi, R. 2016. Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). Nota científica. Scientia Agropecuaria 7 (3) 341-347. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Agropecuarias

Acosta-Durán, C.M. 2012. Selección de sustratos para horticultura (en línea). Redes Editores, MEX. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n1/1659-1321-am-29-01-00228.pdf>.

Anacafé. 2011. Recomendaciones para la elaboración de Almacigos de café (en línea). Consultado 21 oct. 2020. Disponible en https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Elaboracion_de_almacigos

Benito, M., A. Masaguer, A. Moliner, and R. De-Antonio. 2006. Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability (en línea). Bioresour. Technol. 97:2071-2076. doi:10.1016/j.biortech.2005.09.011. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n1/1659-1321-am-29-01-00228.pdf>.

Brako, L., Zarucchi, J. 1993. Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO. 1286 p.

Castro, D.A. 2012. Diagnóstico y caracterización de la enfermedad causada por *Phytophthora* sp. en una plantación de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. ex Schumann en el Codo del Pozuzo. Trabajo de grado, Ingeniería Forestal, Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. 83 p.

Castro, T. Á., Rivillas, O. C., Serna, G. C., & Mejía, M. C. 2008. Germinadores del café (en línea). Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18966/1/TESIS%20FINAL%20MAYRI%20M.%20MONTECECEDE%20C3%91O.pdf>

Chávez, R, J y Egoavil, R, A. 1991. Manual de viveros forestales, volantes Pucallpa – Perú 81 p. (en línea). Consultado 9 set. 2020. Disponible en http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4281/Stalin_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Compo expert. 2020. Ficha técnica de Basacote® Plus 3M, 6M, 9M (en línea). Consultado el 15 set. 2020. Disponible en <https://www.compo-expert.com/sites/default/files/2020-08/Basacote%20Plus%203,6,9M%20FT.pdf>

De Campos, M. 2004. Pau-mulato-da-varzea (*Calycophyllum spruceanum*) Informativo técnico rede de Semetes da Amazonia (en línea). N° 6. Universidade federal do Acre. Río Branco, Brasil. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1692/H20.C37-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Delprete, P, G. 2004. Rubiaceas, editado en Smith, N, Mori, S, Henderson, A, Stevenson, D. W., & Helad, S. V editores. 2004. Flowering Plants of the Neotropics The New York Botanical Garden Published by Princeton University. New Jersey (en línea). Consultado 2 set. 2020. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/diversidad-familia-rubiaceae /diversidad-familia-rubiaceae.pdf>.

Dos Santos, V.S.; Alves, R.M.; Melo, G.F.; Martins Filho, S. 2014. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de cupuaçuzeiro. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia (en línea). 10(18): 2941-2953. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n1/1659-1321-am-29-01-00228.pdf>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT.). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales (en línea). Consultado el 22 de setiembre del 2021. Disponible en <https://www.fao.org/3/ad232s/ad232s00.htm#TOC>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT.). 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Manual preparado por el grupo de cultivos hortícolas dirección de producción y protección vegetal (en línea).

Consultado 9 set. 2020. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Tut-Maynor.pdf>

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT. 2011a. Semillas en emergencia (en línea). Consultado 23 oct. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/015/i1816s/i1816s00.pdf>

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT. 2013b. Curso: Implementación y Manejo de Sistemas Agroforestales en la Amazonia Boliviana (en línea). Consultado 23 oct. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-as953s.pdf>

Flores, Y. 2004. Guía para el reconocimiento de regeneración natural de especies forestales de la Región Ucayali (en línea). Pucallpa, PE, INIA. 80 p. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1692/H20.C37-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fonseca, E.P. 1988. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em Win-strip (en línea). Dissertação (Mestrado em Ciencia Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Brasil. 81p. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n1/1659-1321-am-29-01-00228.pdf>.

Fonseca, E.P. 2001. Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂, na agua de irrigação. Dissertação (en línea). (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil. 72 p. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n1/1659-1321-am-29-01-00228.pdf>.

García, Y., Cobas, M., García, R., Mitchel, N.M. 2005. Calidad de las posturas de *Swietenia macrophylla* King. cultivadas en tubetes. Pinar del Río, Cuba (en línea). 8 p. Consultado 01 set. 2020. Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/546/T.FRS-147.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gonzales, 1968. Germinación y supervivencia al repique de *Anthocephalus cadamba* Miq. (KADAM). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica. En línea. 106p. Consultado el 27 de setiembre del 2021. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7931e/A7931e.pdf>

GORE La Libertad (Gobierno regional de la Libertad, Perú). s. f. Boletín Técnico – La Semilla (en línea). Gerencia Regional de Agricultura - Ing. Luis Humberto Toledo Geldres, Gerente. 6 p. Revisado 23 oct. 2020. Disponible en <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/semillas%20pdf.pdf>

Hidalgo, 2008. Efecto de la luz roja sobre la germinación de semillas de *Swietenia macrophylla* G. King caoba y *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hooker. ex Schumann capirona. Tesis. En línea. Consultado el 22 de oct. 2021. Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/682/T.FRS-56.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kuehl, Robert O. 2001. Diseño de experimentos Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Segunda edición. México, D.F. 680 p.

Krucker, M., R.L. Hummel, and C. Cogger. 2010. Chrysanthemum production in composted and noncomposted organic waste substrates fertilized with nitrogen at two rates using surface and subirrigation (en línea). HortSci. 45:1695-1701. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n1/1659-1321-am-29-01-00228.pdf>.

