

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Influencia de sustratos sobre la germinación de semilla botánica de

Phytelephas macrocarpa Ruiz & Pav a nivel de vivero

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRARIO CON MENCIÓN FORESTAL**

AUTORES

Juan Bautista Monsalve

Leiter Mena Guevara

ASESOR

Wilson Pérez Dávila

Rioja, Perú

2021

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos de los Autores

Autor 1

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 3

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 4

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos de los Asesores

Asesor 1

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Asesor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Datos del Jurado

Presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la Obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

***Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesauro).**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 013 - 2022/UCSS/FIA/DI

Siendo las 04:00 p. m. del día 24 de febrero de 2022 - Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------|
| 1. Amada Victoria Larco Aguilar | presidente |
| 2. Segundo Octavio Zegarra Aliaga | primer miembro |
| 3. Jorge Alberto Torres Valles | segundo miembro |
| 4. Wilson Pérez Dávila | asesor |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada **Influencia de sustratos sobre la germinación de semilla botánica de *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pav a nivel de vivero** que presentan los bachilleres en Ciencias Agrarias con mención Forestal, **Juan Bautista Monsalve y Leiter Mena Guevara** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Agrario con mención Forestal**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **SUFICIENTE** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AGRARIO CON MENCIÓN FORESTAL.


Lima, 24 de febrero de 2022.



Amada Victoria Larco Aguilar
PRESIDENTE



Segundo Octavio Zegarra Aliaga
1° MIEMBRO



Jorge Alberto Torres Valles
2° MIEMBRO



Wilson Pérez Dávila
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y permitir la culminación mi carrera profesional.

A nuestros padres:

Glicerio Bautista Regalado y Araminda Monsalve Díaz (Juan Bautista Monsalve).

Vicente Mena Maldonado y María Luz Guevara Hijuela (Leiter Mena Guevara).

Por haber sido los pilares más importantes en nuestra formación universitaria, por demostrarnos siempre su cariño, apoyo incondicional. Así mismo, por infundir el ejemplo de esfuerzo y valentía de no temer las adversidades y enseñarnos a mirar con optimismo las dificultades.

A nuestros hermanos por estar con nosotros en todo momento, muchas gracias.

A mis hijos Iker Mena y Leydi Mena.

AGRADECIMIENTO

A todos los docentes del Programa de Ingeniería Agraria con Mención Forestal de la Universidad Católica Sedes Sapientiae Filial Rioja: Nueva Cajamarca, que intervinieron en nuestra formación de nuestra carrera, por sus conocimientos y consejos impartidos de ser profesionales con ética y buen sentido humano.

De manera especial a nuestro asesor de tesis el Ing. Wilson Pérez Dávila, por habernos guiado en la preparación y ejecución de nuestro trabajo de investigación. También por habernos brindado su amistad, confianza y principalmente sus conocimientos en la elaboración de nuestro informe de tesis.

A los jurados de sustentación por sus aportes en la revisión de nuestro informe de tesis a fin de tener un documento entendible y en óptimas condiciones para ser sustentado y publicado en el repositorio institucional. Muchas gracias a ustedes.

A la Universidad Católica Sedes Sapientiae Filial Rioja: Nueva Cajamarca, por brindarnos el espacio para formarnos con sentido crítico, científico y humano. Gracias por estar presente en el Alto Mayo y caminar juntos al desarrollo de nuestros pueblos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE FIGURAS	x
ÍNDICE DE APÉNDICE	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.1.1. Nivel internacional.....	3
1.1.2. Nivel nacional.....	9
1.2. Bases teóricas especializadas	12
1.2.1. Sustratos.....	12
1.2.2. <i>Phytelephas macrocarpa</i>	15
1.2.3. Germinación y propagación de semillas.....	23
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	26
2.1. Diseño de la investigación.....	26
2.1.1. Lugar y fecha	26
2.1.2. Descripción del experimento	27
2.1.3. Tratamientos	33
2.1.4. Unidades experimentales.....	34
2.1.5. Identificación de variables y su mensuración.....	35
2.1.6. Diseño estadístico del experimento	36
2.1.7. Análisis estadístico de los datos	37

