

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



**Evaluación de la emergencia y crecimiento de plantas de *Calycophyllum spruceanum*
(Benth.) en diferentes sustratos y recipientes en Ucayali, Perú**

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

Presentado por:

JOSE ROY CERCADO DELGADO

ASESOR

Dr. Carlos Abanto Rodríguez

CO-ASESOR

M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito

Una firma manuscrita en azul que parece decir "José Roy Cercado Delgado".

CHOTA - PERÚ

2022

Una firma manuscrita en azul que parece decir "Yuli Anabel Chávez Juanito".

Ing. Yuli Anabel Chávez Juanito
Docente

Anexo 01:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 019-2022/EPIFA - FCA/UNACH

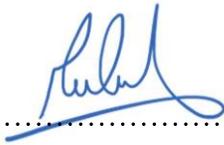
Siendo las 16 horas, del día 06 de Diciembre de 2022, en reunión presencial desarrollada en el auditorio de la EPIFA, los miembros del Jurado de Tesis titulada: “Evaluación de la emergencia y crecimiento de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) en diferentes sustratos y recipientes en Ucayali, Perú”, integrado por:

1. Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza Presidente
2. M. Sc. Jim Jairo Villena Velásquez Secretario
3. Mg. Roger Chambi Legoas Vocal

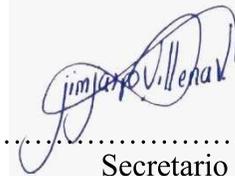
Sustentada por el Bach. Jose Roy Cercado Delgado, con la finalidad de obtener el Título Profesional en Ingeniería Forestal y Ambiental.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda Aprobar la tesis, calificándola con la nota de: 16 (dieciséis), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental

Firmado en: Chota, 06 de diciembre del 2022



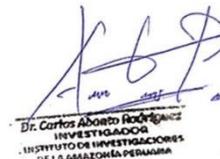
.....
Presidente
Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza



.....
Secretario
M. Sc. Jim Jairo Villena Velásquez



.....
Vocal
Mg. Roger Chambi Legoas



Dr. Carlos Abanto Rodríguez
INVESTIGADOR
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
DE LA AMAZONIA PERUANA

.....
Asesor
Dr. Carlos Abanto Rodríguez

DEDICATORIA

A mis queridos padres Segundo Cercado Ramírez y Romelia Delgado Cieza por darme la vida y su sustento en todo momento para cumplir las metas y sueños trazados, y finalmente al Dr. Carlos Abanto Rodríguez y a M. Sc. Wilson Guerra Arévalo por su amistad, paciencia y disposición de tiempo para lograr culminar el presente trabajo consejos y asesoramiento en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), por la oportunidad y facilidad para por estudiar mis estudios universitarios y poder formarme profesionalmente.
- ❖ A la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, por darme las aptitudes, oportunidades y conocimientos en los estudios profesionales.
- ❖ A los docentes en general de la (UNACH), por haber colaborado sus conocimientos, amistad y recomendaciones oportunos para ser un buen profesional.
- ❖ Al. Dr. Abanto Rodríguez Carlos, por el aprecio, consejos y recomendación para realizar el presente estudio de investigación.
- ❖ A la. M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito por su colaboración y asesoramiento en el trabajo de la investigación.
- ❖ De igual manera al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) por brindarme el financiamiento y acceso a sus áreas experimentales para de realizar el trabajo de investigación.
- ❖ A Ing. M. Sc. Wilson Francisco Guerra Arévalo “Coordinador General” del Proyecto CAPIRONA por su asesoramiento, amistad y oportunidad para realizar el trajo de investigación.
- ❖ A los. Técnicos. Rony Ríos y Hugo Tapullima por su colaboración constante en la realización de trabajos en vivero.
- ❖ Agradecer a los jurados M. Sc. Denisse Milagros Alva Mendoza, M. Sc. Jim Jairo Villena Velásquez y al Dr. Roger Chambi Legoas por las contribuciones y observaciones para optimar la calidad del presente trajo de investigación.
- ❖ Agradecer sinceramente a mis padres Segundo Cercado Ramírez y Romelia Delgado Cieza por haberme dado su apoyo en todo momento para terminar mis estudios profesionales.
- ❖ A todos los compañeros de clases por darme su confianza en la etapa de estudios de la facultad.

SUMARIO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos de investigación	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Bases teórico - científicas	6
2.2.1. Generalidades de <i>Calycophyllum spruceanum</i>	6
2.2.2. Descripción botánica y morfología	7
2.2.3. Aspectos reproductivos y propagación	8
2.2.4. Distribución geográfica y ecología	8
2.2.5. Características requeridas de sitio.....	8
2.2.6. Usos de la madera	9
2.2.7. Producción de plantas forestales	9
2.2.8. Generalidades del sustrato	9
2.2.9. Factores que intervienen en la emergencia de semillas	12
2.2.10. Rangos para calificar los índices de calidad de planta.....	13
2.2.11. Índice de calidad de las plantas.....	13
2.3. Marco conceptual.....	15
2.3.1. Semilla de <i>C. spruceanum</i>	15
2.3.2. Vivero.....	15
2.3.3. Almacigo.....	16
2.3.4. Germinación.....	16
2.3.5. Plántula.....	16

2.3.6. Crecimiento	16
2.3.7. Emergencia de plántulas	17
2.3.8. Repique de plántula.....	17
2.4. Formulación de hipótesis	17
2.5. Operacionalización de variables	18
2.5.1. Experimento 1	18
2.5.2. Experimento 2	19
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	21
3.1. Tipo y nivel de investigación	21
3.1.1. Tipo de investigación	21
3.1.2. Nivel de investigación.....	21
3.2. Diseño de investigación	21
3.3. Método de investigación	21
3.3.1. Lugar de estudio.....	21
3.3.2. Equipos, materiales e insumos requeridos	23
3.4. Población, muestra	24
3.4.1. Experimento 1. Efecto de diferentes sustratos en la emergencia de plántula de <i>C. spruceanum</i> en vivero convencional	24
3.4.2. Experimento 2. Efecto de diferentes recipientes y sustratos sobre el crecimiento de plantas de <i>C. spruceanum</i> en vivero convencional	24
3.5. Técnicas de recolección de datos	25
3.5.1. Diseño experimental	25
3.5.2. Obtención de semillas de <i>C. spruceanum</i>	27
3.5.3. Área experimental	27
3.5.4. Acondicionamiento de bandejas para albergar las semillas y recipientes	28
3.5.5. Adquisición y preparación de los sustratos.....	28
3.5.6. Adquisición de los recipientes	29
3.5.7. Siembra de semillas	29
3.5.8. Riego	29
3.5.9. Eliminación de malezas	30

3.5.10. Evaluación de crecimiento de <i>C. spruceanum</i>	30
3.5.11. Análisis químico de sustratos.....	31
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	31
3.6.1. Análisis de datos	31
3.7. Aspectos éticos.....	32
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Descripción de resultados	33
4.1.1. Porcentaje de emergencia de plántulas de <i>Calycophyllum spruceanum</i>	33
4.1.2. Índice de velocidad de emergencia de plántulas (IVE).....	35
4.1.3. Tiempo medio de emergencia (TME).....	36
4.1.4. Altura y diámetro basal	38
4.1.5. Número de hojas	41
4.1.6. Índice crítico de clorofila (ICC).....	44
4.1.7. Biomasa húmeda total (BHT-g) y biomasa seca total (BST-g)	45
4.1.8. Índice de lignificación (IL) y índice de Robustez (IR)	47
4.1.9. Índice de calidad de Dickson (ICD).....	49
4.2. Contrastación de Hipótesis.....	51
4.3. Discusión de resultados.....	52
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1. Conclusiones	62
5.2. Recomendaciones.....	62
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
CAPÍTULO VII. ANEXOS	77

TABLAS

Tabla 1. Composición química del sustrato de gallinaza.....	11
Tabla 2. Índices de calidad de planta	13
Tabla 3. Tratamientos realizados en la emergencia de <i>Calycophyllum spruceanum</i>	25
Tabla 4. Diferentes sustratos y recipientes utilizados en el crecimiento inicial de <i>Calycophyllum spruceanum</i>	26
Tabla 5. Análisis de variancia para el porcentaje de emergencia de plántulas de <i>C. spruceanum</i> por efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.....	33
Tabla 6. Prueba estadística de Tukey en el porcentaje de emergencia de plántulas de <i>C. spruceanum</i> por efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.	33
Tabla 7. Análisis de variancia para el (IVE) de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes sustratos en vivero convencional	35
Tabla 8. Prueba estadística de Tukey para el (IVE) de plántulas de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes sustratos en vivero convencional	36
Tabla 9. Análisis de variancia para el (TME) de plántulas de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes sustratos en vivero convencional	36
Tabla 10. Prueba estadística de Tukey para el (TME) de plántulas de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes sustratos en vivero convencional	37
Tabla 11. Resumen de análisis de variancia para altura y diámetro basal de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.....	38
Tabla 12. Prueba estadística de Tukey para altura y diámetro basal de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional	39
Tabla 13. Análisis de variancia para el número de hojas de plantas de <i>C. spruceanum</i> por efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional	42
Tabla 14. Prueba estadística de Tukey para el número de hojas de plantas de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.....	42
Tabla 15. Número de hojas en plantas de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes tipos de recipientes en vivero convencional.....	43
Tabla 16. Análisis de variancia para el (ICC) de plantas de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes tipos de recipientes y sustratos en vivero convencional	44

Tabla 17. Prueba estadística de Tukey para el (ICC) de plantas de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional	45
Tabla 18. Resumen análisis de variancia para (BHT-g) y (BST-g) de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional	46
Tabla 19. Prueba estadística de Tukey para (BHT-g) y (BST-g) de <i>C. spruceanum</i> por efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero en vivero convencional	47
Tabla 20. Análisis de variancia para el (IL) e (IR) de <i>C. spruceanum</i> por efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.....	48
Tabla 21. Prueba estadística de Tukey para el (IL) e (IR) de <i>C. spruceanum</i> por efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional	49
Tabla 22. Análisis de variancia para el (ICD) de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.....	49
Tabla 23. Prueba estadística de Tukey para el (ICD) de <i>C. spruceanum</i> en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.....	50
Tabla 24. Análisis químico de suelos del experimento 1.....	77
Tabla 25. Análisis químico de suelos del experimento 2.....	77
Tabla 26. Base de datos de la emergencia de las plántulas de <i>C. spruceanum</i>	78
Tabla 27. Base de datos de crecimiento de la planta <i>C. spruceanum</i>	78
Tabla 28. Normalidad de datos y homogeneidad de varianzas de los métodos de Shapiro Wilk y Barlett.....	79

FIGURAS

Figura 1. Mapa de Lugar donde se Ejecutó el Estudio	22
Figura 2. Croquis Experimental para la Emergencia de Plántulas.....	25
Figura 3. Croquis experimental para el crecimiento de plantas.....	27
Figura 4. Sustrato Compuesto de Suelo Aluvial con Agrietamiento en la Superficie	34
Figura 5. a) Tratamiento (T1), b) Tratamiento (T2)	35
Figura 6. a) Plantas en Bolsa, b) Plantas en Tubete, con el Sustrato Convencional (Testigo-Tierra Agrícola + Arena Fina (1:1))	40
Figura 7. Plantas en Bolsa, b) Plantas en Tubete, con el Sustrato Cascarilla de Arroz Carbonizada + Gallinaza + Aserrín (2:1:1).....	41
Figura 8. Plantas en Bolsa, b) Plantas en Tubete, con el Sustrato Cascarilla de Arroz Carbonizada + Gallinaza + Aserrín (2:1:1).....	41
Figura 9. Semillas de <i>C. spruceanum</i>	80
Figura 10. Diseño del Almacigo Según (DCA)	80
Figura 11. Colocación de Sustratos	81
Figura 12. Sembrado de Semillas de <i>C. spruceanum</i>	81
Figura 13. Riego a las Parcelas de Almacigo	82
Figura 14. Tapado las Semillas con Sustrato	82
Figura 15. Plántulas del T1	83
Figura 16. Plántulas del T2	83
Figura 17. Plántulas del T3	84
Figura 18. Plántulas del T4	84
Figura 19. Primer Proceso de Cascarilla de Arroz en Carbonizado	85
Figura 20. Cascarilla de Arroz Carbonizado.....	85
Figura 21. Preparación de Sustratos.....	86
Figura 22. Muestras Separadas para Laboratorio de Suelos para su Análisis	86
Figura 23. Llenado de Sustrato a Tubetes.....	87
Figura 24. Llenado de Sustratos a Bolsas	87
Figura 25. Plantas de <i>C. spruceanum</i> para ser Repicadas en Diferentes Tratamientos	88
Figura 26. Repique de Plantas de <i>C. spruceanum</i> en Bolsa.....	88
Figura 27. Repique de Plantas de <i>C. spruceanum</i> en Tubete.....	89

Figura 28. Riego a los Tratamientos	89
Figura 29. Retiro de Malezas	90
Figura 30. Medición de Diámetro Basal	90
Figura 31. Medición de Altura del S1 a los 90 Días	91
Figura 32. Medición de Altura del S2 a los 90 Días	91
Figura 33. Medición de Altura del S3 a los 90 Días	92
Figura 34. Medición de Altura del S4 a los 90 Días	92
Figura 35. Medición de Altura del S5 a los 90 Días	93
Figura 36. Medición de Altura del S6 a los 90 Días	93
Figura 37. Medición de Clorofila.....	94
Figura 38. Plantas Colocadas en Recipientes con Agua	94
Figura 39. Plantas sin Sustrato.....	95
Figura 40. Lavado de Sistema Radicular	95
Figura 41. Plantas Lavadas del S1	96
Figura 42. Plantas Lavadas del S2	96
Figura 43. Plantas Lavadas del S3	97
Figura 44. Plantas Lavadas del S4	97
Figura 45. Plantas Lavadas del S5	98
Figura 46. Plantas Lavadas del S6	98
Figura 47. Peso de Biomasa en Balanza Analítica del Sistema Radicular y Aéreo.....	99
Figura 48. Biomasa de las Plantas en Estufa.....	99
Figura 49. Biomasa Seca Aérea	100
Figura 50. Biomasa Seca Radicular	100

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de diferentes sustratos y recipientes en la emergencia y crecimiento inicial de *Calycophyllum spruceanum*. El estudio fue conducido en dos experimentos, en el primero, se probaron cuatro sustratos (arena fina de río (testigo), suelo aluvial, aserrín descompuesto y cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1)), para evaluar la emergencia de plántulas, mediante las variables: porcentaje de emergencia (%E), índice de velocidad de emergencia (IVE), y tiempo medio de emergencia (TME). El segundo experimento fue del tipo factorial con dos factores: recipientes (bolsa y tubete) y sustratos, para evaluar el crecimiento y calidad de plantas, mediante las variables: altura (H), diámetro basal (DB), número de hojas (NH), índice crítico de clorofila (ICC), biomasa húmeda total (BHT), biomasa seca total (BST), índice de lignificación (IL), índice de robustez (IR), e índice de calidad de Dickson (IQD). Los resultados muestran que la cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1), tuvo valores significativamente más altos de %E (62,3%), IVE (2,2), y TME (29,9) que los otros sustratos en 44 días de evaluación. De otro lado, el recipiente tipo bolsa con el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) tuvo significativamente valores más altos de H (25,7 cm), DB (4,72 mm), NH (15), ICC (30,43), BHT (148,77), BST (27,40), IL (0,19), IR (5,56) y IQD (3,26) en 90 días después de repique. Por tanto, para la emergencia de plántulas se recomienda el uso cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1), dado que proporcionó las mejores medias en %E, IVE y TME. De la misma forma, se recomienda el uso de recipiente tipo bolsa y el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1), para el crecimiento de plantas que provocaron los mayores valores morfológicos de calidad.

Palabras clave: Capirona, vivero, producción de plantas, cascarilla de arroz carbonizada, gallinaza.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the effect of different substrates and containers on the emergence and initial growth of *Calycophyllum spruceanum*. The study was conducted in two experiments, in the first, four substrates were tested (fine river sand (control), alluvial soil, decomposed sawdust and carbonized rice husk + chicken manure + decomposed sawdust (1:1:1)), to evaluate the emergence of seedlings, using the variables: emergence percentage (%E), emergence speed index (IVE), and mean emergence time (TME). The second experiment was of the factorial type with two factors: containers (bag and tube) and substrates, to evaluate the growth and quality of plants, through the variables: height (H), basal diameter (DB), number of leaves (NH), critical chlorophyll index (ICC), total wet biomass (BHT), total dry biomass (BST), lignification index (IL), robustness index (IR), and Dickson quality index (IQD). The results show that the charred rice husk + chicken manure + decomposed sawdust (1:1:1), had significantly higher values of %E (62.3%), IVE (2.2), and TME (29.9) than the other substrates in 44 days of evaluation. On the other hand, the bag-type container with the substrate charred rice husk + chicken manure (1:1) had significantly higher values of H (25.7 cm), DB (4.72 mm), NH (15), ICC (30.43), BHT (148.77), BST (27.40), IL (0.19), IR (5.56) and IQD (3.26) in 90 days after ringing. Therefore, for the emergence of seedlings, the use of charred rice husk + chicken manure + decomposed sawdust (1:1:1) is recommended, since it provided the best means in %E, IVE and TME. In the same way, the use of a bag-type container and the substrate carbonized rice husk + chicken manure (1:1) is recommended for the growth of plants that caused the highest morphological quality values.

Keywords: Capirona, nursery, plant production, charred rice hulls, chicken manure.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Calycophyllum spruceanum es conocida como capirona, mulateiro, pau mulato, o capirona negra; es una especie forestal que pertenece a la familia Rubiaceae (Martins, 2018). Se dispersa a lo largo del río Amazonas y afluentes donde las plantas se establecen principalmente en suelos arcillosos, fértiles e inundables (Ugarte y Domínguez, 2010). Además, se distribuye en la Amazónica de Perú, Bolivia y Brasil, por debajo de los 1200 m.s.n.m en ecosistemas con pluviosidad elevada y constante. En Ucayali (Perú) habita en las riberas de los ríos Aguaytía y Ucayali, con predominancia de suelos aluviales y temporalmente inundables (Loyola, 2019).

C. spruceanum alcanza alturas de hasta 35 m y su DAP oscila entre 50 a 120 cm, es de fuste cilíndrico regular, lustroso, color verde homogéneo y corteza exterior lisa (Reynel et al. 2003). Su madera es usada para pisos, puertas, machihembrados, muebles, estructuradas pesada vigas, mangos de herramientas, postes, carbón, entre otros (Ugarte y Domínguez, 2010). Debido a su importancia para el sector forestal, en Loreto y Ucayali se extrajeron alrededor de 84000 m³ año⁻¹ y 1700 m³ año⁻¹ de madera rolliza, respectivamente (Pacheco y Vásquez, 2016).

La alta demanda de madera, está provocando fuerte presión sobre los capironales o manchales de *C. spruceanum*, debido principalmente a diferentes actividades antropogénicas como explosión demográfica, tala ilegal, cambio de uso del suelo, entre otras.