Landis, T. D., R. K. Dumroese and D. L. Haase. 2010. The container tree nursery manual (en línea). Volume 7. Seedling processing, storage, and outplanting. Department of Agriculture. Forest Service. Agriculture Handbook 674. Washington, DC, USA. 200 p. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/634/63442410003.pdf>

Linares, C., Meneses, E., Díaz, J. 1992. Monografía sobre capirona: *Calycophyllum spruceanum*. Proyecto Forestal ITTO PD 37/88 Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú. Cámara Nacional Forestal, Dirección General de Forestal y Fauna, Lima, 32 p

Littleton R.T.E. 2000. Evaluación de sustratos en el desarrollo de plantas de papaya (*Carica papaya*), en vivero (en línea). Trabajo de graduación. Universidad Earth, Costa Rica. Consultado 9 set. 2020. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Tut-Maynor.pdf>

Loyola O. 2019. Efecto de cuatro tipos de sustrato en la producción de plántulas de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) en el Vivero Forestal de Cervecería San Juan S.A, Ucayali – Perú. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales. Lima – Perú. 81 p.

Mbora, A., Lilleso, J. B., Schmidt, L., Angaine, P., Meso, Omondi, W., y Jamnadass, R. 2009. Tree seed Source re-classification manual. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya (en línea). Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/345/004-2-3-071.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mendoza, H., Ramírez, B., Jiménez, L. 2004. Rubiaceae de Colombia. Guía ilustrada de géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (en línea). Bogotá, Colombia. 351 p. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/600/T.FRS-203.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Maldonado, 2015. Identificación y selección de árboles semilleros de cinco especies forestales nativas de la microcuenca el Padmi, provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de grado. Loja, Ecuador. 81 p. Consultado el 24 oct. 2021. Disponible en <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11284/1/Tesis%20Doris%20Alicia%20Maldonado%20Condo.pdf>

Monómeros. 2004. Manual Técnico – Propiedades Generales de los Fertilizantes (en línea). 4 ed. Monómeros Colombo Venezolanos S.A. Consultado 10 set. 2020. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/39459/1/71782231.2014.pdf>

Mostacero L., J.; Mejía C., F.; Gamarra T. O. 2009. Fanerógamas del Perú – Taxonomía, utilidad y Ecogeografía, Universidad Nacional de Trujillo. Edición CONCYTEC. Primera edición. Edit. Graficart. Trujillo - Perú. 1331 p.

Mostacero, J., Mejía, F., Gamarra, O.A. 2002. Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Ed. Normas Legales S.A.C. Trujillo, Perú. 1270 p.

Navarro, R. M., A. del Campo y J. Cortina. 2006. Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta (en línea). In: Cortina, J., J. L. Peñuelas, J. Puértolas, R. Savé y A. Vilagrosa (eds.). Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Ministerio de Medioambiente. Madrid, España. pp. 31-46. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/634/63442410003.pdf>

Oliva, M.Z; Vacalla, F.; Pérez, D. Y Tucto, A. 2014. Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas. Chachapoyas, Perú. 20 p.

Ocaña. 1996. Desarrollo forestal campesino en la región andina del Perú. Lima, PE, Proyecto FAO/Holanda/PRONAMACHCS/Perú. Obtenido de <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/281f866f75b3ab02c6d6420ab71ef508.pdf>

OSINFOR, 2017. Fichas de identificación de especies forestales maderables y silvicultura tropical (en línea). Consultado el 22 de oct. 2020. Disponible en <https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/A-FICHAS-MADERABLES-OSINFOR-2017-final-comp.pdf>

Palomino, J., & Barra, M. 2003. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad (en línea). Consultado 22 de oct. 2020. Disponible en https://es.slideshare.net/patiih1/especies-forestales-nativas?from_action=save

Paredes y Aspajo (2019), quien en su investigación "Prueba de germinación de semilla de especie forestal capirona *Calycophyllum spruceanum* (benth.) Hook. F. Ex schum., familia: Rubiaceae, en Loreto, Peru". Revista. Consultado el 22 de octubre del 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/332682549_PRUEBA_DE_GERMINACION_DE_SEMILLA_DE_ESPECIE_FORESTAL_CAPIRONA_Calycophyllum_spruceanum_Benth_Hook_f_ex_Schum_Familia_Rubiaceae_EN_LORETO_PERU

Pastor, J. N. 1999. Utilización de sustratos en viveros (en línea). Tierra, 17 (3), pp. 231- 235. Consultado 9 set. 2020. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Tut-Maynor.pdf>

Peralta, E. 2017. Efecto del lodo residual incorporado como sustrato en repique de *Pinus radiata* D. a nivel de vivero forestal Potojani Puno [Título profesional. Universidad Nacional del Altiplano]. Consultado el 31 de jul. 2021. Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7510/Peralta_Hancco_Edwin%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pino, D., Taylor, C. 2006. Rubiaceae endémicas del Perú. Revista Peruana de Biología. El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. Ed. Blanca León et al. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Número especial 13(2): 586s - 599s.

Quiroz I., García, E., González, O., Chung, P. y Soto, H. 2009. Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Concepción, Chile (en línea). Consultado 9 set. 2020. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Tut-Maynor.pdf>

Reynel C.; Pennington R. T.; Pennington T. D.; Flores C.; Daza A.; 2003. Árboles Útiles de la Amazonía Peruana y sus Usos. 509 p.