CAPITULO III: RESULTADOS	38
3.1. Tiempo de germinación (TG).....	38
3.2. Porcentaje de germinación (PG).....	41
3.3. Velocidad germinativa (VG)	47
3.4. Porcentaje de imbibición por la semilla	50
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES	54
4.1. Tiempo de germinación (TG) de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i>	54
4.2. Porcentaje de germinación (PG) de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i>	57
4.3. Velocidad germinativa (VG) de semillas de <i>Phytelephas macrocarpa</i>	59
4.4. Porcentaje de imbibición en semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i>	60
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	61
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS	64
TERMINOLOGÍA	76
APÉNDICE	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Clasificación taxonómica de la “Yarina” Phytelephas macrocarpa</i>	16
Tabla 2. <i>Ubicación de plantaciones de Phytelephas macrocarpa en cinco zonas de la provincia de Rioja</i>	28
Tabla 3. <i>Tratamientos experimentales</i>	34
Tabla 4. <i>Análisis de varianza para los tiempos promedios de germinación</i>	38
Tabla 5. <i>Comparación de medias sobre el tiempo de germinación de semillas de Phytelephas macrocarpa estadísticas mediante prueba Tukey</i>	40
Tabla 6. <i>Análisis de varianza de resultados sobre el número de semillas germinadas Phytelephas macrocarpa en un periodo de seis meses.</i>	42
Tabla 7. <i>Comparación de medias estadísticas entre tratamientos para el porcentaje de germinación de semillas Phytelephas macrocarpa mediante prueba de Tukey</i>	44
Tabla 8. <i>Nivel porcentual por tratamiento del estado de las semillas de Phytelephas macrocarpa durante el proceso experimental</i>	46
Tabla 9. <i>Resultado de imbibición porcentual de agua en semillas de Phytelephas macrocarpa por tratamiento con respecto al tiempo</i>	51

ÍNDICE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Planta <i>Phytelephas macrocarpa</i> y sus componentes principales.	15
<i>Figura 2.</i> Inflorescencia masculina y femenina de la palmera <i>Phytelephas macrocarpa</i>	17
<i>Figura 3.</i> Representación de la forma de vida y hábitat de la palmera <i>Phytelephas macrocarpa</i>	18
<i>Figura 4.</i> Ejes y partes importantes de la semilla <i>Phytelephas macrocarpa</i>	19
<i>Figura 5.</i> Tipos de germinación de palmeras (A) tubular remoto, (B) remoto ligular y (c) ligular adyacente.....	20
<i>Figura 6.</i> Germinación y etapas de desarrollo de plántulas de palmera <i>Phytelephas macrocarpa</i> ..	21
<i>Figura 7.</i> Ubicación urbana de la UCSS Filial Rioja: Nueva Cajamarca en la ciudad de Nueva Cajamarca.	27
<i>Figura 8.</i> Identificación y georreferenciación de plantas semilleros de <i>Phytelephas macrocarpa</i> a nivel de la provincia de Rioja.....	28
<i>Figura 9.</i> Recolección de semillas de <i>Phytelephas macrocarpa</i> en zona agrícola cultivo de café (A) y sotobosque (B).....	29
<i>Figura 10.</i> Proceso de selección de semillas de <i>Phytelephas macrocarpa</i> en el Laboratorio de Ciencias Básicas de la UCSS Filial Rioja	29
<i>Figura 11.</i> Sustratos experimentales usados para la germinación de <i>Phytelephas macrocarpa</i>	30
<i>Figura 12.</i> Desinfección por solarización de residuos (A) y preparación de sustratos experimentales (B).....	31
<i>Figura 13.</i> Representación de la ubicación de semillas en los contenedores con sustratos experimentales..	31
<i>Figura 14.</i> Proceso de humedecimiento manual de sustratos (A) y control de humedad de ambiente (B).	32
<i>Figura 15.</i> Monitoreo de germinación de semillas de <i>Phytelephas macrocarpa</i> (A y B).....	33
<i>Figura 16.</i> Ubicación de los tratamientos y unidades experimental.	35
<i>Figura 17.</i> Gráfica de probabilidad (A) y gráfica de residuos de homocedasticidad (B) para los datos recolectados sobre tiempo de germinación.	39
<i>Figura 18.</i> Comparación de tratamientos experimentales.	41
<i>Figura 19.</i> Gráfica de probabilidad (A) y gráfica de homocedásticidad (B) para el porcentaje de germinación de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i>	43
<i>Figura 20.</i> Comparación de tratamientos experimentales para el porcentaje de germinación de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i>	45
<i>Figura 21.</i> Estado porcentual del semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i> por tratamientos.....	47