En ese sentido, urge la recuperación y el enriquecimiento de estos ecosistemas mediante actividades de recuperación y corporación de viveros forestales, para tener éxito hay que llevar en cuenta ciertos factores como: la morfología de planta, la selección de semilla, la calidad genética de la especie, época de siembra, transporte, entre otros; puesto que determinan el establecimiento y desarrollo adecuado de una plantación forestal (Peñuelas y Ocaña, 1996; Montoya y Cámara, 1996).

La emergencia de las plántulas ocurre luego que la semilla ha germinado, es decir cuando las semillas ha completado su etapa de emisión e imbibición de la radícula a través de las protegidas seminales; en seguida, el hipocótilo se elonga y la plántula aparece sobre el suelo o sustrato (Romero 1989). En el caso de *C. spruceanum* la germinación es de tipo epigea es decir que el hipocótilo se alarga y se curva hacia arriba, lo que lleva a que los cotiledones abandonen el suelo, desprendiéndose el tegumento, y formándose el tallo de la planta con las primeras hojas (Floriano, 2004).

Además, la emergencia de las plántulas es afectada por la textura, estructura, aireación, y la retención de agua del sustrato (Santos et al. 2005; Moraes et al. 2007); por tanto, la calidad de los sustratos son los elementos más relevantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas en fase inicial, desde la germinación, emergencia y crecimiento (Dutra et al., 2012). La presencia de materia orgánica en los sustratos proporciona mejores índices en la germinación, emergencia, índice de velocidad de emergencia, altura de la planta, masa aérea, masa del sistema radicular, y diámetro del tallo (Rocha et al. 2002; Caldeira et al. 2012); dado que estas características están relacionadas con las propiedades físicas, biológicas, químicas del sustrato. Sin embargo, además del sustrato se tiene que tener en cuenta el recipiente, puesto que afecta la temperatura del sustrato, que a su vez afecta el sistema radicular en la fase inicial de crecimiento de plantas en vivero (Caldeira et al. 2012; Landis et al., 2010).

La calidad de los plantones, está relacionada con la supervivencia después del trasplante en el campo, de tal modo que, plantar plantas con excelente calidad puede disminuir los efectos adversos propios del campo (Ortega et al. 2006). Las plantas de buena calidad se garantizan incremento y resistencia y su desarrollo en campo definitivo para comprobar su calidad de planta

que depende básicamente de sus atributos genéticos que son adquiridos en el manejo inicial de vivero (Vargas, 2012).

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, existe constante amenaza sobre los bosques naturales, tanto en sus diferentes dimensiones y formaciones boscosas. Los manchales de *C. spruceanum* presentes en los bosques tropicales no han sido ajenos a la deforestación, ya sea por la tala ilegal, el mal uso de suelo, la expansión agrícola y el crecimiento de la población. En ese sentido, la especie requiere especial atención para su producción, manejo, uso y conservación.

De otro lado, los agricultores han tratado de recuperar los manchales de *C. spruceanum*, sin embargo, no han tenido éxito debido a la ausencia de técnicas adecuadas para la producción de plantas desde la emergencia de plántulas, crecimiento y desarrollo. Por tanto, se necesita mayor investigación para disponer de plantas en cantidad y calidad que garanticen el éxito de las plantaciones tradicionales y promover el repoblamiento de los manchales de *C. spruceanum* en las zonas inundables de la Amazonía.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de diferentes sustratos y recipientes en la emergencia y crecimiento inicial de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) en Ucayali, Perú?

1.3. Justificación

Con este trabajo de investigación se pretende determinar los sustratos más apropiados en la emergencia de plántulas y recipientes en la obtención de plantas de *C. spruceanum* con atributos de vigorosidad, tamaño y buen desarrollo del sistema radicular para repoblar y recuperar los manchales, de tal manera que sean aprovechados en el corto plazo (mango de herramientas),

mediano plazo (puntales y vigas) y largo plazo (todo tipo de muebles) por los productores forestales.

En ese sentido, este estudio generará información técnica y científica para la producción de protocolos para la obtención de plantas desde la emergencia de plántulas hasta su pleno desarrollo para ser utilizadas en plantaciones tradicionales y repoblamiento de los manchales de *C. spruceanum* y consecuentemente mitigar los efectos de la sobreexplotación de la especie.

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de diferentes sustratos y recipientes en la emergencia y crecimiento inicial de *C. spruceanum* en Ucayali, Perú.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de diferentes sustratos en la emergencia de *C. spruceanum* en Ucayali, Perú.

Determinar el efecto de diferentes recipientes y sustratos en el crecimiento inicial de plantas de *C. spruceanum* en Ucayali, Perú.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Alves et al. (2012) determinaron el efecto de diferentes composiciones de sustrato y tamaño de recipientes en la producción de plántulas *Anthera macrocarpa* Brenan. Los recipientes utilizados fueron de los volúmenes: 360 cm³, 1090 cm³, 1660 cm³, con los sustratos de: Tierra de subsuelo + arena + estiércol (1: 1: 1); tierra de subsuelo + arena + estiércol (0,9:1:1+ 10% de caolín); tierra de subsuelo + arena + estiércol ((0,8: 1: 1) + 20% de caolín); tierra de subsuelo + arena + estiércol ((1: 0,9: 1) + 10% de caolín); tierra de subsuelo + arena + estiércol ((1: 0,8: 1) + (20% de caolín)); tierra de subsuelo+ arena + estiércol ((1: 1: 0,9) + 10% de caolín); tierra de subsuelo + arena + estiércol ((1: 1: 0,8) + 20% caolín)). Concluyeron que el crecimiento de las plantas de *Anadenanthera macrocarpa* Brenan fueron obtenidos en recipientes con volumen de 1660 m³.

Bao et al. (2014) describieron la morfología de las ramas y la germinación de semillas y plantones de *Matayba guianensis* Aubl en su desarrollo post-seminal, y definieron el tipo de sustrato y recipientes más adecuados en la emergencia y producción de plantas. Evaluaron tres tipos de recipientes como: bolsa de polietileno negro, tubetes y bandejas de tecnopor en los sustratos: arena-tierra-estiércol (1:1:1), sustrato comercial y fibra de coco. El mayor porcentaje de emergencia ocurrió en el recipiente Tecnopor con 91% de semillas germinadas en sustrato comercial, seguida de fibra de coco con 88%. El desarrollo de tallos y raíces fue mayor en tubetes y en saco plástico con el sustrato comercial y fibra de coco.

Melo et al. (2018) evaluaron la influencia del recipiente en crecimiento y sobrevivencia inicial en campo definitivo de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. Analizaron cinco volúmenes de contenedores (30 cm³, 55 cm³, 110 cm³, 180 cm³, 280 cm³). Las características evaluadas fueron:

altura de planta (H), diámetro basal (D), masa seca aérea (MSA), masa seca radicular (MSR), masa seca total (MST), índice de robustez (H/DC), relación entre masa seca aérea y de las radicular (RMSAR), densidad de raíces (DR) e índice de calidad de Dickson (ICD). En campo a los 120 días fue evaluado el diámetro basal (DB), altura de planta (H) y crecimiento relativo (CR). Las plántulas tuvieron mayor desarrollo fueron en recipientes de 110 cm³, 180 cm³, 280 cm³, en campo final todas las plantas producidas en los recipientes tuvieron igual calidad de sobrevivencia y desarrollo.

Loyola (2019) evaluaron el efecto de los tratamientos: Tierra aluvial 60%, humus de lombriz 20% y arena 20% (T1); fibra de coco 50%, cascarilla de arroz 30% y compost cervecero 20% (T2); fibra de coco, cascarilla de arroz 50% y vermiculita 50% (T3) (sustrato inerte Premix (T4) (100%), en la obtención de plantas de *C. spruceanum* de atributo y el precio por planta. Se encontró que (T2) es el sustrato más adecuado para la obtención de plantas de *C. spruceanum*.

Abanto et al. (2016) evaluaron la producción de plantas a partir de un clon de *C. spruceanum* utilizando los métodos: Tierra aluvial (T1), tierra agrícola (T2), tierra agrícola + tierra aluvial (1:1) (T3), tierra aluvial + gallinaza + cascarilla de arroz (1:1:1) (T4), y tierra agrícola + gallinaza + cascarilla de arroz (1:1:1) (T5). Constataron que los tratamientos T4 y T5, derivados de los residuos de origen animal y vegetal mejoraron la obtención de las plantas para su establecimiento en campo definitivo.

2.2. Bases teórico - científicas

2.2.1. Generalidades de *Calycophyllum spruceanum*

2.2.1.1. Clasificación taxonómica

Según Vargas(2012).

Reino: Plantae.

Familia: Rubiaceae.

Orden: Gentianales Juss. Ex Bercht. & J. Presl.

Clase: Equisetopsida C. Agardh.

Nombre científico: *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. Ex. Schuman.

Nombres común: capirona.

2.2.2. Descripción botánica y morfología

Calycophyllum spruceanum, es un árbol que alcanza una altura entre 20 y 30 metros de altura y de 50 a 120 cm de DAP, presenta fuste recto, cilíndrico regular. Hojas escuetas, glabras, oblongas y afrontadas decusadas; los peciolo son de 1,5 - 2,5 cm de longitud, estriados, las hojas elípticas, de 5 a 10 cm de extensión y de 3 a 5 cm de espacioso (Reynel et al., 2003).

Su corteza exterior es lisa, lustroso color verde homogéneo (Santos et al., 2016). Se halla en bosques suplentes y esenciales de la selva peruana, por debajo de los 1200 m.s.n.m (Chavesta, 2005). Se desarrolla mayormente en suelos temporalmente aluviales, fértiles, arenosos o limosos y en pedregosos. La *C. spruceanum* está considerada como alternativa para la reparación de suelos degradados (Ugarte y Domínguez, 2010).

Además, *C. spruceanum* presenta inflorescencias en cimas terminales de 10 a 15 cm de prolongación, y bastantes flores hermafroditas de 1 a 1,5 cm de ancho, están rodeadas completamente en una bráctea. Los frutos es de tipo cápsulas elipsoide-alargadas pequeñas de 5 a 8 mm de extensión, con el embrión en posición central, y las semillas son diminutas, alargadas y aladas. Palomino y Barra (2003) señalan que las semillas sin alas miden 2,3 mm y con alas 4 a 8 mm de largo.

2.2.3. Aspectos reproductivos y propagación

Según Flores (2019), *C. spruceanum* tiene entre 10 a 30 semillas por cada fruto y 1 kg de semillas; se encuentra de 3 a 6 millones. Su floración y madurez resultan todos los años. En el tiempo de floración esta de dos a cuatro meses de marzo a junio. La maduración de las semillas es de tres a cinco meses dispersión de semillas empiezan desde el mes de agosto, alcanzando su máxima intensidad es en el período de octubre.

El porcentaje de germinación de las semillas es de 30 a 50%; su viabilidad en el medio ambiente es alrededor de 180 días; la germinación ocurre entre los 25 a 40 días y el repique de plántulas se debe realizar a los 40 - 50 días, cuando posean de 2 cm - 3 cm de altura y de 6 - 8 hojas (Flores, 2019).

2.2.4. Distribución geográfica y ecología

Flores (2019), menciona que esta especie se distribuye en países como: Brasil, Perú y Bolivia. En el Perú se halla en los departamentos de: Ucayali, Loreto, Junín, Amazonas, San Martín, Huánuco, Madre de Dios y Pasco, por debajo de los 1200 m.s.n.m. Es una especie heliófita, de ligero crecimiento, además, por lo tanto necesita de claridad en pequeños sitios abiertos para desarrollarse.

2.2.5. Características requeridas de sitio

C. spruceanum se desarrolla adecuadamente en zonas precipitación de más de 3000 mm/año, en suelos aluviales temporalmente, fértiles, arenosos, franco, franco arcilloso y limoso. En relación al drenaje, tiene altas tolerancias a las inundaciones, además prefiere suelos con una buena fertilidad cuya acidez sea desde 5 - 6,5 pH, y tiene mínima resignación a suelos compactos (Flores, 2019).

2.2.6. Usos de la madera

La madera de *C. spruceanum* es usada en construcción rural, en postes de alumbrado público, leña, carbón, parquet y en carpintería en general por su textura fina y buena durabilidad (Reynel et al., 2003).

2.2.7. Producción de plantas forestales

Para la obtención de plantas forestales se necesita de:

2.2.7.1. Bolsa plástica

Se utilizan bolsas plásticas de polietileno de color negro. La longitud y el ancho varían según la especie a producir, generalmente se usan bolsas de 12 a 25 cm y de 10 a 15 cm, respectivamente. Deben poseer de dos a tres hileras de perforaciones para permitir el drenaje. Se prefiere las bolsas con fuelle (doblez), porque son más fáciles de acomodar en superficies planas (Quiroz et al., 2009).

2.2.7.2. Tubetes

Loyola (2019) menciona que, los tubetes a oposición de las bolsas de polietileno, poseen mayor durabilidad puesto que, se pueden utilizar hasta por un periodo de 10 años; por otro lado, estos recipientes permiten el uso de menor volumen de sustratos, reducción de costos en el transporte, espacio y mano de obra. El tamaño de los tubetes a utilizar está en función de la especie a producir, tamaño de semillas y profundidad de las raíces; los tubetes más adquiridos para la obtención de plantas forestales son de 53 cm³; 115 cm³ y 180 cm³.

2.2.8. Generalidades del sustrato

Según Braga (2010), el sustrato es el soporte físico para la germinación de las semillas y también el lugar donde las plantas se fijan, almacena agua y nutrientes, ejerciendo así influencia significativa en la arquitectura de la raíz y en la fase nutricional de las plantas, asimismo, ofrece

aireación a las raíces. De acuerdo con Fachinello et al. (2013), el sustrato debe ser de baja densidad, rico en nutrientes, tener una composición química y física uniforme, buena capacidad de retención de humedad, aireación, drenaje, buena cohesión entre partículas, adherencia a las raíces y ser preferiblemente estéril.

2.2.8.1. Propiedades físicas del sustrato

Loyola (2019) alude que los aspectos físicos del sustrato tienen que ser en condiciones óptimas de oxígeno, retención de humedad fácilmente, baja densidad aparente y alta porosidad. Las características físicas más relevantes del sustrato está en la estructura, textura, porosidad, humedad, también deben considerarse la granulometría y tamaño de partículas que influyen principalmente en la aireación para las raíces (Mondragón, 2016).

2.2.8.2. Propiedades químicas del sustrato

En los sustratos las propiedades químicas están directamente con la conductividad eléctrica y pH para que las plantas tengan un óptimo desarrollo (Castro et al., 2019). Según, Nelson (2003) el pH del sustrato para la obtención de plantas forestales debe estar entre 5,4 y 6,5.

2.2.8.3. Arena de río

Según Loyola (2019), la arena de río está formado por un nivel bajo de nutrientes, detención de agua y es inerte biológicamente. La arena es un sustrato más usado para favorecer la aireación y drenaje en malezas que incluyen compost y sustrato, la arena fina puede optimar las condiciones del sustrato. También la arena puede contener partículas de arcilla y limo, la arena que tienen partículas con una dimensión de 0,5 - 2 mm de diámetro son más finas con las partículas del sustrato que alcanzan mayor compactación.

2.2.8.4. Cascarilla de arroz carbonizado

El residuo de arroz es un residuo que es generado de procesos de la trilla o molienda de los granos del arroz, es más grande que las partículas del aserrín que es un sustrato que mejora el drenaje y aeración, es un sustrato liviano y es más resistentes a la descomposición y no aporta enfermedades y plagas a las plantas, en los recientes épocas es manejado la cascarilla de arroz carbonizado para mayor aumento de humedad fácilmente aprovechable y evita el crecimiento de malezas, la cascarilla de arroz brinda nutrientes como fosforo y potasio para el desarrollo de las plantas, además disminuye la acides del suelo (Saboya, 2010). El residuo de arroz en el departamento de Ucayali es de factible adquisición, hay varios molinos cerca de la ciudad que lo distribuyen a un precio económico (Loyola, 2019).

2.2.8.5. Gallinaza descompuesta

La gallinaza es la excreta de las aves de corral con la cascarilla de arroz, que es uno de los fertilizantes más completos para aportar gran cantidad de nutrientes al suelo. La gallinaza es un abono orgánico que contiene todos nutrientes básicos para las plantas como: Fósforo, nitrógeno, potasio y carbono este sustrato en el contenido de nutrientes es mucho mayor en relación a los demás estiércoles. La gallinaza constituye a mejorar los suelos que han sido degradados por la gran cantidad de nutrientes (Vargas, 2012).

Tabla 1

Composición química del sustrato de gallinaza (Vargas, 2012)

Material	Porcentaje (%)						mg/kg			
	N	Ca	K	P	S	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
Gallinaza	4,34	3,20	2,05	1,47	1,65	0,56	412	314	338	47

2.2.9. Factores que intervienen en la emergencia de semillas

2.2.9.1. Agua

Es un elemento principal para el crecimiento de los plantones en vivero, se debe evitar excesos de agua en las plantas. La calidad de agua es importante para obviar cual los tipos de enfermedades que pueden contaminar a las plantas, los riegos se deben realizar en las mañanas para evitar daños o quemaduras del sistema aéreo y radicular de las plantas (Loyola, 2019).

2.2.9.2. Temperatura

Cada actividad biológica presenta una curva en función de los rangos de variaciones de temperaturas. A elevadas temperaturas presenta más evapotranspiración y baja disponibilidad de humedad, también presenta sobrecalentamiento causando deterioros al citoplasma que afecta la fotosíntesis de la planta, además a temperaturas muy bajas causa efectos estimulantes en las plantas que evita el rebrote temprano (Vargas, 2012).

2.2.9.3. Luz

La luz es esencial para el adición inicial y supervivencia de la planta, según los estudios realizados que a niveles más superiores las plantas tienen un crecimiento mayor y a niveles más bajos en menor como en sotobosque que se encuentran las plantaciones puras (Romo, 2005).

2.2.9.4. Radiación solar

La radiación solar está compuesta de 230 – 4000 nm, que llega al suelo como radiación visible de 40% con las longitudes de onda de 400 – 700 nm, que es utilizado para las plantas para su proceso fotosintético por la radiación fotosintéticamente activa (Rondón, 2014).

2.2.9.5. Porosidad del sustrato

La porosidad está conformada por el volumen del sustrato que contiene oxígeno cuando el sustrato ha sido saturado o ha dejado de drenar que está compuesta por 10 cm de columna de agua que están conformado por los valores de 10% a 30% (Cusi, 2013).

2.2.10. Rangos para calificar los índices de calidad de planta

Sáenz et al. (2010), mencionan valores del crecimiento normal de una planta forestal, que se debe a los medidas morfológicas y fisiológicas que muestran límites para predecir el crecimiento y supervivencia en campo definitivo.