Rivera - Martín, L., et al. 2013. Ecología y Silvicultura de especies útiles amazónicas (en línea). Universidad Nacional de Colombia. Sede Amazonía. IMANI, Leticia, Amazonas, Colombia. 181 p. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/213/1/HD-2-2016-Capirona.pdf>

Ruano, J.R. 2003. Viveros forestales. Manual de cultivos y proyectos (en línea). Madrid, España, Mundi- Prensa. 287 p. Consultado 01 set. 2020. Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/546/T.FRS-147.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, PE). 2014. Manual Vivero forestal para producción de plántulas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú (en línea). Chachapoyas – Perú.

20 p. Consultado 23 oct. 2020. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1419.pdf>

Silvano, 2012. Aplicación de tratamientos pre germinativos a las semillas de *Calycophyllum spruceanum (benth) hook.* "capirona" y trasplante a bolsas de repique en el CIEFOR puerto almendra-Iquitos-Perú. Tesis. Consultado el 22 de octubre del 2021. Disponible en <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/2322/T%20634.%20987%20S55.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sotelo, C., Weber, J. 1997. Priorización de especies arbóreas para sistemas agroforestales en la selva baja del Perú. Agroforestería en las Américas 4:12-17. Chile y Argentina. Informaciones agronómicas del cono sur # 40. Instituto internacional de nutrición de plantas (IPNI). Argentina. 6 p.

Tello, R. 1984. Comportamiento del trasplante a raíz desnuda de *Cedrela odorata* L. (Cedro), bajo diferentes tratamientos en Iquitos – Perú (en línea). Tesis Ingeniero Forestal UNAP. 64 p. Consultado 9 set. 2020. Disponible en http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4281/Stalin_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Teran, J.J. 2006. Diversidad de la familia Rubiaceae en el Parque Nacional Carrasco (Limbo Palmar y Guacharos) (en línea). Tesis Lic. en Biología. Cochabamba, Bolivia. 79 p. Consultado 2 set. 2020. Disponible en <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3116/T%20631.86%20V%2038E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Terés, V. 2001. Relaciones aire-agua en sustrato de cultivo como base para el control de riego (en línea). Metodología de laboratorio y modelización. Universidad Politécnica de Madrid. Tesis doctoral. Consultado 9 set. 2020. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Tut-Maynor.pdf>.

Toledo, E. 1999. Estudio sobre certificación de semillas de árboles y potencial de mercado de los productos agroforestales (en línea). Informe elaborado a solicitud de ICRAF/WINROCK. p. 23 – 24. Consultado 16 set. 2020. Disponible en https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/498/1/Pantigoso-propiedades_capirona.pdf

UPV (Universidad Politécnica de Valencia, España). 2012. Germinación de semillas (en línea). Parte III: Tema 17. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/2683/1/1080227425.pdf>

Ushiñahua R., D. 2016. Comportamiento fenológico preliminar de capirona en la provincia de San Martín, región San Martín (en línea). Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario - Estación Experimental Agraria "El Porvenir" San Martín. Hoja Divulgativa N° 002 – 2016. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/213/1/HD-2-2016-Capirona.pdf>

Valenzuela, O., Gallardo, C. 2008. Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales (en línea). Entre Ríos, Argentina. *Idia XXI*: 55. Consultado 7 set. 2020. Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/546/T.FRS-147.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vallejos G., Toledo L., Arévalo L. 2014. Enraizamiento de brotes de capirona *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex Schum., en la Amazonía peruana. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica) Volumen 11, N° 27, julio, 2014* ISSN: 2215-2504

Vanier, M., S. Ratto, V. Pierini, y F. Avedissian. 2011. Uso de compost de poda como sustrato único en sistemas de cultivo de plantas ornamentales (en línea). *Rev. Fac. Agron. UBA* 31:223-230. Consultado 21 oct. 2020. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n1/1659-1321-am-29-01-00228.pdf>.

Vargas D. 2011. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plantones de capirona *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hooker f. ex Schumann, en fase de vivero. Tesis para optar el título profesional en Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria La Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María Perú. 92 p

Vargas, S. 2015. Propagación sexual de cinco especies forestales comerciales y crecimiento inicial de las plántulas, en vivero. Pucallpa, Ucayali, Perú. Trabajo de grado, Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 74 p.

Vásquez y Rojas. 2006. Sistemática de las plantas medicinales de uso frecuente en el área de Iquitos. Folia Amazónica. PE. 4(1).

Weather Spark, s.f. El Clima y el tiempo promedio en todo el año en Bellavista Peru. Consultado el 28 set. 2021. Disponible en <https://es.weatherspark.com/y/19999/Clima-promedio-en-Bellavista-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

WWF (World Wildlife Fund, CH.). 2006. Guía de Procesamiento Industrial Fabricación de Muebles con Maderas Poco Conocidas (en línea). Consultado 25 oct. 2020. Disponible en http://plantarperu.com/guia_capirona.pdf

Zelada, G.A. 2007. Efecto de la temperatura y humedad en la viabilidad de semillas de *Calycophyllum spruceanum* (Bentham) hooker f. ex Schuman (capirona). Trabajo de grado, Ingeniería en Recursos Naturales Renovables Mención Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 70 p.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Constancia de identificación de la especie



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
Filial Jaén



El que suscribe, responsable del Laboratorio de Dendrología de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén, deja:

CONSTANCIA

Que, el Sr. **Nilser Pinedo Vásquez**, solicitó la identificación de muestra botánica a esta dependencia, la cual se detalla a continuación:

| <u>N°</u> | <u>Género / especie</u> | <u>Familia</u> | <u>Nombre común</u> |
|-----------|--|----------------|---------------------|
| 01 | <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook f. ex Schumann | Rubiaceae | capirona |

Se expide la presente a solicitud de la interesada para los fines que estime por conveniente.