<i>Figura 22.</i> Porcentaje de germinación al 50 % de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i> con respecto al tiempo.....	47
<i>Figura 23.</i> Índice de velocidad germinativa por día y semana de semillas de <i>Phytelephas macrocarpa</i> por tratamiento.. ..	48
<i>Figura 24.</i> Velocidad germinativa de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i> por el tiempo de evaluación.. ..	49
<i>Figura 25.</i> Número promedio de semillas germinados al mes de <i>Phytelephas macrocarpa</i> por mes según tratamiento en relación al tiempo total.....	49
<i>Figura 26.</i> Representación gráfica de la imbibición de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i> de acuerdo al tiempo en los tratamientos T1 al T5.	52
<i>Figura 27.</i> Representación grafica de la imbibición de agua de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i> de acuerdo al tiempo en los tratamientos T6 al T10.. ..	52
<i>Figura 28.</i> Representación gráfica de la imbibición de agua de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i> de acuerdo al tiempo en los tratamientos T11 al T16.	53
<i>Figura 29.</i> Cantidad de agua usada en litros, para hidratar los sustratos durante el período experimental por tratamiento.....	53

ÍNDICE DE APÉNDICE

	Pág.
Apéndice 1. Ubicación geográfica de la provincia de Rioja.	78
Apéndice 2. Tiempo promedio de germinación de <i>Phytelephas macrocarpa</i>	79
Apéndice 3. Porcentaje de germinación por unidad experimental de semillas germinados de <i>Phytelephas macrocarpa</i> desde diciembre del 20019 a mayo del 2020	80
Apéndice 4. Plantines de <i>Phytelephas macrocarpa</i> v germinados por tratamiento.....	81
Apéndice 5. Índice de velocidad germinativa de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i> por tratamiento según tiempo de evaluación.....	82
Apéndice 6. Tiempo y porcentaje de germinación al 50 % de semillas <i>Phytelephas</i> <i>macrocarpa</i> por tratamiento	83
Apéndice 7. Promedio de germinación de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i> por mes.....	84
Apéndice 8. Tabla general de recolección de datos con respecto a las variables de evaluación por tratamiento	85
Apéndice 9. Valores cuantitativos del estado de semillas por tratamiento al culminar el experimento	88
Apéndice 10. Estado de semillas <i>Phytelephas macrocarpa</i> por tratamiento que no alcanzaron germinar	89
Apéndice 11. Valores cuantitativos de la ganancia de agua en semillas <i>Phytelephas</i> <i>macrocarpa</i> según controles	89
Apéndice 12. Volumen de agua utilizado para hidratar los sustratos durante el periodo experimental	91

