

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



INFLUENCIA DE DIFERENTES SUSTRATOS EN LA GERMINACIÓN Y
CRECIMIENTO DE *Delostoma integrifolium* D. Don EN VIVERO, CHOTA -
CAJAMARCA.

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

Presentada por:

YENI MARISOL BARBOZA GÁLVEZ

ASESOR:

Prof. Dr. Carlos Abanto Rodríguez

CO-ASESOR:

Prof. Mg. Rafael Artidoro Sandoval Núñez

CHOTA - PERÚ

2021


Mg. Rafael Artidoro Sandoval Núñez
Coasesor


Dr. Carlos Abanto Rodríguez
Docente Contratado
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. FORESTAL
Y AMBIENTAL
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA



Universidad Nacional Autónoma de Chota
Facultad de Ciencias Agrarias

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 001-2021/EPIFA - FCA/UNACH

Siendo las 9.00 horas, del día ocho de marzo del 2021, en video conferencia del aplicativo Meet Google, los miembros del Jurado de Tesis titulada: **INFLUENCIA DE DIFERENTES SUSTRATOS EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE *Delostoma integrifolium* D. Don EN VIVERO, CHOTA - CAJAMARCA.** Integrado por:

1. M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito Presidente.
2. M. Sc Jim Jairo Villena Velásquez Secretario
3. M. Sc. Alfonso Sánchez Rojas Vocal

Sustentada por Yeni Marisol Barboza Gálvez, con la finalidad de obtener el título profesional de: INGENIERO 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, acuerdan **APROBAR** la tesis, calificándola con la nota de: 18 en letras **DIECIOCHO**, se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare **EXPEDITO** para conferirle el **GRADO DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**.

Firmado en: Chota, 8 de marzo del 2021.


.....
Yuli Anabel Chávez Juanito
Presidente


.....
Jim Jairo Villena Velásquez
Secretario


.....
Alfonso Sánchez Rojas
Vocal

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A la Universidad Nacional Autónoma de Chota-UNACH, por las oportunidades y facilidades para realizar los estudios de pregrado y así mismo, por ser parte esencial en mi formación profesional.
- ❖ A la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH) por darme las facilidades, conocimientos y herramientas para culminar mis estudios.
- ❖ A todos los docentes de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH) por haber compartido todos sus conocimientos y consejos para ser una buena profesional.
- ❖ Al Prof. Dr. Carlos Abanto Rodríguez, por la amistad y asesoramiento en el presente trabajo de investigación.
- ❖ Al Mg. Rafael Artidoro Sandoval Núñez por su asesoramiento y colaboración en la conducción del presente trabajo de investigación.
- ❖ Al Ing. Auner Medina Rafael por haber compartido sus conocimientos y por el asesoramiento inicial en el planeamiento del presente trabajo de investigación.
- ❖ A Darwin Yoel Vitón Caruajulca por su permanente colaboración y consejos para la conducción de las actividades en el vivero.
- ❖ A los miembros del jurado M.Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito, M.Sc. Jim Jairo Villena Velásquez y M.Sc. Alfonso Sánchez Rojas por las críticas, observaciones y contribuciones para mejorar la calidad de la versión final de la tesis.
- ❖ Un agradecimiento especial a mis padres Moisés Barboza Tafur y María Bertha Gálvez Muñoz, así como a mis hermanas Brenda Barboza Gálvez y Rossely Barboza Gálvez por haberme brindado todo su apoyo para culminar mi carrera profesional.
- ❖ A todos mis compañeros de clases por haberme brindado su amistad y apoyo incondicional durante los cinco años de estudio en la Universidad.
- ❖ Finalmente agradezco a Dios por su ayuda divina, por iluminarme en los momentos difíciles para salir adelante y por haber puesto en mi vida profesionales que contribuyeron desinteresadamente en esta investigación.

DEDICATORIA

Dedico a Dios por haber permitido cumplir este gran sueño de ser profesional. De la misma manera, lo dedico a mis queridos padres Moisés Barboza Tafur y María Bertha Gálvez Muñoz, por ser mi inspiración y por demostrarme cada día su amor, apoyo y sacrificio constante para que mis sueños y metas se hagan realidad. Y, finalmente a mis hermanas Brenda Barboza Gálvez y Rossely Barboza Gálvez por apoyarme incondicionalmente y por sus consejos que avivaron en mí el deseo de superación en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. DATOS GENERALES	3
1.2. PROBLEMA	3
1.2.1. Planteamiento del problema	3
1.3. Formulación del problema	4
1.4. Justificación.....	4
1.5. Objetivos de la investigación	5
1.5.1. Objetivo general:.....	5
1.5.2. Objetivos específicos:	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes	6
2.1.1. A nivel mundial.....	6
2.1.2. A nivel nacional	9
2.1.3. A nivel regional.....	11
2.1.4. A nivel local.....	12
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1. Sustrato	13
2.2.2. Fases del sustrato	13
2.2.3. Propiedades de los sustratos.....	13
2.2.4. Descripción de los sustratos.....	14
2.2.5. Germinación de semillas.....	15
2.2.6. Emergencia de plántulas	17
2.2.7. Especie forestal <i>D. integrifolium</i>	17
2.2.8. Desarrollo de la especie	22
2.3. Marco conceptual	24
2.3.1. Especie nativa	24
2.3.2. Germinación.....	24
2.3.3. Vivero	24
2.3.4. Almacigo.....	24

2.3.5. Semilla	25
2.3.6. Plántulas.....	25
2.3.7. Crecimiento.....	25
2.3.8. Supervivencia de planta	25
2.3.9. Calidad de planta.....	25
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	26
3.1. Ubicación	26
3.2. Formulación de hipótesis	28
3.2.1. Hipótesis	28
3.3. Población y muestra	28
3.3.1. Primera fase de germinación de semillas.....	28
3.3.2. Segunda fase de crecimiento de plantas de <i>D. integrifolium</i>	28
3.4. Equipos, materiales e insumos requeridos	28
3.4.1. Material experimental	28
3.5. Metodología de la investigación	30
3.5.1. Tipo de investigación.....	30
3.5.2. Diseño de investigación	31
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.6. Análisis estadístico.....	38
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Porcentaje de germinación de semillas de <i>D. integrifolium</i>	39
4.2. Crecimiento de <i>Delostoma integrifolium</i>	43
4.2.1. Altura de plantas de <i>D. integrifolium</i>	43
4.2.2. Diámetro basal de plantas de <i>D. integrifolium</i>	46
4.2.3. Hojas verdaderas de plantas de <i>D. integrifolium</i>	52
4.2.4. Hojas falsas de plantas de <i>D. integrifolium</i>	54
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. Conclusiones	59
5.2. Recomendaciones.....	59
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
CAPÍTULO VII. ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos para determinar el porcentaje de germinación de semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	31
Tabla 2. Tratamientos para determinar el crecimiento de plantas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	31
Tabla 3. Análisis de varianza para % de germinación de semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos.....	39
Tabla 4. Prueba estadística de Scott-Knott para el porcentaje de germinación de semilla de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos.	40
Tabla 5. Análisis de varianza para la altura de plantas (cm) de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos.....	44
Tabla 6. Prueba estadística de Scott-Knott para la altura de plantas (cm) de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos.....	45
Tabla 7. Análisis de varianza para el diámetro basal de plantas (mm) de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos.....	47
Tabla 8. Prueba estadística de Scott-Knott para el diámetro de plantas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos.....	47
Tabla 9. Análisis de varianza para las hojas verdaderas en plantas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos.....	50
Tabla 10. Prueba estadística de Scott-Knott para las hojas verdaderas en plantas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos.....	53
Tabla 11. Análisis de varianza para variable de hojas falsas en plantas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos.....	55
Tabla 12. Prueba estadística de Scott-Knott para las hojas falsas en plantas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos.	55
Tabla 13. Resumen de resultados de laboratorio de suelos de los 5 sustratos en estudio. .	77
Tabla 14. Base de datos de la germinación de semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.	77
Tabla 15. Base de datos de las mediciones de las variables durante el crecimiento inicial <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del lugar donde se desarrolló la investigación.....	27
Figura 2. Croquis experimental para el almacigado.....	32
Figura 3. Croquis experimental para el repique.....	33
Figura 4. Representación gráfica del porcentaje de germinación de semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos durante 35 días de evaluación.....	41
Figura 5. Representación gráfica de la altura de plantas (cm) de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos hasta los 105 días después del repique.....	46
Figura 6. Representación gráfica del diámetro basal de plantas (mm) de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos durante 105 días de evaluación....	49
Figura 7. Representación gráfica del número de hojas verdaderas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos durante 105 días de evaluación.....	54
Figura 8. Representación gráfica del número de hojas falsas de plantas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por efecto de diferentes sustratos durante 105 días de evaluación.....	56
Figura 9. Resultados del análisis de suelo de T1 (Suelo agrícola).....	72
Figura 10. Resultados del análisis de suelo de T2 (Suelo agrícola+ arena de río (2:1)).....	73
Figura 11. Resultados del análisis de suelo de T3 (Suelo agrícola+ arena de río + humus de lombriz (2:1:1)).....	74
Figura 12. Resultados del análisis de suelo de T4 (arena de río + humus de lombriz (1:1)).....	75
Figura 13. Resultados del análisis de suelo de T5 (suelo agrícola + humus de lombriz (1:1)).....	76
Figura 14. <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don en plena floración.....	87
Figura 15. Especie forestal <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	87
Figura 16. Recolección de frutos de la especie forestal <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don...88	
Figura 17. Secado de frutos al ambiente.....	88
Figura 18. Semilla de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	89
Figura 19. Estableciendo el almacigo.....	89
Figura 20. Distribución del almacigo según diseño estadístico.....	90
Figura 21. Sustratos utilizados.....	90
Figura 22. Preparación de sustratos.....	91
Figura 23. Sustratos llevados a laboratorio de suelos para su análisis.....	91
Figura 24. Colocación de sustratos según diseño estadístico.....	92
Figura 25. Desinfección de sustrato.....	92
Figura 26. Siembra de semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	93
Figura 27. Adecuación del vivero utilizando malla rashell.....	93
Figura 28. <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don germinando.....	94
Figura 29. Riego de almacigo.....	94

Figura 30. Toma de datos semanales en la etapa de germinación de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	95
Figura 31. Plántulas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don germinadas.....	95
Figura 32. Adecuación del lugar donde se colocaron las plántulas repicadas.....	96
Figura 33. Evaluación de plántulas listas para el repique.....	96
Figura 34. Bolsas para el repique llenadas con sustratos según diseño estadístico.....	97
Figura 35. Repique de plántulas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	97
Figura 36. Plántulas repicadas.....	98
Figura 37. Plantas en crecimiento en la cama de repique.....	98
Figura 38. Medición de la altura de plantas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	99
Figura 39. Medición del diámetro de las plantas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don utilizando vernier digital.....	99
Figura 40. Conteo de hojas verdaderas y falsas.....	100
Figura 41. Retiro de malezas.....	100
Figura 42. Evaluación del crecimiento de plantas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don cada 15 días.....	101
Figura 43. Diferencias de crecimiento entre sustratos.....	101
Figura 44. Evaluando tamaño adecuado de plantas para ser llevadas a campo definitivo.....	102
Figura 45. Plantones de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don llevados por algunos pobladores de Colpamayo para sembrarlos en cercas vivas.....	102
Figura 46. Reforestación en algunos terrenos de los pobladores de Colpamayo.....	103
Figura 47. Plantones llevados por la Gerencia Regional de Agricultura Lambayeque para reforestación en zonas alto andinas de Incahuasi y Cañaris.....	103

RESUMEN

Delostoma integrifolium D. Don, conocida como “babilla” posee características especiales para múltiples usos, no obstante, debido a los altos índices de deforestación, urge la búsqueda de tecnologías que permitan su uso y conservación. De este modo, el objetivo en este trabajo fue determinar los mejores sustratos para la germinación de semillas y crecimiento de plantas de *D. integrifolium* en condiciones de vivero. El estudio fue llevado a cabo en dos etapas a través de un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco tratamientos [T1 (suelo agrícola); T2 (suelo agrícola+ arena de río (2:1)); T3 (suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1 :1)); T4 (arena de río+ humus de lombriz (1:1)); T5 (suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1))] con cuatro repeticiones, 100 semillas (primera etapa) y 20 plantas (segunda etapa) por parcela experimental. Las variables mensuradas fueron porcentaje de germinación, altura de planta, diámetro del tallo, y número de hojas verdaderas y falsas. Para el porcentaje de germinación los tratamientos T4 (arena de río+ humus de lombriz (1:1)); T2 (suelo agrícola+ arena de río (2:1)) y T3 (suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2:1:1)), presentaron los mejores resultados de 93.2 % en media. Los tratamientos T1 (suelo agrícola) y T5 (suelo agrícola + humus de lombriz (1:1)) presentaron los mejores resultados en media para altura de planta, diámetro de tallo y hojas verdaderas con 27 cm, 5,4 mm y 15 hojas, respectivamente. De este modo, los tratamientos compuestos por arena de río; humus de lombriz y suelo agrícola fueron los mejores para evaluar el porcentaje de germinación, y los tratamientos T1 (suelo agrícola) y T5 (suelo agrícola + humus de lombriz (1:1)) proporcionaron mejores resultados para altura, diámetro y número de hojas verdaderas en plantas de *D. integrifolium*.

Palabras clave: babilla, sustratos, vivero, producción de plantas, humus de lombriz, arena de río.

ABSTRACT

Delostoma integrifolium D. Don, known as “babilla” has special characteristics for multiple uses, however, due to the high rates of deforestation, it is urgent to search for technologies that allow its use and conservation. Thus, the objective in this work was to determine the best substrates for seed germination and growth of *D. integrifolium* plants under nursery conditions. The study was executed in two stages through a Completely Random Design (DCA) with five treatments [T1 (agricultural soil); T2 (agricultural soil + river sand (2: 1)); T3 (agricultural soil + river sand + earthworm humus (2: 1: 1)); T4 (river sand + earthworm humus (1: 1)); T5 (agricultural soil + worm humus (1: 1))] with four replications, 100 seeds (first stage) and 20 plants (second stage) per experimental plot. The variables measured were germination percentage, plant height, stem diameter, and number of true and false leaves. For the germination percentage, the treatments T4 (river sand + worm humus (1: 1)); T2 (agricultural soil + river sand (2: 1)) and T3 (agricultural soil + river sand + worm humus (2: 1: 1)), presented the best results of 93.2 % on average. Treatments T1 (agricultural soil) and T5 (agricultural soil + worm humus (1: 1)) presented the best results in average for plant height, stem diameter and true leaves with 27 cm, 5.4 mm and 15 leaves, respectively. Thus, the treatments composed of river sand; Worm humus and agricultural soil were the best to evaluate the germination percentage, and the treatments T1 (agricultural soil) and T5 (agricultural soil + worm humus (1: 1)) provided better results for height, diameter, and number of leaves true in plants of *D. integrifolium*.

Keywords: babilla, substrates, nursery, plant production, earthworm humus, river sand.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

“*D. integrifolium* es una especie forestal de hasta nueve metros de altura de fuste recto, cilíndrico a irregular, además posee copa de irregular a globosa” (Medina, 2013, p.34). Se distribuye desde Venezuela hasta los Andes del Perú con predominancia entre 1800 y 2800 m.s.n.m. “En el Perú se la ubica en los Andes, en los departamentos de Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Lima, la Libertad, Piura y San Martín” (Abanto, 2017, p.3).

En Cajamarca se la encuentra en de los bosques montanos de: Cachil (Contumazá), en el Parque Nacional de Cutervo, en el Bosque Montesecco (Santa Cruz) y en el bosque Las Palmas (Chota). La especie tiene múltiples usos entre ellos, se destaca como ornamental, para la fabricación de carbón, confección de cabos de herramientas, arados, postes, vigas, estacas, muebles, material de artesanía y en la edificación de viviendas rurales (Loya, 2014, p.8), así mismo, las hojas son usadas como alimento para ganado vacuno y también se utiliza como componente en sistemas agroforestales (Medina, 2013, p.8).

Por otro lado, el Gobierno Regional de Cajamarca (GRC, 2012) de acuerdo a INRENA señala que el recurso de tipo forestal nativo en la región es explotado con intensidad, siendo San Ignacio y Jaén donde se registran mayores índices de tala forestal. En San Ignacio se ha deforestado 3.784,85 km² lo que equivale a 75,84 % del área territorial y en Jaén 4.525,05 km² correspondiente a 86,48 %. Para otras provincias no existe información sobre el área territorial deforestada; no obstante, sus exploraciones han hecho posible estimar que la deforestación es muy similar. Sin duda, esto es preocupante porque esta práctica contribuye a la pérdida de especies de flora y fauna con el transcurrir del tiempo (Frers, 2008). Frente a esta situación y debido a la importancia de las especies nativas como *D. integrifolium*, es necesario buscar alternativas para su conservación y uso por las futuras generaciones. Dentro de las acciones que deben ser consideradas es la generación de técnicas

adecuadas para obtener plantas en cantidad y calidad, dado que en la literatura existe poca información sobre los métodos de propagación, y aún más no existe tecnologías que indiquen las mejores condiciones para obtener plantas aptas para campo definitivo (Abanto, 2017).

Caldeira, Schumacher, Barichello, Vogel, y Oliveira (2000) y Caldeira, Gomes, Gonçalves, Delarmelina, Sperandio, y Trazzi (2012), señalan que para obtener plantaciones forestales en condiciones óptimas para aprovechamiento, restauración y preservación no se relaciona sólo con la especie utilizada sino también con el tipo de recipiente, tipo de sustrato y buena calidad de las semillas puesto que, la germinación, desarrollo y crecimiento del sistema radicular está relacionado con las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato.

En relación con el sustrato, Fonseca (2001) & Frade et al. (2011) mencionan que, este debe proporcionar materia orgánica, agua, oxígeno, nutrientes minerales, pH compatible y conductividad eléctrica adecuada, para ello se pueden utilizar materiales en su composición original y/o combinados, además deben ser de bajo costo y que sean disponibles localmente. Ahora bien, para proporcionar materia orgánica a los sustratos pueden ser utilizados estiércoles de bovinos, y aves; corteza de eucalipto y pino, bagazo de caña, humus de lombriz, etc. (Santos et al., 2014; Gonçalves et al., 2005 & Fonseca, 1988). En ese contexto, debido a la importancia de la especie para múltiples usos y por estar en condiciones de vulnerabilidad, fue realizado este estudio con el objetivo de determinar los mejores sustratos para la germinación de semillas y crecimiento de plantas de *D. integrifolium* con la finalidad de obtener mayor aprovechamiento de semillas y mejor calidad de plantas para ser empleadas en planes de preservación, reforestación, arborización y recuperación de áreas degradadas y/o alteradas.