Jaén, 26 de junio 2017.

Ing. Leiver Flores Flores
Responsable Lab. Dendrología
UNC – Sede Jaén

C. c.
Constancia N° 01-2017

Anexo 2. Datos de supervivencia, recogidos del experimento.

Datos obtenidos de supervivencia de plántulas de capirona, anotados en el campo experimental.

| TRATAMIENTO | SUSTRATO | EDAD | N° Plánt. supervivientes | N° de Plantulas Muertas | % de supervivencia | % Promedio Supervivencia |
|-------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|
| T1 | Arena | Repique a 35 días | 19 | 1 | 95.00% | 90.00% |
| T1 | Arena | Repique a 35 días | 16 | 4 | 80.00% | |
| T1 | Arena | Repique a 35 días | 19 | 1 | 95.00% | |
| T2 | Arena | Repique a 49 días | 15 | 5 | 75.00% | 86.67% |
| T2 | Arena | Repique a 49 días | 17 | 3 | 85.00% | |
| T2 | Arena | Repique a 49 días | 20 | 0 | 100.00% | |
| T3 | Arena | Repique a 63 días | 19 | 1 | 95.00% | 96.67% |
| T3 | Arena | Repique a 63 días | 19 | 1 | 95.00% | |
| T3 | Arena | Repique a 63 días | 20 | 0 | 100.00% | |
| T4 | (Arena + 13.5 gr NPK) | Repique a 35 días | 12 | 8 | 60.00% | 76.67% |
| T4 | (Arena + 13.5 gr NPK) | Repique a 35 días | 16 | 4 | 80.00% | |
| T4 | (Arena + 13.5 gr NPK) | Repique a 35 días | 18 | 2 | 90.00% | |
| T5 | (Arena + 13.5 gr NPK) | Repique a 49 días | 15 | 5 | 75.00% | 86.67% |
| T5 | (Arena + 13.5 gr NPK) | Repique a 49 días | 19 | 1 | 95.00% | |
| T5 | (Arena + 13.5 gr NPK) | Repique a 49 días | 18 | 2 | 90.00% | |
| T6 | (Arena + 13.5 gr NPK) | Repique a 63 días | 19 | 1 | 95.00% | 95.00% |
| T6 | (Arena + 13.5 gr NPK) | Repique a 63 días | 18 | 2 | 90.00% | |
| T6 | (Arena + 13.5 gr NPK) | Repique a 63 días | 20 | 0 | 100.00% | |
| T7 | (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | Repique a 35 días | 14 | 6 | 70.00% | 80.00% |
| T7 | (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | Repique a 35 días | 16 | 4 | 80.00% | |
| T7 | (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | Repique a 35 días | 18 | 2 | 90.00% | |
| T8 | (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | Repique a 49 días | 17 | 3 | 85.00% | 90.00% |
| T8 | (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | Repique a 49 días | 19 | 1 | 95.00% | |
| T8 | (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | Repique a 49 días | 18 | 2 | 90.00% | |
| T9 | (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | Repique a 63 días | 19 | 1 | 95.00% | 88.33% |
| T9 | (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | Repique a 63 días | 18 | 2 | 90.00% | |
| T9 | (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | Repique a 63 días | 16 | 4 | 80.00% | |

Anexo 3. Procesamiento de resultados con el software SAS.