Tabla 2

Índices de calidad de planta (Sáenz et al. 2010)

Variable	Calidad		
	Bajo	Media	Alto
Altura (cm)	< 12	12-15	15-25
Diámetro (mm)	< 2,5	2,5 – 4,9	> 5,0
IQD	< 0,2	0,2 – 0,4	> 0,5
IR	> 8,0	7,9 – 6,0	< 6,0
IL	<10	10-11,3	11,3-17,0

Fuente: Sáenz et al. (2010)

Donde:

IQD: Índice de calidad de Dickson. IR: Índice de robustez. IL: Índice de lignificación.

2.2.11. Índice de calidad de las plantas

Villalón et al. (2016) la disposición de la planta depende de sus características fisiológicas y morfológicas que sean óptimas para su crecimiento en viveros forestales, que se deben aplicar varios procedimientos en la fase de su producción, se debe tener en cuenta el origen genético de los árboles semilleros, la colecta de frutos, germinación y emergencia de plántulas para su producción de plantas.

2.2.11.1. Porcentaje de emergencia

López y Gil (2017) es una prueba para evaluar la emergencia total de las semillas sembradas, consiste que las plántulas emergidas en cuando los cotiledones está fuera de la envoltura seminal en la cual se determina el porcentaje con la siguiente formula (1):

$$\% E = \frac{\text{Plántulas emergidas}}{\text{Plántulas sembradas}} \times 100$$

2.2.11.2. Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Según García et al. (2016) se obtiene mediante los conteos diarios de las plántulas germinadas a partir desde el sembrado a través de plántulas emergidas que sobresalen del sustrato se determina con la siguiente formula (2).

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + K + \frac{E_n}{N_n}$$

Dónde:

E_1, E_2, \dots, E_n = Plantas emergidas en tiempos.

N_1, N_2, \dots, N_n = Días a partir el sembrado hasta el último día de conteo.

2.2.11.3. Índice de calidad de Dickson (ICD)

Tinoco y Ramírez (2014) manifiestan que, para establecer la calidad de las plantas se determina con la fórmula (3) que permite obtener la calidad específica que analiza las diferencias morfológicas entre las plantas estudiadas, en cuanto sea mayor su índice analizado por una planta se considera con mayor calidad para sobrevivir en campo definitivo.

$$ICD = \frac{\text{Biomasa total seca (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (cm)}} + \frac{\text{Biomasa parte aéreaseca (g)}}{\text{Biomasa radicalesca (g)}}}$$

Fuente: (Dickson et al., 1960).

2.2.11.4. Índice de robustez (IR)

El (IR) está en proporción de la altura de las plantas (cm) y el diámetro (mm) basal de tallo, tiene que ser inferior a 6; que son aptas para los campos con limitaciones de humedad, si los valores sobrepasan de 6 se analiza que es causada por condiciones climáticas (Tinoco y Ramírez, 2014) se determina con la siguiente formula (4).

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (cm)}}$$

2.2.11.5. Índice de lignificación (IL)

Según Villalón et al. (2016) es “la relación de la biomasa total seca entre la biomasa total húmeda de las plantas” se determina con la siguiente formula (5).

$$IL = \frac{\text{Biomasa total seca (g)}}{\text{Biomasa total húmeda (g)}}$$

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Semilla de *C. spruceanum*

Las semillas son estrechadas con aletas laterales y pequeñas que tiene de 10 a 30 semillas por cada fruto que sus embriones están bien desarrollados, que contiene de 3 a 6 millones de semillas por kilogramo que su fecha de conservación de las semillas esta de seis meses que no debe sobrepasar mayor a un año de refrigeración (Palomino y Barra 2003).

2.3.2. Vivero

Según Farro (2015) un vivero es un área de espacio de suelo brindada a la producción de plantones forestales, generalmente las plántulas producidas en un vivero deben ser de buena calidad con un costo menor posible, que posteriormente serán llevados a campo definitivo.

2.3.3. *Almácigo*

El almácigo es un lugar que se usa para las germinaciones y emergencia de las plántulas forestales, en estos ambientes se regulan según sus temperaturas, exposición de viento, sol y entre otros elementos climáticos, el almácigo deben estar en dirección de Este a Oeste con el propósito de dar sombra a las plántulas (Mondragón, 2016).

2.3.4. *Germinación*

La germinación de las semillas comienza con absorción de agua para su hidratación del protoplasma para que la enzima comienza a funcionar, el crecimiento del embrión tiene que liberar energía a las sustancias de la semilla que concluye en aparición la radícula al externo de la cobertura testicular. Además, para la desarrollo tiene fases importantes como es de filtración de agua, respiratoria, actividad enzimática, transporte de alimentos, digestión y desarrollo del embrión (Silvano, 2012).

2.3.5. *Plántula*

Chávez (2017) “en la botánica se llama plántula al estudio de su crecimiento del esporofito cuando la semilla arranca su dormancia y germinan y terminan su desarrollo donde el hipocotilo tiene sus hojas iniciales completas funcionales”.

2.3.6. *Crecimiento*

Para el crecimiento de la planta están influenciados por los elementos; luz, temperatura, agua, y alimentos que son esencial para el proceso de fotosíntesis, estos componentes deben estar en conjuntos adecuados para el desarrollo de los plantones. Según las investigaciones el crecimiento en altura de capirona su crecimiento es de 1,4 – 1,6 m a los 6 meses establecido en campo considerando un crecimiento rápido diferenciando con las demás plantas, que a los 12 meses su crecimiento de altura de 3,5 m (Reynel et al, 2003).

2.3.7. Emergencia de plántulas

En la emergencia de las plántulas es la visión sobre el sustrato, en la cual las camas de almácigos brindan las condiciones óptimas para el desarrollo inicial de las semillas y su crecimiento de plántulas hasta el tiempo de repique. En este ciclo se pierden algunas semillas que son devoradas por insectos o no ha estado en condiciones necesarias para su germinación (Abanto, 2017).

2.3.8. Repique de plántula

El repique se realiza a los 40 - 50 días cuando las plántulas tienen 2 cm - 3 cm de altura aproximadamente y cuando poseen 4 o 6 hojas, se debe visualizar que las plántulas no tienen el mismo crecimiento por lo que se tiene que repicar las más grandes y dejar las de menor tamaño para que terminen su crecimiento (Schmidt, 2013).

2.4. Formulación de hipótesis

H0-1: No existen diferencias significativas entre los efectos de los sustratos sobre la emergencia y crecimiento inicial de *C. spruceanum* en Ucayali.

H1-1: Existen diferencias significativas entre los efectos de los sustratos sobre la emergencia y crecimiento inicial de *C. spruceanum* en Ucayali.

H0-2: No existen diferencias significativas entre los efectos de los sustratos y recipientes sobre el crecimiento de plantas de *C. spruceanum* en Ucayali.

H1-2: No existen diferencias significativas entre los efectos de los sustratos y recipientes sobre el crecimiento de plantas de *C. spruceanum* en Ucayali.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Experimento 1.

2.5.1.1. Porcentaje emergencia de plántulas de *Calycopyllum spruceanum*

Fue determinado mediante el conteo de las plántulas emergidas, el conteo fue realizado todos los días a partir del tercer día después de la siembra de semillas, se consideró planta emergida aquellas que presentaron los cotiledones por encima del sustrato los resultados fueron expresados en porcentaje (%) (Silva & Cesarino, 2014).

$$\%E = \frac{\text{Número de plántulas emergidas en el último conteo}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

Donde:

%E = Porcentaje de emergencia.

2.5.1.2. Índice de velocidad de emergencia (IVE)

El IVE fue calculado por medio del conteo diario de plántulas normales, para ello se seguir la metodología propuesta por (Maguire, 1962).

$$IVE = \frac{N1}{d1} + \frac{N2}{d2} + \frac{N3}{d3} \dots \dots \dots \frac{Nn}{dn}$$

Donde:

N = Números de plántulas salidas y contabilizadas desde el primer hasta los últimos conteos.

d = Números de días después del sembrado desde el primer hasta el último conteo.

2.5.1.3. Tiempo medio de emergencia (TME)

Fue determinado por medio de los conteos diarios de las plántulas sobresalientes después del sembrado de semillas. Esta característica representa la media ponderada del tiempo necesario para la emergencia de plántulas, teniendo como factor de ponderación a la emergencia diaria, se calculó mediante la fórmula (6):

$$TME = \frac{G_1T_1 + G_2T_2 \dots \dots G_nT_n}{G_1 + G_2 \dots \dots G_n}$$

Donde:

TME= Tiempo medio de emergencia (días), necesario para llegar a las emergencias máximas; G1, G2 y Gn es el número de plántulas emergidas en tiempos T1, T2 y Tn, respectivamente.

2.5.2. Experimento 2.

2.5.2.1. Variables evaluadas en el crecimiento de las plantas de *Calycophyllum spruceanum*

Las siguientes variables de crecimiento vegetativo de las plantas de *C. spruceanum* fueron evaluadas durante 90 días después de repique.

- *Altura de planta (cm)*
- *Diámetro basal (cm)*
- *Número de hojas*
- *Índice crítico de clorofila (ICC)*
- *Biomasa húmeda total (MHT-g)*
- *Biomasa seca total (MST-g)*
- *Índice de lignificación (IL)*

Se calculó la proporción de biomasa seca total en proporción de biomasa húmeda total (Tinoco y Ramírez, 2014).

$$IL = \frac{\text{Biomasa seca total (g)}}{\text{Biomasa húmeda total (g)}}$$

- *Índice de robustez (IR)*

Está dado por la proporción de altura y diámetro basal de las plantas.

$$IR = \frac{\text{Altura de planta (cm)}}{\text{Diámetro basal (mm)}}$$

- **Índice de calidad de Dickson (ICD)**

El índice se calculó con la siguiente fórmula brindada por Dickson et al. (1960), para ello se empleó la masa seca total, la proporción de altura (H) y diámetro basal (DB), biomasa seca aérea (BSA) y la biomasa seca radicular (BSR):

$$ICD = \frac{BST}{\left(\frac{H}{DB}\right) + \left(\frac{BSA}{BSR}\right)}$$

Donde:

ICD: Índice de Calidad de Dickson

BST: Biomasa seca total (g)

H: Altura de planta (cm)

DB: Diámetro Basal (cm)

BSA: Biomasa seca aérea (g)

BSR: Biomasa seca radicular (g)

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación fue de tipo experimental porque siguió principios básicos de experimentación de repetición y aleatorización para comparar los efectos de los tratamientos en la emergencia y fase inicial de *C. spruceanum* en vivero convencional.

3.1.2. Nivel de investigación

Este estudio fue de nivel aplicado.

3.2. Diseño de investigación

El vigente estudio de investigación fue cuantitativo que se realizó en el vivero del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). El experimento uno fue con diseño completamente al azar (DCA), se determinó el porcentaje de emergencia que se utilizó cuatro tratamientos, tres repeticiones con 100 semillas por repetición. El segundo experimento fue llevado mediante un diseño completamente al azar (DCA) en esquema factorial (2R x 3S) distribuido en seis tratamientos, cuatro repeticiones y 20 plantas por repetición.

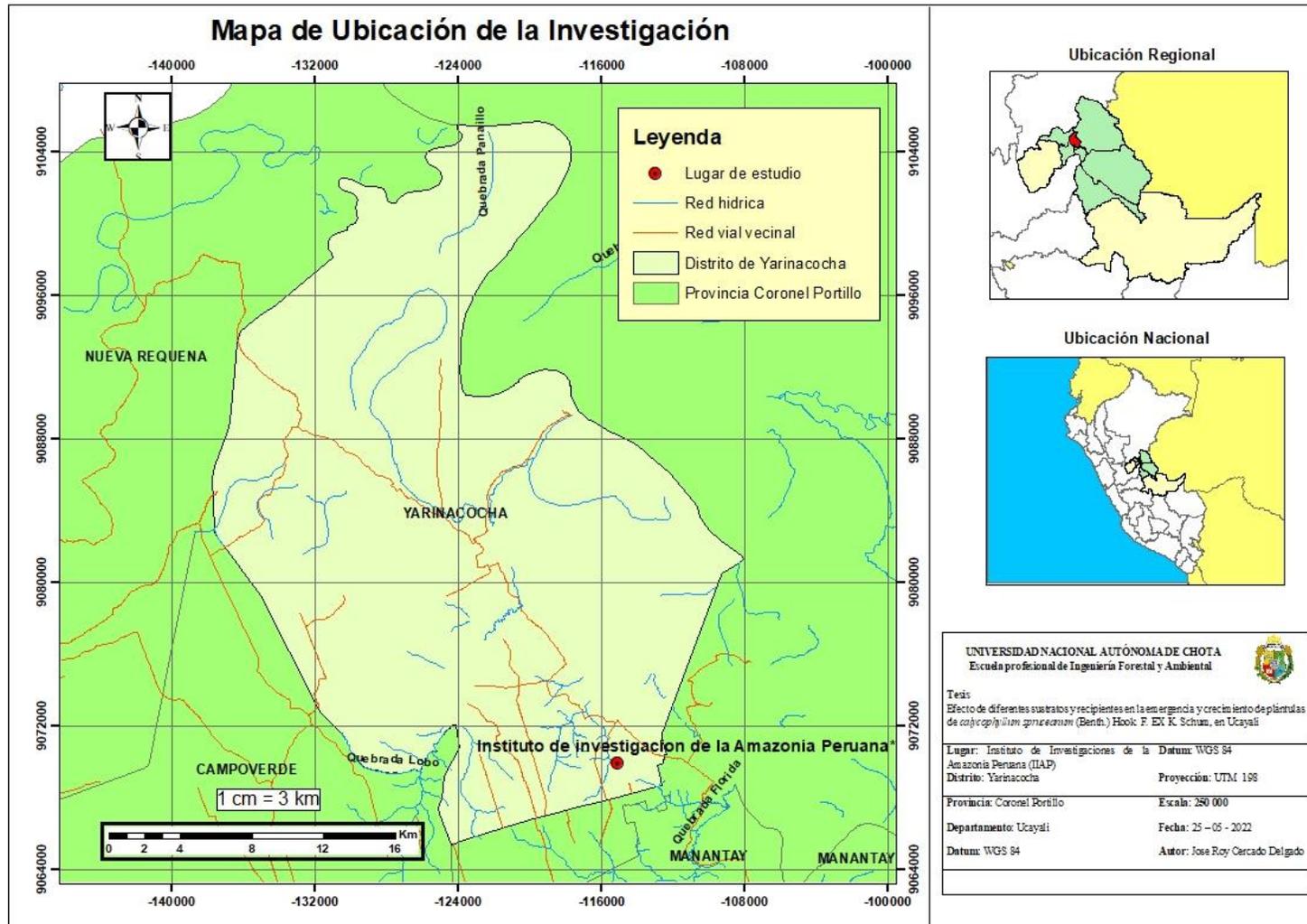
3.3. Método de investigación

3.3.1. Lugar de estudio

El estudio se ejecutó en (IIAP), localizado a 12 km de la vía Federico Basadre, departamento de Ucayali, provincia Coronel Portillo, distrito Yarinacocha, posee un clima lluvioso, tropical, con precipitación alta en todas las épocas del año, con humedad relativa dispuesta muy húmeda) de tipo lluvioso y cálido, con temperatura máxima, media y mínima de 33 °C, 26 °C y 18,7 °C, respectivamente (IIAP, 2015).

Figura 1

Mapa de Lugar donde se Ejecutó el Estudio



3.3.2. Equipos, materiales e insumos requeridos

a) Semillas de *C. spruceanum*

Las semillas de *C. spruceanum* fueron obtenidas de los semilleros establecidos y certificadas por el ICRAF (Centro Internacional de Investigación Agroforestal) y custodiadas por la Asociación de Productores Forestales PROSEMA, ubicado en la vía Federico Basadre a 98 km; costado derecho 100 m, distrito de Yarinacocha.

b) Sustrato

En el primer experimento fueron utilizados cuatro sustratos: 1) arena fina de río (testigo), 2) suelo aluvial, 3) aserrín descompuesto y 4) cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1).

En el segundo experimento fueron utilizados tres sustratos: 1) sustrato convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina 1:1), 2) cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza (1:1) y 3) cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza + aserrín (2:1:1).

c) Equipos y materiales

Fue utilizado vernier digital para la medición del diámetro basal del tallo, también fue utilizado clorofilómetro portátil SPAD-502, balanza analítica de precisión; estufa para el secado de la biomasa húmeda y cámara fotográfica.

d) Otros materiales

Se manejó una libreta de apuntes para apuntar todos los resultados del experimento 1 y 2, regadera de 3 L litros para el riego del almácigo y crecimiento de las plantas, regla de 30 cm para evaluar la altura de la planta, bolsas de polietileno 4" x 7"x 2 mm, tubetes de 180 cm³, en el crecimiento de la planta se utilizó malla raschell color negro (50 % de luz), para brindar ambientes adecuados de irradiación solar, se utilizó placas de identificación para cada tratamiento que pertenece,

carretilla para el correo de los sustratos se utilizó una zaranda de 0,5 mm para zarandear las impurezas. También se utilizaron reglas de madera para separar los tratamientos del experimento uno.

3.4. Población, muestra

3.4.1. Experimento 1. Efecto de diferentes sustratos en la emergencia de plántula de *C. spruceanum* en vivero convencional

- **Población**

La población fue conformada por semillas de los árboles adultos de *C. spruceanum* que se encuentran en las plantaciones custodiadas por la corporación de productores PROSEMA (Asociación de Productores de Semillas Certificadas y Madera de Alta Calidad de la Cuenca del Aguaytía).

- **Muestra**

La muestra estuvo formada por 1200 semillas de *C. spruceanum* las cuales fueron contribuidas de acuerdo al diseño experimental.

3.4.2. Experimento 2. Efecto de diferentes recipientes y sustratos sobre el crecimiento de plantas de *C. spruceanum* en vivero convencional

- **Población**

La población estuvo constituida por todas las plántulas *C. spruceanum* emergidas del primer experimento.

- **Muestra**

La muestra fue compuesta por 480 plántulas de *C. spruceanum*.

3.5. Técnicas de recolección de datos

3.5.1. Diseño experimental

Experimento 1. Efecto de diferentes sustratos en la emergencia de plántula de *Calycophyllum spruceanum* en vivero convencional

El estudio fue realizado mediante el diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, tres repeticiones y 100 semillas por parcela experimental (Tabla 3).

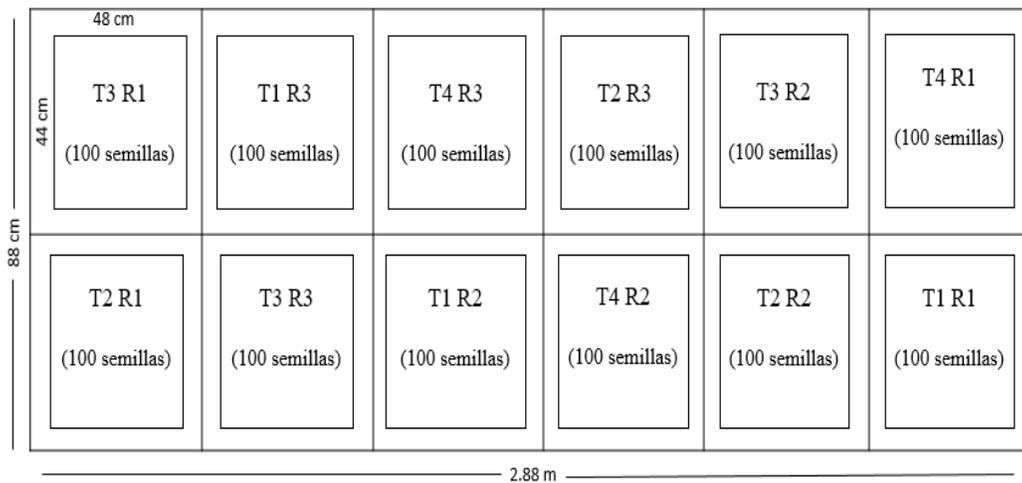
Tabla 3

Tratamientos realizados en la emergencia de Calycophyllum spruceanum.