1.1. DATOS GENERALES

Influencia de diferentes sustratos en la germinación y crecimiento de *Delostoma integrifolium* D. don en vivero, Chota - Cajamarca.

1.2. PROBLEMA

1.2.1. Planteamiento del problema

Los bosques montanos, presentes en los Andes del Perú son formaciones vegetales con alta diversidad biológica; sin embargo, debido a la deforestación ocasionada por el cambio de uso de la tierra para fines agrícolas y pecuarios, muchas especies de plantas están amenazadas, dado que las actividades antrópicas están afectando su capacidad de regeneración y dispersión. Este problema es preocupante porque favorece a la extinción de especies vegetales y animales en el corto mediano y largo plazo. (Frers, 2008)

En ese sentido, es necesario desarrollar trabajos de investigación para evitar o disminuir la vulnerabilidad de las especies mediante el desarrollo de tecnologías que permitan conservar las especies.

Una de las especies forestales que está siendo afectada por la deforestación es la babilla (*D. integrifolium*), entre tanto, hay escasa información que permita iniciar trabajos de recuperación desde la germinación de semillas hasta la producción de plantas. En ese sentido, en esta fase es indispensable determinar los sustratos más apropiados, porque Julón (2016), refiere que, si no se utiliza los insumos correctamente en vivero se conseguirá reducido porcentaje de semillas germinadas y plantas formadas, y con carencias de nutrientes que se reflejan en su desarrollo y crecimiento lento de la parte aérea que reduce la probabilidad de que las plantas sobrevivan en campo definitivo.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo influyen los diferentes sustratos en la germinación y crecimiento de *D. integrifolium* en vivero, Chota, Cajamarca?

1.4. Justificación

La investigación busca establecer el o los sustratos más apropiados para la obtención de plantas de *D. integrifolium* desde la germinación de semillas hasta la fase de crecimiento de plantas en vivero, y conseguir alto porcentaje de sobrevivencia en futuros proyectos de forestación y reforestación. Caldeira et al. (2000) y Caldeira et al. (2012), indican que para conseguir una excelente producción de plantas para plantaciones forestales en condiciones óptimas para aprovechamiento, restauración y preservación no sólo depende de la especie utilizada; sino también, del tipo de recipiente, calidad de semillas y sustrato, dado que, la germinación de las semillas, desarrollo y crecimiento del sistema radicular están directamente relacionados a las propiedades químicas, físicas y biológicas de este último elemento.

D. integrifolium fue considerada para el estudio por estar en estado de vulnerabilidad y por su importancia para la población local por sus características ornamentales y calidad de madera para confeccionar cabos de herramientas, arados, postes, estacas, pilares, vigas, muebles, artesanías y edificar viviendas rurales (Loya, 2014, p.8), y por ser, un componente de sistemas agroforestales (Medina, 2013, p.8). Por esta razón, esta investigación contribuirá a generar conocimientos para mejorar las técnicas de producción de plantas con fines de conservación, arborización, reforestación y recuperación de áreas degradadas y/o alteradas.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general:

- Determinar la influencia de diferentes sustratos en la germinación y crecimiento de *D. integrifolium* en vivero, Chota, Cajamarca.

1.5.2. Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de diferentes sustratos sobre el porcentaje de germinación de *D. integrifolium*.
- Determinar el efecto de diferentes sustratos sobre el crecimiento de plantas de *D. integrifolium* en altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas falsas y verdaderas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel mundial

García y Ñauta (2016), realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la eficiencia de los reguladores de crecimiento utilizando especies nativas para sobreponer una parte de la cubierta vegetal de la franja de amortiguamiento del embalse Mazar- Ecuador. Utilizaron reguladores de crecimiento como la Giberelina (New Gibb 10 %) y la Citoquinina (Citokyn) en especies de Cañaño, Gañal, Guaba, Capulí, Guayaba y Guaylo (*D. integrifolium*). Para el estudio se consideró un área a recuperar de 1681.97 m², seleccionándose 180 plántulas de las seis especies en tres grupos, se utilizó un sistema de tres bolillo con una distanciamiento de tres metros para la siembra de las especies, se tomó medidas cada semana del diámetro de los tallos y altura de las plantas. Para el análisis utilizaron análisis de varianza, comparaciones de medias de Kruskal Wallis, diagramas de cajas e histogramas concluyendo que el Citokyn no se debe utilizar en Guaylo (*D. integrifolium*) porque inhabilita su desarrollo y ocasiona mortandad de plantas, pero si es recomendable para las otras especies, por otra parte encontraron que el tratamiento New Gibb al 10 % es recomendable para el diámetro y crecimiento en Guaylo y Gañal.

López, Gálvez, Calleja, Méndez y Ríos (2017), evaluaron el efecto de lombricomposta, tierra de monte y composta en la germinación y crecimiento de *Pinus ayacahuite* var. *Veitchii* en vivero en Tlacoapa en México. Se evaluó porcentaje de germinación (%), germinación en tiempo (días), diámetro basal del tallo (mm) y altura de las plantas (cm). Consideró un diseño totalmente al azar, con cuatro repeticiones y cuatro

tratamientos más un testigo, para cada uno se consideró una charola de 77 cavidades en la fase germinativa para un total de 20 unidades experimentales evaluándose la germinación cada cinco días por un periodo de 30 días. En la fase de crecimiento a los 174 días se seleccionaron de manera aleatoria para su evaluación 120 plántulas por tratamiento y 30 por charola. En conclusión, los investigadores concluyeron que es factible utilizar 50 % de tierra de monte + 50 % de lombricomposta para la germinación de *Pinus ayacahuite var. veitchii*. Para el crecimiento la mezcla con 50 % de tierra de monte + 20 % de lombricomposta + 30 % de composta generó mejores valores de diámetro, altura e índice de esbeltez, características esenciales para el establecimiento en campo de la especie en estudio.

Daza y Salguero (2015), evaluaron la influencia de 10 sustratos basados en aserrín crudo en cuanto a germinación y calidad de planta en el crecimiento inicial de *Quercus humboldtii bonpl* y *Cedrela montana Moritz ex Turcz* en Tunja- Colombia, con la finalidad de identificar los sustratos más óptimos en cuanto a germinación y crecimiento de dichas especies nativas, se utilizó bloques totalmente al azar con tres repeticiones como diseño experimental, para ocho tratamientos más dos testigos, en cada tratamiento se sembró 15 semillas por especie, es decir que en cada bloque se consideraron 150 semillas. En esta investigación se encontró una mayor respuesta de la germinación en *Quercus humboldtii* Bonpl en el tratamiento cedro 70 %, mientras que para *Cedrela montana Moritz ex Turcz* fue pino 70 %. El crecimiento, desarrollo, peso seco de raíz y parte aérea, es mejor en los testigos y en los sustratos con menor proporción de aserrín, a consecuencia de la inclusión de suelo hace que éste le pueda aportar nutrientes a la planta.

Loya (2014), evaluó la micropropagación de yalomán (*D. integrifolium*) en Quito con el objetivo de identificar medios de cultivo apropiados para micro propagar dicha especie y para poder reforestar áreas afectadas por la deforestación utilizando dos medios de cultivo in vitro el MS¹/₂ (Murashige & Skoog a la mitad de concentración de las sales) y WPM (Woody Plant Medium), en la primera fase utilizó ambos medios de cultivo para estimular la brotación de yemas con cuatro dosis distintas de 6-bencilaminopurina (BAP), en la segunda fase busco estimular el enraizamiento de brotes con ambos medios de cultivo pero esta vez utilizando cuatro dosis diferentes de ácido indolbutírico (IBA), utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2 (medios de cultivo) x 4 (concentraciones) con seis observaciones en cada fase. Encontrándose, que WPM suplementado con la concentración 0,6 ppm de 6-bencilaminopurina (BAP) incrementó el número y la longitud de los brotes; el WPM ¹/₂+ 0,2 ppm de ácido indolbutírico (IBA) fue el que tuvo mejores resultados en cuanto a número de raíces, longitud de la raíz y de la planta.

Tut (2014), tuvo por objetivo identificar el sustrato más adecuado para producir en vivero plántulas de la especie forestal Palo Blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) en Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, utilizó cinco sustratos y 400 plántulas en total, por cada unidad experimental se repartieron 20 plántulas. Para el análisis tuvo en cuenta un diseño experimental en bloques completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, realizando comparaciones de Tukey con un nivel de significancia del 5 % obteniéndose como resultado que las plántulas se desarrollaron significativamente en todos los tratamientos donde se utilizó el lombricompuesto a base de pulpa de café tal es el caso de lombricompuesto + arena (1:1), lombricompuesto + suelo + arena (2:1:1) y suelo + arena + lombricompuesto (1:1:1), en comparación con los sustratos arena + gallinaza + suelo (2:1:1) y Suelo (Testigo).

2.1.2. A nivel nacional

Vásquez (2014), utilizó diferentes sustratos para evaluar su influencia en la obtención de plántulas de *Minuartia guianensis* en Moyobamba - San Martín, utilizando como variables porcentaje de germinación, sobrevivencia y crecimiento de plantas. Utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones tanto para el almacigado y para el repique, para la primera etapa se utilizó 100 semillas por tratamiento y para la segunda etapa 100 plantones de la especie por tratamiento, los sustratos utilizados en estas dos etapas fueron: Suelo agrícola (T1), suelo agrícola + arena (T2), suelo agrícola + arena + materia orgánica (T3), arena + materia orgánica (T4), aserrín de madera + suelo agrícola (T5). Los tratamientos con mejores porcentajes en germinación de semillas fueron suelo agrícola (T1) y suelo agrícola+ arena de río+ materia orgánica del bosque (T3) con un porcentaje de 85,08 % y 85,94 % respectivamente. Por otra parte el mejor desarrollo de plántulas repicadas tanto en altura, diámetro, número de hojas y longitud de la raíz principal lo obtuvo suelo agrícola (T1), con un porcentaje de sobrevivencia del 87,97 %.

Sánchez (2013), investigó como pueden influir sustratos activos para el crecimiento de pino (*Pinus radiata* Don.) producidos en la comunidad de Cuticsa – Huancavelica bajo condiciones de vivero forestal. Utilizó sustratos de compost, humus de lombriz y cascarilla de arroz para evaluar el crecimiento del pino tanto en emergencia y altura. El ensayo tuvo una población de 2592 plantas y una muestra de 10 plantas por bandeja. Empleó un diseño experimental completamente al azar con nueve tratamientos concluyendo que para porcentaje de germinación no mostraron diferencias relevantes entre los tratamientos por las reservas que contiene las semillas entre los siete y 12 días, en altura se recomendó utilizar todos los

tratamientos que contenían humus de lombriz y compost por su materia orgánica rica en minerales y buena retención de agua para la planta.

Rodríguez (2016), analizó como influyen diferentes sustratos en altura, diámetro, sobrevivencia y calidad de plántulas de pashaco blanco *Schizolobium parahyba* en vivero forestal, en Loreto, Perú. Los tratamientos que utilizó fueron t1: 70 % de aserrín + 30 % de arena, t2: 70 % de Humus de lombriz + 30 % de arena, t3: 30 % de aserrín + 30 % de Humus de lombriz + 30 % de tierra + 10 % de arena, en el experimento se utilizó 192 plántulas de las cuáles se tuvo en cuenta 12 unidades experimentales, un diseño experimental simple al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, se utilizó la prueba de Tukey; obteniendo los mejores resultados en altura y diámetro el tratamiento t3: 30 % de aserrín + 30 % de humus de lombriz + 30 % de tierra natural + 10 % de arena con 12,56 cm en altura y con 1,47 cm en diámetro. Encontrándose, que los mejores tratamientos en cuanto a sobrevivencia fueron t0: tierra natural y t1: 70 % de aserrín + 30 % de arena con 24,48 %; mientras que, la calidad de las plantas al término del experimento fue bueno en 60 % y regular en 40 % de las plántulas sobrevivientes y la mortandad en este experimento fue de 43 % del total de plántulas sembradas en los tratamientos.

2.1.3. A nivel regional

Abanto (2017), evaluó la emergencia de la *D. integrifolium* utilizando tres sustratos en la localidad de UNC y la localidad de Callatpampa del departamento de Cajamarca, con la finalidad de calcular el número de semillas por fruto y el comportamiento de los sustratos en función a la emergencia de plántulas. Los sustratos que se utilizó para ambas localidades fueron tierra agrícola + compost + arena (1:1:1), tierra agrícola + arena (1:1) y tierra agrícola. Para el análisis utilizó un arreglo factorial 2P (localidades de obtención de la semilla) x 3S (tipo de sustrato) en un diseño completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, colocando 100 semillas por tratamiento en cada parcela. Obteniendo que en la localidad de Callatpampa se obtuvo 54,6 semillas/fruto y en la localidad UNC 28,6 semillas/fruto. El sustrato de la localidad de UNC tierra agrícola + compost + arena obtuvo mejor porcentaje de emergencia con 5,12 %.

Beltrán (2013), estimó la propagación del Saucesillo (*Podocarpus oleifolius*), Chichir (*Weinmannia elliptica*) y Panro (*Weinmannia cymbifolia*) del bosque montano los Cedros en un área de la minera la Zanja. Esta investigación tuvo como objetivo proponer la propagación de dichas especies en base a brinzales para restaurar un área del bosque impactada por acciones humanas, considero a las especies forestales nativas como factores de estudio y como sustratos a S1: Tierra agrícola, S2: Tierra agrícola + humus y S3: Tierra agrícola + humus + abono evaluando la sobrevivencia de plántulas y altura. Para su estudio consideró un total de 1000 plántulas, propuso un arreglo factorial 3E (especie) x 3S (tipo de sustrato) con un diseño completo al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones concluyendo que el *Podocarpus*

oleifolius demostró mayor sobrevivencia en brinzales S3 con 67,92 % y la *Weinmannia cymbifolia* fue mejor en altura con 9.25 cm.

2.1.4. A nivel local

Medina (2013), identificó y caracterizó especies forestales en el bosque montano las Palmas de Chota, con el objetivo de caracterizar dendrológicamente a especies forestales existentes en dicho lugar e investigar aspectos en cuanto a etnobotánica, nomenclatura científica, distribución geográfica y hábitat, realizó su investigación de forma descriptiva y explicativa, seleccionando árboles de modo aleatorio teniendo en cuenta su distribución, hábitats y su estado de fragmentación, obteniendo como resultado un registro de 27 especies distribuidas en 21 géneros y 18 familias registradas con su nombre científico y clasificación taxonómica, en ese registro se encontró la *D. integrifolium* conocida en la zona como babilla que se caracteriza por su uso maderable y para restauración de áreas degradadas.

En la provincia de Chota no existen investigaciones relacionados a germinación y crecimiento de especies forestales nativas como la *D. integrifolium* y hasta la actualidad no se ha determinado cuál es el sustrato óptimo en almácigo y camas de repique para el desarrollo de esta especie, de allí la importancia de desarrollar esta investigación.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Sustrato

Es aquel componente, sintético o natural, orgánico o mineral, de condición mezclada o pura, que sirve como medio de crecimiento y desarrollo de las plantas, logrando anclaje y soporte a través del sistema radicular, además proporciona nutrientes, agua y oxígeno. (Calderón, 2006, p.1)

2.2.2. Fases del sustrato

Tiene como fases a la fase sólida que la componen las partículas del sustrato; fase líquida compuesta por sustancias disueltas en agua, y fase gaseosa constituida por aire que está en los micro y macroporos del sustrato. (Beltrano y Gimenez, 2015, p.77)

2.2.3. Propiedades de los sustratos

2.2.3.1. Propiedades físicas

El sustrato se caracteriza por su excelente capacidad para retener agua necesaria para las funciones vitales de las plantas debido a la porosidad que presenta lo que favorece a que este elemento penetre y pase por medio de él abasteciendo a las raíces de las plantas y por sus características de presentar espacios vacíos permite obtener oxígeno para las raíces porque la falta de este provoca reducción del crecimiento de las raíces, que provoca necrosis y aparición de patógenos en el medio. (Beltrano y Gimenez, 2015, p.79)

2.2.3.2. Propiedades químicas

Los sustratos presentan capacidad de intercambio catiónico variable, se basa en la eficiencia del suelo o sustrato de retención y liberación de iones positivos, de

acuerdo su contenido de arcilla, materia orgánica y de la fertilización y riego que se aplique en el tiempo. (Beltrano y Gimenez, 2015, p.79)

2.2.3.3.Otras propiedades:

El sustrato debe ser de bajo costo, libre de malezas e impurezas, nematodos y patógenos y sustancias tóxicas, debe ser de fácil adquisición localmente, poseer características de estabilidad a la hora de la desinfección y firmeza tratamientos físicos y químicos. (Beltrano y Gimenez, 2015, p.80)

2.2.4.Descripción de los sustratos

2.2.4.1. Tierra agrícola

Es el sustrato que se usa frecuentemente y en cantidades mayores en los viveros para el llenado de diferentes recipiente. El pH debe de ser de por lo menos 5,5 o muy cercano a este valor para evitar problemas de absorción de macro y micronutrientes. La tierra a ser usada debe poseer textura franca para facilitar la infiltración y retención de agua, porque de lo contrario si es de textura arcillosa se presentarán inconvenientes en la germinación la semilla al presentarse problemas de pudrición por el exceso de humedad. (García, 2014, p.2)

2.2.4.2. Arena de río

“Es un insumo inerte que proviene del desgaste de las rocas presentes en los lechos de los ríos, lagos y lagunas. Se usa con frecuencia en la composición de los sustratos para incrementar el porcentaje de micro y macroporos en el sustrato con lo cual facilitará la aeración y filtración del riego.” (García, 2014, p.3).