07:35 domingo, Agosto 01, 2021

Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE

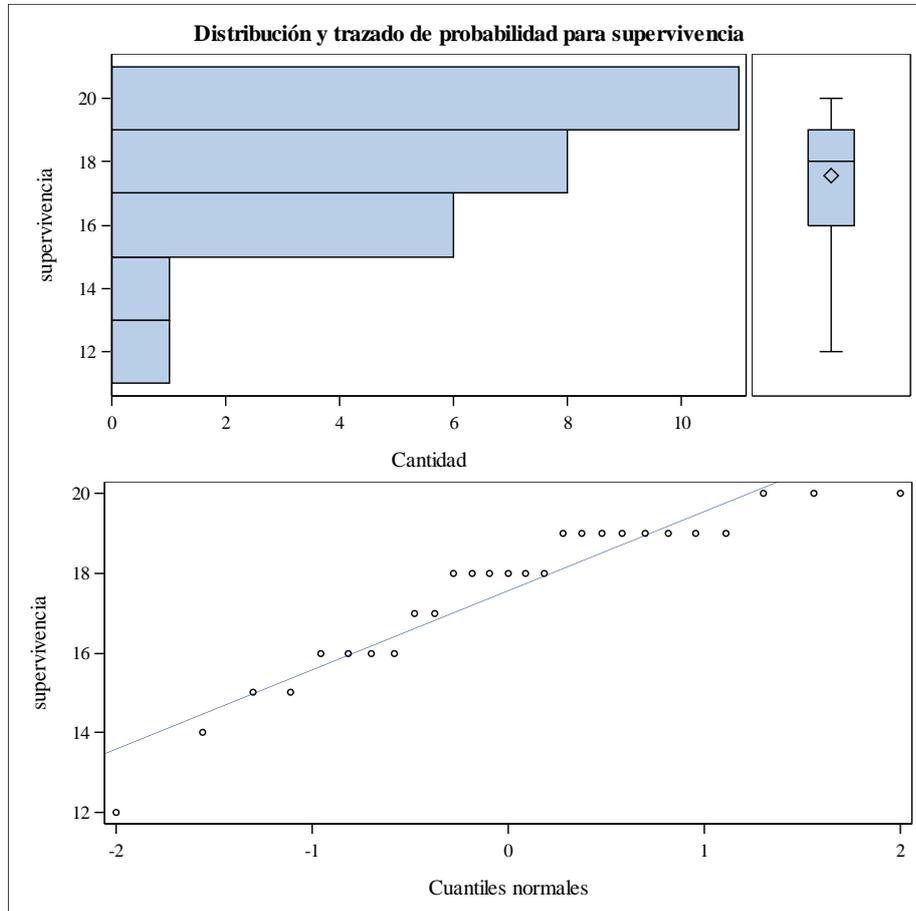
Variable: supervivencia

| Cuantiles (Definición 5) | |
|---------------------------------|----------------|
| Nivel | Cuantil |
| 100% Máx. | 20 |
| 99% | 20 |
| 95% | 20 |
| 90% | 20 |
| 75% Q3 | 19 |
| 50% Mediana | 18 |
| 25% Q1 | 16 |
| 10% | 15 |
| 5% | 14 |
| 1% | 12 |
| 0% Mín. | 12 |

| Observaciones extremas | | | |
|-------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| Inferior | | Superior | |
| Valor | Observación | Valor | Observación |
| 12 | 10 | 19 | 23 |
| 14 | 19 | 19 | 25 |
| 15 | 13 | 20 | 6 |
| 15 | 4 | 20 | 9 |
| 16 | 27 | 20 | 18 |

Sistema SAS

Procedimiento UNIVARIATE



Sistema SAS

Procedimiento GLM

| Información de nivel de clase | | |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| Clase | Niveles | Valores |
| tratamiento | 9 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 |

| | |
|--------------------------------|----|
| Número de observaciones leídas | 27 |
| Número de observaciones usadas | 27 |

Sistema SAS

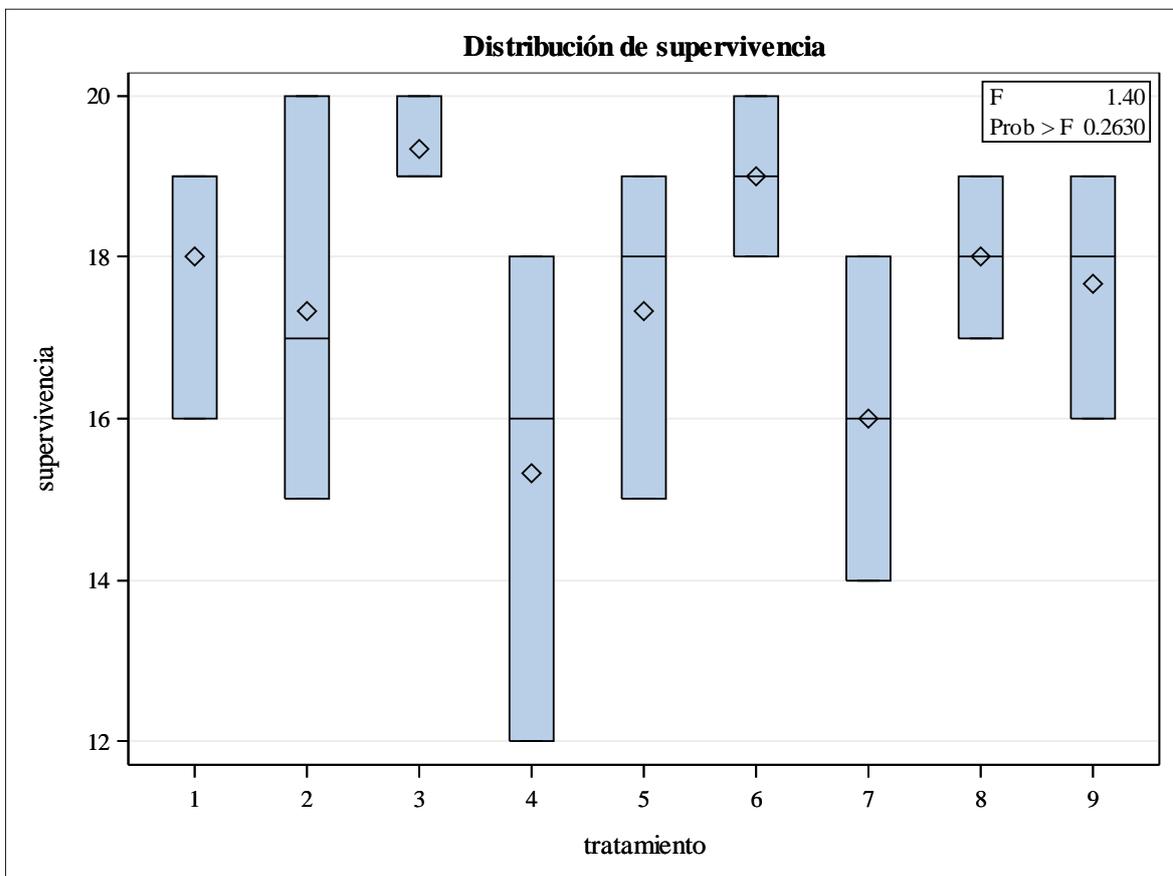
Procedimiento GLM

Variable dependiente: supervivencia

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|------------------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 8 | 39.3333333 | 4.9166667 | 1.40 | 0.2630 |
| Error | 18 | 63.3333333 | 3.5185185 | | |
| Total corregido | 26 | 102.6666667 | | | |

| R-cuadrado | Coef Var | Raíz MSE | supervivencia Media |
|------------|----------|----------|---------------------|
| 0.383117 | 10.68477 | 1.875771 | 17.55556 |

| Fuente | DF | Tipo III SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|--------------------|----|-------------|----------------------|---------|--------|
| tratamiento | 8 | 39.33333333 | 4.91666667 | 1.40 | 0.2630 |