RESUMEN

La presente investigación fue ejecutada a nivel de vivero en la Universidad Católica Sedes Sapientiae Filial Rioja: Nueva Cajamarca. El objetivo fue evaluar la influencia de diferentes sustratos sobre la germinación de semilla botánica de *Phytelephas macrocarpa* a nivel de vivero. Las semillas botánicas de *Phytelephas macrocarpa* fueron recogidos de los distritos de Naranjos, Naranjillo, Awajun, Nueva Cajamarca y Elías Soplín Vargas, de plantas ubicados en zonas agrícolas con café, sotobosque y bosques. Igualmente, los sustratos fueron acopiados de la jurisdicción de los distritos en mención. El estudio fue bajo un modelo experimental para el cual se emplearon 16 tratamientos a base de sustratos hidratados que fueron colocados en depósitos de plásticos de 30x30x20 cm, en el que incorporaron semillas *Phytelephas macrocarpa*. De cada tratamiento se realizaron cuatro repeticiones, totalizando 64 unidades experimentales distribuidas bajo un Diseño Completo al Azar (DCA) y en cada contenedor se colocaron 20 semillas totalizando 1 280. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) al 5 % y para la comparación de medias se recurrió la prueba de Tukey al 5 %; el programa estadístico empleado fue Infostat ver. 3.2.1. Las variables de estudio fueron el tiempo de germinación, porcentaje de germinación, velocidad germinativa y ganancia de humedad en las semillas. Los resultados alcanzados sobre germinación de semilla botánica *Phytelephas macrocarpa* mediante el uso de sustratos influyeron de forma significativa ($p < 0,05$) en las variables de estudio. Sin embargo, el tratamiento T2 fue el que logró mejores valores con respecto a tiempo promedio de germinación (106 días), porcentaje de germinación (76,3 %), velocidad germinativa (0,38 germinaciones/día y 2,9 germinaciones/sna.) y la imbibición de agua osciló entre 33,1 a 44,2 % como indicador de humedad adecuada para la germinación en el tratamiento T2. Mientras que el resto de tratamientos se encontraron dispersos. Así mismo, se identificó que los tratamientos a base compost, vermicompost y tierra al 100 % no son idóneos para ser usado en la germinación de estas semillas por generar pudrición; en tanto, sustratos como la pajilla de arroz incrementan el tiempo de germinación y la latencia.

Palabras claves: *Phytelephas macrocarpa* Ruiz y Pav, sustratos, germinación de semilla, palmeras, Yarina.

ABSTRACT

The present research was performed through a plant nursery at Católica Sedes Sapientiae University Filial Rioja: Nueva Cajamarca. The objective was to evaluate the influence of different substrates on the germination of botanical seed of *Phytelephas macrocarpa* at the nursery level. The botanical seeds of *Phytelephas macrocarpa* were gathered from Naranjos, Naranjillo, Awajun, Nueva Cajamarca and Elías Soplín Vargas districts, these plants are located in agricultural areas with coffee, understory and forests. In the same way, the substrates were collected from the jurisdiction of the aforementioned districts. The study was realized using an experimental model, and we applied 16 treatments based on hydrated substrates that were placed in 30x30x20 cm plastic tanks, in which they incorporated *Phytelephas macrocarpa* seeds. for each treatment we applied four repetitions, totaling 64 experimental units distributed under a Complete Random Design (DCA) and in each container we put 20 seeds, totaling 1 280. To make the statistical analysis of the data, we used the analysis of variance (ANOVA) at 5 % and the Tukey test at 5 % was used to make the comparison of means; the statistical program used was Infostat ver. 3.2.1. The study variables were germination period, germination percentage, germination speed and moisture gain in the seeds. The results achieved on the germination of the botanical seed *Phytelephas macrocarpa* through the use of substrates influenced significantly ($p < 0,05$) in the study variables. However, the T2 treatment was the one that achieved the best values regarding average germination time (106 days), germination percentage (76,3%), germination speed (0,38 germinations/day and 2,9 germinations/sna.) and the imbibition of water ranged between 33,1 a 44,2 % as an indicator of adequate humidity for germination in treatment T2. While the rest of the treatments were scattered. Likewise, it was identified that the treatments based on compost, vermicompost and 100 % soil are not suitable to be used in the germination of these seeds because they generate rot; meanwhile, substrates such as rice straw increase germination time and latency.

Keywords: *Phytelephas macrocarpa* Ruiz and Pav, substrates, seed germination, palms, Yarina.

INTRODUCCIÓN

La *Phytelephas macrocarpa* pertenece a la familia Arecaceae, es una palmera endémica de la amazonia de Perú, Ecuador, Brasil, Colombia y Bolivia (Henderson *et al.*, 1995). Sin embargo, hoy en día se está afectando su estructura y distribución espacial de ecosistema por la intervención antrópica mediante la fragmentación de su hábitat (Carvalho *et al.*, 2010). En el Perú, esta palmera posee una gran importancia ecológica, ambiental y sociocultural, es una palmera dioica nativa de la Amazonia usado por los pueblos amazónicos. De ella se aprovechan sus hojas en la edificación de casas, su raíz en la preparación de medicina tradicional, su fruto fresco ocasionalmente para consumo local como bebida (Pronaturaleza y Amazon Ivory EIRL, 2008).