Fierro et al. (2004) indica que la arena es muy utilizada en la composición de los sustratos. La arena contribuye considerablemente a mejorar la estructura del

sustrato. La arena no debe poseer elementos contaminantes como exceso de sales, partículas de arcillas o agentes patógenos. Entre las arenas, la de río, es la mejor, sin embargo, debe estar en perfectas condiciones para ser utilizada en los sustratos. (p.6)

2.2.4.3. Humus de lombriz

El humus de lombriz es obtenido de la digestión de sustancias orgánicas (restos vegetales, restos animales y restos domiciliarios) realizado por lombrices rojas de origen californiana. El humus de lombriz es un compuesto que sustituye al uso de fertilizantes de origen químico, de este modo se impide que el suelo se contamine, además es considerado el fertilizante más completo en macro y micronutrientes, y así mismo es de fácil manejo y obtención en el medio urbano y rural. Entre, sus propiedades más resaltantes es el mejoramiento del drenaje, y aireación, aporte de sustancias húmicas, que contribuyen a mejorar la calidad del sustrato. (Tenecela, 2012, p.49)

2.2.5. Germinación de semillas

Garza y Hernández (2009) sostienen que la germinación de semillas consiste en que la semilla se desarrolle hasta transformarse en una nueva planta. Para ello, requiere de condiciones adecuadas para su germinación como: niveles de luz, temperatura adecuada, cantidad de agua, concentración adecuada de oxígeno. (p.2)

Así mismo, Matilla (2008) indica que, la germinación de semillas se inicia con la imbibición de agua y termina cuando una parte de ésta (eje embrionario) traspasa las estructuras envolventes de la semilla (emergencia). (p.15)

2.2.5.1. Condiciones para la germinación

Pita y Pérez (1998) sostienen que: “La germinación de las semillas no ocurre si las condiciones que se brindan a las semillas no son las correctas. Los factores principales son agua, oxígeno, temperatura y luz” (p.8).

a. Agua

La absorción del agua en las semillas es un fenómeno físico producido mediante la capilaridad en las cubiertas seminales. Por lo tanto para que esto ocurra debe haber agua en cantidades adecuadas en el sustrato, dado que el exceso o déficit impide que las semillas germinen disminuyendo el porcentaje de germinación. (Pita y Pérez 1998, p.9)

b. Oxígeno

Este elemento es indispensable para la germinación de las semillas, éstas aprovechan el oxígeno disuelto en el agua. En algunos casos las semillas de ciertas especies como en plantas acuáticas llegan a germinar en ausencia o en bajas concentraciones de este elemento. (Pita y Pérez 1998, p.9)

c. Temperatura

Toda especie exige rangos adecuados de temperaturas máximas y mínimas para la germinación de las semillas. Se considera temperaturas adecuadas aquellas que provocan mayor porcentaje de germinación en menor intervalo de tiempo. Temperaturas adecuadas están comprendidas entre 5 y 25 °C. Sin embargo, la germinación también depende de otros factores como la variedad, calidad de semillas, entre otros. (Pita y Pérez, 1998, p.10)

d. Luz

La luz es muy importante, sin embargo, algunas semillas presentan diferentes niveles de luz. Existen semillas que germinan bajo condiciones de oscuridad y en ese caso la exposición a la luz puede imposibilitar la germinación. Entre tanto, después de formada la planta después de la germinación necesitan luz para desarrollarse. (May, 2017, p.2)

2.2.6. Emergencia de plántulas

Stanley, Krugman y Schmitt (1974) sostienen que: “El siguiente paso después de la germinación es la emergencia de la plántula a partir de la superficie o sustrato” (p.26).

Martínez (2007) menciona que la emergencia es la etapa en la que la planta después de haber germinado empieza a desarrollar las hojas embrionarias o cotiledonales las cuales se alargan y se hinchan con la humedad, salen de la testa (cáscara), pero el endospermo se queda adherida dando alimento a los cotiledones que se alzan del suelo por el alargamiento del hipocótilo. En campo se considera que cuando las semillas terminan de germinar dan origen a la emergencia y desarrollo de una plántula normal. (p.19)

2.2.7. Especie forestal *D. integrifolium*

2.2.7.1. Origen

Gentry (2009), sostiene que: “La *D. integrifolium* es descrita como árbol nativo del norte de América del Sur: Venezuela – Tachira, Oeste de América del Sur: Colombia, Ecuador y Perú” (p.152).

2.2.7.2. Sinónimos botánicos:

Según León y Ayala (2007) sostienen que, en la ciudad de Quito la *D. integrifolium* es conocida como yalomán y guaylo y es considerada un árbol patrimonial por ser un bien natural irremplazable y por su valor ambiental. Gentry (2009), señala que en Colombia es conocida como navajuelo, fresno, terebinto, entunito, guayacán morado, jagüito, crecedor o teterete, guarapo, nacedero, palo de burro y guaylo. Ríos (1988) sostiene que, en Perú en los alrededores de Huánuco, en el valle del Huallaga, es llamada "huarama" o "huaruma" y en el departamento de Cajamarca es conocida como babilla.

2.2.7.3. Clasificación taxonómica

Según Gentry (1981), sostiene que taxonómicamente la especie forestal en estudio lleva por nombre científico *Delostoma integrifolium* D. Don que pertenece a la especie *Integrifolium*, al género *Delostoma*, a la familia *Bignoniaceae*, al orden *Scrophulariales*, a la clase *Magnoliopsida*, a la subdivisión *Angiospermae* a la división *Fanerogamae* y al reino *Plantae*.

2.2.7.4. Descripción dendrológica

a) Árbol

Medina (2013), sostiene que la *D. integrifolium* conocida en la zona como babilla es un árbol de hasta nueve metros de altura y 38 cm de DAP; ramificación simpodial al segundo tercio, fuste recto, cilíndrico a irregular, copa estratificada e irregular y globosa en la parte terminal. (p.34)

b) Corteza

“Corteza externa rugosa de color gris claro, escasamente se desprende en ritidomas. Presenta una corteza interna de color crema y una superficie externa de color verdosa, una textura laminar fibrosa y un espesor total de corteza de hasta 19 mm” (Medina, 2013, p.34).

c) Ramita terminal

“Ramita terminal de sección circular, de color marrón verdosa, lenticelada, con cicatrices foliares” (Medina, 2013, p.34).

d) Hojas

Medina (2013), sostiene que las hojas de esta especie forestal son oblongo-elípticas, simples opuestas y decusadas; miden en largo de 5 a 13,5 cm y en ancho de 2 a 6 cm; poseen un ápice obtuso con una base redonda a obtusa, un borde entero, nervaduras eucamptódromas, con tres venas desde la base; haz tipo glabro y envés pubescente; además posee un peciolo de sección acanalada. (p.34)

e) Inflorescencias

Gentry (2009), sostiene que: “Las inflorescencias son un racimo terminal de pocas flores o una panícula racemosa teniendo en sus ramas más bajas de 2 a 3 flores, son vellosas, algunas veces bracteadas con brácteas lineares de hasta 2 cm de largo” (p.154).

f) Frutos

“Fruto seco dehiscente tipo silícula, de color marrón oscuro a negruzco, curvado, lateralmente comprimido al septo, valvas desiguales, con numerosas

semillas delgadas, de color crema a marrón, con alas membranosas hialinas” (Medina, 2013, p. 35).

g) Semillas

Gentry (2009), sostiene que las semillas son delgadas y abundantes, distribuidas en distintas series a lo largo de los bordes del tabique, miden en largo entre 1,3 a 2 cm y en ancho entre 3,3 a 4 cm, presentan alas laterales translucidas hialino-membranosa y conspicuamente ceñida del cuerpo, esta estructura es de color marrón y se encuentra envolviendo el cuerpo de la semilla. (p.154)

2.2.7.5.Fenología

Terborgh (1992) la define como: “La temporalidad de la floración y fructificación en un ciclo anual y propone que estas manifestaciones pueden ser independientes de eventos climáticos” (p.25).

Abanto (2017) sostiene que, en Perú, la *D. integrifolium* está floreciendo entre los meses de diciembre y abril y en mayo fructifica, en Ancash, florece entre febrero y agosto. En Cajamarca, teniendo en cuenta los datos de las etiquetas de los especímenes colectados se señala que para Baños del Inca estas especies florecen a partir de mayo. (p.5)

2.2.7.6. Características maderables

Loya (2014) indica que: “la madera de la yalomán se caracteriza por tener su corteza engrosada, pardo-grisáceo, rugosa, con numerosas fisuras longitudinales y transversales; la madera de esta especie es muy dura” (p.8).

2.2.7.7. Usos

Loya (2014), sostiene que: “La *D. integrifolium* tienen muchos usos, el principal es como especie ornamental por su abundante y vistosa floración” (p.8).

Según Medina (2013) sostiene que: “Las hojas de *D. integrifolium* sirven de alimentos para los animales y se utilizan en agroforestería para obtener varios beneficios” (p.8).

Loya (2014) sostiene que, *D. integrifolium* es utilizada también como combustible debido a que sus ramas secas son usadas como leña; los troncos gruesos y árboles viejos son utilizados para elaborar carbón. También, es utilizada como materia prima por su dureza de la madera sirviendo para la confección de cabos de herramientas, arados, pilares, estacas, postes, vigas, muebles, material para artesanía y en la edificación de viviendas rurales.

D. integrifolium posee importantes beneficios ambientales debido a que sirve para capturar el carbono del ambiente siendo recomendada en alturas de más de 2800 m.s.n.m para recuperar suelos; se adecua con facilidad a circunstancias adversas comportándose como un fitorremediador que va eliminando los contaminantes del entorno para reducir su peligrosidad, mejorando así las condiciones del suelo y el ambiente. (MAE, 2010, p.116)

2.2.7.8. Distribución geográfica

Gentry (2009) sostiene que: “*D. integrifolium* tiene una distribución Neotropical desde Venezuela hasta los Andes del Perú” (p.154).

Medina (2013), menciona que esta especie se encuentra entre los 2800 a 2850 m.s.n.m, en áreas boscosas intervenidas con muy poca frecuencia; se la encuentra en

bosques relictos que presentan formaciones rocosas o en suelos con bastante contenido de piedras, también se la encuentra en caminos, bordes de chacras, entre pasturas o se muestra como árboles remanentes. (p.35)

Abanto (2017) sostiene que: “*D. integrifolium* se encuentra a lo largo de los Andes, (bosques nublados) de los departamentos de Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Lima, La Libertad, Piura y San Martín” (p.3).

Sánchez et al. (2015) sostienen que dentro del departamento de Cajamarca *D. integrifolium* conocida como babilla se le encuentra en bosques montanos de: Cachil (Contumazá), Bosque de Cutervo que comprende el Parque Nacional de Cutervo, Bosque Montesecco (Santa Cruz) y en el bosque Las Palmas (Chota).

2.2.8. Desarrollo de la especie

2.2.8.1. Almacigado de semillas

Según Blogger (2011), la germinación de las semillas es una de las fases en donde se tiene que tener más cuidados debido a que las semillas necesitan las condiciones necesarias para romper su etapa de dormancia en las camas de almacigo que es lugar donde se siembran las semillas y se les brinda las condiciones que asegurarán la germinación y por ende su emergencia, cuidando su desarrollo para que la plántula alcance el tamaño adecuado y pueda ser trasplantada a otro lugar. (p.1)

2.2.8.2. Crecimiento de las plantas

Según el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Región Andina (2014) “La fase de crecimiento de las plantas debe entenderse como el incremento de las dimensiones de la planta en el vivero” (p.5).

Rodríguez (2010) refiere que las semillas que han germinado deben colocarse en recipientes adecuados para acondicionarlas para su crecimiento y desarrollo para ser instaladas en campo definitivo. Para ello, se diseñan camas de 1 m de ancho y el largo puede ser variable dependiendo del número de plantas a producir. Las camas de repique se delimitan con estacas y rafia y separadas entre camas por calles de 40 a 50 cm de ancho. Otro aspecto a considerar es la orientación de las camas de repique, pues es recomendable orientar de este a oeste para la captación de mayor porcentaje de luz durante el día. (p.13)

2.2.8.3. Riego

El riego es imprescindible durante el proceso de germinación, dado que, es fundamental para que las plantas se desarrollen en todas sus etapas fisiológicas. Por otra parte, se constituyen de aproximadamente 90 % de agua (Meara, 2018, p. 1).

Según la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF, 2002) los riegos se deben realizar en horas de la mañana y por la tarde, de tal manera que el sustrato presente condiciones de capacidad de campo y de esa manera provea de agua sin déficit ni exceso (p.27).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Especie nativa

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2000) menciona que, una especie nativa, autóctona o indígena vive presente dentro de su zona de forma natural; es decir que su presencia y posibilidad de dispersión dentro de la zona lo ocupa naturalmente sin la introducción directa o indirecta de la intervención de los seres humanos. (p.96)

2.3.2. Germinación

Instituto Nacional Tecnológico (INATEC, 2016) sostiene que: “La germinación es el conjunto de fenómenos que ocurren cuando el embrión contenido de la semilla pasa de la vida latente a la vida activa. Ocurre cuando las reservas nutritivas son movilizadas por la acción de las diastases, al ser puesta la semilla en condiciones de temperatura y humedad adecuadas” (p.4).

2.3.3. Vivero

CONDESAN (2014) considera a un vivero como: “El área donde nacen y crecen las plántulas bajo diferentes técnicas de producción, en este espacio permanecen hasta poseer un desarrollo adecuado del sistema radicular y de la parte aérea hasta finalmente ser trasladadas a campo definitivo” (p.5).

2.3.4. Almacigo

“Es el lugar donde se colocan las semillas en condiciones controladas de humedad, luz, sustratos, etc., para su germinación, y posteriormente después que las plántulas poseen

tamaño adecuado son repicadas en otro ambiente para seguir con su desarrollo” (Díaz, 2015, p.2).

2.3.5. Semilla

Según el Real Jardín Botánico (RJB, 2010), el embrión de una nueva planta es la semilla y está al caer en tierra germinará, la podemos encontrar en la parte interna del fruto. Cada planta tiene una semilla diferente las hay en varios tamaños, formas y colores (p.8).

2.3.6. Plántulas

“En Botánica, se denomina plántula al estadio del desarrollo del esporófito que comienza cuando la semilla rompe su dormancia y germina, y termina cuando el esporofito desarrolla sus primeras hojas maduras o funcionales” (Chávez, 2017, p.1).

2.3.7. Crecimiento

“El crecimiento es el aumento irreversible de las dimensiones de todo organismo vivo. El crecimiento se da por el incremento de tamaño y número de las células en la división celular” (Neyoi, 2012, p.2).

2.3.8. Sobrevivencia de planta

Tello (1984) sostiene que la sobrevivencia de plántula se refiere al: “Número de individuos que se encuentran vivos al final del periodo de evaluación” (p.31).

2.3.9. Calidad de planta

Saldaña (2015) sostiene que la calidad de planta: “Es la característica externa que presenta la planta al final del periodo de evaluación del ensayo” (p.31).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

El estudio fue realizado en vivero construido en terrenos del autor, está ubicado en el caserío de Colpamayo, distrito de Chota, provincia de Chota, región de Cajamarca, localizado geográficamente en las Coordenadas UTM Datum WGS 1984 Zona 17S: Este: 760692 y Norte: 9273090 y a una altitud de 2 411 m s. n. m. (Figura 1). El clima de la región, de acuerdo con la categorización de Thornthwaite es del tipo lluvioso, semifrío y húmedo, con ausencia de lluvias en las estaciones de otoño e invierno, y se caracteriza por poseer en media 15,6 °C; 958,1 mm y 79,3 % de temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, respectivamente (Ministerio de Agricultura, citado por Sánchez y Vásquez, 2010).



Figura 1. Mapa de ubicación del lugar en donde se realizó el ensayo.

3.2. Formulación de hipótesis

3.2.1. Hipótesis

Existe influencia de los diferentes sustratos en la germinación y crecimiento de *D. integrifolium* en vivero, Chota - Cajamarca.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Primera fase de germinación de semillas

- Población.

La población estuvo comprendida por todas las semillas presentes en los frutos de los árboles adultos de *D. integrifolium* que se encuentran en el caserío de Colpatuapampa.

- Muestra

La muestra estuvo constituida por 2000 semillas de *D. integrifolium*.

3.3.2. Segunda fase de crecimiento de plantas de *D. integrifolium*

- Población

La población estuvo compuesta por 1704 plantas de *D. integrifolium*. (Plantas germinadas en la primera fase del experimento).

- Muestra

La muestra estuvo constituida por 400 plantas de *D. integrifolium*.

3.4. Equipos, materiales e insumos requeridos

3.4.1. Material experimental

a) Semillas de *D. integrifolium*

Para el presente trabajo de investigación fueron utilizados semillas provenientes de árboles de *D. integrifolium* del caserío de Colpatuapampa del distrito de Chota.

b) Sustratos

Fueron utilizados 5 sustratos de los cuales, el primero fue probado en su forma original (T1=suelo agrícola) y los cuatro restantes fueron combinados en proporciones diferentes, siendo, utilizado para ello insumos como humus de lombriz, tierra agrícola y arena de río, de tal manera que se obtuvo los siguientes sustratos: T2=suelo agrícola + arena de río (2:1), T3=suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2:1:1), T4= arena de río + humus de lombriz (1:1), T5= suelo agrícola + humus de lombriz (1:1).

El humus de lombriz fue adquirido en la Institución Educativa Técnica Experimental Agropecuario de Chota “Almirante Miguel Grau”, la arena fina fue obtenida de la ribera del río Chotano y la tierra agrícola fue colectada de los alrededores del lugar donde fue construido el vivero.

c) Equipos

Los equipos utilizados fue vernier digital para registrar medidas del diámetro del tallo de las plantas, laptop para procesar datos y redactar la tesis, cámara fotográfica para registrar imágenes de todo el proceso experimental.

d) Otros materiales

Se utilizó un cuaderno de campo para anotar los datos obtenidos en el experimento y demás observaciones, regla milimetrada de 30 cm para medir la altura de la plantas, repicador para hacer hoyos en las bolsas de polietileno 4” x 7”x 2 mm que contenían a los sustratos en estudio, regadera para riegos frecuentes en el almácigo y durante el crecimiento de las plantas, malla raschel color verde (50 % de sombra) para dar condiciones adecuadas de radiación solar y con ello obtener excelentes resultados durante las fases de germinación de semillas y crecimiento de las plantas, se utilizó carretilla para el transporte de sustratos dentro del vivero y como instrumento de medida en la mezcla de los sustratos utilizados para los distintos tratamientos, un tamiz de 0,64 mm para separar impurezas presentes en los insumos que fueron parte de los sustratos.

También fue utilizado una palana recta para la mezcla de los sustratos, se utilizó formol al 40 % para desinfectar los sustratos, y plásticos para evitar la salida del formol por dos días, también fue utilizado tablas de eucalipto y ciprés, para construir las camas de almácigo, también fue utilizado ladrillos para construir espacios tipos cajas para albergar a las plantas repicadas según el diseño experimental adoptado (Figuras 2 y 3).

3.5. Metodología de la investigación

3.5.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue experimental, debido a que se evaluó el efecto de diferentes sustratos para determinar, tanto, el porcentaje de germinación de semillas de *D.*

integrifolium en cama de almácigo a cada siete días y el crecimiento de plantas después del repique cada 15 días.