Sistema SAS

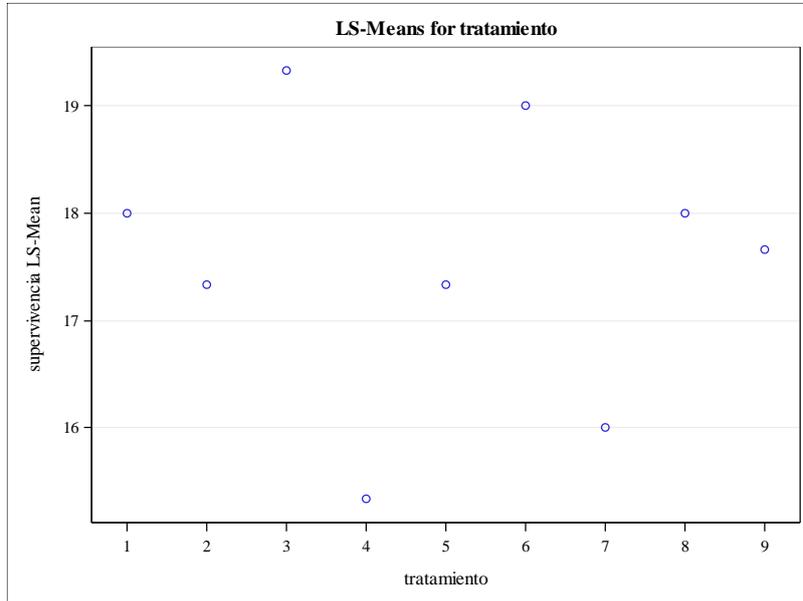
Procedimiento GLM

Medias de mínimos cuadrados

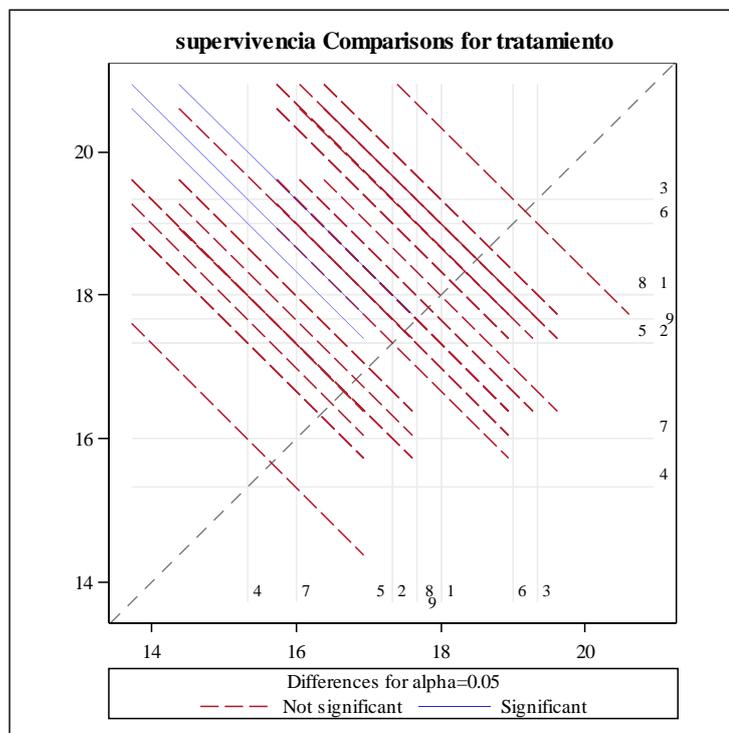
| tratamiento | supervivencia LSMEAN | Error estándar | Pr > t | Número LSMEAN |
|-------------|-------------------------|-------------------|---------|------------------|
| 1 | 18.0000000 | 1.0829771 | <.0001 | 1 |
| 2 | 17.3333333 | 1.0829771 | <.0001 | 2 |
| 3 | 19.3333333 | 1.0829771 | <.0001 | 3 |
| 4 | 15.3333333 | 1.0829771 | <.0001 | 4 |
| 5 | 17.3333333 | 1.0829771 | <.0001 | 5 |
| 6 | 19.0000000 | 1.0829771 | <.0001 | 6 |
| 7 | 16.0000000 | 1.0829771 | <.0001 | 7 |
| 8 | 18.0000000 | 1.0829771 | <.0001 | 8 |
| 9 | 17.6666667 | 1.0829771 | <.0001 | 9 |