Tratamientos	Sustratos	N° de rep	N° de semillas / parcela ex.
T1	Arena fina de río (testigo)	3	100
T2	Suelo aluvial	3	100
T3	Aserrín descompuesto	3	100
T4	Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1)	3	100
TOTAL			1200

Figura 2

Croquis Experimental para la Emergencia de Plántulas



Experimento 2. Efecto de diferentes sustratos y recipientes sobre el crecimiento inicial de *Calycophyllum spruceanum* en vivero convencional

El estudio fue conducido mediante un diseño completamente al azar (DCA) en esquema factorial (2R x 3S), estando a factor A: recipientes con dos niveles: 1) bolsa de polietileno de capacidad de 7" x 4" x 2 mm; 2) tubete de capacidad de 180 cm³ y el factor B: sustratos con tres niveles 1) convencional (testigo) (tierra agrícola+arena (1:1), 2) cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) y 3) Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (2:1:1), distribuidos en 4 repeticiones con 20 plántulas por parcela experimental que se evaluó durante 90 (DDR) (Tabla 4).

Tabla 4

Diferentes sustratos y recipientes utilizados en el crecimiento inicial de Calycophyllum spruceanum.

Tratamientos	Sustratos + recipientes	N° de rep	N° de plantas por rep
S1	Bolsa de polietileno + sustrato convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina 1:1).	4	20
S2	Bolsa de polietileno + cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza (1:1).	4	20
S3	Bolsa de polietileno + cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1)	4	20
S4	Tubete + convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina 1:1).	4	20
S5	Tubete + cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1).	4	20
S6	Tubete de polietileno + cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza + aserrín (2:1:1).	4	20
TOTAL			480

Figura 3

Croquis experimental para el crecimiento de plantas

TRATAMIENTOS (S) Y REPICIONES (R)					
S6 R1	S3 R4	S4 R4	S4 R1	S6 R3	S2 R2
S2 R3	S1 R4	S1 R3	S5 R4	S5 R1	S4 R2
S1 R2	S6 R4	S5 R2	S2 R4	S3 R1	S4 R3
S5 R3	S6 R2	S3 R2	S1 R1	S3 R1	S2 R1

3.5.2. *Obtención de semillas de C. spruceanum*

Las semillas de *C. spruceanum* fueron originarias de los semilleros establecidos y certificadas por ICRAF (Centro Internacional de Investigación Agroforestal) y custodiadas por la Asociación de Productores Forestales (PROSEMA), ubicado en la vía Federico Basadre 98 km; al lado derecho 100 m.

Las semillas fueron conseguidas de manera manual y en el mismo tiempo de cuatro árboles con características morfológicas, vigorosidad, similares, buena copa, altura de árbol y mismo estado fisiológico.

Seguidamente, antes de instalar el ensayo las semillas fueron escogidas de acuerdo con sus tamaños, colores y estados fitosanitarios con la finalidad uniformizar el material y con ello reducir los efectos de posibles aspectos que puedan afectar la emergencia.

3.5.3. *Área experimental*

El experimento se realizó en los viveros forestales del IIAP, el cual conto con áreas adecuadas para colocar las bandejas que albergarán a los sustratos y semillas y de la misma manera

un ambiente adecuado y para colocar las bolsas y tubetes para evaluar el crecimiento de las plantas. Posee riego por aspersión y tinglado construido de malla raschell color negro que proporciona 50% de luminosidad.

3.5.4. Acondicionamiento de bandejas para albergar las semillas y recipientes

Para la emergencia de las plántulas, se utilizó camas almacigueras de concreto de 2 m de largo x 1 m de ancho x 30 cm de profundidad, dividido en doce parcelas iguales según el diseño experimental.

En el crecimiento, fueron utilizadas bandejas de polietileno para los tubetes considerados en el estudio, las dimensiones de las bandejas fueron de las siguientes: 30 cm de ancho por 40 cm de largo por 15 cm de fondo. Los recipientes de tipo tubetes y bolsas fueron colocados en bancadas de alambre localizadas a 1 m del suelo, esto es para impedir el contacto directo con el suelo, dado que podría traer problemas de contaminación, encharcamiento, y/o ataque de roedores.

3.5.5. Adquisición y preparación de los sustratos

La gallinaza descompuesta fue adquirida de proveedores especializados en abonos orgánicos. Asimismo, el aserrín descompuesto fue adquirido de aserraderos y la biomasa de manchal será obtenida de manchales de *C. spruceanum* del caserío Panaillo, distrito de Yarinacocha, región Ucayali.

La arena fina fue colectada de las orillas del río Ucayali. La cascarilla de arroz fue carbonizada en las instalaciones del IIAP Ucayali, dado que se dispone de los equipos e insumos adecuados. En el manchal de *C. spruceanum* inicialmente se limpió la superficie de hojarasca, luego con una pala recta se obtendrá el volumen requerido de turba de los primeros 0,1 m de profundidad. Los sustratos fueron colocados en costales de yute (material) y transportados a las instalaciones del IIAP Ucayali.

Antes de ser utilizados los sustratos, fueron separadas todas las impurezas (terrones grandes de tierra, piedras, trozos de madera, hojas, etc.) con el apoyo de una zaranda de 0.5 mm con fin de obtener sustratos uniformes de libre de impurezas. Finalmente, los sustratos, fueron desinfectados y esterilizados en vapor de agua por un periodo de dos horas en cilindros de metal, y en seguida se instaló el experimento. Adicionalmente, durante la instalación del experimento se adicionará a los sustratos CUPRAVIT® para eliminar hongos y bacterias.

3.5.6. Adquisición de los recipientes

Para la segunda parte del experimento fueron adquiridos tubetes de polipropileno los más comerciales para plantas forestales de capacidad cada uno de 180 cm³ sustrato.

Así mismo fueron adquiridas bolsas de polietileno las más comunes para la obtención de plantones forestales con una capacidad de cada bolsa de 4" x 7"x 2 mm.

3.5.7. Siembra de semillas

Las semillas fueron situadas a una distancia de 0,5 cm aproximadamente entre ellas, el sembrado fue de manera manual tratando de que queden dispersadas en toda la bandeja y en unión con todo el sustrato, a continuación, las semillas fue tapadas por una capa de 1,0 cm con el mismo sustrato.

3.5.8. Riego

En el riego en fase de emergencia fue realizado en durante de 5 minutos todos los días en horas de la mañana (8:00 am) y de la tarde (15:00 pm) con el propósito de llevar de que los sustratos estén en aptas en campo. El riego fue por aspersión, con la finalidad de asegurar que toda el área de la bandeja reciba la misma lámina de irrigación.

3.5.9. Eliminación de malezas

El área experimental fue monitoreada constantemente para evitar la proliferación de malezas dentro y fuera de las parcelas experimentales. Las plantas ajenas al experimento serán eliminadas de forma manual con el propósito de impedir la competitividad luz, nutrientes y agua.

3.5.10. Evaluación de crecimiento de *C. spruceanum*

El crecimiento vegetativo de las plantas de *C. spruceanum* fueron evaluadas durante 90 días después de repique.

La altura de las plantas (cm) fue medida desde la superficie del sustrato con regla milimetrada, hasta el ápice de la planta. El diámetro basal (mm) fue medido con un vernier digital a 1,0 cm de nivel del sustrato, el número de hojas fue contado por conteo simple. El índice crítico de clorofila (ICC) fue medido con un Clorofilómetro portátil SPAD-502 fue desde el segundo mes después de repique que se evaluaron 10 plantas de cada repetición se evaluaron las hojas de la parte central.

Posteriormente fue determinada las siguientes variables al final de los 90 días después del repique.

Al final de los 90 días las plantas fueron colectadas, se evaluaron la biomasa y se obtuvieron 10 plantas de cada repetición al azar, puesto que por tratamiento se obtuvo 40 plantas, se eliminó el sustrato colocando las plantas en envases con agua para que el sustrato se disuelva, se lavó las raíces en agua corriente, colocaron en folder manilla las muestras con sus respectivos códigos separado la parte radical y aérea, se pesó en una balanza analítica de dos dígitos, la biomasa húmeda de cada repetición y una vez pesado todo fueron colocados en una estufa aire forzada de circulación a 60 C° para ser secados hasta obtener su biomasa seca fija para pesar en una balanza analítica su biomasa seca.

3.5.11. Análisis químico de sustratos

Después de haber mezclado de manera homogénea los sustratos fueron utilizados en el experimento 1 y 2. Se colecto muestras de 1.00 kg, estas fueron embaladas, codificadas y enviadas al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina para su referente análisis físico, químico con la finalidad de determinar su contenido de micro y macronutrientes y otras características de interés.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Técnicas de procesamiento

Para la emergencia de plántulas se realizó en las camas de almácigo del (IIAP) y se manejó 1200 semillas en total del experimento (tabla 3 y figura 4) durante 44 días de evaluación y en el crecimiento inicial se realizó en sistema factorial (2R x 3S), seis tratamientos cuatro repeticiones, 480 plantas en total (tabla 4 y figura 5) en la evaluación de las biomas húmedas y secas se extrajeron 40 plantas de cada tratamiento al azar se pesaron en una balanza analítica el sistema radicular y sistema aérea, luego fueron colocadas en una estufa a una temperatura de 60 C° durante tres días para pesar su biomasa seca para evaluar el IL, IR e ICD en 90 DDR.

3.6.2. Análisis de datos

Los datos estuvieron procesados en Microsoft Excel y evaluados a pruebas de normalidad de datos y homogeneidad de varianzas mediante los métodos de Shapiro Wilk y Barlett. Una vez que se comprobó la normalidad y homegeneidad de varianzas, se realizó el estudio de varianza al 1% y 5% de probabilidad. Seguidamente, las medias fueron comprobadas mediante la prueba de Tukey 1% y 5% de probabilidad. Estos análisis estadísticos se realizaron en el programa RStudio y Sisvar.

3.7. Aspectos éticos

En la investigación científica no existió conflicto de interés y no ha causado impacto en el medio ambiente.

La redacción del informe, los datos son veraces que no hay plagio.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Porcentaje de emergencia de plántulas de *Calycophyllum spruceanum*

En el análisis de varianza, mostraron diferencias significativas entre los diferentes sustratos en la emergencia de plántulas a los 44 días de evaluación (Tabla 5). Además, el coeficiente de variabilidad (CV%) fue de 4,81% que indica una sensible exactitud en la recolección de datos (Martínez 1970).

Tabla 5

Análisis de variancia para el porcentaje de emergencia de plántulas de C. spruceanum por efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Sustratos	3	7080,92	2334,67	609,04**	0,0000
Error	8	34,00	3,83		
CV (%)			4,81		

** - Significativo según la prueba de F a 1% de probabilidad.

En la prueba Tukey ($p \leq 0,01$) para el porcentaje de emergencia de *C. spruceanum*, mostrarán que los tratamientos T1 (arena de río) y T4 (cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto 1:1:1) presentaron los porcentajes de emergencia más altos, de 60,3% y 62,3% respectivamente, significativamente superiores a T3 (aserrín descompuesto) y T2 (suelo aluvial). Por otra parte, con el sustrato T2 se registró el valor más bajo de emergencia de plántulas (2,3%).

Tabla 6

Prueba estadística de Tukey en el porcentaje de emergencia de plántulas de C. spruceanum en efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.

Sustratos	Media
(T2) Suelo aluvial	2,3 c

(T3) Aserrín descompuesto	37,7	b
(T1) Arena de río	60,3	a
(T4) Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1)	62,3	a
<i>Promedio</i>	40,6	

Letras iguales en la tabla no presentan diferencias estadísticamente significativas en la prueba de Tukey al 1% de probabilidad.

En este estudio, es evidente que el sustrato “suelo aluvial” colectado de los manchales de capirona ubicados en suelos inundables, no fue eficiente para la obtención de plantas de *C. sprucianum* en la fase inicial. Uno de los elementos que posiblemente influenció sobre la emergencia fue su alto grado de compactación, ya que, se observó agrietamiento o resquebrajamiento de la superficie del suelo durante la fase experimental (Figura 4).

Figura 4

Sustrato Compuesto de Suelo Aluvial con Agrietamiento en la Superficie



Entre tanto, los sustratos que estuvieron compuestos por arena de río (T1), y cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (T4) (1:1:1) presentaron los mejores resultados de emergencia de plántulas de *C. spruceanum* (Figura 5a, 5b) siendo un sustrato suelto, poroso y bajos porcentajes de acilla (Anexo 1).

Figura 5

a) Tratamiento (T1), b) Tratamiento (T2)



4.1.2. Índice de velocidad de emergencia de plántulas (IVE)

El análisis de variancia en el IVE de plántulas de *C. spruceanum* mostro que los diferentes sustratos tuvieron diferencias estadísticas significativas en la prueba de F a 1 % de probabilidad en los 44 días de experimento. Además 4,70 de valor de (CV) indica que hubo precisión de exactitud en la recolección de datos, según Martínez (1970) (Tabla 7).

Tabla 7

Análisis de variancia para el (IVE) de C. spruceanum en efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Sustratos	3	8,54	2,8474	658,37**	0,0000
Error	8	0,0346	0,004325		
CV (%)			4.70		

** - Significativo según la prueba de F a 1% de probabilidad.

Por otro lado, en la Tabla 8 la prueba Tukey ($p \leq 0,01$) para el IVE de plántulas de *C. spruceanum* se obserba que el tratamiento cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (T4) (1:1:1); presentó estadísticamente los mejores resultados de IVE (2,2%), no

hubo diferencias estadística significativa en proporción a los otros sustratos. Por otra parte, el suelo aluvial (T2); reveló el IVE más bajo (0,1%) a los 44 días del experimento.

Tabla 8

Prueba estadística de Tukey para el (IVE) de plántulas de C. spruceanum en de efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.

Sustratos	Media
(T2) Suelo aluvial	0,1d
(T3) Aserrín descompuesto	1,3 c
(T1) Arena de rio	2,0 b
(T4) Cascarrilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1)	2,2 a
<i>Promedio</i>	1,4

Letras iguales en la columna no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey al 1% de probabilidad.

4.1.3. *Tiempo medio de emergencia (TME)*

El análisis de variancia las de plántulas de *C. spruceanum*, se observó que los diferentes sustratos provoco diferencia estadística significativa en la variable en estudio, a los 44 días del experimento. De otro modo, los valores de CV indican buena precisión en la conducción del experimento, según Martínez (1970) (Tabla 9).

Tabla 9

Análisis de variancia para el (TME) de plántulas de C. spruceanum por efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.

Fuente de variacion	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Sustratos	3	14,45	4,816	3,84*	0,05
Error	8	10,26	1,253		
CV (%)		3,54			

*- Significativo según la prueba de Fisher al 5% de probabilidad.

Por otro lado, en la Tabla 10 mostró que la prueba Tukey ($p \leq 0,05$) para el TME de plántulas *C. spruceanum*. Se observa que la mayor cantidad de plántulas emergidas ocurrió recién a los 33 días, indicando que hubo un retraso en la emergencia, por el contrario, cuando se usó el compuesto por cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1) (T4), la máxima emergencia ocurrió en menos días (29,9~30 días). Por tanto, se puede inferir que cuando menor es el TME mayor será el (IVE).

Tabla 10

Prueba estadística Tukey para el (TME) de plántulas de C. spruceanum en efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.

Sustratos	Media
(T2) Suelo aluvial	33,0 a
(T3) Aserrín descompuesto	31,4 a b
(T1) Arena de río	31,2 a b
(T4) Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1)	29,9 b
<i>Promedio</i>	31,4

Letras iguales en la tabla no presenta diferencia estadísticamente significativa según la prueba Tukey al 1% y 5% de probabilidad.

En este estudio queda evidenciado que el sustrato de suelo aluvial (T1) no es eficiente para la emergencia de plántulas de *C. sprucianum* por la baja concentración de materia orgánica (9,71%), nitrógeno (0,50%) y arcilla (26%) (Anexo 1) en comparación de los demás tratamientos estas características provocaron compactación del sustrato, puesto que, fue observado agrietamiento en la superficie, la cual actuó como una barrera física para la emergencia de las plántulas durante los 44 días de evaluación.

En definitiva el sustrato cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1) (T4) contribuyo mayor concentración de materia orgánica (31,01%) y nitrógeno (1.16%) (Anexo 1) siendo un sustrato poroso y suelto facilitando altos porcentajes de emergencia, (IVE).

4.1.4. *Altura y diámetro basal*

De acuerdo con el resumen de análisis de variancia para la altura y diámetro basal de las plantas de *C. spruceanum*, se observó que los diferentes recipientes, sustratos y la interacción de factores (sustratos*recipientes) provocaron diferencias estadísticas significativas, en la prueba F a 1 % de probabilidad a los 90 días después del repique (DDR). Además, el (CV) mostro que tuvo sensible precisión en recolección de datos Martínez (1970) (Tabla 11).

Tabla 11

Resumen de análisis de variancia para altura y diámetro basal de C. spruceanum en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.

Fuente de Variación	GL	Altura (cm)		Diámetro basal (mm)	
		CM	Pr>Fc	CM	Pr>Fc
Sustratos	2	358,19**	0,00	4,88**	0,00
Recipientes	1	107,99**	0,00	1,98**	0,00
Sustratos*Recipientes	2	9,25**	0,00	0,13**	0,00
Error	18		0,68		0,03
CV (%)		15,38		4,72	

** - Significativo según la prueba de F a 1% de probabilidad.

Seguidamente, en la Tabla 12 presenta la prueba Tukey ($p \leq 0,01$) en altura y diámetro basal de la planta de *C. spruceanum* en efecto de interacción significativa de factores. Nótese, que la altura y el diámetro de las plantas en el recipiente tipo bolsa fue estadísticamente superior a las plantas producidas en el recipiente tipo tubete en todos los sustratos.

Ahora bien, las plantas que estuvieron tratadas en el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) y en el recipiente tipo bolsa presentaron los mejores resultados de 25,75 cm y 4,72 mm de altura y diámetro basal, respectivamente; siendo estadísticamente superior a los otros tratamientos, entre tanto, los menores resultados de 10,34 cm y 3,15 mm en este tipo de recipiente fueron verificados en el sustrato convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina (1:1)).