3.5.2. Diseño de investigación

- Fase 1. Porcentaje de germinación de semillas de *D. integrifolium* en función de diferentes sustratos

La primera fase del estudio fue conducida en Diseño Completos al Azar (DCA) con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 100 semillas por parcela experimental, en la Tabla 1 se especifican los tratamientos y en la Figura 2 se da a conocer la forma como los tratamientos fueron distribuidos de acuerdo con el diseño experimental.

Tabla 1.

Tratamientos para evaluar el porcentaje de germinación en semillas de Delostoma integrifolium D. Don

Tratamientos	Sustratos	N° de repeticiones	N° de semilla/ parcela	N° de semilla/ tratamiento
T1	Suelo agrícola	4	100	400
T2	Suelo agrícola+ arena de río (2:1)	4	100	400
T3	Suelo agrícola + arena de río + Humus de lombriz (2: 1 :1)	4	100	400
T4	Arena de río+ Humus de lombriz (1:1)	4	100	400
T5	Suelo agrícola+ Humus de lombriz (1:1)	4	100	400
TOTAL		20	500	2000

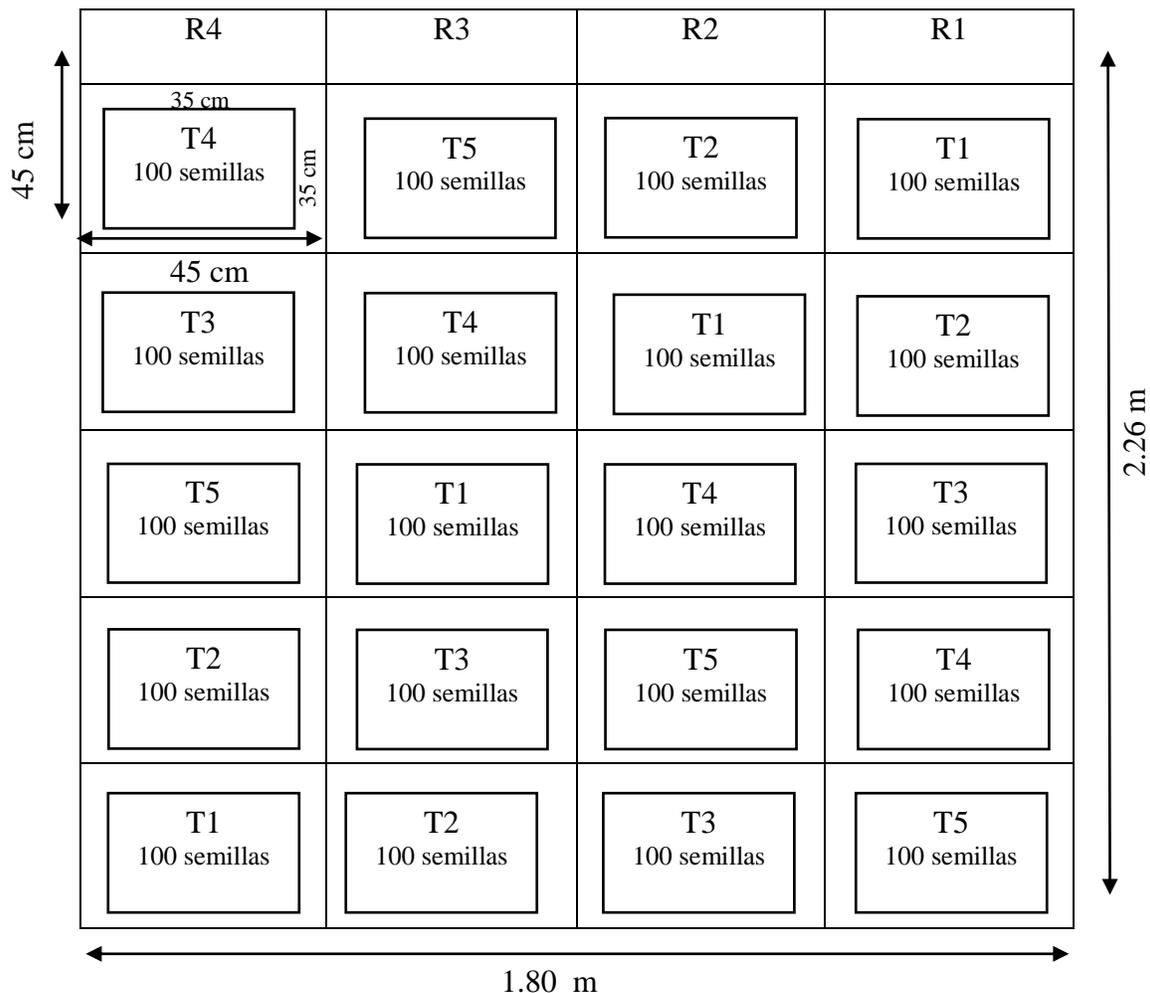


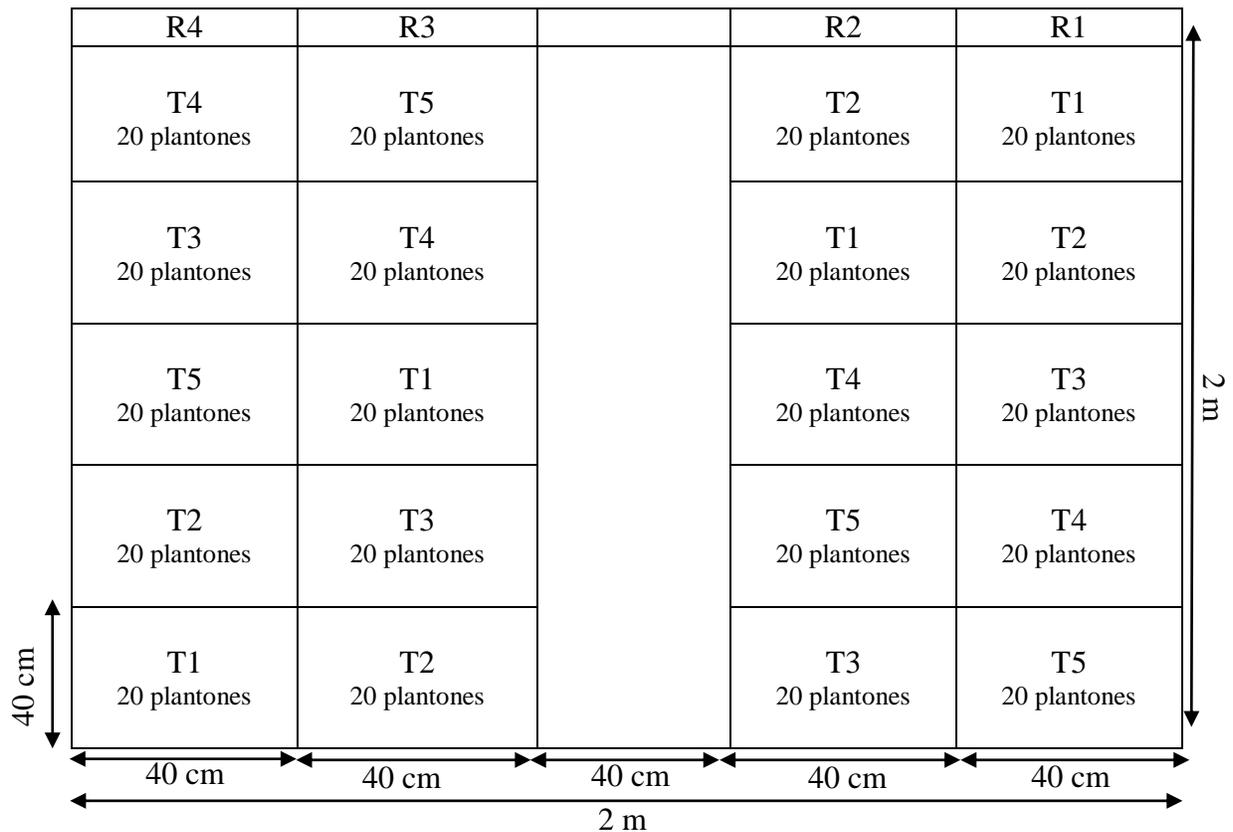
Figura 2. Croquis experimental para el almacigado.

- Fase 2. Evaluación del crecimiento de la altura, diámetro y número de hojas verdaderas y falsas de plantas de *D. integrifolium* por efecto de diferentes sustratos

La segunda fase conducida en Diseño Completos al Azar (DCA) con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 20 plantas por parcela experimental, en la Tabla 2 se detalla los tratamientos y en la Figura 3 se presenta la distribución de los tratamientos de acuerdo con el diseño experimental.

Tabla 2.*Tratamientos para determinar el crecimiento de plantas de Delostoma integrifolium D. Don*

Tratamientos	Sustratos	N° de repeticiones	N° de plántulas /parcela	N° de plántulas /tratamiento
T1	Suelo agrícola	4	20	80
T2	Suelo agrícola+ arena de río (2:1)	4	20	80
T3	Suelo agrícola + arena de río + Humus de lombriz (2: 1 :1)	4	20	80
T4	Arena de río+ Humus de lombriz (1:1)	4	20	80
T5	Suelo agrícola+ Humus de lombriz (1:1)	4	20	80
TOTAL		20	100	400

**Figura 3.** Croquis experimental para el repique.

Modelo matemático:

El modelo matemático para un Diseño Completos al Azar (DCA) es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : es el valor observado de la característica estudiada, en el tratamiento i ($i = 1, 2, \dots, I$) y en la repetición j ($j = 1, 2, \dots, J$).
- μ : es la media general (de todas las observaciones) del experimento
- τ_i : es el efecto del i -ésimo tratamiento.
- e_{ij} : es el error asociado a la observación Y_{ij} , o efecto de los factores no controlados sobre la observación Y_{ij} .

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.3.1. Técnicas de recolección de datos:

- Fase de campo

a. Selección de árboles

Los frutos para la obtención de semillas fueron colectados de árboles ubicados en el caserío de Colpatuapampa, Chota, Cajamarca, Perú. La colecta del material fue realizada de árboles en época reproductiva (árboles en madurez sexual), en el mismo estado fenológico de maduración de frutos, y con características morfológicas semejantes de altura y diámetro de copa.

b. Recolección de los frutos

Los frutos fueron colectados en el mismo estado de maduración, sin daño mecánico y libre de plagas y enfermedades. La colecta fue de la parte

inferior y central del árbol, se realizó de forma manual, y cuidadosamente fueron colocados en papel periódico y en bolsas de papel.

c. Secado y extracción de semillas

Para obtener las semillas, los frutos fueron secados y colocados sobre una manta para ser expuestos a temperatura ambiente a plena luz del día por un periodo de 15 días, hasta lograr la abertura natural de los frutos.

d. Selección de semillas botánicas para la siembra

Las semillas fueron colocadas sobre una superficie plana limpia y bajo techo. En seguida fueron seleccionadas, descartando aquellas que presentaron anomalías (con enfermedades y plagas, fisuradas, pequeñas e incompletas).

- **Fase de vivero**

a. Acondicionamiento del área para el vivero.

El vivero fue construido en un área plana y cerca de una toma de agua con la finalidad de tener agua constante para el riego de las plantas. El vivero tuvo un área de 22 m², siendo la altura del tinglado de 2,20 m en los laterales y 2,50 en la parte central, en la construcción del tinglado fue utilizada malla Raschel color verde (50% de sombra) (Figura 27).

b. Construcción de camas de almácigo

De acuerdo con el diseño experimental fueron construidas las camas de almácigo. Para ello se utilizó 20 cajas de madera de forma cuadrada con medidas: 35 cm ancho x 35 cm largo x 20 cm de alto, donde fue colocado los sustratos de acuerdo con el diseño experimental.

c. Preparación del sustrato.

Los insumos para los sustratos fueron adquiridos localmente. Antes de proceder a combinarlos, fueron separados tamizados para eliminar diferentes objetos ajenos a cada uno de los sustratos (piedras, trozos de madera, terrones grandes de tierra) con la ayuda de un tamiz de 0,64 mm, con la finalidad de poseer sustratos homogéneos.

d. Distribución del sustrato.

Una vez preparados los cinco tratamientos, se colocaron en las cajas de madera formando las parcelas de acuerdo con el diseño experimental.

e. Siembra.

Las semillas fueron colocadas a una distancia de cinco milímetros aproximadamente entre ellas, la siembra fue de forma manual y ordenada, procurando que toda la superficie plana de las semillas esté en contacto con el sustrato. En seguida las semillas fueron cubiertas por un centímetro de capa con el mismo sustrato.

- Actividades de conducción en las fases 1 y 2

a. Riego

El riego en la germinación de las semillas fue aplicado durante 15 minutos a cada dos días con la finalidad de llevar los sustratos a capacidad de campo, para ello fue utilizada una regadera manual. En la fase de crecimiento de las plantas, durante los primeros 15 días el riego fue interdiario por un periodo de 5 minutos para asegurar su establecimiento (en época de verano) y con ello obtener el 100%

de sobrevivencia. Posteriormente, a medida que crecían las plantas, el riego fue a cada 3 días en promedio durante 10 minutos.

b. Deshierbos

El deshierbo fue realizado de forma manual, tanto, en las camas de germinación, repique, y en los alrededores del vivero, esta actividad fue realizada con el propósito de evitar que las plantas compitan por agua, luz y nutrientes, y con ello garantizar el crecimiento y desarrollo de las plantas.

c. Evaluación del número de semillas germinadas

La evaluación fue a cada siete días, durante un periodo de 35 días, con la finalidad de tener mejor control de la germinación de las semillas. Se realizó mediante el conteo simple del número de semillas germinadas, es decir se consideró semilla germinada aquella que presentó la emergencia de la plúmula y su correspondiente par de cotiledones.

d. Evaluación del crecimiento de las plantas

Después que las plántulas alcanzaron tres centímetros de altura y cuatro hojas fueron repicadas en bolsas de color negro de polietileno de 4" x 7"x 2 mm. Posteriormente las bolsas fueron colocadas en las cajas de ladrillo para conformar las parcelas experimentales según el diseño experimental. Luego del establecimiento de las plantas fue realizada la mensuración de altura, diámetro, número de hojas verdaderas y falsas, cada 15 días por un periodo total de 105 días.

3.5.3.2. Instrumentos de recolección de datos

a. Para evaluación de las variables en estudio

Fue utilizado planillas para evaluar la germinación y el crecimiento de las plantas (Anexo 2). Así mismo, fueron utilizados regla milimetrada y vernier digital para evaluar la altura y diámetro basal de las plantas, respectivamente.

3.6. Análisis estadístico

Para verificar si los datos cumplieron con las presuposiciones de análisis de varianza fue realizada las pruebas de normalidad de datos (Lilliefors) y homogeneidad de varianzas (Cochran) (Anexo 3). Siendo normales y homogéneos, los datos de las variables porcentaje de germinación de semillas, altura, diámetro basal y número de hojas verdaderas fueron sometidos a análisis de varianza en base a prueba de F a 5% de probabilidad, de otro lado, los datos de la variable número de hojas falsas no cumplieron con las presuposiciones, por esta razón fue transformada mediante el método de raíz cuadrada más 1 ($\sqrt{x + 1}$).

Seguidamente, para comparar las medias de los tratamientos fue realizada la prueba de Scott-Knott a 5% de probabilidad. La verificación de las presuposiciones de análisis de varianza fue realizada utilizando los programas Excel (2019) y BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007), y los análisis de varianza y prueba de medias fueron realizados con el software SISVAR (Ferreira, 2011).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de germinación de semillas de *D. integrifolium*

El análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de semillas de *D. integrifolium* mostró que el factor sustratos provocó diferencias estadísticas significativas sobre la variable en estudio según la prueba de F a 5 % de probabilidad a los 35 días de evaluación. Por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV%) mostró muy buena precisión en la colecta de los datos, de acuerdo con la clasificación de valores de CV (%) sugeridos por Martínez (1970) (Tabla 3).

Tabla 3.

Análisis de varianza para % de germinación de semillas de Delostoma integrifolium D. Don por efecto de diferentes sustratos.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	Pvalor
Sustratos	4	2017,2	504,3	6,89*	0,0023
Residuo	15	1097,75	73,18		
CV (%)			10,06		

* Significativo al nivel de 5 % de probabilidad según la prueba de F.

Seguidamente, se muestra la prueba de medias de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para la variable porcentaje de germinación de *D. integrifolium* por efecto de diferentes sustratos en condiciones de vivero convencional. Nótese, que los tratamientos (T4) arena de río+ humus de lombriz (1:1); (T2) suelo agrícola+ arena de río (2:1) y (T3) suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2:1:1), presentaron estadísticamente los mismos resultados con una media igual de 93,2 % de germinación. Sin embargo, fueron estadísticamente superior a los sustratos compuestos por (T5) suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1) y (T1) suelo agrícola,

que en media lograron solamente 73 % de germinación a los 35 días después de la siembra (Tabla 4).

Tabla 4.

*Prueba estadística de Scott-Knott para el porcentaje de germinación de semilla de *Delostoma integrifolium* D. Don por efecto de diferentes sustratos.*

Sustratos	Medias (%)
(T5) Suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1)	70,8 b
(T1) Suelo agrícola	75,0 b
(T4) Arena de río+ humus de lombriz (1:1)	92,5 a
(T2) Suelo agrícola+ arena de río (2:1)	93,0 a
(T3) Suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1 :1)	94,0 a
<i>Promedio</i>	85,1

Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Scott-Knott a 5 % de probabilidad.

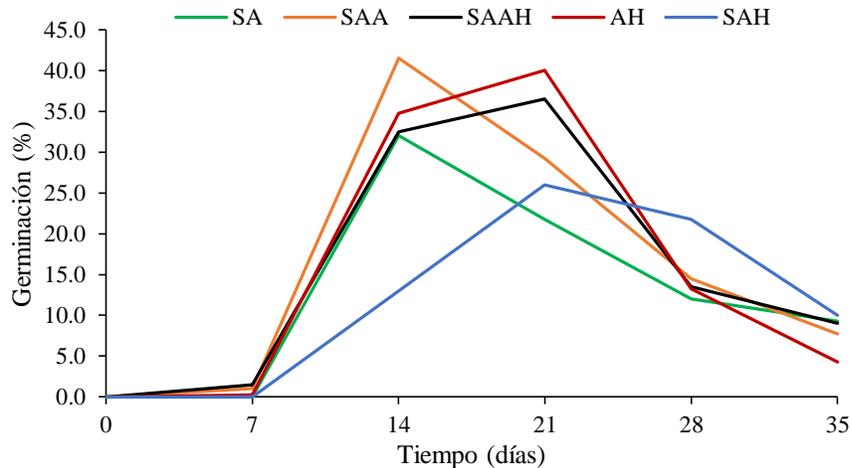
Con todo, los resultados observados en este estudio fueron bien superiores a los reportados (27 %) por Abanto (2017) al trabajar con sustrato tierra agrícola, compost y arena en la germinación de semillas de *D. integrifolium* provenientes de diferentes localidades.