| Medias de cuadrados mínimos para el efecto tratamiento t para H0: MediaLS(i)=MediaLS(j) / Pr > t | | | | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Variable dependiente: supervivencia | | | | | | | | | |
| i/j | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | | 0.435286 0.6685 | -0.87057 0.3955 | 1.741143 0.0987 | 0.435286 0.6685 | -0.65293 0.5221 | 1.305857 0.2080 | 0 1.0000 | 0.217643 0.8302 |
| 2 | -0.43529 0.6685 | | -1.30586 0.2080 | 1.305857 0.2080 | 0 1.0000 | -1.08821 0.2909 | 0.870572 0.3955 | -0.43529 0.6685 | -0.21764 0.8302 |
| 3 | 0.870572 0.3955 | 1.305857 0.2080 | | 2.611715 0.0177 | 1.305857 0.2080 | 0.217643 0.8302 | 2.176429 0.0431 | 0.870572 0.3955 | 1.088214 0.2909 |
| 4 | -1.74114 0.0987 | -1.30586 0.2080 | -2.61171 0.0177 | | -1.30586 0.2080 | -2.39407 0.0278 | -0.43529 0.6685 | -1.74114 0.0987 | -1.5235 0.1450 |
| 5 | -0.43529 0.6685 | 0 1.0000 | -1.30586 0.2080 | 1.305857 0.2080 | | -1.08821 0.2909 | 0.870572 0.3955 | -0.43529 0.6685 | -0.21764 0.8302 |
| 6 | 0.652929 0.5221 | 1.088214 0.2909 | -0.21764 0.8302 | 2.394072 0.0278 | 1.088214 0.2909 | | 1.958786 0.0658 | 0.652929 0.5221 | 0.870572 0.3955 |
| 7 | -1.30586 0.2080 | -0.87057 0.3955 | -2.17643 0.0431 | 0.435286 0.6685 | -0.87057 0.3955 | -1.95879 0.0658 | | -1.30586 0.2080 | -1.08821 0.2909 |
| 8 | 0 1.0000 | 0.435286 0.6685 | -0.87057 0.3955 | 1.741143 0.0987 | 0.435286 0.6685 | -0.65293 0.5221 | 1.305857 0.2080 | | 0.217643 0.8302 |
| 9 | -0.21764 0.8302 | 0.217643 0.8302 | -1.08821 0.2909 | 1.5235 0.1450 | 0.217643 0.8302 | -0.87057 0.3955 | 1.088214 0.2909 | -0.21764 0.8302 | |

Sistema SAS
Procedimiento GLM
Medias de mínimos cuadrados



Sistema SAS
Procedimiento GLM
Medias de mínimos cuadrados



Note: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

Anexo 4. Procesamiento de resultados con el software SPSS statistics

PROCESAMIENTO DE DATOS ANOVA FACTORIAL EN SPSS STATISTICS

```

UNIANOVA SUPERVIVENCIA BY SUSTRATO EDAD
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /POSTHOC=SUSTRATO EDAD(TUKEY SCHEFFE)
  /PLOT=PROFILE(SUSTRATO*EDAD) TYPE=LINE ERRORBAR=NO MEANREFERENCE=NO
YAXIS=AUTO
  /PRINT DESCRIPTIVE HOMOGENEITY
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=SUSTRATO EDAD SUSTRATO*EDAD.
    
```

Análisis univariado de varianza

| | | Notas | |
|----------------------------|--|---|----------------------|
| Salida creada | | | 19-JUL-2021 00:31:07 |
| Comentarios | | | |
| Entrada | Datos | D:\TESIS NILS ultimo\ESTADISTICO SAS Y SPSS\SPSS\Ingreso de datos oficial.sav | |
| | Conjunto de datos activo | ConjuntoDatos1 | |
| | Filtro | <ninguno> | |
| | Ponderación | <ninguno> | |
| | Segmentar archivo | <ninguno> | |
| | N de filas en el archivo de datos de trabajo | | 27 |
| Manejo de valores perdidos | Definición de perdidos | Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos. | |
| | Casos utilizados | Las estadísticas se basan en todos los casos con datos válidos para todas las variables del modelo. | |
| Sintaxis | | UNIANOVA SUPERVIVENCIA BY SUSTRATO EDAD /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE /POSTHOC=SUSTRATO EDAD(TUKEY SCHEFFE) /PLOT=PROFILE(SUSTRATO*EDAD) TYPE=LINE ERRORBAR=NO MEANREFERENCE=NO YAXIS=AUTO /PRINT DESCRIPTIVE HOMOGENEITY /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=SUSTRATO EDAD SUSTRATO*EDAD. | |
| Recursos | Tiempo de procesador | | 00:00:00.22 |
| | Tiempo transcurrido | | 00:00:00.21 |

| Factores inter-sujetos | | | | |
|------------------------|---|----------------------------------|---|--|
| | | Etiqueta de valor | N | |
| Sustrato de almacigo | 1 | Arena | 9 | |
| | 2 | (Arena + 13.5 gr NPK) | 9 | |
| | 3 | (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | 9 | |
| Edad de repique | 1 | Repique a 35 días | 9 | |
| | 2 | Repique a 49 días | 9 | |
| | 3 | Repique a 63 días | 9 | |

| Estadísticos descriptivos | | | | |
|--|-------------------|-------|------------------|----|
| Variable dependiente: Numero de plantulas supervivientes | | | | |
| Sustrato de almacigo | Edad de repique | Media | Desv. Desviación | N |
| Arena | Repique a 35 días | 18,00 | 1,732 | 3 |
| | Repique a 49 días | 17,33 | 2,517 | 3 |
| | Repique a 63 días | 19,33 | ,577 | 3 |
| | Total | 18,22 | 1,787 | 9 |
| (Arena + 13.5 gr NPK) | Repique a 35 días | 15,33 | 3,055 | 3 |
| | Repique a 49 días | 17,33 | 2,082 | 3 |
| | Repique a 63 días | 19,00 | 1,000 | 3 |
| | Total | 17,22 | 2,489 | 9 |
| (75%Tierra Agrícola + 25% Humus) | Repique a 35 días | 16,00 | 2,000 | 3 |
| | Repique a 49 días | 18,00 | 1,000 | 3 |
| | Repique a 63 días | 17,67 | 1,528 | 3 |
| | Total | 17,22 | 1,641 | 9 |
| Total | Repique a 35 días | 16,44 | 2,351 | 9 |
| | Repique a 49 días | 17,56 | 1,740 | 9 |
| | Repique a 63 días | 18,67 | 1,225 | 9 |
| | Total | 17,56 | 1,987 | 27 |

| Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error ^{a,b} | | | | | |
|---|---|-----------------------|-----|--------|------|
| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
| Numero de plantulas supervivientes | Se basa en la media | 1,277 | 8 | 18 | ,315 |
| | Se basa en la mediana | ,500 | 8 | 18 | ,841 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | ,500 | 8 | 11,538 | ,834 |
| | Se basa en la media recortada | 1,214 | 8 | 18 | ,346 |

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.
a. Variable dependiente: Numero de plantulas supervivientes
b. Diseño : Intersección + SUSTRATO + EDAD + SUSTRATO * EDAD

| Pruebas de efectos inter-sujetos | | | | | |
|--|-------------------------------|----|------------------|----------|------|
| Variable dependiente: Numero de plantulas supervivientes | | | | | |
| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Modelo corregido | 39,333 ^a | 8 | 4,917 | 1,397 | ,263 |
| Intersección | 8321,333 | 1 | 8321,333 | 2365,011 | ,000 |
| SUSTRATO | 6,000 | 2 | 3,000 | ,853 | ,443 |
| EDAD | 22,222 | 2 | 11,111 | 3,158 | ,067 |
| SUSTRATO * EDAD | 11,111 | 4 | 2,778 | ,789 | ,547 |
| Error | 63,333 | 18 | 3,519 | | |
| Total | 8424,000 | 27 | | | |
| Total corregido | 102,667 | 26 | | | |

a. R al cuadrado = .383 (R al cuadrado ajustada = .109)

Anexo 5. Panel fotográfico de la investigación



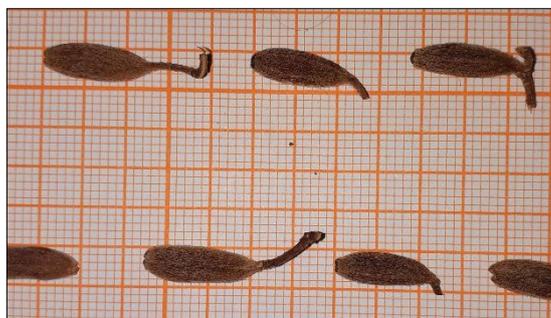
Fotografía 1. Selección del árbol semillero de capirona.



Fotografía 2. Obtención de las ramitas terminales de capirona con sus racimos de frutos.



Fotografía 3. Secado de los frutos de capirona.



Fotografía 4. Medición de los frutos de capirona, con papel milimetrado.



Fotografía 5. Obtención de las semillas de capirona



Fotografía 6. Pesado de las muestras de 01 g para la determinación de pureza de la semilla.



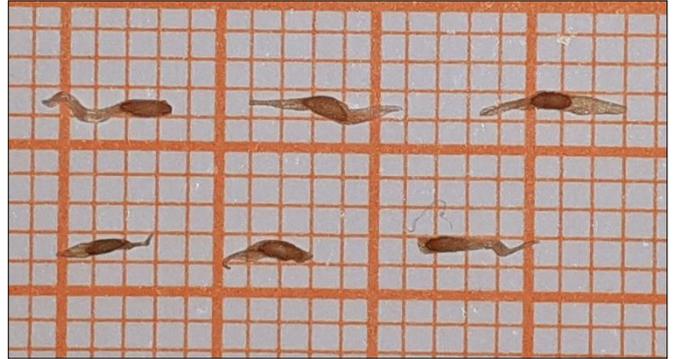
Fotografía 7. Tamizado de la semilla de capirona para determinar la pureza de las semillas.



Fotografía 8. Peso de las semillas puras.



Fotografía 9. Semilla de capirona libre de impurezas.



Fotografía 10. Medición de las semillas de capirona con papel milimetrado.



Fotografía 11. Inspección visual directa de semillas de capirona utilizando el microscopio.



Fotografía 12. Inspección visual de la semilla de capirona, vista a mediante el microscopio con un lente de objetivo 4x.



Fotografía 13. Semilla de capirona con un endospermo bien formado y un embrión central claramente definido, vista en microscopio a 4x.



Fotografía 14. Semilla de capirona con un endospermo deformado, embrión no definido, vista en microscopio a 4x.



Fotografía 15. Preparación de los sustratos para las camas de almácigo.



Fotografía 16. Siembra de las semillas de capirona en las camas de almácigo.



Fotografía 17. Camas de repique listas para recibir las plántulas de capirona



Fotografía 18. Germinación de las semillas de capirona en camas almacigueras.



Fotografía 19. Repique de plántulas de capirona.



Fotografía 20. Plántulas de capirona recientemente repicadas.



Fotografía 21. Plántulas de capirona en camas almacigueras



Fotografía 22. Véase el crecimiento más rápido de las plántulas en cuyo sustrato se utilizó 13.5 g de NPK.



Fotografía 23. Camas con plántulas repicadas por tratamiento.



Fotografía 24. Acompañamiento por parte del asesor de tesis.