De otro lado, las plantas producidas en recipiente tipo tubete tuvieron la misma tendencia de crecimiento en altura y en diámetro basal en los diferentes sustratos pero con valores menores, de esta manera, tanto en cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) y en el sustrato convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina (1:1)), alcanzaron una altura y diámetro basal de 19,25 cm y 8,12 cm, 3,92 mm y 2,43 mm respectivamente (Tabla 12).

Tabla 12

Prueba estadística de Tukey para altura y diámetro basal de C. spruceanum en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.

Sustratos	Recipiente							
	Bolsa				Tubete			
	Altura de planta (cm)				Diámetro basal (mm)			
Convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina 1:1)	10,34	Ac	8,12	Bc	3,15	Ab	2,43	Bc
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1)	16,38	Ab	12,37	Bb	3,31	Ab	3,00	Bb
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1)	25,75	Aa	19,25	Ba	4,72	Aa	3,92	Ba
<i>Promedio</i>	17,49		13,25		3,73		3,11	

Letras iguales en la tabla no presentan diferencias estadísticamente significativa según la prueba de Tukey al 1% de probabilidad.

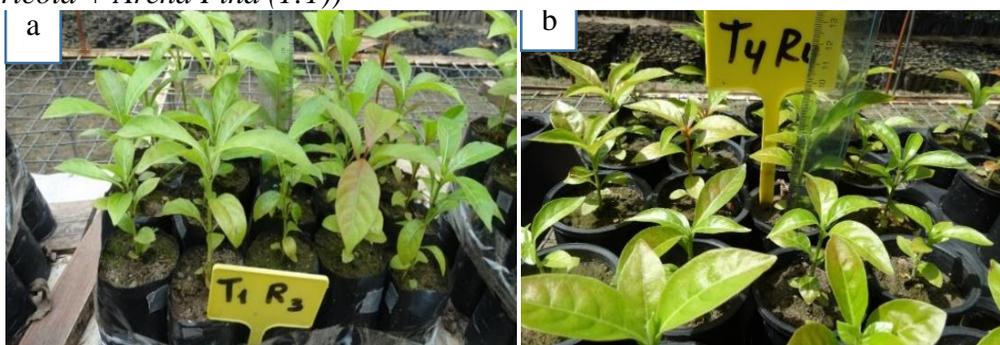
En definitiva, se puede testificar que, el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) y el tipo de recipiente bolsa fueron los más adecuados para el crecimiento de las plantas de *C. spruceanum* a los 90 DDR. En atención al sustrato convencional (testigo-tierra agrícola + arena

fina (1:1)) en ambos recipientes, fue observado que el desarrollo de altura y diámetro basal de las plantas de *C. spruceanum* fue estadísticamente inferior a todas las combinaciones utilizadas.

De otra parte, el escaso contenido de nutrientes (Anexo 1) del sustrato convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina (1:1)) provocó plantas de porte pequeño y hojas cloróticas a los 90 DDR (Figura 6a y 6b).

Figura 6

a) Plantas en Bolsa, b) Plantas en Tubete, con el Sustrato Convencional (Testigo-Tierra Agrícola + Arena Fina (1:1))



Estas características son contrastadas con el contenido de clorofila que fue de 24,0 valor que está por debajo de los demás tratamientos que alcanzaron los mejores resultados que fue de 30,43; este resultado indica que, efectivamente este sustrato carecía de concentraciones adecuadas de nitrógeno tal como consta el análisis químico de los sustratos (Anexo 1). En tal sentido, este sustrato de la forma que fue utilizado no es recomendado para la producción de plantas *C. spruceanum*.

El sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1) mostró resultados intermedios, esto fue debido a su composición; la presencia de gallinaza influenció en el crecimiento de las plantas, pero al parecer la cantidad no fue suficiente, dado que, se le adicionó mayor cantidad de cascarilla de arroz carbonizada en vez de materia orgánica (Figura 7a y 7b).

Figura 7

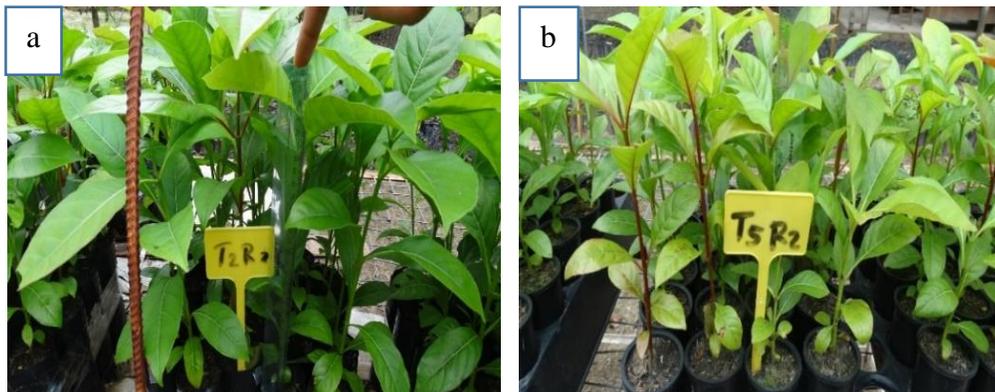
Plantas en Bolsa, b) Plantas en Tubete, con el Sustrato Cascarilla de Arroz Carbonizada + Gallinaza + Aserrín (2:1:1)



Entre tanto, el sustrato que estuvo compuesto por cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) fue más eficiente por su alto contenido de nutrientes (Anexo 2) resultando en plantas de porte grandes y hojas verdosas con 30,43 de clorofila a los 90 DDR (Figura 8a y 8b).

Figura 8

Plantas en Bolsa, b) Plantas en Tubete, con el Sustrato Cascarilla de Arroz Carbonizada + Gallinaza + Aserrín (2:1:1)



4.1.5. Número de hojas

El análisis de variancia en el número de hojas de plantas de *C. spruceanum*, se mostró que no hubo diferencia estadística significativa de la interacción de factores, entre tanto, si hubo efectos simples significativos de ambos factores en la variable de estudio según F a 1% de probabilidad a

los 90 (DDR). Además, (CV) mostro que tuvo buena exactitud en recolección de datos Martínez (1970) (Tabla 13).

Tabla 13

Análisis de variancia para el número de hojas de plantas de C. spruceanum por efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Sustratos	2	21,66	10,83	85,53**	0,0000
Recipientes	1	5,11	5,11	40,34**	0,0000
Sustratos*Recipientes	2	0,46	0,23	1,80 Ns	0,1938
Error	18	2,28	0,13		
CV (%)			2,58		

** , Ns - Significativo y no significativo según la prueba de F a 1% y 5% de probabilidad.

Seguidamente, se presenta la prueba de Tukey ($p \leq 0,01$) de los efectos simples del factor sustratos para el número de hojas de *C. spruceanum*. Se observó que las plantas que estuvieron tratadas con en el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1), obtuvieron excelentes resultados de 15 hojas mostrando estadísticamente superior a los demás tratamientos, por otro lado, las plantas que estuvieron por tratamiento testigo y/o convencional (tierra agrícola + arena (1:1)) presentaron los menores resultados de 13 hojas a los 90 DDR (Tabla 14).

Tabla 14

Prueba estadística Tukey para el número de hojas de C. spruceanum en efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.

Sustratos	Media
Convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina 1:1)	12,49 c
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1)	14,23 b
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1)	14,71 a
<i>Promedio</i>	14,48

Letras iguales en la tabla no presentan diferencia estadísticamente significativa según la prueba de Tukey al 1% y 5% de probabilidad.

Estas diferencias se pueden atribuir a la mayor cantidad de materia orgánica utilizado en este estudio, al parecer al no poseer tierra agrícola los nutrientes se concentraron de manera eficiente en los recipientes y estuvieron disponibles para las plantas.

En este estudio queda evidenciado que, al igual que en las otras variables discutidas anteriormente el sustrato convencional (tierra agrícola + arena (1:1)), no es eficiente para la emisión de hojas dado que el tamaño y el diámetro basal no fueron adecuados para el desarrollo de estos órganos.

Entre tanto, en el sustrato formado por cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) mostro el mejor resultado por mayor concentración de nutrientes (Anexo 1) siendo superior a los otros sustratos.

En relación a los efectos simples significativos del factor recipientes sobre el número de hojas de plantas de *C. spruceanum*, se observa, que las plantas que estuvieron influenciadas por el recipiente tipo bolsa mostro mayor cantidad de 14 hojas, mostrando estadísticamente superior al recipiente tipo tubete que solamente provocó 13 hojas en media en las plantas a los 90 DDR (Tabla 15).

Tabla 15

Número de hojas en plantas de C. spruceanum en efecto de diferentes tipos de recipientes en vivero convencional.

Recipientes	Número de hojas
Tubete	13,35 b
Bolsa	14,27 a
<i>Promedio</i>	13,81

Letras diferentes en la tabla presentan diferencias estadísticas significativas según la prueba de Tukey al 1% y 5% de probabilidad.

En ese sentido, se recomienda que, en futuras investigaciones se maneje la lámina de irrigación, dado que en este estudio se aplicó la misma cantidad de agua en ambos recipientes y posiblemente en el tubete hubo mayor arrastre de nutrientes.

4.1.6. Índice crítico de clorofila (ICC)

El análisis de variancia en el índice crítico de clorofila (ICC) de las plantas de *C. spruceanum*, mostro que hubo efectos simples significativos de los sustratos, sin embargo, el efecto simple de recipientes e interacción de factores sustratos no provocaron diferencias estadísticas significativas según F a 1% y 5% de probabilidad a los 90 (DDR). Además el (CV) indico que tuvo exactitud en la recolección de datos Martínez (1970) (Tabla 16).

Tabla 16

Análisis de variancia para el (ICC) de plantas de C. spruceanum en efecto de diferentes tipos de recipientes y sustratos en vivero convencional.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Sustratos	2	175,95	87,97	30,24 **	0,0000
Recipientes	1	8,23	8,23	2,83 Ns	0,1100
Sustratos*Recipientes	2	10,75	5,38	1,85 Ns	0,1863
Error	18	52,37	2,92		
CV (%)			6,04		

** , Ns - Significativo y no significativo según la prueba de F a 1% y 5% de probabilidad.

En la Tabla 17 se presenta la prueba Tukey ($p \leq 0,01$) para el contenido (ICC) de *C. spruceanum*. Se mostró que EL sustratos compuesto por cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) y cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1), estadísticamente mostraron los mismos resultados de 30,15 ICC

Entre tanto, fueron estadísticamente superior a los valores provocados por sustrato convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina (1:1)) que alcanzó 24,43 ICC a los 90 DDR.

Tabla 17

Prueba estadística de Tukey para el (ICC) de C. spruceanum en efecto de diferentes sustratos en vivero convencional.

Sustratos	Media
Convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina 1:1)	24,43 b
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1)	29,87 a
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1)	30,43 a
<i>Promedio</i>	28,24

Letras iguales en la tabla no presentan diferencia estadísticamente significativa según la prueba Tukey al 1% y 5% de probabilidad.

En este estudio queda demostrado al igual que en las variables discutidas anteriormente el sustrato convencional (tierra agrícola + arena (1:1)), no mostró resultados satisfactorios para el índice de clorofila. Este resultado es debido al bajo contenido de nitrógeno en el sustrato dado que solamente fue verificado $0,69 \text{ g kg}^{-1}$ (Anexo 1). Por tanto, la evaluación de contenido de clorofila indirectamente en las plantas, además de ser un análisis no destructiva puede ser empleada en el monitoreamiento del contenido de nitrógeno en el crecimiento de las plantas (Amaya et al., 2021).

Con estos resultados queda demostrado, que, el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) proporciono mejores valores de contenido de clorofila que reflejan indirectamente con las concentraciones de nitrógeno (1,13%) y materia orgánica (18,81%) (Anexo 1).

4.1.7. Biomasa húmeda total (BHT-g) y biomasa seca total (BST-g)

El resumen de análisis de variancia en la (BHT-g) y (BST-g) de las plantas de *C. spruceanum*, se observó que los diferentes sustratos, recipientes y la interacción de factores mostraron diferencias estadísticas significativas en la variable a 1 % de probabilidad en estudio según la prueba de F a los 90 DDR. De otro lado, el (CV) tuvo buena exactitud en recolección de datos, dado que los valores de CV están dentro del rango indicado por Martínez (1970) (Tabla 18).

Tabla 18

Resumen análisis de variancia para (BHT-g) y (BST-g) de C. spruceanum en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.

Fuente de Variación	GL	BHT (g)		BST (g)	
		CM	Pr>Fc	CM	Pr>Fc
Sustratos	2	14490,66**	0,00	559,03**	0,00
Recipientes	1	7418,06**	0,00	223,14**	0,00
Sustratos*Recipientes	2	2832,14**	0,00	89,36**	0,00
Error	18	100,17		3,05	
CV (%)		4,72		15,73	

** - Significativo según la prueba de F a 1% de probabilidad.

Seguidamente, la prueba de Tukey ($p \leq 0,01$) indica que las plantas producidas en el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) y en el recipiente tipo bolsa mostraron mayor biomasa húmeda y seca que las producidas en tubete con el mismo sustrato; denotando diferencias estadísticas significativas entre ambos recipientes. El mismo comportamiento provocaron los demás sustratos combinados con cada uno de los recipientes, pero con valores estadizamente inferiores de masa húmeda y seca.

Por otro lado, al comparar los valores de la biomasa húmeda y seca de cada uno de los tipos de recipientes en cada sustrato, se observa que, las plantas producidas el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) presentaron los mejores resultados, tanto, en bolsa como en tubete, siendo estadizamente superior a los otros sustratos.

Con todo esto, se muestra que las plantas producidas en el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) y en el recipiente bolsa presentaron los mejores resultados de 148,77 g y 27,4 g, respectivamente (Tabla 19).

Tabla 19

Prueba estadística Tukey para (BHT-g) y (BST-g) de C. spruceanum por efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero en vivero convencional.

Sustratos	Recipiente							
	Bolsa		Tubete		Bolsa		Tubete	
	Masa húmeda total				Masa seca total			
Convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina 1:1)	31,96	Ac	20,89	Ac	5,45	Ac	3,53	Ac
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1)	59,87	Ab	43,98	Bb	9,62	Ab	7,05	Ab
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1)	148,77	Aa	74,24	Ba	27,40	Aa	13,60	Ba
<i>Promedio</i>	80,20		46,37		14,16		8,06	

Letras iguales en la tabla no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey al 1% de probabilidad.

Por tanto, se puede afirmar que el sustratos compuesto por cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) y el tipo de recipiente bolsa fueron los más adecuados, dado que proporcionaron mayor desarrollo radicular y parte aérea para obtener mayor biomasa seca en las plantas de *C. spruceanum* a los 90 DDR. En ese sentido, en la etapa inicial de desarrollo de las plantas en vivero la disposición de sustrato y de tubete tuvo mayor efecto sobre la calidad de las plantas.

4.1.8. Índice de lignificación (IL) y índice de Robustez (IR)

El (IL) de las plantas de *C. spruceanum*, no fue influenciado estadísticamente en efecto simple de recipientes, en la interacción de los factores tipos de recipientes y sustratos, entre tanto si hubo efectos simples significativos del factor sustratos en la variable de F a 1% y 5% probabilidad a los 90 (DDR).

En relación al (IR) se observó que los efectos simples y la interacción de los factores tipos de recipiente y sustratos provocó diferencia estadística significativa sobre la variable en estudio. Además, para ambos índices de calidad, el valor del (CV) tuvo buena exactitud en la recolección de datos según la clasificación de Martínez (1970) (Tabla 20).

Tabla 20

Análisis de variancia para el (IL) e (IR) de C. spruceanum por efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.

Fuente de Variación	GL	IL		IR	
		CM	Pr>Fc	CM	Pr>Fc
Sustratos	2	0,00**	0,00	7,78**	0,00
Recipientes	1	0,00 Ns	0,70	1,41**	0,00
Sustratos*Recipientes	2	0,00 Ns	0,42	0,29**	0,00
Error	18		0,00		0,04
CV (%)			6,26		4,64

** , Ns - Significativo y no significativo según la prueba de F al 1% y 5% de probabilidad.

La prueba de Tukey ($p \leq 0,01$) para IL de las plantas de *C. spruceanum* a los 90 DDR indicó que el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1), mostró el mejor resultado de 0,19, siendo estadísticamente superior a los otros tratamientos, que en media obtuvieron 0,17 de IL. El IR de las plantas de *C. spruceanum* producidas en el sustrato convencional (testigo) y cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1) en los recipientes bolsa y tubete no fue influenciado estadísticamente ($p \leq 0,01$), ahora bien, las plantas producidas con el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) en el recipiente bolsa presentaron mayor IR de 5,56, siendo estadísticamente superior a los valores del mismo sustrato pero en el recipiente tipo tubete, que media alcanzó 4,92 (Tabla 21).

Por otro lado, al comparar los efectos de cada tipo de recipiente en cada sustrato se observa que, el IR de las plantas de *C. spruceanum* producidas en el sustrato cascarilla de arroz carbonizada

+ gallinaza (1:1) en los recipientes tipo bolsa y tubete fueron estadísticamente superior ($p \leq 0,01$) a los demás tratamientos, que en media alcanzaron 5,56 y 4,92, respectivamente (Tabla 21).

Tabla 21

Prueba estadística de Tukey para el (IL) e (IR) de C. spruceanum por efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.

Sustratos	Media		Recipiente	
	IL		Bolsa	Tubete
Convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina 1:1)	0,16	B	3,29	Ab
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1)	0,17	B	4,95	Ab
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1)	0,19	A	5,56	Aa
<i>Promedio</i>	0,17		4,60	4,08

Letras diferentes en la tabla presenta diferencia estadística significativa según la prueba de Tukey a 1% y 5% de probabilidad.

Por lo tanto, en el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) proporciono mayor cantidad de nutrientes y materia orgánica (Anexo 1) para su desarrollo racicular y aérea siendo plantas robustas aptas para campo definitivo.

4.1.9. Índice de calidad de Dickson (ICD)

El (ICD) de las plantas de *C. spruceanum* fue afectado de manera significativa por los sustratos, recipientes y la interacción de los factores según la prueba de F a 1 % de probabilidad a los 90 DDR. Además, el valor (CV) indico que existo buena exactitud en la conducción del experimento y la recolección de datos, de acuerdo con Martínez (1970) (Tabla 22).

Tabla 22

Análisis de variancia para el (ICD) de C. spruceanum en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Pr>Fc
Sustratos	2	14,33	7,16	106,08**	0,0000
Recipientes	1	2,21	2,21	32,70**	0,0000
Sustratos*Recipientes	2	2,28	1,14	16,88**	0,0001
Error	18	1,22	0,07		
CV (%)			18,04		

** - Significativo según la prueba de F a 1% de probabilidad.

La prueba de Tukey ($p \leq 0,01$) muestra que las plantas de *C. spruceanum* tratadas con el sustrato convencional (tierra agrícola + arena (1:1)) y el sustrato compuesto por cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1) tanto en los recipientes tipo bolsa y tubete presentaron resultados similares de ICD, es decir que no tuvo diferencia estadística en la variable en estudio. Por el contrario, al analizar el ICD de las plantas producidas en el sustrato obtenido de la combinación de cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) en bolsa y en tubete, se observa que, en el recipiente bolsa presentó un valor de 3,26 el cual fue estadísticamente superior al ICD obtenido en tubete, que en media alcanzó 1,79.