Por otro lado, resultados parecidos a los obtenidos en este ensayo fueron reportados por Honorio et al. (2017), trabajando con estiércol de bovino (50 %) y 50 % de arena en la germinación de *Euterpe oleraceae* (Mart.). Así mismo, Méndez et al. (2009) determinaron que las semillas de *Psidium guajava* L., presentaron mayor porcentaje de germinación en arena (84,58 %), en relación a los sustratos compuestos por arena+suelo y suelo que obtuvieron en media 55,83 % y 45,42 %, respectivamente.

Del mismo modo, Onofre-Neto (2015), determinó mayor porcentaje de germinación de semillas de *Calycophyllum spruceanum* en el sustrato arena y tierra vegetal +arena.

También, Queiroz (2017) empleando arena+vermiculita determinó mayor porcentaje de germinación de semillas de *Dimorphandra wilsonii* en camas de vivero convencional.

Por otro lado, en la Figura 4 se observa que las semillas de *D. integrifolium* comenzaron a germinar a partir de los siete días después de iniciado el experimento. El mayor porcentaje de germinación en todos los tratamientos ocurrió entre los siete y 21 días y posteriormente decreció en todos los tratamientos sin gran variación en los días posteriores. También se destaca que los tratamientos donde no fue adicionado arena en la composición de los sustratos (T1: SA-suelo agrícola y T5: SAH: suelo agrícola + humus de lombriz), el porcentaje de germinación de semillas disminuyó en relación con los otros tratamientos.



Donde: T1: SA-suelo agrícola, T2: SAA: suelo agrícola +arena de río, T3: SAAH: suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz, T4: AH: arena de río + humus de lombriz, T5: SAH: suelo agrícola +humus de lombriz.

Figura 4. Representación gráfica del porcentaje de germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don por efecto de diferentes sustratos durante 35 días de evaluación.

Al respecto, Alves et al. (2002) indican que, varios factores abióticos afectan la germinación de las semillas, entre ellas la temperatura y el sustrato ya que influencia en la imbibición de las semillas debido algunas características como el potencial hídrico y la capacidad de conducción térmica (Wagner et al., 2006).

En este trabajo, la adición de arena de río influyó positivamente la germinación de las semillas, dado que este material incrementó la porosidad, drenaje y consecuentemente el intercambio de los gases en los sustratos. Resultados equivalentes fueron reportados por Pacheco et al. (2006), al trabajar con la germinación de semillas de *Myracrodruon urundeuva* (Fr.All.) en sustratos compuestos por arena y estiércol de bovino.

De manera general, los resultados revelan que todos los tratamientos elaborados con arena de río combinado con otros insumos como humus de lombriz y tierra agrícola presentaron los mejores resultados para el porcentaje de germinación de semillas de *D. integrifolium*. En ese sentido, Negreiros et al. (2004) mencionan que la asociación de materiales, especialmente en mezcla, permite mejorar las condiciones para el crecimiento de plantas, de este modo, es aconsejable mezclar sustratos inertes como arena a los orgánicos para mejorar la textura y proporcionar condiciones adecuadas. Cuando se mezcla correctamente el sustrato orgánico retiene humedad y provee de nutrientes, en cuanto la arena actúa como condicionador físico evitando el desarrollo de malas hierbas, mejorando la aireación de la zona radicular y aumentando la temperatura del sustrato (Alfonso et al., 2017).

Así mismo, en la Tabla 4, se observa que los tratamientos T1 y T5 compuestos por suelo agrícola y suelo agrícola combinado con humus de lombriz presentaron los menores valores de germinación de semillas. Esto puede ser atribuido a la reducida aireación de los

sustratos, lo que resulta en una ausencia parcial o total de oxígeno para las raíces, indicando la necesidad de combinarlo con insumos de poros grandes (Spomer, 1980). Por esta razón, Bunt (1988) indica que, para obtener mejores condiciones en porosidad de un sustrato y con capacidad de retención de humedad se debe añadir materiales porosos como arena, puesto que favorece los intercambios gaseosos y la reorganización del sistema de membranas celulares, la activación del sistema enzimático hidrolítico, la traslocación y de reservas nutritivas de la semilla a la plántula permitiendo mayor expresión y vigor (Alfonso et al., 2017).

En el mismo sentido, Bewley & Black (1994) mencionan que la germinación de las semillas puede ser influenciada por algunos factores, tales como la humedad, temperatura, oxígeno y luz. Además, Figliolia, Oliveira y Piña (1993) refieren que el sustrato para la germinación debe proporcionar condiciones favorables para la germinación, bien como soporte físico para el desarrollo de la planta. Así mismo en la elección del sustrato se debe llevar en consideración principalmente algunas características como drenaje y aireación, capacidad de absorción y retención de agua, ausencia de plagas y enfermedades, sustancias tóxicas, tamaño de la semilla, además de proporcionar facilidad para la evaluación de las plántulas durante el experimento de germinación. (Fonseca, 2001 & Frade et al., 2011)

4.2. Crecimiento de *Delostoma integrifolium*

4.2.1. Altura de plantas de *D. integrifolium*

En el análisis de varianza para la variable altura (cm) de plantas de *D. integrifolium* fue verificado que el factor sustratos causó diferencias estadísticas significativas sobre la variable en estudio, según la prueba de F a 5 % de probabilidad a los 105 días de evaluación. Por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV%) mostró que hubo muy buena precisión

en la colecta de los datos, de acuerdo con la clasificación de valores de Martínez (1970) (Tabla 5).

Tabla 5.

*Análisis de varianza para la altura de plantas (cm) de *Delostoma integrifolium* D. Don por efecto de diferentes sustratos.*

FV	GL	SC	CM	FC	pvalor
Sustratos	4	193,03	48,26	7,41*	0,0017
Residuo	15	97,65	6,51		
CV (%)			10,90		

* Significativo al nivel de 5 % de probabilidad según la prueba de F.

Por otro lado, en la Tabla 6, se observa la prueba de medias de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para la altura de plantas de *D. integrifolium* en condiciones de vivero convencional. De este modo, los sustratos compuestos por (T1) suelo agrícola y (T5) suelo agrícola + humus de lombriz (1:1), estadísticamente presentaron los mismos resultados obteniendo plantas con 27 cm de altura en media, sin embargo, presentaron diferencias estadísticas significativas en relación con los tratamientos: (T2) suelo agrícola+ arena de río (2:1) y (T3) suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1 :1) puesto que, en media fue verificado plantas con 22 cm de altura. De igual manera, fueron estadísticamente superior al tratamiento (T4) arena de río+ humus de lombriz (1:1) que solamente produjo plantas de *D. integrifolium* con 18,5 cm de altura en media a los 105 días de evaluación.

Por tanto, los tratamientos compuestos por (T1) suelo agrícola y (T5) suelo agrícola + humus de lombriz (1:1) tuvieron mejores atributos de fertilidad y disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de las plantas en altura. Estos resultados son muy importantes dado que por medio del uso de estos sustratos se obtuvo mayor calidad de plantas en altura. Al respecto Mexal y Lands (1990) indican que, la altura de las plantas es una característica

que proporciona una buena estimación acerca del pronóstico del crecimiento de las plantas en campo definitivo. Del mismo modo, Gomes et al. (2002) indican que la altura es una de las variables morfológicas más importantes para estimar el desarrollo de las plantas.

Tabla 6.

*Prueba estadística de Scott-Knott para la altura de plantas (cm) de *Delostoma integrifolium* D. Don por efecto de diferentes sustratos.*

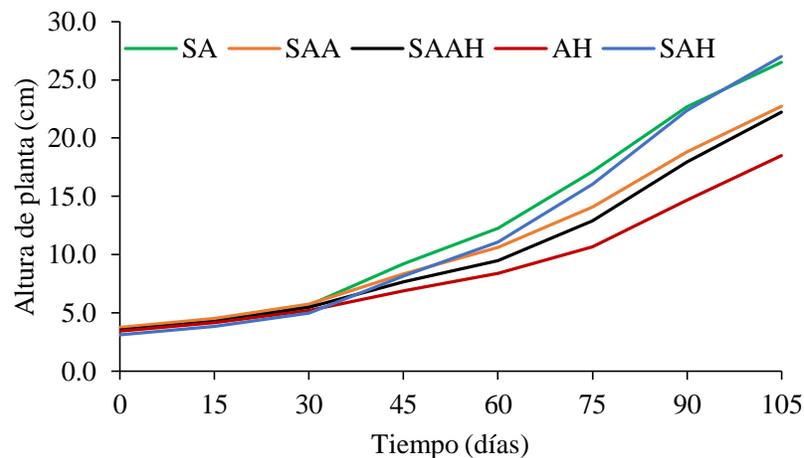
Sustratos	Medias
(T4) Arena de río+ humus de lombriz (1:1)	18,5 c
(T2) Suelo agrícola+ arena de río (2:1)	22,2 b
(T3) Suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1 :1)	22,7 b
(T1) Suelo agrícola	26,5 a
(T5) Suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1)	27,0 a
Promedio	23,4

Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Scott-Knott a 5% de probabilidad.

En el mismo sentido, Carneiro (1995) considera que plantas de buen porte tendrán mayores posibilidades de sobrevivencia y desarrollo, y para que sean consideradas de excelente calidad, la altura de la parte aérea tendrá que ser compatible con el diámetro basal.

Posteriormente en la Figura 5, se observa que todos los tratamientos tuvieron efecto similar sobre el crecimiento de las plantas en altura (cm) hasta los 30 días después del repique, a partir de este periodo la altura fue variando en función de la composición de cada sustrato. En ese sentido, se aprecia que los valores de altura de las plantas influenciadas por los tratamientos suelo agrícola (SA) y suelo agrícola + humus de lombriz (SAH) tuvieron mayor tasa de crecimiento durante el tiempo de evaluación (105 días) presentando en media 27 cm de altura. Por el contrario, los tratamientos que tuvieron menor efecto positivo sobre esta variable fueron suelo agrícola + arena de río (SAA), suelo agrícola + arena de río +

humus de lombriz (SAAH), seguido del tratamiento compuesto por arena de río + humus de lombriz (AH) con 22,7; 22,2 y 18,5 cm de altura, respectivamente. Resultados semejantes los obtuvo Castro et al. (2014), al estudiar diferentes fuentes alternativas de sustratos para la producción de plantas de *Schizolobium parahyba* con diferentes fuentes alternativas en base a estiércol de bovino, humus y residuos de papa.



Donde: T1: SA-suelo agrícola, T2: SAA: suelo agrícola +arena de río, T3: SAAH: suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz, T4: AH: arena de río + humus de lombriz, T5: SAH: suelo agrícola +humus de lombriz.

Figura 5. Representación gráfica de la altura de plantas (cm) de *Delostoma integrifolium* D. Don por efecto de diferentes sustratos hasta los 105 días después del repique.

4.2.2. Diámetro basal de plantas de *D. integrifolium*

En el análisis de varianza para la variable diámetro basal de las plantas de *D. integrifolium* fue verificado que el factor sustratos provocó diferencias estadísticas significativas sobre la característica en estudio, según la prueba de F a 5 % de probabilidad a los 105 días de evaluación. Por otro lado, el valor del coeficiente de variabilidad (CV%) mostró que hubo muy buena precisión en la colecta de los datos de acuerdo con la categorización de los valores reportados por Martínez (1970) (Tabla 7).

Tabla 7.

*Análisis de varianza para el diámetro basal de plantas (mm) de *Delostoma integrifolium* D. Don por efecto de diferentes sustratos.*

FV	GL	SC	CM	FC	pvalor
Sustratos	4	2,81	0,70	15,37*	0,0000
Residuo	15	0,68	0,05		
CV (%)			4,28		

* Significativo a 5 % de probabilidad según la prueba de F.

De otro lado, en la Tabla 8, se muestra la prueba de medias de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para la variable diámetro basal (mm) de plantas de *D. integrifolium*, por efecto de diferentes sustratos. Nótese, que los sustratos compuestos por (T5) suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1) y (T1) suelo agrícola, estadísticamente presentaron los mismos resultados de 5,4 mm de diámetro basal en media. No obstante, presentaron diferencias estadísticas significativas con relación a los tratamientos (T2) suelo agrícola+ arena de río (2:1) y a los tratamientos (T4) arena de río+ humus de lombriz (1:1) y (T3) suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1:1) que obtuvieron en media plantas con 5 mm y 4,6 mm de diámetro basal, respectivamente, a los 105 días de evaluación (Tabla 8).

Tabla 8.

*Prueba estadística de Scott-Knott para el diámetro de plantas de *Delostoma integrifolium* D. Don por efecto de diferentes sustratos.*

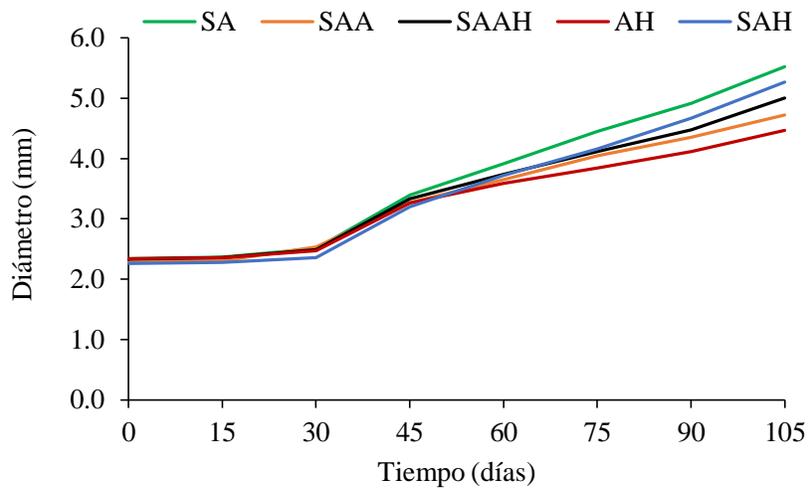
Sustratos	Medias
(T4) Arena de río+ humus de lombriz (1:1)	4,5 c
(T3) Suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1 :1)	4,7 c
(T2) Suelo agrícola+ arena de río (2:1)	5,0 b
(T5) Suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1)	5,3 a
(T1) Suelo agrícola	5,5 a
Promedio	5,0

Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Scott-Knott a 5 % de probabilidad.

Al igual que, en la altura de las plantas, los mejores resultados en diámetro basal (mm) también fueron obtenidos en los sustratos (T5) suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1) y (T1) suelo agrícola. Al respecto, Gomes et al. (2002) resaltan que el diámetro basal al igual que la altura de la parte aérea también es una de las características más trascendentales a ser consideradas para estimar la sobrevivencia de las plantas en campo definitivo.

Del mismo modo, Davide y Faria (2008), sostienen que, las plantas con diámetro basal inferior a tres milímetros son fácilmente afectadas por hormigas y por lluvias intensas. Adicionalmente, el diámetro basal es una característica importante para evaluar en la etapa de producción de plantas, ya que está relacionada con el índice de sobrevivencia y crecimiento inicial de las plantas en campo. En ese sentido, cuanto mayor es el diámetro, mejor será el equilibrio con la parte aérea principalmente cuando se exige rusticidad de las plantas (Kratz, 2011).

En la Figura 6, se aprecia que todos los tratamientos provocaron efecto similar sobre el crecimiento de las plantas en diámetro basal (mm) hasta los 30 y 45 días después del repique, a partir de este periodo el diámetro basal fue incrementándose en todos los tratamientos, sin embargo, fue observado que el desarrollo de las plantas a lo largo del tiempo fue distinto en función de cada sustrato. Así, las plantas influenciadas por los tratamientos: suelo agrícola (SA), suelo agrícola + humus de lombriz (SAH) y suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (SAAH), sobresalieron alcanzando en media 5,5; 5,3 y 5 mm de diámetro, respectivamente. Por el contrario, los tratamientos que provocaron menores resultados fueron suelo agrícola + arena de río (SAA) seguido del tratamiento compuesto por arena de río + humus de lombriz (AH) con 4,7 y 4,5 mm, respectivamente.



Donde: T1: SA-suelo agrícola, T2: SAA: suelo agrícola +arena de río, T3: SAAH: suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz, T4: AH: arena de río + humus de lombriz, T5: SAH: suelo agrícola +humus de lombriz.

Figura 6. Representación gráfica del diámetro basal de plantas (mm) de *Delostoma integrifolium* D. Don por efecto de diferentes sustratos durante 105 días de evaluación.

Los resultados obtenidos en estos sustratos coinciden con lo reportado por Gomes y Silva (2004), donde señalan que, en ocasiones los sustratos deben ser constituidos de diferentes materiales, pues, apenas un material puro difícilmente conseguirá presentar todas las características para componer un buen sustrato, y aún más los autores manifiestan que cada especie vegetal tiene preferencias por una determinada combinación de sustratos para su desarrollo.

Por otro lado, Gomes et al. (2002) refieren que, para plantaciones forestales las plantas deben tener entre 25 y 35 cm de altura y diámetro basal entre 5 a 10 mm. De este modo, se puede afirmar que las plantas de *D. integrifolium* producidas con los tratamientos T5 y T1 se encuentran dentro de las medidas adecuadas para ser plantadas en campo definitivo por estar dentro de los rangos señalados por los autores antes citados.

Resultados semejantes fueron determinados por Goés et al. (2011) al constatar que la utilización de humus de lombriz mostró ser eficiente en el crecimiento inicial de plantas de *Tamarindus indica* L. Así mismo, Abanto et al. (2016) determinaron que los sustratos [Tierra aluvial + cascarilla de arroz + gallinaza] y [Tierra agrícola+ cascarilla de arroz + gallinaza], elaborados con residuos de origen animal y vegetal presentaron mayor eficacia en el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). Del mismo modo, Alves & Freire (2017), determinaron que la utilización de los sustratos conteniendo suelo + cáscara de arroz carbonizada y suelo + cascara de arroz carbonizada + polvo de coco + estiércol de bovino favoreció la calidad de las plantas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC).

Por otro lado, Almeida et al. (2020) reportó resultados diferentes, dado que la utilización arena+compuesto orgánico optimizó la producción de plantas de la especie forestal *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC), en comparación con sustratos comerciales por ser de menor costo y por permanecer menor tiempo en el vivero.

Por otra parte, los resultados determinados en esta investigación están más relacionados con la presencia de la materia orgánica y las clases texturales de cada sustrato, siendo en este caso de 6,27 % y de 4,87 %, para los sustratos (T5) suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1) y (T1) suelo agrícola, respectivamente (Anexo 1).

De acuerdo con Pereira (1997), el humus de lombriz es un producto orgánico que puede ser utilizado como abono natural, puesto que, aporta materia orgánica al suelo, mejora la estructura del suelo, aumenta la actividad microbiana y además provee de elementos esenciales como el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y también micronutrientes, también, aumenta la capacidad de retención de humedad, disminuye la compactación del suelo

promoviendo mayor aireación y como consecuencia mayor enraizamiento con lo cual aumenta la capacidad de captación de nutrientes.

Por otro lado, los valores del pH no fueron un factor limitante, puesto que, todos los sustratos presentaron valores muy próximos entre 6,5 y 7 (Anexo 1) de esta manera, los nutrientes en estas condiciones sí estuvieron disponibles para las plantas, dado que, estaban dentro del rango denominado como neutro. Sin embargo, en los tratamientos (T4) arena de río+ humus de lombriz (1:1) y (T3) suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2:1:1) se observa que el pH fue de 7 y 7.1, respectivamente, en ese sentido, bajo estas condiciones algunos micronutrientes esenciales como el boro hierro, manganeso, cobre y zinc, pudieron no estar disponibles, dado que, la abundancia de iones OH^- produce la precipitación de estos compuestos insolubles. Por esta razón, estos micronutrientes se vuelven no-disponibles para su absorción por las raíces de las plantas (Osorio, 2012; Rivera et al., 2018).

En relación con la clase textural, los resultados muestran que el franco arenoso y el arcillo arenoso pertenecientes a los sustratos (T5) suelo agrícola + humus de lombriz (1:1) y (T1) suelo agrícola, respectivamente, mostraron ser eficientes para el desarrollo inicial de plantas de *D. integrifolium*. Entre tanto, es necesario señalar que estos sustratos sin aplicarles arena de río como componente ya poseían características de arenosos. De este modo, los tratamientos (T4) arena de río+ humus de lombriz (1:1), (T3) suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2:1:1) y (T2) suelo agrícola + arena de río (2:1) no respondieron eficientemente en las características vegetativas de las plantas, porque al agregar arena, se disminuyó la cantidad de materia orgánica y consecuentemente la disponibilidad de nutrientes.

Adicionalmente, es necesario destacar la eficiencia del sustrato tierra agrícola, puesto que, sin la adición de arena y humus de lombriz, contribuyó eficientemente con el aumento de la calidad de las plantas. Esto es muy importante para los viveristas y programas de reforestación ya que va a disminuir los costos de producción al reducir la incorporación de materia orgánica y por estar disponible localmente.

4.2.3. Hojas verdaderas de plantas de *D. integrifolium*

De igual forma, fue verificado que el factor sustrato provocó diferencias estadísticas significativas sobre la variable número de hojas verdaderas en plantas de *D. integrifolium* según la prueba de F a 5 % de probabilidad a los 105 días de evaluación (Tabla 9). Por otro lado, el valor del coeficiente de variabilidad (CV%) mostró que hubo muy buena precisión en la colecta de los datos, de acuerdo con la clasificación de Martínez (1970).

Tabla 9.

Análisis de varianza para las hojas verdaderas en plantas de Delostoma integrifolium D. Don por efecto de diferentes sustratos.

FV	GL	SC	CM	FC	pvalor
Sustratos	4	6,78	1,69	7,69*	0,0014
Residuo	15	3,30	0,22		
CV (%)			3,19		

* Significativo al nivel de 5 % de probabilidad según la prueba de F.

Seguidamente, se muestra la prueba de medias de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para la variable hojas verdaderas emitidas en plantas de *D. integrifolium* por efecto de diferentes sustratos en condiciones de vivero convencional. En ese sentido, las plantas que estuvieron bajo la influencia de los sustratos compuestos por (T1) suelo agrícola; (T2) suelo agrícola+ arena de río (2:1) y (T5) suelo agrícola + humus de lombriz (1:1) presentaron

estadísticamente los mismos resultados de 15 hojas en media, no obstante, presentaron diferencias estadísticas significativas en relación con los tratamientos (T3) suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1:1) y (T4) arena de río+ humus de lombriz (1:1) que solamente produjeron plantas de *D. integrifolium* con 14 hojas verdaderas en media a los 105 días de evaluación (Tabla 10).

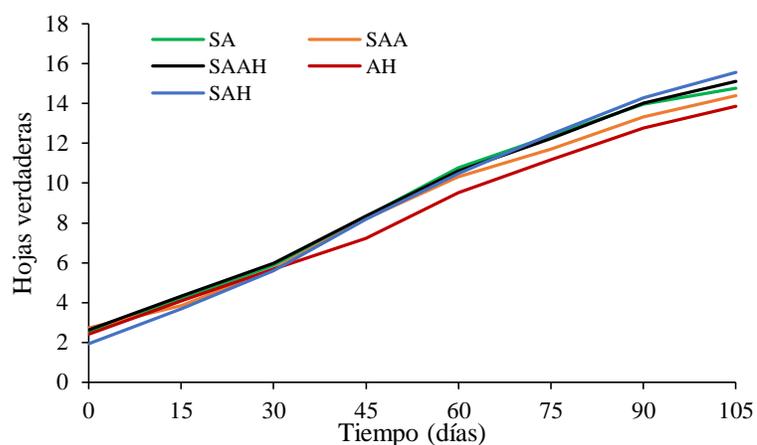
Tabla 10.

Prueba estadística de Scott-Knott para las hojas verdaderas en plantas de Delostoma integrifolium D. Don por efecto de diferentes sustratos.

Sustratos	Medias
(T4) Arena de río+ humus de lombriz (1:1)	14 b
(T3) Suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1 :1)	14 b
(T1) Suelo agrícola	15 a
(T2) Suelo agrícola+ arena de río (2:1)	16 a
(T5) Suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1)	16 a
Promedio	15

Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Scott-Knott a 5 % de probabilidad.

La representación gráfica del número de hojas verdaderas muestra que hubo tendencia creciente en todos los tratamientos a lo largo del tiempo de evaluación, vale destacar que todos los tratamientos tuvieron efecto similar hasta los primeros 30 días después del repique. Posteriormente, se observa que, el tratamiento compuesto por: suelo agrícola +humus de lombriz (SAH) obtuvo los mejores resultados, seguido de suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz y suelo agrícola (SA) con 16; 16 y 15 hojas en media, respectivamente. Entre tanto, las plantas que estuvieron influenciados por el tratamiento compuesto de: arena + humus de lombriz (AH) presentó los menores resultados de 14 hojas en media (Figura 7).



Donde: T1: SA-suelo agrícola, T2: SAA: suelo agrícola +arena de río, T3: SAAH: suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz, T4: AH: arena de río + humus de lombriz, T5: SAH: suelo agrícola +humus de lombriz.

Figura 7. Representación gráfica del número de hojas verdaderas de *Delostoma integrifolium* D. Don por efecto de diferentes sustratos durante 105 días de evaluación.

4.2.4. Hojas falsas de plantas de *D. integrifolium*

En la Tabla 11 se presenta el análisis de varianza para la variable emisión de hojas falsas en plantas de *D. integrifolium* de acuerdo con la prueba de F a 5 % de probabilidad. En ese sentido, fue determinado que el factor sustratos provocó diferencias estadísticas significativas sobre la variable en estudio a los 105 días de evaluación. Por otro lado, el coeficiente de variabilidad (CV%) mostró que hubo muy buena precisión en la colecta de los datos, de acuerdo con la clasificación de Martínez (1970) luego de la transformación de datos mediante el método de raíz cuadrada más 1 ($\sqrt{x + 1}$).

Tabla 11.

Análisis de varianza para variable de hojas falsas en plantas de Delostoma integrifolium D. Don por efecto de diferentes sustratos.

FV	GL	SC	CM	FC	pvalor
Sustratos	4	0,14	0,03	4,30*	0,0163
Residuo	15	0,12	0,01		
CV (%)			7,71		

* Significativo al nivel de 5 % de probabilidad según la prueba de F.

En la Tabla 12, se muestra la prueba de medias de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) para la variable número de hojas falsas de *D. integrifolium*, por efecto de diferentes sustratos en condiciones de vivero convencional. Se puede notar, que las plantas que estuvieron influenciadas por los sustratos compuestos por (T4) arena de río+ humus de lombriz (1:1) y (T3) suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1:1), presentaron los mejores resultados de 0,6 hojas en media, siendo estadísticamente superior a las plantas que fueron producidas en los tratamientos (T2) suelo agrícola+ arena de río (2:1), (T5) suelo agrícola + humus de lombriz (1:1) y (T1) suelo agrícola que en media presentaron de 0,2 hojas falsas en media a los 105 días de evaluación.

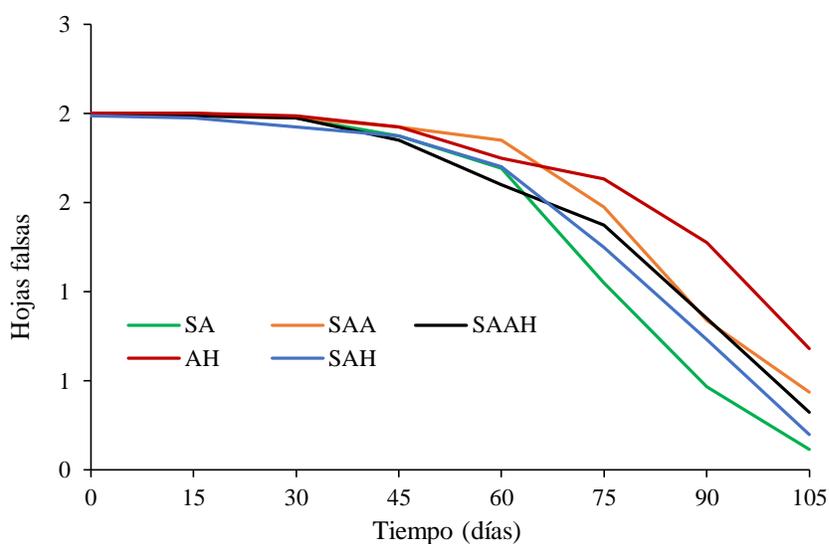
Tabla 12.

Prueba estadística de Scott-Knott para las hojas falsas en plantas de Delostoma integrifolium D. Don por efecto de diferentes sustratos.

Sustratos	Medias	
(T1) Suelo agrícola	0	b
(T5) Suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1)	0	b
(T2) Suelo agrícola+ arena de río (2:1)	0	b
(T3) Suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1 :1)	1	a
(T4) Arena de río+ humus de lombriz (1:1)	1	a
Promedio	0,4	

Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Scott-Knott a 5 % de probabilidad.

Al representar gráficamente la emisión de hojas falsas en las plantas de *D. integrifolium* por efecto de diferentes tratamientos, se observa que inicialmente todas las plantas tuvieron en media dos hojas falsas, este número fue observado hasta los 15 días después del repique, a partir de este periodo la presencia de hojas falsas disminuyó, siendo que al final de los 105 días después del repique solo el tratamiento arena de río + humus de lombriz (AH) continuó con la presencia de una hoja en media (Figura 8).



Donde: T1: SA-suelo agrícola, T2: SAA: suelo agrícola +arena de río, T3: SAAH: suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz, T4: AH: arena de río + humus de lombriz, T5: SAH: suelo agrícola +humus de lombriz.

Figura 8. Representación gráfica del número de hojas falsas de plantas de *Delostoma integrifolium* D. Don por efecto de diferentes sustratos durante 105 días de evaluación.

Resultados semejantes fueron reportados por Abanto et al. (2016), al trabajar con la producción de planta de *Calycophyllum spruceanum* bajo el efecto de diferentes sustratos orgánicos. De la misma manera, Reges et al. (2018), trabajando en la producción de plantas de *Jatropha curcas* L. determinaron que los sustratos orgánicos con materia orgánica en su composición provocaron mayor emisión de hojas. Al respecto, Coromoto et al. (2010) refieren que el buen desarrollo del sistema radicular asociado con un buen número de hojas por planta proporcionará menor índice de mortalidad y mayor desarrollo de las plantas en campo definitivo. En otro trabajo publicado por Lima et al. (2016), también lograron producir plantas de *Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong con sustratos conteniendo materia orgánica producto de la descomposición de estiércol de ovino.

De otro lado, la presencia de un número adecuado de hojas verdaderas y falsas es muy importante puesto que son indicadores de la eficiencia de los diferentes sustratos en desarrollo de las plantas de *D. integrifolium*, principalmente de la parte aérea y del sistema radicular, puesto que, las hojas son consideradas los órganos que mejor representa el estado nutricional de las plantas producto del contenido y disponibilidad de nutrientes en los sustratos (Floss, 2006).

Por otra parte, plantas con mayor número de hojas serán más eficientes en desenvolver las funciones de fotosíntesis, respiración y transpiración. Mediante el proceso fotosintético, estarán en capacidad de fijar mayor C del CO₂ atmosférico en forma de sustancias orgánicas llamados de fotoasimilados y por tanto mayor liberación de O₂ (Beltrão, 1999). Por medio de la transpiración la planta poseerá mayor control de la temperatura ya que cuando ocurre este proceso retira calor de la superficie de la hoja, además la savia bruta

estará en constante movimiento de las raíces de la planta hasta las hojas. Entre tanto, la respiración tiene como objetivo obtener energía química (ATP) que es necesaria para los procesos fisiológicos de manutención y crecimiento de las plantas.

Así mismo, producir plantas con un adecuado número de hojas ayudará a mejorar la calidad de planta tanto en campo definitivo mediante la aplicación de abonamiento foliar, dado que tendrá mayor área foliar para captar los nutrientes que serán aplicados mediante esta técnica para corregir deficiencias y o complementar el abonamiento durante el desarrollo de las plantas (Floss, 2006).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ Los tratamientos compuestos por arena de río+ humus de lombriz (1:1), suelo agrícola+ arena de río (2:1) y suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2:1:1), fueron los mejores sustratos para evaluar el porcentaje de germinación en semillas de *D. integrifolium*.
- ✓ El mejor crecimiento en altura y diámetro basal de las plantas de *D. integrifolium* fue obtenido en los tratamientos compuestos de suelo agrícola (T1) y suelo agrícola + humus de lombriz (1:1) (T5).
- ✓ Los tratamientos suelo agrícola (T1), suelo agrícola+ arena de río (2:1) (T2) y suelo agrícola+ humus de lombriz (T5) (1:1) fueron los que promovieron mayor emisión de hojas verdaderas en las plantas de *D. integrifolium*.

5.2. Recomendaciones.

- ✓ Se recomienda difundir el presente estudio a viveristas forestales, productores locales, instituciones agrarias, entre otras para incorporar estos resultados al proceso de producción de plantas de *D. integrifolium*.
- ✓ Se recomienda seguir realizando investigaciones en relación de la producción de plantas, con énfasis en los índices de calidad, puesto que son muy importantes para garantizar a un más, alto porcentaje de sobrevivencia y crecimiento adecuado de las plantas en proyectos de reforestación, urbanísticos, recuperación de áreas degradadas, entre otros.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, M., Martinazzo, E., Aumonde, T., y Villela, F. (2017). Parâmetros fisiológicos de mudas de *Albizia niopoides* produzidas em diferentes composições de substrato. *Ciência Florestal, Santa Maria*, 27 (4), 1395-1402.
- Abanto, C., García, D., Guerra, W., Murga, H., Saldaña, G., Vázquez, D., y Tadashi, R. (2016). Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycopyllum spruceanum* (Benth.). *Scientia Agropecuaria*, 7 (3), 341-347.
- Abanto, 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, Cajamarca, Perú.
- Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D., y Santos, A. (2007). BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Ong Mamiraua. Belém, PA.
- Alves, F., y Freire, A. (2017). Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipe-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart.exDC) Mattos) produzidas em diferentes substratos. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 13 (3), 195-202.
- Alves, E., Paula, R., Oliveira, A., Bruno, R., y Diniz, A. (2002). Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, 24 (1), 169-178.
- Almeida, D., Silva, B., Filho, J., Sousa, A., y Costa, T. (2020). Effect of different substrates on the initial development of *Handroanthus impetiginosus* (Mart.ex DC) seedlings. *Brazilian Journal of Development*, 6 (5), 24619-24631.