Ahora bien, al comparar el ICD obtenido en cada sustrato en cada recipiente, se observa que, independiente de los recipientes bolsa y tubete, el sustrato Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1), provocaron mayores ICD de 3,26 y 1,79 en las plantas, respectivamente; siendo estadísticamente superior a los valores generados en los otros sustratos.

Por tanto, el recipiente tipo bolsa con el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) provocaron el mejor ICD en las plantas de *C. spruceanum* a los 90 DDR; en los otros tratamientos los valores fueron disminuyendo, llegando hasta un mínimo de 0,63 en el recipiente tubete con sustrato convencional (tierra agrícola + arena 1:1) (Tabla 23).

Tabla 23

Prueba estadística de Tukey para el (ICD) de C. spruceanum en efecto de diferentes recipientes y sustratos en vivero convencional.

Sustratos	Recipiente				
	Bolsa	Ab	Tubete	Ab	Promedio
Convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina 1:1)	0,89	Ab	0,63	Ab	0,76
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1)	1,08	Ab	1,00	Ab	1,04
Cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1)	3,26	Aa	1,79	Ba	2,53
<i>Promedio</i>	1,74		1,47		

Letras iguales en la tabla no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba Tukey a 1% de probabilidad.

Con estos resultados queda demostrado que el sustrato convencional tierra agrícola + arena fina (1:1) proporcione menor cantidad de nutrientes de materia orgánica (1,43%) y nitrógeno (0,069%) siendo inferior a los otros sustratos, en ese sentido, estas condiciones no son las más apropiadas en la producción de plantas de *C. spruceanum*.

En este estudio los mejores resultados se obtuvo en el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) que fue el reflejo de mejor composición de nitrógeno (1,13%) y materia orgánica (18,81%) (Anexo 1) siendo superior a los demás sustratos, presentado mejores características morfológicas en sistema radicular y aérea, que proporcione mayor cantidad de nutrientes y tendrán mayor resistencia en campo definitivo.

4.2. Contrastación de Hipótesis

H0-1: No existen diferencias significativas entre los efectos de los sustratos sobre la emergencia y crecimiento de inicial de *C. spruceanum* en Ucayali.

H1-1: Existen diferencias significativas entre los efectos de los sustratos sobre la emergencia y crecimiento inicial de *C. spruceanum* en Ucayali.

H0-2: No existen diferencias significativas entre los efectos de los sustratos y recipientes sobre el crecimiento de plantas de *C. spruceanum* en Ucayali.

H1-2: No existen diferencias significativas entre los efectos de los sustratos y recipientes sobre el crecimiento de plantas de *C. spruceanum* en Ucayali.

Los resultados conseguidos en la emergencia y en el crecimiento inicial de *C. spruceanum* son significativas al 1 % y 5% de probabilidad de acuerdo con lo estadístico experimental.

4.3. Discusión de resultados

Resultados similares de 78,0% fueron reportados por Onofre (2011), trabajando con la emergencia de la plántula de *C. spruceanum* en sustrato compuesto por arena.

De otro lado, resultados superiores 88,1% de emergencia de plántulas de *Alnus acuminata*, fueron reportados por Queya (2015) usando turba 40% y arena 40% y de sustrato del lugar 20%, sin embargo, resultados inferiores de 55,8% fueron verificados en arena + suelo. Abanto (2017), trabajando con *Delostoma integrifolium* D. Don, constató que el mayor porcentaje de emergencia de la plántula fue obtenido en el tratamiento de compost + arena tierra + agrícola (1:1:1) de 27,0%.

La baja emergencia observado en el sustrato de aserrín descompuesto (T3) (Figura 5), puede explicarse por la capacidad del aserrín de mantenerse húmedo, disminuyendo la concentración de oxígeno, y, por tanto, generando la inhibición del crecimiento de las plántulas de *C. spruceanum* (Oliveira et al. 2007). En este sentido, la mezcla de aserrín con demás sustratos, como residuos de arroz, arena y otros materiales con baja retención de agua, sería más adecuado para la emergencia de las plántulas (Peñuelas, 2008).

Barboza (2021) indica que la mezcla de sustratos con insumos orgánicos mejora la textura, aeración, drenaje, humedad, y circulación de oxígeno, que facilita la emergencia de plántulas, debido a que la vigorosidad de las plántulas depende de la humedad y espacio poroso de los sustratos (Figura 5a y 5b) (Silva, 2009).

Resultados superiores de 0,4% de IVE fueron encontrados evaluando la emergencia de *Hetaeria oblongifolia* Huber en arena (Nogueira et al. 2003) y 1,7% y 0,5% para *Amburana cearensis* en los sustratos humus y fibra de coco, respectivamente (Leal et al. 2020).

En este estudio, es evidente que el sustrato “suelo aluvial” colectado de los manchales de capirona, no es adecuado, ya que este tipo de sustrato tiene escasa retención de agua y oxígeno.

Otro factor que influyó en los resultados de este estudio fue el alto porcentaje de arcilla (26%) (Anexo 1), que compactó el sustrato dificultando la emergencia de las plántulas. En contraste, se reportaron mejores resultados en estudios realizados en sustratos con mayor contenido de arena que arcilla (Nogueira et al. 2003; Leal et al. 2020).

Entre tanto, los sustratos que estuvieron compuestos de arena de río (T1) y cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (T4) (1:1:1) mostraron mejores IVE, dado que presentaron porcentajes de 4% y 0% de arcilla, respectivamente (Anexo 1). Esto indica que para obtener altos valores de IVE, es más adecuado utilizar sustratos con bajo porcentaje de arcilla que evita la compactación (Park et al., 2011).

En esta investigación indica que la emergencia de las plántulas ocurrió en un tiempo prolongado, indicando que las semillas de *C. sprucianum* poseen alguna dormancia física o argumentar que hace que la emergencia de plántulas demore más tiempo, en ese sentido, se recomienda realizar estudios para reducir el TME como tratamientos pre-germinativos o someterlas a diferentes ambientes y temperaturas (Mayer y Poljakoff, 1989).

Al respecto, Martins (2018), recomienda que la emergencia de las plántulas de *C. spruceanum* debe ser en ambientes controlados donde la temperatura y humedad relativa sean constantes. En este trabajo de investigación estas características de temperatura y humedad relativa

no fueron tomadas en cuenta ya que hubo variaciones desde 22 C° hasta 36 C° y de 54 y de 84, respectivamente.

En ese sentido, Thompson et al. (1977), citado por Silva; Aguiar, (2004), indican que las fluctuaciones de temperatura diurnas consiguen iniciar o acelerar germinación de semillas de muchas especies, variando la efectividad del estímulo según la amplitud o fluctuación.

En relación a los sustratos, Oliveira et al. (2007) sugieren que los sustratos que tienen una alta retención de agua no son eficientes para la emergencia, dado que pueden perjudicar la emergencia de las semillas porque reduce la presencia de oxígeno.

En este estudio, la emergencia de las plántulas de *C. spruceanum* con sustratos cuyo contenido de aserrín supera el 50% tiene resultados poco satisfactorios en la emergencia, debido a que, retiene humedad en exceso. Por tanto, Hernández et al. (2014) y Maranhão et al. (2013) proponen que deben utilizar 30% y 50% de aserrín en un sustrato, o en todo caso evitar su uso y buscar otras alternativas.

Este resultado de altura fueron superiores a los reportados por Loyola (2019) (21.9 cm), trabajando con plantas de *C. spruceanum* en los sustratos, compuesto de fibra de coco, residuos de arroz carbonizado y compost cervecero (50%, 30%, 20%) + basacote a los 120 DDR. Del mismo modo, Abanto et al. (2016), encontraron mejores resultados de altura de 35 cm de la parte aérea de la planta de *C. spruceanum* trabajando con los sustratos compuesto por (Tierra agrícola + residuos de arroz + gallinaza) y (tierra aluvial + residuos de arroz + gallinaza) a los 120 DDR.

El sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) utilizado en este estudio tuvo un desempeño mejor dado que se obtuvo mejor crecimiento de plantas en menor tiempo.

De acuerdo a los resultados en este estudio realizado las plantas producidas con el sustrato formado por cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) están aptas para campo definitivo,

pues presentaron adecuado crecimiento de diámetro basal y altura. Gomes et al. (2002) indican que, los plántones forestales para ser instaladas en campo definitivo deben tener entre 25 y 35 cm y de 5 a 10 mm de altura y diámetro basal, respectivamente. De otro lado, Sáenz et al. (2010), indican que deben detener en media entre 12 a 15 cm y 2,5 a 4,9 mm de altura y diámetro basal, respectivamente. Por tanto, plantas de *C. spruceanum* con estas dimensiones tendrán mayor capacidad de sobrevivencia debido a que prevén la supervivencia y crecimiento en campo definitivo.

Estos resultados determinados en esta investigación fueron mejores a los reportados por Abanto et al. (2016), trabajando en la producción de plantas a partir de clones de capirona, los autores verificaron valores máximos de 12 hojas en el sustrato cascarilla de arroz carbonizado + tierra Agrícola + gallinaza (1:1:1) a los 120 DDR.

Al respecto Anco (2021) mencionan que, la emisión del número de hojas de los plántones en el crecimiento inicial es afectada directamente por la calidad del sustrato puesto que el aporte de nutrientes es imprescindible para el desarrollo de los plántones. En el mismo sentido, Barboza (2021), menciona que el número de hojas en las plantas es un indicador del contenido de nutrientes en los sustratos, por tanto, es posible afirmar que el sustrato utilizado en este estudio tuvo cantidades adecuadas de macro y micronutrientes tal como se presenta en el Anexo 1 (análisis de físico y químico del sustrato).

Los resultados obtenidos en las plantas que fueron producidas en tubetes probablemente fue debido al mayor escurrimiento de agua y nutrientes por la abertura que poseen en la parte inferior de este recipiente. Al respecto, Irigoyen (2000) indica que, la principal diferencia entre producir plantas en tubete y en bolsa es que, el tubete posee menor capacidad para retener humedad, aireación y nutrientes.

Así mismo, Ramírez et al. (2012) mencionan que el uso del analizador SPAD 502 plus de clorofila es una herramienta en la detección de nitrógeno en condiciones de estrés de las plantas, puesto que, a mayor movilidad de nitrógeno de las plantas se acumulará mayor nitrógeno y clorofila en las hojas situadas en el intermedio de las plantas.

Al respecto, Benimeli et al. (2019) mencionan que el nitrógeno es el elemento de los aminoácidos, que son las medidas estructurales de las proteínas, actúa como elemento de las moléculas de los ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas y enzimas es factor esencial de la molécula de clorofila. Por tanto, la cantidad de nitrógeno (N) es el primordial en la producción de las plantas, junto con el fósforo (P) determinan el crecimiento vegetal (Cerón y Aristizábal 2012).

Por otro lado, los sustratos cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) y cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1) promovieron mejores contenidos de clorofila, esto se relaciona directamente con el contenido de nitrógeno en los sustratos, dado que, estuvieron por encima de 10 g kg^{-1}

Con todo, los adecuados sustratos encontrados para la obtención de plantas de *C. spruceanum* presentaron valores muy cercanos a lo indicado por Novoa & Villagrán (2002), donde mencionan que el ICC de SPAD menores a 35 que equivale a 1, 83 % de nitrógeno en las hojas, y por ende es preciso aplicar nitrógeno para su adecuado desarrollo. Al respecto Primo et al. (2014) indican que esto ocurre en función de la dilución del nitrógeno en la planta durante su crecimiento. Resultados similares fueron determinados por Amaya et al. (2021), analizando en la obtención de plántones de *Croton Lechleri*.

Resultados inferiores de 9,85g y 9,75g de biomasa seca total fueron determinados por Vargas (2011) en la producción de plantas de capirona en los sustratos tierra agrícola (80%) +

humus de lombriz (20%) y tierra agrícola (70%) + humus de lombriz (30%), respectivamente a los 45 DDR.

Según, Parviainen (1981) menciona que la biomasa seca radicular y parte aérea son consideradas como uno de los elementos para inferir en calidad de las plantas provocadas en viveros. Santos et al. (2016), mencionan que plantas con mayor contenido de biomasa seca es reflejo que absorbió adecuadas concentraciones de agua y nutrientes para su desarrollo.

En relación a la biomasa húmeda, Negreros et al. (2010) aluden que la biomasa húmeda está asociada con el crecimiento inicial de las plantas, así, plantas con buen desarrollo indica que, se ha llevado a cabo un adecuado balance hídrico y nutrientes en la porción aérea por un adecuado desarrollo de la raíz.

Resultados superiores de (IL) fueron determinados por Sáenz (2015), que obtuvieron 0,47 trabajando en la producción de *Schizolobium amazonicum* (Pashaco) en los sustratos de tierra aluvial 2 + arena de río 1 + gallinaza 0,5 a los 120 DDR.

Plantas de *C. sprucianum* con los valores más altos de IL tienen mayor crecimiento radicular y parte aérea estas características ayudan a una mejor adaptación y resistencia a daños en campo definitivo, además proporciona soporte a las plantas ante el estrés hídrico y cambios ambientales (Aguirre et al., 2018).

Birchler et al. (1998) mencionan que para evitar que las plantas sean susceptibles a estrés hídrico en campo definitivo en vivero se debe promover la lignificación de las plantas con la reducción de riego. En relación, Orozco et al. (2010), revelan que el IL en la producción de los plantones debe estar entre 0,17 y 0,26 en Latifoliadas (árboles y arbustos). De este modo las plantas producidas en el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) en el recipiente tipo bolsa se encuentra dentro del IL mencionado por el autor.

Resultados similares de 5,5 IR fueron reportados por reportados Parra & Maciel (2018), en la producción de plantas de *Platymiscium diadelphum* en los sustratos de aserrín, residuos de arroz y suelo arenoso (20%, 19 %, 10%) a los 90 DDR. Del mismo modo, Marín (2018) determinaron valores de 5,28 y 5,27 de IR de las plantas *Calycophyllum spruceanum* y *Cedrela odorata* respectivamente, a los 90 DDR, trabajando con el sustrato tierra de monte (100 %).

En relación al IR, según Moreira & Moreira (1996) es reconocido como uno de los elementos de calidad de las plantas indicado para establecer la capacidad de sobrevivencia en campo. De acuerdo, con Birchler et al. (1998), cuanto menor es el índice las plantas poseerán mejor calidad. Sáenz (2010) indica que las plantas consideradas robustas y con adecuado de (IR) que su valor deben ser inferior a seis.

Por tanto, en este estudio los valores para esta relación estuvieron por debajo de 5,56, mostrando que todos los tratamientos provocaron valores abajo del límite superior recomendado. Según, Artur et al. (2007) esta relación indica la acumulación de reservas nutritivas y asegura mayor resistencia y mejor fijación en el suelo.

En este sentido, es evidente que en el sustrato convencional (testigo) y cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín (2:1:1), no es eficiente para la obtención de plantas de *C. spruceanum* en fase de IR, que dependió de su relación de altura y diámetro basal que el sustrato y el recipiente, no tuvo suficiente de nutrientes, humedad y aireación para tener un buen sistema aérea. Según Prieto et al. (2009), mencionan los índices más inferiores indican con buena calidad de la planta con tallo vigoroso y robusta, el crecimiento de planta tiene que ser homogéneo, si son tallos alongados con diámetros delgados del plantón sufre a la deshidratación por el aire, de la persistencia y crecimiento viable en suelos secos, los índices tienen que ser inferiores a seis que este valor indica que se trata de plantas constantes en relación a la altura y diámetro, ya que si los

valores son superiores a este valor de seis la planta es afectada por daños de heladas, sequía y aire (Sáenz, 2015).

Entre tanto, en el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) presento el mejor resultado en el IR la planta *C. sprucianum* que el recipiente en bolsa fue mayor que en tubete, esto dependió que el sustrato aportó a la planta nutrientes, humedad y aireación principales en relación de altura y diámetro que se encuentra en los rangos establecidos que menciona (Sáenz, 2015), esta planta de *C. sprucianum* es llevada a campo no tendría efectos negativos que tendrá una supervivencia en campo definitivo. Según Castro (2007), analizando con la planta de *Calophyllum brasiliense*, comprobó que las plantas que exhibieron alta proporción de altura y diámetro, revelaron de establecimiento inferior índices de sobrevivencia en suelo final.

Resultados inferiores de 0,8 de ICD fueron determinados por Gonzaga et al. (2016) en la obtención *Hymenaea courbaril* L en las sustancias de tierra agrícola 50% + arena 20% + estiércol de aves 30 % a los 210 DDR.

Así mismo, resultados inferiores de 0,14 ICD fueron constatados por Parra y Maciel (2018) en la producción de *Platymiscium diadelphum* trabajando con los sustratos de aserrín 20 %, residuos de arroz 19 % y suelo arenoso 10%, a los 120 DDR.

Resultados similares determinados en esta investigación, estuvieron reportados por Faria et al. (2016) trabajando en la planta *Mimosa setosa* en sustratos compuestos por excremento de gallina, además los autores mencionan que la materia orgánica promueve el crecimiento de los microorganismos, mejoran la fertilidad, que influyen directamente en la morfología de la planta.

En este estudio de excelente calidad de los plantones aptas para campo definitivo fue obtenida en el sustrato compuesto por cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) en el recipiente tipo bolsa. Al respecto, Caldeira et al. (2007) y Negreros et al. (2010) mostraron que el

ICD es considerado un excelente indicador de buena característica en las plantas, dado que está en relación con su riesgo de morir o sobrevivir después del traspaso a campo definitivo notando, la robustez y la proporción de la biomasa de las plantas ponderando los resultados de características empleados en la evaluación de la calidad.

Por tanto, cuanto mayor ICD será de excelente la calidad en las plantas, siendo el valor mínimo 0,2 según Gomes y Paiva (2004). En este estudio, los menores valores de ICD fueron obtenidos en el sustrato convencional (testigo-tierra agrícola + arena fina (1:1)) y en tubete, con valores cercanos a lo establecido en la literatura, en ese sentido, estas condiciones no son las más apropiadas para la producción de plantas de capirona.

Por lo expuesto, el ICD es una característica que puede variar de acuerdo con la especie, al manejo agronómico en vivero, tipo de recipiente y calidad de sustrato, volumen y con la edad evaluadas en las plantas son (Saidelles et al., 2009; Gomes et al., 2013). Por tanto, cuanto mayor sea el ICD, mejor serán los parámetros morfológicos y las plantas estarán aptas para campo definitivo (Gómez, 2001).

En relación al sustrato los residuos orgánicos de origen animal y vegetal utilizados en este estudio tuvieron mayor desempeño en la calidad de las plantas, esto probablemente fue debido a su alto contenido de nutrientes (Anexo 1). Al respecto, Souza et al. (2008) refieren que un buen sustrato es aquel que posee eficiente retención de agua, aireación, drenaje, nutrientes, disponibilidad de, además de fácil adquisición en largos periodos y con un costo adecuado para el productor.