- Beltrán, B. (2013). *Propagación de tres especies forestales de los géneros Podocarpus y Weinmannia del bosque montano Los Cedros en el área de acción de minera la Zanja* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Beltrano, J., y Gimenez, D. (2015). *Cultivo en hidroponía*. Ciudad de la Plata, Argentina: Editorial de la Universidad de la Plata.
- Beltrão, N (1999) . *O agronegócio do algodão no Brasil* (2° edi.). Embrapa Agroindustria Tropical (CNPAT).
- Bewley, J., y Black, M. (1994). *Seeds: physiology of development and germination*. New York.
- Blogger, P. (2011). *Germinación en camas de almácigo en vivero*. Recuperado de <http://amazoniaforestal.blogspot.com/2011/10/germinacion-en-camas-de-almacigo-en.html>
- Bunt, A. (1988). *Media and Mixes for Container – Grown Plants*. London: Unwin Hyman.
- Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. (2002). *Manual de viveros forestales*. Recuperado de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6701/1/012.pdf>
- Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Región Andina (2014). *Manual para el establecimiento de un vivero forestal, en la comunidad Kichwa Wamani*. Recuperado de <https://ra-training-library.s3.amazonaws.com/5.%20Manual%20viveros.pdf>
- Calderón, A. (2006). *Sustratos agrícolas*. Recuperado de <https://lecturayescrituraunrn.files.wordpress.com/2013/08/sustratos-agricolas1.pdf>

- Caldeira, M., Schumacher, M., Barichello, L., Vogel, H., y Oliveira, L.(2000). Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. *Floresta*,28(1/2),19-30.
- Caldeira, M., Gomes, D., Gonçalves, E., Delarmelina, W., Sperandio, H., y Trazzi, P. (2012). Biossólido como substrato para produção de mudas de *toona ciliata* var.*australis*. *Revista Árvore*, 36(6), 1009-1017.
- Carneiro, J. (1995). Produção e controle de qualidade de mudas florestais.Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p.41-65.
- Castro, L., Freitas, C., Santos, D., y Silva, J. (2014). Composição do substrato e parâmetros fisiológicos de crescimento de mudas de guapuruvú (*schizolobium parahyba* vell. Blake). *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 4 (1), 70 -75.
- 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/>
- Coromoto, A., Camargo, R., Santos, E., Costa, T., y Silva, P. (2010). Produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em diferentes substratos e tamanhos de embalagens. *Agropecuaria Técnica*, 31(2), 25-119.
- Díaz, P. (2015). *Producción de plantines*. Recuperado de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/08/PlantinesINIA-Ago2015.pdf>
- Daza, V., & Salguero, A. (2015) *Evaluación del efecto de 10 sustratos a base de aserrín crudo sobre la germinación y la calidad de la planta en el crecimiento inicial de Quercus*

- humboldtii bonpl* y *Cedrela montana moritz ex turcz* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Tunja, Colombia.
- Davide, A., y Faria, S. (2008). Produção de mudas de Aroeira (*Schinustere bintifolia* Radd) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. *Revista Cerne*, 11 (2), 187-203.
- Ferreira, D. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, 35 (6), 1039-1042.
- Fierro, A., González, M., Montiel, D., Ruíz, D., Olivares, L., y Romualdo, J. (2004) *Uso de sustratos en contenedores una práctica común en la horticultura ornamental, es práctica agrícola sostenible*. Recuperado de <https://docplayer.es/14789856-Uso-de-sustratos-en-contenedores-una-practica-comun-en-la-horticultura-ornamental-es-practica-agricola-sostenible.html>
- Figliolia, M., Oliveira, E., y Piña, F. (1993). Análisis de sementes.Sementes florestais tropicais, 137-174.
- Fonseca, E. (2001). Produção de mudas de hortícolas em sustratos de diferentes composições com adição de CO₂, na água de irrigação (mestrado). Universidade de São Paulo, Brasil.
- Fonseca, E. (1988). Efeito de diferentes sustratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Madein em Win-strip . Universidad Federal de Vicosa, Brasil, 81.

- 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*,7(13),959-969.
- Frers, C. (2008). *Cuidemos la Biodiversidad*, Argentina. Recuperado de <https://www.ecoportat.net/paises/bano-portatil-que-almacena-residuos-y-produce-energia/>
- Floss, E. (2006). Fisiología das plantas cultivadas (3rd ed). Universidade de Passo Fundo.
- García, K., & Ñauta, A. (2016). *Estudio piloto para la recuperación forestal de la franja de amortiguamiento del embalse Mazar a través de la inoculación de hormonas de crecimiento* (tesis de pregrado).Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Gaytan, D. (2001). *Prueba de germinación de Pinus cembroides var. Zucc en ocho sustratos diferentes* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.
- Garza, O., & Hernández, G. (2009).*Germinación de semillas de chicharos y metabolismo*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/fredobit/practicaa-germinacion>.
- García, R. (2014). *Sustratos para viveros*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/raulgonzalogarciavargas/sustratos-para-viveros>
- Gentry, A. (2009). *Flora de Colombia*. Bogotá, Colombia: Arfo editores e impresores.
- Gentry, A. (1981).COL000211626-*Delostoma integrifolium* D. Don – *Bignoniacea*. Recuperado de <http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/detail/3109/>

Gobierno Regional de Cajamarca. (2012). *La diversidad biológica en Cajamarca*. Recuperado de

[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/deforestaci%C3%B3n%20Chota%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/deforestaci%C3%B3n%20Chota%20(1).pdf)

Gomes, J., Couto, L., Leite, H., Xavier, A., y García, S. (2002). Parametros morfológicos na avaliação de plantulas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, 26, 655-664.

Goés, G., Dantas, D., Araújo, W., Melo, I., y Mendonça, V. (2011). Utilização de húmus de minhoca como substrato na produção de mudas de tamarindeiro. *Revista Verde*, 6(4), 125-131.

Gonçalves, J., Santarelli, E., Neto, S., y Manara, M. (2005). Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. Piracicaba, Brasil. *IPEF*, 427.

Gomes, J., y Silva, A. (2004). Os substratos e sua influencia na qualidade de mudas. Vicosa, 190-225.

Honorio, A., Sousa, R., Marinho, P., Leal, T., y Souza, P. (2017). Germinação de sementes de *Euterpe oleraceae* (Mart.) em diferentes substratos. *Agrarian academy, Centro Científico Conhecer*, 4 (7), 280-288. doi: 10.18677/Agrarian_Academy_2017a27

Instituto Nacional Tecnológico (2016). *Manual del protagonista Viveros y semilleros*. Recuperado de <https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq000022>

<4spzatt/Manual de Vivero y semillero.pdf>

Julón, I. (2016). *Influencia del biol en el crecimiento de Cedrelinga Catenaeformis Ducke, Guazuma Crinita Mart y Swietenia Macrophylla King en vivero* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Satipo, Perú.

- Kratz, D. (2011). *Substratos renováveis na produção de mudas de Eucalyptus benthamii Maiden et cambage e Mimosa scabrella benth* (Tese de mestrado). Universidad Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- López, B., Gálvez, P., Calleja, B., Méndez, J., y Ríos, J. (2017). Sustratos orgánicos en la germinación y crecimiento de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roetzl) Shaw en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, volumen 9 (49), 111-124. Doi: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i49.156>
- Loya, D. (2014). *Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación de Yalomán (Delostoma Integrifolium D. Don). Quito, Pichincha* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- León, S., y Ayala, M. (2007). *Flores Nativas de Quito: Guía Fotográfica*. Quito, Ecuador: Editorial: Herbario QCA.
- Lima, L., Moura, M., Santos, C., Dutra, A., y Belmont, K. (2016). Desenvolvimento de *Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong em diferentes substratos alternativos. *Revista Biociencias*, 22 (1), 24-38.
- May, A. 2017. *Biología de las Semillas y de las Plántulas*. Recuperado de <https://extension.psu.edu/biologia-de-las-semillas-y-de-las-plantulas>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2010). *Reservas de Biosfera del Ecuador*. Recuperado de http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/jloartefls/RB_LibroRBdelEcuador.pdf

- Medina, A. (2013). *Identificación y caracterización de las especies forestales del bosque montano las Palmas – Chota* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Chota, Cajamarca.
- Mexal, J., y Lands, T. (1990). Target seedling concepts: height and diameter. In target seedling symposium, meeting of the western forest nursery associations, general technical report RM -200. United States Department of Agriculture, forest Service, 17-35.
- Meara, L. (2008). *La importancia del agua para las plantas*. Recuperado de <https://www.geniolandia.com/13128394/la-importancia-del-agua-para-las-plantas>
- Méndez, J., Jesús, M., y Francisco, J. (2009). Efecto de diferentes combinaciones de sustratos (arena, suelo y/o bagazo de caña de azúcar) sobre la germinación de semillas y altura de plantas de guayaba (*Psidium guajava* L). *Revista UDO Agrícola*, 9 (1), 121-125.
- Martínez, R. (2007). *Evaluación del efecto de diferentes sustratos en la germinación, sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de las plántulas de Pinus greggii Engelmann, bajo condiciones de invernadero* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Coahuila, México.
- Martínez, R. (1970). Eficiencia de los diseños experimentales usados en algodón. *Agron. Trop*, 20, 81-95.
- Matilla, A. (2008). *Desarrollo y germinación de las semillas*. Recuperado de <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/Matilla-2008.pdf>
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons.

- Neyoi, C. (2012). *Crecimiento y desarrollo vegetal*. Recuperado de <http://fisiolvegetal.blogspot.com/2012/10/crecimiento-y-desarrollo.html>
- Negreiros, J., Álvares, V., Braga, L., y Brucknert, C. (2004). Diferentes substratos na formação de mudas de Maracujazeiro- Amarelo. *Revista Ceres*, 2 (294), 245-249.
- Onofre-Neto, R. (2015). *Efeito de diferentes substratos na germinação e vigor de semente de mulateiro – Calycophyllum spruceanum Benth. (Rubiaceae) em casa de vegetação*. Disponível em www.andiroba.org.br.
- Osorio, N. (2012). *pH del suelo y disponibilidad de nutrientes*. Recuperado de <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>
- Pita, J., y Pérez, F. (1998). Germinación de semillas. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- Pereira, J. (1997). Manual práctico sobre minhocultura. São Paulo, Brasil, Ed. Nobel.
- Pacheco, M., Matos, V., Ferreira, R., Feliciano, A., y Pinto, K. (2006). Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). *Revista Árvore*, 30 (3), 359-367.
- Queiroz, M. (2017). Germinação de sementes e crescimento de mudas de *Dimorphandra wilsonii rizzini* em diferentes substratos e níveis de sombreamento. Dissertação mestrado programa de pos graduação em ciencias agrárias - Universidade Federal de São Joao del – Rei, Brasil.

- Rivera, E., Sánchez, M., y Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de iniciación científica*, 4 (N° especial), 101-105.
- Reges, J., Maia, A., Silva, C., Tavares, W., y Santos, L. (2018). Adubação orgânica e mineral na formação de mudas de *Jatropha curcas* L. *Magistra, Cruz das Almas*, 29 (3/4), 273-281.
- Rodríguez, R. (2016). “*Influencia y comportamiento de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial y sobrevivencia de plántulas de schizolobium parahyba (velloso) blake var. Amazonicum, pashaco blanco vivero forestal, CIEFOR Puerto Almendras, Loreto, Perú* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Perú.
- Real Jardín Botánico (2010). *Semillas, la biodiversidad del futuro*. Recuperado de <http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/didactica/Semillas1.pdf>
- Ríos, R. (1988). Estudio Fitoquímico de la *Delostoma integrifolium* D. Don. *Revista de Química*. 2 (1) ,72.
- Rodríguez, R. (2010). Manual de prácticas de viveros forestales. Recuperado de https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Rodri_Laguna/2.pdf
- Stanley, L., Krugman, W., y Schmitt, D. (1974). *Semillas de plantas leñosas en los Estados Unidos. Biología de las semillas* Recuperado de <https://ia801708.us.archive.org/16/items/seedsofwoodyplan00fore/seedsofwoodyplan00fore.pdf>

- Sánchez, A., y Vásquez, C. (2010). *Mapa climático Departamento de Cajamarca*. Recuperado de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/MapaClimatico.pdf>
- Sánchez, F. (2013). *Influencia de sustratos activos para el crecimiento de pino (Pinus radiata don.) producidos bajo condiciones del vivero forestal en la comunidad de Cuticsa - santo tomas de pata- Angaraes- Huancavelica* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.
- Sánchez, I., Galán, A., Montoya, J., Linares, E., Campos, J., y Vicente, J. (2015). *La vegetación del norte del Perú: De los bosques a la jalca en Cajamarca*. Recuperado de http://www.biolveg.uma.es/abm/Volumenes/vol40/40_Galan_de_Mera_Peru.pdf
- Saldaña, L. (2015). *Crecimiento y sobrevivencia, en vivero, de plántulas de Cedrelinga catenaeformis “tornillo”, en diferentes sustratos. Puerto Almendras, Loreto, Perú* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.
- Santos, V., Alves, R., Melo, G., y Filho, S. (2014). Uso de diferentes sustratos na produção de mudas de cupuacuzeiro. *Goiânia, 10* (18), 2941-2953.
- Spomer, L. (1980). Prediction and control of porosity and water retention in sand-soil mixtures for drained turf sites. *Agron. J*, 72, 361-362.
- Tut, M. (2014). *Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de Palo Blanco (Tabebuia Donnell-Smithii Rose); Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz* (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

- Tello, R. (1984). *Comportamiento del transplante a raíz desnuda de Cedrela odorata L. (Cedro), bajo diferentes tratamientos en Iquitos-Perú* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.
- Tenecela, X. (2012). *Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Terborgh, J. (1992). *La diversidad y el bosque tropical lluvioso*. Nueva York, Estados Unidos: Editorial WH Freeman.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2000). *Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i2080s/i2080s08.pdf>
- Vásquez, J. (2014). *Influencia de diferentes sustratos en la producción de plántulas de Miquartia guianensis aublet. (OLACACEAE) "Huacapú" en Nuevo Cutervo, Japelacio, Moyobamba San Martín* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Wagner, J., Santos, C., Silva, J., Alexandre, R., Negreiros, J., Pimentel, L., Álvares, V., y Bruckner, C. (2006). Influencia do pH da água de embebição das sementes e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial do Maracujazeiro doce. *Revista Brasileira de Agrociencia*, 12(2), 231-236.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de los 5 sustratos en el laboratorio de suelos de INIA- Cajamarca.



PERÚ
Ministerio
de Agricultura y Riego



inia
Instituto Nacional de Innovación Agraria

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : **YENI MARISOL BARBOZA GALVEZ**

PROCEDENCIA: **Chota - Colpamayo** Fecha: **05-11-2019**

RESULTADOS DE ANALISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P ppm	K ppm	pH	M.O %	D.apar g/cm ³	Arene %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Sustrato T 1	SU1018-EEBI-19	38.16	305.0	6.5	4.87	1.33	46	14	40	Af A

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MUY ALTO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : LIGERAMENTE ACIDO
 Materia orgánica (M.O) : ALTO
 Clase textural : ARCILLO ARENOSO

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES
 Cultivo a sembrar: **BABILLA**

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	M.O	COT	CTC	SI	CvS	ISB	SIa
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha
Cantidad	40	30	30									

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:
 APLICAR 1.50 TON/HA DE ESTIERCOL BIEN DESCOMPUESTO





Ing. Julio A. Velásquez Comacho
JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Av. La Molina 1581, La Molina
 T: (051) 240 2100 anexo (indicar)
 www.inia.gob.pe
 www.minagri.gob.pe



Figura 9. Resultados del análisis de suelo de T1 (Suelo agrícola).



"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : YENI MARISOL BARBOZA GALVEZ

PROCEDENCIA: Chota - Colpamayo

Fecha: 05-11-2019

RESULTADOS DE ANALISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P ppm	K ppm	pH	M.O %	D. esp g/cm ³	Arena %	Lima %	Arcilla %	Clase Textural
Sustrato T 2	SU1019-EEBI-19	36.25	310.0	6.6	3.38	1.48	68	15	16	F A

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MUY ALTO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : LIGERAMENTE ACIDO
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : FRANCO ARENOSO

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar: **BABILLA**

NUTRIENTE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Mn	Fe	Na	Cl
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha
Cantidad	50	30	30	--									

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

APLICAR 2.70 TON/HA DE ESTIERCOL BIEN DESCOMPUESTO

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
 Dirección de Innovación y Desarrollo Agrario
 Tullio A. Veldaquez Córdova
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Figura 10. Resultados del análisis de suelo de T2 (Suelo agrícola+ arena de río (2:1)).



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : YENI MARISOL BARBOZA GALVEZ

PROCEDENCIA: Chota - Colpamayo

Fecha: 05-11-2019

RESULTADOS DE ANALISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P ppm	K ppm	pH	M.O %	D. apr g/cm ³	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Sustrato T 3	SU1020-EEBI-19	35.30	330.0	7.0	4.26	1.44	64	12	24	F Ar A

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MUY ALTO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : NEUTRO
 Materia orgánica (M.O) : ALTO
 Clase textural : FRANCO ARCILLO ARENOSO

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar: **BABILLA**

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha
Cantidad	40	30	30	--								

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

APLICAR 1.70 TON/HA DE ESTIERCOL BIEN DESCOMPUESTO



[Handwritten Signature]
 Ing. Paulo A. Velásquez Camacho
 IIFE LABORATORIO DE SUELOS

Figura 11. Resultados del análisis de suelo de T3 (Suelo agrícola+ arena de río + humus de lombriz (2:1:1)).



"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : YENI MARISOL BARBOZA GALVEZ

PROCEDENCIA: Chota – Colpamayo

Fecha: 05-11-2019

RESULTADOS DE ANALISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P ppm	K ppt	pH	M.O %	D. apor g/100g	Área %	Limo %	Areña %	Clase Textural
Sustrato T 4	SU1021-EEBI-19	33.39	335.0	7.1	3.95	1.57	88	2	10	A.F

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MUY ALTO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : NEUTRO
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : ARENA FRANCA

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar: **BABILLA**

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha
Cantidad	50	30	30									

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

APLICAR 3.00 TON/HA DE ESTIERCOL BIEN DESCOMPUESTO



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
 Servicio de Inocuidad y Seguridad Alimentaria
 Dr. Puño A. Veldazquez Camacho
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Figura 12. Resultados del análisis de suelo de T4 (arena de río + humus de lombriz (1:1)).



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
 "Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : YENI MARISOL BARBOZA GALVEZ

PROCEDENCIA: Chota - Colpamayo

Fecha: 05-11-2019

RESULTADOS DE ANALISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P ppm	K ppm	pH	M.O %	S. org. g/cm ³	Area %	Limo %	Areña %	Clase Textural
Sustrato T 5	SU1022-EEBI-19	32.44	325.0	6.9	8.27	1.48	70	10	20	F A

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MUYALTO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : NEUTRO
 Materia orgánica (M.O) : ALTO
 Clase textural : FRANCO ARENOSO

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar: **BABILLA**

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha
Cantidad	30	30	30	--								

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA
 Exp. Agrícola Experimental Chota del INIA
 Pedro A. Velásquez Comacho
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Figura 13. Resultados del análisis de suelo de T5 (suelo agrícola + humus de lombriz (1:1)).

Tabla 13.

Resumen de resultados de laboratorio de suelos de los 5 sustratos en estudio.

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P ppm	K ppm	pH	M.O %	D. apar g/cm3	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Sustrato T1	SU1018-EEBI-19	38.16	305.0	6.5	4.87	1.33	46	14	40	Arcilloarenoso (ArA)
Sustrato T2	SU1019-EEBI-19	36.25	310.0	6.6	3.36	1.48	68	16	16	Francoarenoso (FA)
Sustrato T3	SU1020-EEBI-19	35.30	330.0	7	4.26	1.44	64	12	24	Francoarcillosoarenoso (FArA)
Sustrato T4	SU1021-EEBI-19	33.39	335.0	7.1	3.95	1.57	88	2	10	Arenofranco (AF)
Sustrato T5	SU1022-EEBI-19	32.44	325.0	6.9	6.27	1.48	70	10	20	Francoarenoso (FA)

ANEXO 2: Bases de datos obtenida de las etapas de germinación y crecimiento de *D. integrifolium*.

Tabla 14.

Base de datos de la germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don.

Tratamientos	Tiempo	Repetición	Germinación
T1	0	1	0
T1	0	2	0
T1	0	3	0
T1	0	4	0
T1	7	1	0
T1	7	2	0
T1	7	3	0
T1	7	4	0
T1	14	1	48
T1	14	2	22
T1	14	3	29
T1	14	4	29
T1	21	1	22
T1	21	2	28

T1	21	3	16
T1	21	4	21
T1	28	1	9
T1	28	2	19
T1	28	3	11
T1	28	4	9
T1	35	1	13
T1	35	2	7
T1	35	3	9
T1	35	4	8
T2	0	1	0
T2	0	2	0
T2	0	3	0
T2	0	4	0
T2	7	1	1
T2	7	2	2
T2	7	3	0
T2	7	4	1
T2	14	1	36
T2	14	2	73
T2	14	3	34
T2	14	4	23
T2	21	1	31
T2	21	2	14
T2	21	3	36
T2	21	4	36
T2	28	1	13
T2	28	2	10
T2	28	3	14
T2	28	4	21
T2	35	1	16
T2	35	2	1
T2	35	3	10
T2	35	4	4
T3	0	1	0
T3	0	2	0
T3	0	3	0
T3	0	4	0
T3	7	1	1
T3	7	2	4

T3	7	3	1
T3	7	4	0
T3	14	1	21
T3	14	2	42
T3	14	3	32
T3	14	4	35
T3	21	1	37
T3	21	2	34
T3	21	3	43
T3	21	4	32
T3	28	1	12
T3	28	2	18
T3	28	3	13
T3	28	4	11
T3	35	1	23
T3	35	2	2
T3	35	3	8
T3	35	4	3
T4	0	1	0
T4	0	2	0
T4	0	3	0
T4	0	4	0
T4	7	1	1
T4	7	2	0
T4	7	3	0
T4	7	4	0
T4	14	1	27
T4	14	2	39
T4	14	3	56
T4	14	4	17
T4	21	1	40
T4	21	2	33
T4	21	3	38
T4	21	4	49
T4	28	1	12
T4	28	2	12
T4	28	3	5
T4	28	4	24
T4	35	1	3
T4	35	2	10

T4	35	3	1
T4	35	4	3
T5	0	1	0
T5	0	2	0
T5	0	3	0
T5	0	4	0
T5	7	1	0
T5	7	2	0
T5	7	3	0
T5	7	4	0
T5	14	1	9
T5	14	2	9
T5	14	3	27
T5	14	4	7
T5	21	1	28
T5	21	2	14
T5	21	3	23
T5	21	4	39
T5	28	1	26
T5	28	2	27
T5	28	3	15
T5	28	4	19
T5	35	1	7
T5	35	2	11
T5	35	3	9
T5	35	4	13

Tabla 15.

*Base de datos de las mediciones de las variables durante el crecimiento inicial *Delostoma integrifolium* D. Don.*

Tratamiento	Tiempo	Repetición	Altura de planta (cm)	Diámetro basal (mm)	Hojas V	Hojas F
1	0	1	4.1	2.2	3	2
1	0	2	3.2	2.2	3	2
1	0	3	3.2	2.4	2	2
1	0	4	3.8	2.5	2	2
1	15	1	5.0	2.3	4	2
1	15	2	4.2	2.2	5	2

1	15	3	3.9	2.4	4	2
1	15	4	4.5	2.5	4	2
1	30	1	6.1	2.5	6	2
1	30	2	5.5	2.3	6	2
1	30	3	5.2	2.6	6	2
1	30	4	5.8	2.6	6	2
1	45	1	9.5	3.3	8	2
1	45	2	8.5	3.2	8	2
1	45	3	8.1	3.5	8	2
1	45	4	10.8	3.6	8	2
1	60	1	12.5	4.0	11	2
1	60	2	11.8	3.8	11	2
1	60	3	11.3	3.8	10	1
1	60	4	13.5	4.0	10	2
1	75	1	17.4	4.5	12	1
1	75	2	16.8	4.2	13	1
1	75	3	16.0	4.4	12	1
1	75	4	18.3	4.6	12	1
1	90	1	22.9	5.0	13	0
1	90	2	22.4	4.8	15	1
1	90	3	22.0	4.9	14	0
1	90	4	23.4	5.0	14	1
1	105	1	26.7	5.5	15	0
1	105	2	26.5	5.5	15	0
1	105	3	25.8	5.6	15	0
1	105	4	27.0	5.5	15	0
2	0	1	4.2	2.2	3	2
2	0	2	4.1	2.2	3	2
2	0	3	3.4	2.3	3	2
2	0	4	3.6	2.4	2	2
2	15	1	4.9	2.2	4	2
2	15	2	5.0	2.2	4	2
2	15	3	4.1	2.3	4	2
2	15	4	4.1	2.4	3	2
2	30	1	5.8	2.4	5	2
2	30	2	5.8	2.3	6	2
2	30	3	5.9	2.8	6	2
2	30	4	5.5	2.6	6	2
2	45	1	7.7	3.2	8	2
2	45	2	8.1	3.2	8	2

2	45	3	8.8	3.5	9	2
2	45	4	8.9	3.2	9	2
2	60	1	9.1	3.7	10	2
2	60	2	10.4	3.5	10	2
2	60	3	11.5	3.9	11	2
2	60	4	11.5	3.5	11	2
2	75	1	11.7	4.0	11	2
2	75	2	13.8	3.8	11	2
2	75	3	15.3	4.3	12	1
2	75	4	15.4	4.0	13	1
2	90	1	15.8	4.3	12	1
2	90	2	18.0	4.4	13	1
2	90	3	20.9	4.6	14	1
2	90	4	20.6	4.2	14	1
2	105	1	19.4	4.5	14	1
2	105	2	22.7	4.6	14	0
2	105	3	24.7	5.2	15	0
2	105	4	24.2	4.5	15	1
3	0	1	3.2	2.2	3	2
3	0	2	3.4	2.3	3	2
3	0	3	3.8	2.3	3	2
3	0	4	3.8	2.4	3	2
3	15	1	4.4	2.3	4	2
3	15	2	4.1	2.4	5	2
3	15	3	4.2	2.3	4	2
3	15	4	4.3	2.4	4	2
3	30	1	5.6	2.3	6	2
3	30	2	5.1	2.5	6	2
3	30	3	5.3	2.5	6	2
3	30	4	5.9	2.6	6	2
3	45	1	7.6	3.2	8	2
3	45	2	6.5	3.3	8	2
3	45	3	7.1	3.3	9	2
3	45	4	9.4	3.5	9	2
3	60	1	9.2	3.6	10	2
3	60	2	7.9	3.7	10	2
3	60	3	9.1	3.7	11	1
3	60	4	11.9	3.9	11	2
3	75	1	11.4	4.1	12	2
3	75	2	11.3	4.0	12	1

3	75	3	12.5	4.1	13	1
3	75	4	16.3	4.2	12	1
3	90	1	15.0	4.5	14	1
3	90	2	16.3	4.5	14	1
3	90	3	18.6	4.4	14	1
3	90	4	21.9	4.6	14	1
3	105	1	19.2	5.0	15	1
3	105	2	20.9	5.0	15	0
3	105	3	23.1	4.9	15	0
3	105	4	25.7	5.0	15	0
4	0	1	2.9	2.3	3	2
4	0	2	3.6	2.3	3	2
4	0	3	3.7	2.3	2	2
4	0	4	3.6	2.4	2	2
4	15	1	4.0	2.4	4	2
4	15	2	4.5	2.4	4	2
4	15	3	4.1	2.3	4	2
4	15	4	4.1	2.4	4	2
4	30	1	4.7	2.4	6	2
4	30	2	5.3	2.4	6	2
4	30	3	5.4	2.4	6	2
4	30	4	5.6	2.6	6	2
4	45	1	5.4	3.1	7	2
4	45	2	6.7	3.2	7	2
4	45	3	7.2	3.3	8	2
4	45	4	8.2	3.4	7	2
4	60	1	6.1	3.4	9	2
4	60	2	8.0	3.6	10	2
4	60	3	9.3	3.7	10	2
4	60	4	10.1	3.7	9	2
4	75	1	7.2	3.6	10	2
4	75	2	10.0	3.9	11	2
4	75	3	12.2	3.9	12	2
4	75	4	13.2	4.0	11	2
4	90	1	9.9	3.8	12	1
4	90	2	13.8	4.2	13	1
4	90	3	16.7	4.2	13	1
4	90	4	18.2	4.3	13	1
4	105	1	13.7	4.1	14	1
4	105	2	17.9	4.6	14	1

4	105	3	20.6	4.6	14	0
4	105	4	21.9	4.6	14	0
5	0	1	2.4	2.2	2	2
5	0	2	3.2	2.2	2	2
5	0	3	3.4	2.3	2	2
5	0	4	3.6	2.3	2	2
5	15	1	3.6	2.3	4	2
5	15	2	3.8	2.2	3	2
5	15	3	4.1	2.3	4	2
5	15	4	4.0	2.4	4	2
5	30	1	4.3	2.3	6	2
5	30	2	4.8	2.2	6	2
5	30	3	5.4	2.4	6	2
5	30	4	5.4	2.5	6	2
5	45	1	7.0	3.3	8	2
5	45	2	7.7	3.1	8	2
5	45	3	8.6	3.2	8	2
5	45	4	9.5	3.2	8	2
5	60	1	9.9	3.8	11	2
5	60	2	10.4	3.7	10	2
5	60	3	11.7	3.6	10	2
5	60	4	12.3	3.8	11	1
5	75	1	14.6	4.3	13	1
5	75	2	15.1	4.3	13	1
5	75	3	16.1	3.9	12	1
5	75	4	18.4	4.2	12	1
5	90	1	20.7	4.9	14	1
5	90	2	21.6	4.9	15	1
5	90	3	22.0	4.4	14	1
5	90	4	25.2	4.6	14	0
5	105	1	25.9	5.4	15	0
5	105	2	26.3	5.4	16	0
5	105	3	25.5	5.0	15	0
5	105	4	30.4	5.2	15	0

ANEXO 3. Prueba de Normalidad de datos (Lilliefords) y homogeneidad de varianzas (Cochran) para las variables altura de planta (cm), diámetro basal (mm), número de hojas verdaderas, número de hojas falsas y número de hojas falsas (datos transformados por el método raíz cuadrada más 1.

- Prueba de normalidad de datos (Lilliefords).

	- 6 - Porcentaje de germin	- 1 - Altura de planta (cm)	- 2 - Diámetro basal (mm)	- 3 - Número de hojas verd	- 4 - Número de hojas fals	- 5 - N hojas falsas (tran
Tamanho da amostra	20	20	20	20	20	20
Desvio máximo =	0.2064	0.1542	0.1663	0.1748	0.4632	0.1455
Valor crítico (0.05) =	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900	0.1900
Valor crítico (0.01) =	0.2310	0.2310	0.2310	0.2310	0.2310	0.2310
p(valor)	< 0.05	ns	ns	ns	< 0.01	ns

Programa Estadístico BioEstat 5.0

Observaciones importantes:

- Variable porcentaje de germinación (%) presenta normalidad a 1% de probabilidad.
- Variables altura de planta (cm), diámetro basal (mm) y número de hojas verdaderas presentan normalidad tanto a 1 y 5% de probabilidad.
- Variable número de hojas falsas no presenta normalidad a 1 y 5% de probabilidad, los datos fueron transformados por el método de raíz cuadrada más uno y con ello si presentó normalidad a 1 y 5% de probabilidad.

Homogeneidad de varianzas (Cochran)

Se utilizó para ello el método de Cochran (C) que utiliza la siguiente fórmula, basado en la división entre **la mayor varianza** y **la suma de todas las variancias** que están sobre evaluación.

$$C_{cal} = \frac{S^2_{Max}}{\sum_i^n S_i^2}$$

Entonces para ello fue calculado el C y este fue comparado con el C de la tabla de Cochran (C) al nivel de 5% de probabilidad, en seguida según los resultados se tomó la decisión.

Para la variable porcentaje de germinación (%):

C cal=0,4136

C tabla=0,6838

Como Ccal < Ctabla, no se rechaza H0, o sea, las varianzas son homogéneas, no habiendo necesidad de transformación de los datos para atender la presuposición de homogeneidad.

Para la variable altura de planta (cm):

C cal=0,4101

C tabla=0,6838

Como Ccal < Ctabla, no se rechaza H0, o sea, las varianzas son homogéneas, no habiendo necesidad de transformación de los datos para atender la presuposición de homogeneidad.

Para la variable diámetro basal (mm):

C cal=0,4145

C tabla=0,6838

Como Ccal < Ctabla, no se rechaza H0, o sea, las varianzas son homogéneas, no habiendo necesidad de transformación de los datos para atender la presuposición de homogeneidad.

Para la variable número de hojas verdaderas:

C cal=0,6999=0,7

C tabla=0,6838=0,7

Como Ccal = Ctabla, no se rechaza H0, o sea, las varianzas son homogéneas, no habiendo necesidad de transformación de los datos para atender la presuposición de homogeneidad.

Para la variable número de hojas falsas:

C cal=0,4644

C tabla=0,6838

Como Ccal < Ctabla, no se rechaza H0, o sea, las varianzas son homogéneas, no habiendo necesidad de transformación de los datos para atender la presuposición de homogeneidad.

ANEXO 4. Panel fotográfico de la investigación.



Figura 14. Delostoma integrifolium D. Don en plena floración.



Figura 15. Especie forestal Delostoma integrifolium D. Don.



Figura 16. Recolección de frutos de la especie forestal *Delostoma integrifolium* D. Don.



Figura 17. Secado de frutos al ambiente.



Figura 18. Semilla de *Delostoma integrifolium* D. Don.



Figura 19. Estableciendo el almácigo.



Figura 20. Distribución del almácigo según diseño estadístico.



Figura 21. Sustratos utilizados.

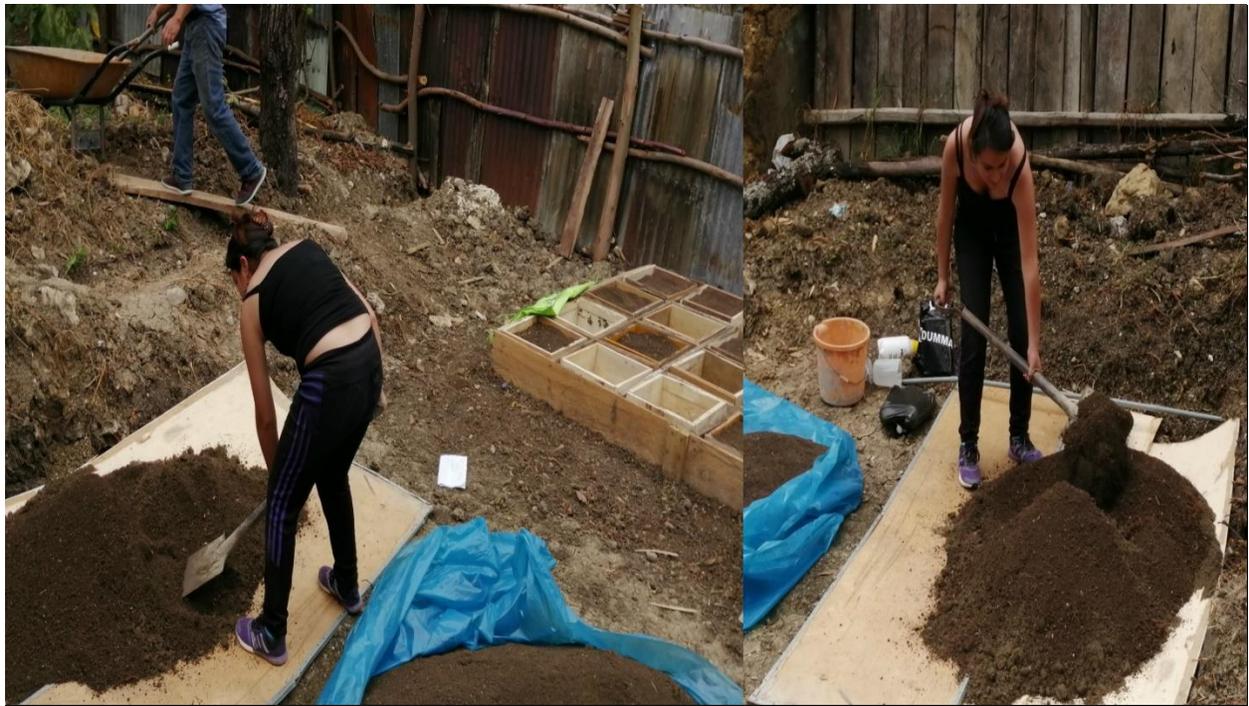


Figura 22. Preparación de sustratos.



Figura 23. Sustratos llevados a laboratorio de suelos para su análisis.



Figura 24. Colocación de sustratos según diseño estadístico.



Figura 25. Desinfección de sustrato.



Figura 26. Siembra de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don.



Figura 27. Adecuación del vivero utilizando malla rashell.



Figura 28. Delostoma integrifolium D. Don germinando.



Figura 29. Riego de almácigo.



Figura 30. Toma de datos semanales en la etapa de germinación de *Delostoma integrifolium* D. Don.



Figura 31. Plántulas de *Delostoma integrifolium* D. Don germinadas.



Figura 32. Adecuación del lugar donde se colocaron las plántulas repicadas.



Figura 33. Evaluación de plántulas listas para el repique.



Figura 34. Bolsas para el repique llenadas con sustratos según diseño estadístico.



Figura 35. Repique de plántulas de *Delostoma integrifolium* D. Don.



Figura 36. Plántulas repicadas.



Figura 37. Plantas en crecimiento en la cama de repique.



Figura 38. Medición de la altura de plantas de *Delostoma integrifolium* D. Don.



Figura 39. Medición del diámetro de las plantas de *Delostoma integrifolium* D. Don utilizando vernier digital.



Figura 40. Conteo de hojas verdaderas y falsas.



Figura 41. Retiro de malezas.



Figura 42. Evaluación del crecimiento de plantas de *Delostoma integrifolium* D. Don cada 15 días.



Figura 43. Diferencias de crecimiento entre sustratos.



Figura 44. Evaluando tamaño adecuado de plantas para ser llevadas a campo definitivo.



Figura 45. Plantones de *Delostoma integrifolium* D. Don llevados por algunos pobladores de Colpamayo para sembrarlos en cercas vivas.



Figura 46. Reforestación en algunos terrenos de los pobladores de Colpamayo.



Figura 47. Plantones llevados por la Gerencia Regional de Agricultura Lambayeque para reforestación en zonas altoandinas de Incahuasi y Cañaris.