Por otro lado, la cascarilla de arroz carbonizada utilizada en la composición del sustrato aportó buena aireación y drenaje, retención de agua. Así mismo, Saboya, (2010) alude que el residuo de arroz carbonizado contribuye especialmente potasio y fósforo, al igual período que

apoya a reducir la acidez de los sustratos es un insumo totalmente purificado por haber estado sujeto a alta temperatura en transcurso de la carbonizada.

En relación a lo determinado en el recipiente tipo tubete, los resultados similares estuvieron reportados por Gonzaga et al. (2016) trabajando con plantas *Hymenaea courbaril* L; los autores determinaron que, plantas producidas en el recipiente tipo bolsa presentaron mejores características morfológicas, que las producidas en tubete, hecho que atribuyeron al mayor volumen del sustrato y consecuentemente a la mayor cantidad de nutriente disponibles.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El sustrato a base de cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1), generó mayor porcentaje de emergencia, índice de velocidad de emergencia y tiempo medio de emergencia.
- El uso de recipiente tipo bolsa y el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1) mostró valores más altos de crecimiento de altura, diámetro basal, número de hojas, índice crítico de clorofila, biomasa húmeda total, biomasa seca total, índice de lignificación, índice de robustez y índice de calidad de Dickson.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda difundir esta investigación utilizando sustratos orgánicos de fácil disponibilidad, con gran cantidad de nutrientes, pH constante, sin agentes tóxicos, costos de beneficios económicos y de fácil manejo en vivero convencional.
- Se recomienda realizar estudios posteriores en intervención de humedad relativa y temperatura para promover mayor porcentaje emergencia de plántulas de *C. spruceanum* en ambientes controlados.
- Se recomienda seguir investigando en la producción de plantas forestales, con los índices de calidad, que es muy importante para la sobrevivencia y desarrollo en campo definitivo en proyectos de recuperación de áreas degradadas y reforestación.
- Seguir investigando para tener plantas forestales de buena calidad, teniendo en cuenta los sustratos y recipientes más favorables en la producción de plantas de *C. spruceanum*.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, A, F. (2017). *Evaluación del efecto de tres sustratos en la emergencia de la Delostoma integrifolium d. don (bignoniaceae) de dos localidades de la provincia de Cajamarca*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Abanto, R, C., García, S, D., Guerra, Á, W., Murga, O, H., Saldaña, R, G., Vázquez, R, D., y Tadashi, R. (2016). Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). *Scientia Agropecuaria*, 7 (3) 341 – 347. Doi: 10.17268/sci.agropecu.2016.03.23
- Aguirre, P., Piraneque, G., y Barrios, N. (2018). Análisis del efecto del sustrato sobre la calidad de plántulas en cinco especies forestales adaptadas a Santa Marta – Colombia. *Revista espacios*. 39(47). P 33.
- Alves S, A., Oliveira B, L., Andrade, A, L., Gonçalves, S, G., y Silva, G, J. (2012). Produção de mudas de angico em diferentes tamanhos de recipientes e composições de substratos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7(2). 39 – 44.
- Amaya, E., Yuyama, K., Chagas, A., Neto, M., Sakazaki., y Lima. (2021). Substratos para a produção de mudas de sangue de dragão (*Croton lechleri*) via propagação seminífera. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 20. 262-270. <https://repositorio.unag.edu.hn/admin/archivos/O4ofIglanLJp33ZkObbm.pdf>
- Anco, D. (2021). *Diferentes sustratos en la propagación de Moringa (Moringa oleífera) bajo condiciones de invernadero*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

- Andrade, A., Brito, C., Silva, J., Coccozza, M., y Silva. (2013). Estabelecimento inicial de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* allemão em diferentes substratos. *Revista Árvore* 37 (4).
Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000400017>
- Artur G., Cruz P., Ferreira E., Barretto M y Yagi R. (2007). Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(6), 843-850. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000600011>
- Bao, F., Lima, B, L. y Luz, B, P. (2014). Caracterização morfológica do ramo, sementes e plântulas de *Matayba guianensis* aubl. E produção de mudas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, 38 (1). 62 – 72. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000100006>
- Barrios, F. D. (2009). Sustratos en la producción de ornamentales. Flores y follajes ornamentales. 3(21): 38-40
- Benimeli, F., Plasencia, A., Corbella, D., Guevara, A., Sanzano, A., Sosa, A., y Ullivari, F. (2019). El nitrógeno del suelo. [El%20nitrogeno%20del%20suelo%202019.pdf](#)
- Birchler, T., Royo, A., y Pardos, M. (1998). La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Revista Forestal*, 7, 109 – 121.
- Braga, J, J. M., Bruno, R, D, L, A., y Alves, E, U. (2010). Emergência de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart (Rhamnaceae) em função de substratos. *Revista Árvore*, 34, 609-616. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000400005>
- Caldeira, M. V. W., Marcolin, M., Moraes, E., y Schaadt, S. S. (2007). Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. *Ambiência, Guarapuava*, v. 3, 1 – 8.

- Caldeira, M. W., Gomes, D. R., Gonçalves, O., Delarmelina, M., Sperandio, V., y Trazzi, A. (2012). Biosólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. *australis*. Biosolids as substrate for *Toona ciliata* var. *australis* seedlings production. *Revista Árvore*, 36(6), 1009 –1017. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000600002>
- Campanharo, M., Rodrigues, V., Lira, A., Espindula, C., y Costa, T. (2006). Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. *Revista Caatinga*, 19(2) 140-145. Doi: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=23711566007>
- Castro, G., Aldrete, A., López, U., y Ordaz, C. (2019). Caracterización física y química de sustratos con base en corteza y aserrín de pino. *Madera y Bosques*, 25(2). Doi: 10.21829/myb/2019.2521520
- Castro, N. (2007). *Produção de mudas de Calophyllum brasiliense Cambess. (Guanandi) em diferentes recipientes. 2007. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Cerón, R., & Aristizába, G. (2012). Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. *Revista Colomb Biotecnol*, 14(1), 285-295.
- Chavesta, M. (2005). *Maderas para Pisos*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 176 p.
- Chávez, H. (2017). Jornada de recolección de plántulas y brinzales. Recuperado de <https://colectivoecorevolucionariohugochavez.wordpress.com/2017/01/29/jornada-de-recoleccion-de-plantulas-y-brinzales/>
- Cook, T. D., & Reichardt, CH. S. (1979). *Qualitative and quantitative methods in evaluation research*. Beverly Hills, California, USA. Sage. 3-6 pp.

- Córdova, H. (2020). *Efecto de la dosis de fertilización foliar en el crecimiento de cuatro especies forestales sembradas en áreas degradadas del CIEFOR, Iquitos - Perú 2020*, (tesis de doctor). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Cusi, A, E. (2013). *Influencia de 12 sustratos en el crecimiento de Bertholletia excelsa h.b.k. en vivero, el Castañal, Tambopata, Madre de Dios*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
- Devlin, R.M. (1980). Principios de fisiología vegetal. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 517 p.
- Dickson, A., Leaf, L., y Hosner, F. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle, Ontario*, 36(1), 10-13.
- Dutra, T. R., Massad, M. D., Sarmiento, M. F., y Oliveira, J. C. (2012). Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes sustratos e métodos de superação de dormência. *Revista Caatinga*, 25(2), 65-71. Doi: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237123825010>
- Fachinello, J. C., Hoffmann, A., y Nachtigal, J. C. (2013). Propagação de plantas frutíferas (2ª ed.). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria
- Falcão, A., Mchado, M., Guarienti, D y Mieth, P. (2016). Germinação de sementes e emergência de plântulas de Luehea divaricata Mart. et. Zucc. Em diferentes sustratos. *Ciência Florestal*, 26(2) 411-418. Doi: <https://doi.org/10.5902/1980509822744>
- Faria, J., Caldeira, M., Delarmelina, W., y Rocha, L. (2016). Sustratos alternativos na produção de mudas de Mimosa setosa Benth. *Ciência Florestal*, 26(4), 1075-1086. Doi: <https://doi.org/10.5902/1980509824996>
- Farro, P, A. (2015). *Efecto del abono orgánico tipo bokashi sobre el desarrollo de la capirona (Calycophyllum spruceanum (benth) hook f. ex.) Producidas en tubetes y en bolsas de politileno*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva.

- Ferreira, D. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Revista Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, 35(6), 1039-1042.
- Filho, J. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba*. 495 p.
- Frade, J., Araújo, J., Silva, S., Moreira, J., y Souza, L. (2011). Substratos de resíduos orgânicos para produção de mudas de Ingazeiro (*Inga edulis Mart*) no vale do Juruá- Acre. Goiânia. *Revista Goiânia* 7(13), 959-969.
- Flores, Y. (2019). *Fichas técnicas para plantaciones con especies nativas en zona de selva baja*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Lima.
- Floriano, E. P. (2004). Armazenamento de sementes florestais. Santa Rosa – RS: ANORGS. 10p. UFSM. Armazenamento de sementes.
- García, L. J., Ruiz, T. N., Lira, S. R., Vera, R. I. y Méndez, A. B. (2016). Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de Nanopartículas. *Agromano Tecnologia*, 129 - 140.
- [https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/Técnicas Para Evaluar Germinación%2C Vigor y Calidad](https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/Técnicas_Para_Evaluar_Germinación%2C_Vigor_y_Calidad)
- Gayosso, R. S., Borges, G. L., Villanueva, C. E., y Estrada, B. M. (2018). Caracterización física y química de materiales orgánicos para sustratos agrícolas. *Agrociencia*. 52 (14), 639 – 652.
- Gomes, D., Caldeira, M., Delarmelina, W., Gonçalves, E., y Trazzi, P. (2013). Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L. *Cerne, Lavras*, 19(1), 123 – 131.
- Gomes, J., Couto, L., Leite, H., Xavier, A., y Garcia, S. (2002). Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de eucalyptus grandis, *Revista Árvore, Viçosa*, 26(6), 655-664. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000600002>

- Gomes, J.M., & Paiva, N. (2004). Viveiros florestais: propagação sexuada. *Viçosa*, 3, p 116.
- Gonçalves, L., Santarelli, G., Neto, M., y Manara, P. (2005). Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização, p 427.
- Gonzaga, M., Silva, S., Campos, A., Ferreira, P., Campos, R y Cunha, R. (2016). Recipientes e substratos para a produção de mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 6(1), 64-73. Doi: <https://doi.org/10.21206/rbas.v6i1.309>
- Hernández, Z., Aldrete, A., Ordaz, C., López, U., y López, L. (2014). Crecimiento de *Pinus montezumae* Lamb. En vivero influenciado por diferentes mezclas de sustratos. *Agrociencia*, 48, 627-637.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). 2015. Estación meteorológica, Ucayali, Perú.
- Irigoyen, N. (2000). Guía para la producción de viveros de café. Agenda cafetalera PROCAFE. Nueva San Salvador. El Salvador. 23 p
- Landis, T. D., Dumroese, R., y Haase, D. (2010). Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. Volumen 7. Preparación de la Planta, Almacenamiento y Plantación. Manual Agrícola 674. Washington, D.C.: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. 244 p.
- Leal, G., Silva, M., Rafael, M., Freire, E., y Rodrigues, R. (2020). Germinação de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Sm. Submetidas a diferentes substratos. *Research, Society and Development*, 9(10). Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9005>
- López, M, S., & Gil, R, A. (2017). Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) “cacao.” *Arnaldoa* 24 (2), 609 – 618

- Loyola, O. (2019). *Efecto de cuatro tipos de sustrato en la producción de plántones de capirona (Calycophyllum spruceanum) en el Vivero Forestal de Cervecería San Juan S.A, Ucayali – Perú*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Luis, V.C., Peters, A.M., González, R., Jiménez, M., y Morales, D. (2004). Testing nursery plant quality of Canary Island Pine seedlings grown under different cultivation methods. *PHYTON* 44(2), 231-244.
- Maranho, S., Paiva, A., y Paula, P. (2013). Crescimento Inicial de Espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. *Revista Árvore*, 37(5), 913-921.
- Martins, A. (2018). Temperatura e meio para a germinação de sementes de mulateiro (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. ex K. Schum. – Rubiaceae),
- Martínez, R. (1970). Eficiencia de los diseños experimentales usados en algodón. *Agron. Trop*, 20, 81-95.
<http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21712/3/TemperaturaMeioGerminacao.pdf>
- Mayer, M., Poljakoff, A. (1989). The germination of seeds. *Great Britain, Pergamon*, 4,270p.
- Melo, A, L., Abreu, M, A., Leles, S, P., Oliveira, R., y Silva, T, D. (2018). Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* benth. Produzidas em diferentes volumes de recipientes. *Ciência Florestal*, 28(9).
- Melo, L., Abreu, A., Leles, P., Oliveira, R., y Silva, D. (2018). Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* benth. Produzidas em diferentes volumes de recipientes. *Ciência Florestal*, 28(9). Doi: <https://doi.org/10.5902/1980509831574>
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5902/1980509831574>

- Mondragón, A, G. (2016). *Evaluación del crecimiento de plántulas de Caesalpinia spinosa, Sapindus saponaria y Tecoma stans en diferentes sustratos durante su propagación en vivero – Lima*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2641/K10-M6553-T.pdf?sequence=1&%3BisAllowed=y>
- Montoya, J., & Cámara, O. (1996). La planta y el vivero forestal. Ediciones Mundi- prensa. España.127 p.
- Moraes, L. A., Garcia, T. B., Sousa, N. R., y Moreira, A. (2007). Indução de brotação apical em mudas provenientes de sementes e do enraizamento de estacas de mangostãozeiro. *Acta Scientiarum Agronomy*, 29(1), 665-669. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1807-86212007000500011>
- Negreros, P., Apodaca, M., y Mize, C. W. (2010). Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. *Madera y bosques*, 16(2), 7-18.
- Nelson, P.V. (2003). Greenhouse operation and management. 6th Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ
- Nogueira, C., Albuquerque, B., y Silva, J. (2003). Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25(1) 15-18. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452003000100006>
- Novoa, S., & Villagrán, A. (2002), Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. *Agricultura Técnica*, 62(1).
- Oliveira, G., Martins, C., Nakagawa, J., y Tomaz, A. (2007). Manutenção da umidade do substrato durante o teste de germinação de *Brachiaria brizantha*. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(3) 52-60. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000300007>

- Ortega, U., Kidelman, A., Hevia, E., Alvarez, R., y Majada, J. (2006). Control de calidad de planta forestal. *Información Agroforestal*. (3), 2-7.
- Orozco, G., Muñoz, J., Villaseñor, F., Rueda, A., Sigala, J., Prieto, J., y García, M. (2010). Diagnóstico de calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima. *Revista mexicana de ciencias Forestales*, 1(2).
- Osuna, F. H., Osuna, F. A. M., y F. Á. A. (2016). Manual de propagación de plantas superiores.
- Pacheco, D y Vásquez, C. (2016). Anuario Perú Forestal en Números 2015. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR. Lima, Perú. 7 – 26 p.
- Palomino, Y. 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. Oxapampa, Perú. *Pronaturaleza*.
- Park, J. H., Lamb, D., Paneerselvam, P., Choppala, G., Bolan, N. y Chung, J.-W. (2011). Role of organic amendments on enhanced bioremediation of heavy metal (loid) contaminated soils. *Journal of Hazardous Materials*, 185(2-3), 549–574.
- Parra, S., & Maciel, N. (2018). Efectos de la siembra y el trasplante a recipiente cónico en el crecimiento de *Pithecellobium dulce* y *Platymiscium diadelphum* en vivero. *Bioagro*, 30(2), 125-134.
- Parviainen J V. (1981). Qualidade e avaliação da semente de mudas florestais. In Seminário de Sementes e Viveiros Florestais. *Curitiba, Brasil*, p 59-90.
- Peñuelas, R., & Ocaña, B. (1996). Cultivo de plantas forestales en contenedor, principios y fundamentos. V.A. Impresiones. España. 190 p.
- Peñuelas, R. (2008). Cultivo de plantas forestales en contenedor. *Mundi Prensa*, (2), p 190.

- Prieto, A., García, L., Mejía, M., Huchín, S., y Aguilar, L. (2009). Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. *Publicación Especial*, 28, p 48.
- Prieto, A., Vera, G., y Merlín, E. (2003). Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. 12(1), p 24.
- Primo, A., Melo, D., Vieira, V., Feitosa, I., Souza, M., Pereira, C., Guedes, L., y Souza, A. (2014). Teores de clorofila e índice SPAD em folhas de mudas de gliricídia em função da aplicação de diferentes doses de composto orgânico oriundo de resíduos de pequenos ruminantes.
- Queya (2015). *Germinación y emergencia de semillas de aliso (Alnus acuminata) en cinco tipos de sustratos en la estación experimental Cota Cota de la facultad de agronomía - La Paz*, (tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés.
- Quiroz, M, I., García, R, E., Gonzales, O, M., Chung, G., y Soto, G, H. (2009). Vivero forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. INFOR Sede Bío-Bío. 1 - 128.
- Ramírez, V., Moreno, A., y López, L. (2012). Evaluación temprana de la deficiencia del nitrógeno en café y aplicaciones. *Avances Técnicos Cenicafe*, 420, 1-8.
- Reynel, C., Pennington, D., Pennington, T., Daza, A., y Flores, C. (2003). Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos.
- Rocha, A. M., Araújo, J. F., Rocha, E. M., y Vianna, M. C. (2002). Influência de Diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.). In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, Belém: Anais... Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura.
- Romero, F. (1989). Semillas. Biología y Tecnología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 637 p.

- Romo, R, M. (2005). Efecto de la luz en el crecimiento de plantulas de *Dipteryx micrantha* Harms “Shihuahuaco” transplantadas a sotobosque, claros y plantaciones. *Ecologia Aplicada*. 4(1,2), 1- 8.
- <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v4n1-2/a01v4n1-2.pdf>
- Rondón, R, S. (2014). *Modelamiento del balance de la radiación solar en el cultivo de rabanito (Raphanus sativus) con diferentes densidades de siembra*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- Saboya, J. (2010). *Análisis técnico y económico en la producción de la cascarilla de arroz carbonizada (CAC) como sustrato para la propagación vegetativa de estacas juveniles de caoba (Swietenia macrophylla king) en cámara de sub-irrigación, Pucallpa, Perú*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ucayali.
- Sáenz, J., Villaseñor, J., Muñoz, J., Rueda, A., y Prieto, A. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto técnico N° 17. SAGARPA – INIFAP – CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. México. 52 p.
- Saenz, L. (2015). *Influencia de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento y calidad de plantones de Schizolobium amazonicum (pashaco) en tubetes, Pucallpa – Ucayali*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia.
- Saidelles, F., Caldeira, M., Schirmer, W., y Sperandio, H. (2009). Casca de arroz carbonizada como sustrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. *Semina. Ciências Agrárias*, 30, 1173 – 1186. Doi: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n4Sup1p1173>
- Santos, A, B., Ribeiro, O, J, P., y Carvalho, C. M. (2016). Sobre a botânica, a etnofarmacologia e a química de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 18 (1), 383-389. Doi: https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_152

- Santos, C. E., Roberto, S. R., Martín, S. A. B. G. (2005). Propagação do biribá (*Rollinia mucosa*) e sua utilização como porta-enxerto de pinha (*Annona squamosa*). *Acta Scientiarum Agronomy*, 27(3), 433- 436. Doi: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187117381009>
- Scalon, Q., & Jeromine, S. (2013). Substratos e níveis de água no potencial germinativo de sementes de uvaia. *Revista Árvore*, 37(1) 49-58.
- Schmidt, M, M. (2013). *Crecimiento y relación del tallo - raíz en plántones de cinco especies forestales durante la fase de vivero en Tingo María*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva
<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/586/T.FRS189.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Silva, B. M. S., & Cesarino, F. (2014). Germinação de Sementes e Emergência de Plântulas de Faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - FABACEAE). *Biota Amazônia*, 4(2), 9–14. Doi: <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n2p9-14>
- Silva, F. (2009). *Cultivo hidropônico de rúcula (Eruca sativa Mill) utilizando águas salinas*, (tesis de doctorado) - Universidade de São Paulo.
- Silva, L. M. M., & Aguiar, I. B. (2004). Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscopus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. (Faveleira). *Revista Brasileira de sementes*, Pelotas, 26(1), 9-14. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222004000100002>
- Silvano, V, S. (2012). *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*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Soto, A (2014). *Sistema de producción de plantines en hortalizas* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina.

- Souza, J., Carmello, Q., y Faria, J. (2008). Características químicas do lixiviado na fase de enraizamento de estacas de cacau em Substratos adubados com fósforo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 32 (4), 1573-1581. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400021>
- Thompson, K., Grime, J.P., y Mason, G. (1997). Seed germination in response to diurnal fluctuation of temperature. *Nature, London*, 267, 147-149.
- Tiernan, B., Coûteaux, M., Berg, B., M. P., Anta, C., Gallardo, A., y Santo, V. (2003). Changes in chemical composition of *Pinus sylvestris* needle litter during decomposition along a European coniferous Forest climatic transect. *Soil Biology and Biochemistry*, 35(6), 801-812.
- Tinoco, L., & Ramírez, R, O. (2014). *Evaluación de la influencia de la fertilización en el vivero sobre la calidad de la planta de Pinus oocarpa Schiede y su desarrollo inicial en plantación*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria.
- Trazzi, P., Caldeira, M., y Colombi, R. (2010). Avaliação de mudas de *Tecoma stans* utilizando bio sólido e resíduo orgânico. *Revista de Agricultura, Piracicaba*, 85, 218 – 226. Doi: <https://doi.org/10.37856/bja.v85i3.2853>
- Ugarte, G, L., & Domínguez, T, G. (2010). Índice de Sitio (IS) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. En relación con la altura dominante del rodal en ensayos de plantación en la Cuenca del Aguaytía, Ucayali, Perú. *Ecología Aplicada*. 9 (2), 101-111.
- Vargas, N, D. (2012). *Efecto de diferentes tipos de sustrato en el crecimiento de plantas de Capirona (Calycophyllum spruceanum (bentham) hooker f. ex schumann) en fase de vivero*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva.
<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle /UNAS/546/T.FRS>

Villalón, M, H., Ramos R, J., Vega, L, J, A., Marino, B., Muños P, M, A., y F. Garza, O. (2016).

Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby* Trel. (Encino) en vivero forestal.

Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 12 (1), 46-52.

World Bank. (2003). Empowerment and poverty reduction: evaluation team. World development report 2000/2001.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de los sustratos en laboratorio.

Tabla 24

Análisis químico de suelos del experimento 1.

Muestras	pH (1:1)	CaCO ₃ %	M.O. %	N %	P ppm	K Ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural			
							Arena %	Limo %	Arcilla %				
T1	7,08	2,29	0,36	0,017	9,2	61	95	1	4	Arenoso			
T2	5,69	0,29	9,71	0,503	52	261	39	35	26	Franco			
	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Hd %	Na %	D g/cc	R C/N	MRH
T3	4,25	0,92	61,82	1,11	0,32	0,11	1,34	0,23	73,92	0,02	0,14	32,29	71,11
T4	5,33	1,27	31,01	1,16	1,48	0,36	1,95	0,33	58,32	0,03	0,23	15,54	66,86

T1. Arena de rio T2. Suelo aluvial T3. Aserrín descompuesto T4. Cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1)

D: Densidad R: Relación MRH: Máxima retención de humedad

Tabla 25

Análisis químico de suelos del experimento 2.

Muestras	pH (1:1)	CaCO ₃ %	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural			
							Arena %	Limo %	Arcilla %				
Sustrato 1	6,77	0,19	1,43	0,069	74	72	91	5	4	Arenoso			
	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Hd %	Na %	D g/cc	R C/N	MRH
Sustrato 2	5,78	4,54	18,81	1,13	2,38	0,87	3,61	0,74	46,5	0,05	0,28	9,64	62,42
Sustrato 3	5,34	0,98	28,64	1,03	1,07	0,33	1,95	0,34	56,00	0,02	0,20	16,18	62,82

Sustrato 1. Arena de rio + tierra agrícola (1:1)

Sustrato 2. Cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza (1:1)

Sustrato 3. Cascarilla de arroz carbonizado + gallinaza + aserrín descompuesto (2:1:1)

ANEXO 2. Datos obtenido en la fase de emergencia y crecimiento inicial de *C. spruceanum*.

Tabla 26

Datos de la emergencia de las plántulas de C. spruceanum.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	% DE EMERGENCIA	IVE	TME
1	1	59	2,03	30,73
1	2	61	2,12	30,52
1	3	61	1,95	32,46
2	1	3	0,1	33,33
2	2	3	0,11	32,67
2	3	1	0,03	33
3	1	39	1,26	32,77
3	2	36	1,29	29,28
3	3	38	1,22	32,18
4	1	60	2,2	29,3
4	2	61	2,16	30,28
4	3	66	2,32	30,14

Tabla 27

Base de datos de crecimiento de la planta C. spruceanum.

TRAT	REC	H	D	NH	ICC	MHT	MST	IR	IL	ICD
S1	Bolsa	10,28	2,97	13	25,15	26,19	4,92	3,46	0,19	0,85
S1	Bolsa	10,21	3,26	12,7	24,56	34,28	5,91	3,13	0,17	1,04
S1	Bolsa	10,13	3,06	13	21,74	30,04	5,17	3,31	0,17	0,85
S1	Bolsa	10,73	3,29	12,35	25,58	37,33	5,78	3,26	0,15	0,82
S2	Bolsa	27,55	4,88	15,37	30,91	155,88	28,38	5,64	0,18	3,24
S2	Bolsa	24,75	4,89	15,7	33,17	167,48	30,01	5,06	0,18	3,78
S2	Bolsa	24,75	4,67	14,9	33,93	146,38	28,5	5,3	0,19	3,41
S2	Bolsa	25,95	4,44	15,2	29,54	125,32	22,73	5,84	0,18	2,6
S3	Bolsa	15,93	3,2	14,4	30,7	49,99	7,98	4,97	0,16	0,88
S3	Bolsa	16,25	3,28	15,7	28,71	62,14	9,31	4,96	0,15	1,09
S3	Bolsa	17,58	3,39	14,6	32,18	74,22	11,7	5,19	0,16	1,29
S3	Bolsa	15,75	3,36	14,3	29,74	53,11	9,5	4,69	0,18	1,08
S4	Tubete	7,66	2,38	12,1	27,13	22,6	4,13	3,22	0,18	0,77
S4	Tubete	7,95	2,51	12,2	22,42	20,38	3,1	3,16	0,15	0,57
S4	Tubete	8,82	2,75	12,3	24,86	17,24	2,85	3,2	0,17	0,47

S4	Tubete	8,05	2,47	12,3	23,96	23,32	4,03	3,26	0,17	0,7
S5	Tubete	19	3,79	14	27,18	53,93	10,48	5,02	0,19	1,34
S5	Tubete	20,1	3,98	14,2	29,44	73,61	14,21	5,05	0,19	1,86
S5	Tubete	19,75	4,05	14,5	29,26	77,67	14,87	4,88	0,19	1,92
S5	Tubete	18,15	3,85	13,8	30	75,75	14,83	4,71	0,2	2,02
S5	Tubete	13,25	3,23	13,8	31,33	48,65	7,8	4,1	0,16	1,13
S5	Tubete	11,7	2,73	13,9	28,37	40,87	5,94	4,28	0,15	0,85
S5	Tubete	12,77	3,01	13,5	30,22	41,94	7,2	4,24	0,17	0,98
S5	Tubete	11,75	3,04	13,55	27,69	44,46	7,27	3,87	0,16	1,04

ANEXO 3. Prueba de Normalidad y homogeneidad de varianzas mediante los métodos de Shapiro Wilk y Barlett, respectivamente, para las variables de porcentaje de emergencia, altura de planta, diámetro basal, número de hojas, índice crítico de clorofila, masa húmeda total, masa seca total, IL, IR eICD.

Tabla 28

Normalidad de datos y homogeneidad de varianzas de los métodos de Shapiro Wilk y Barlett

Variabes	Normalidad de datos	Homogeneidad de varianzas
Porcentaje de emergencia	p-value = 0,04555	p-value = 0,4443
Índice de velocidad de emergencia	p-value = 0,05941	p-value = 0,6137
Tiempo medio de emergencia	p-value = 0,1353	p-value = 0,1725
Altura	p-value = 0,4559	p-value = 0,276
Diámetro	p-value = 0,6852	p-value = 0,7378
Número de hojas	p-value = 0,1447	p-value = 0,1065
Índice crítico de clorofila	p-value = 0,3081	p-value = 0,9735
Biomasa húmeda total	p-value = 0,3245	p-value = 0,0303
Biomasa seca total	p-value = 0,0202	p-value = 0,02457
Índice de robustez	p-value = 0,8823	p-value = 0,103
Índice de lignificación	p-value = 0,1494	p-value = 0,321
Índice de calidad de Dickson	p-value = 0,04591	p-value = 0,05402

ANEXO 4. Panel fotográfico

Figura 9

Semillas de C. spruceanum



Figura 10

Diseño del Almacigo Según (DCA)



Figura 11

Colocación de Sustratos

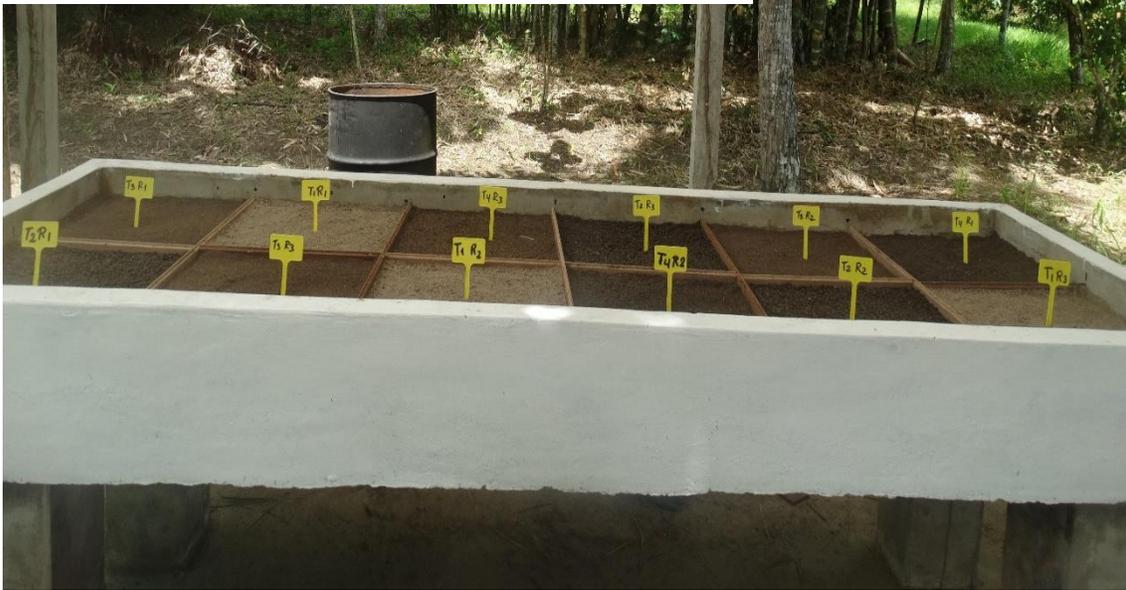


Figura 12

Sembrado de Semillas de C. spruceanum



Figura 13

Tapado las Semillas con Sustrato



Figura 14

Riego a las Parcelas de Almácigo

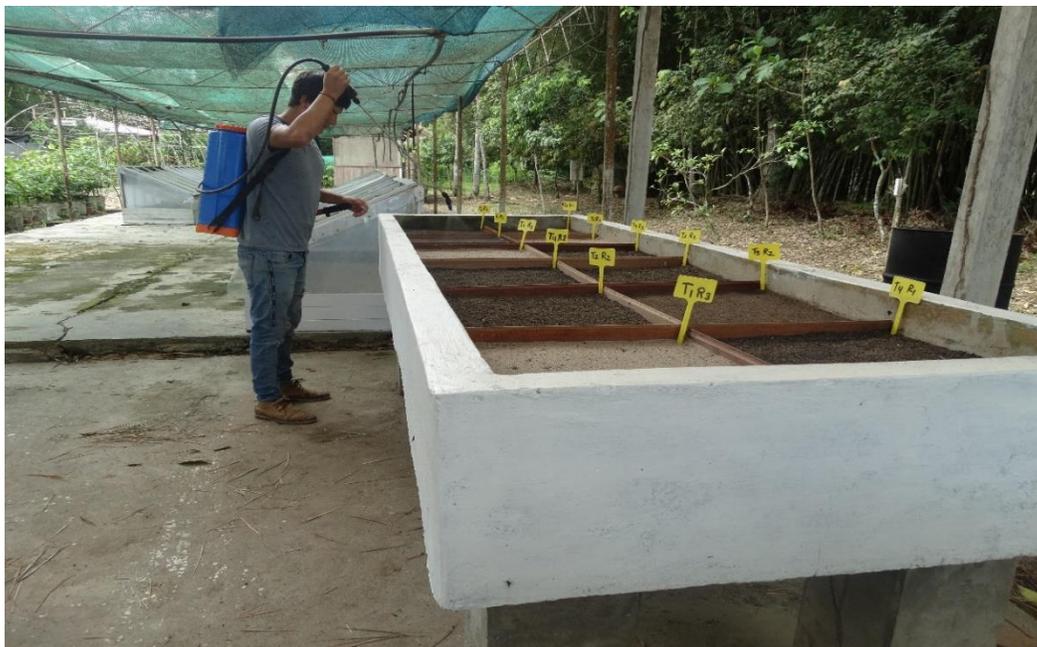


Figura 15

Plántulas del T1



Figura 16

Plántulas del T2



Figura 17

Plántulas del T3



Figura 18

Plántulas del T4



Figura 19

Primer Proceso de Cascarilla de Arroz en Carbonizado



Figura 20

Cascarilla de Arroz Carbonizado



Figura 21

Preparación de Sustratos



Figura 22

Muestras Separadas para Laboratorio de Suelos para su Análisis



Figura 23

Llenado de Sustrato a Tubetes



Figura 24

Llenado de Sustratos a Bolsas



Figura 25

Plantas de C. spruceanum para ser Repicadas en Diferentes Tratamientos



Figura 26

Repique de Plantas de C. spruceanum en Bolsa



Figura 27

Repique de Plantas de C. spruceanum en Tubete



Figura 28

Riego a los Tratamientos



Figura 29

Retiro de Malezas



Figura 30

Medición de Diámetro Basal



Figura 31

Medición de Altura del S1 a los 90 Días



Figura 32

Medición de Altura del S2 a los 90 Días



Figura 33

Medición de Altura del S3 a los 90 Días



Figura 34

Medición de Altura del S4 a los 90 Días



Figura 35

Medición de Altura del S5 a los 90 Días



Figura 36

Medición de Altura del S6 a los 90 Días



Figura 37

Medición de Clorofila



Figura 38

Plantas Colocadas en Recipientes con Agua



Figura 39

Plantas sin Sustrato



Figura 40

Lavado de Sistema Radicular



Figura 41

Plantas Lavadas del S1



Figura 42

Plantas Lavadas del S2



Figura 43

Plantas Lavadas del S3



Figura 44

Plantas Lavadas del S4



Figura 45

Plantas Lavadas del S5

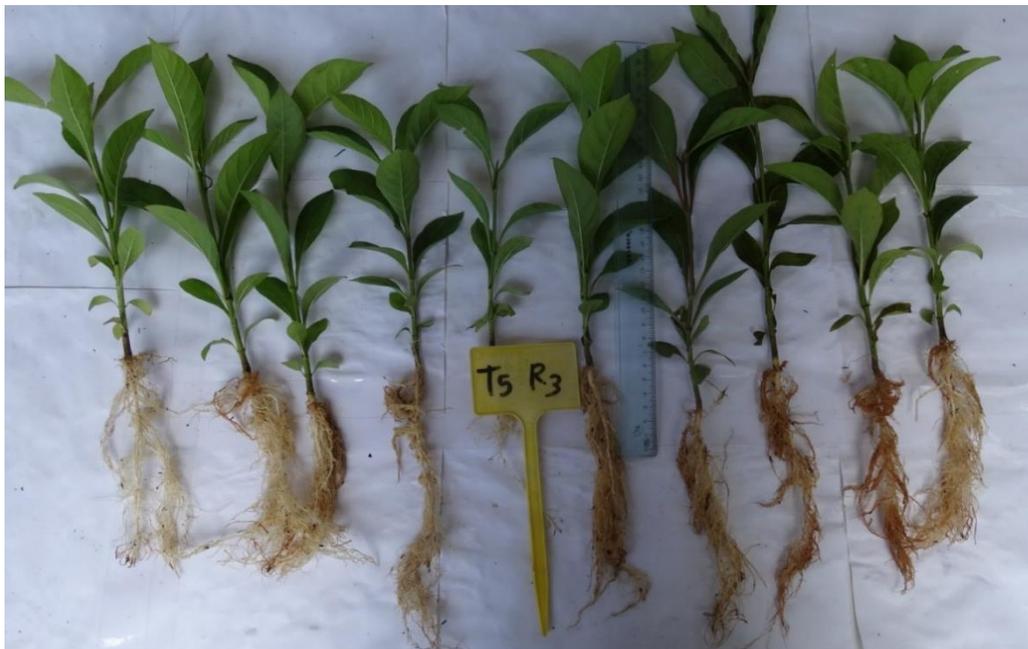


Figura 46

Plantas Lavadas del S6



Figura 47

Peso de Biomasa en Balanza Analítica del Sistema Radicular y Aéreo



Figura 48

Biomasa de las Plantas en Estufa



Figura 49

Biomasa Seca Aérea



Figura 50

Biomasa Seca Radicular