A pesar de ser una palmera muy explotada de forma extractiva por las poblaciones amazónicas, no se cuenta con muchos registros de su cultivo, estudios sobre germinación de semillas y otros relacionados con la morfofisiología de la semilla. De no realizarse estudios a fin de incentivar su propagación de esta especie, es muy probable que se eleve al grado de vulnerable, ya que actualmente hay más pérdidas de individuos que el nacimiento de nuevas plantas (Albuquerque, 2017). Realizar estudios de germinación permite conocer los factores que intervienen de manera directa e indirecta como el grado de humedad, posición de semilla, profundidad de sembrado y sustrato (Elias *et al.*, 2006; Ferreira y Gentil, 2017).

En el Perú no hay muchos antecedentes sobre la germinación de semillas de *Phytelephas macrocarpa* (Pronaturaleza y Amazon Ivory EIRL, 2008). Por los motivos expuestos es que se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar la influencia de distintos sustratos sobre la germinación de semilla botánica de *Phytelephas macrocarpa* a nivel de vivero. Desde este punto de vista es imprescindible prestar atención ambos casos tanto la disminución de estas palmeras y el uso de sustratos para incentivar la germinación a nivel de vivero. A fin de conocer y contribuir en fomentar el germinado y propagación de esta palmera, así como también el de proponer las condiciones idóneas para el germinado de esta especie para motivar programas de reforestación de carácter local.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la influencia de diferentes sustratos sobre la germinación de semilla botánica de *Phytelephas macrocarpa* a nivel de vivero, en la provincia de Rioja Región San Martín.

Objetivos específicos

- ◆ Determinar el tiempo de germinación de semilla botánica *Phytelephas macrocarpa* nivel de vivero con respecto a los sustratos propuestos.
- ◆ Evaluar el porcentaje de germinación de semillas botánicas de *Phytelephas macrocarpa* con respecto a los sustratos planteados a nivel de vivero.
- ◆ Determinar la velocidad germinativa media (50 %), diaria y semanal de semilla botánica *Phytelephas macrocarpa* con respecto a los sustratos planteados a nivel de vivero.
- ◆ Evaluar el ritmo de imbibición de semillas *Phytelephas macrocarpa* con respecto a los sustratos planteados a nivel de vivero.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Nivel internacional

Ferreira y Gentil (2017) realizaron un trabajo de investigación en el Estado de Acre, Brasil; sobre el proceso de germinación de semilla *Phytelephas macrocarpa* sometido a distintas temperaturas. El objetivo fue conocer la efectividad de temperatura para superar la latencia que impide germinar a las semillas y conocer el proceso de desarrollo vegetativo. Fue una investigación experimental con cinco tratamientos y tres repeticiones. Las variables sometidas a experimento fueron las temperaturas constantes de 25, 30, 35 y 40 °C en una cámara a fin mantener controlado el ambiente. También evaluaron temperaturas externas de 26 y 40 °C. Las semillas colectadas fueron lavadas y secadas en ambiente con sombra durante 24 horas. Al azar seleccionaron 20 semillas y fueron colocados en bolsas de plástico conteniendo vermiculita humedecido con agua en ambientes con temperaturas constantes de 25, 30, 35 y 40 °C. Así mismo, abordaron un módulo externo con temperatura de 26 a 40 °C y a fin de mantener un control utilizando un temporizador durante seis horas al día y seguidamente a 26 °C durante 24 horas como temperatura mínima ambiental. El seguimiento del proceso germinativo fue cada 15 días durante nueve meses. Las semillas germinadas fueron trasplantadas en cajas de madera protegidas con plástico y fueron colocados en un vivero con maya de invernadero de 50 % de ingreso de luz. Los riegos lo realizaron cada 15 días evitando el exceso de humedad. El diseño estadístico fue un Diseño Completo al Azar (DCA). La data fue analizada a través de un Análisis de Varianza (ANVA) y los promedios comparados mediante la prueba de Tukey al 5 %, para el cual utilizaron el *software* Beta Assistat 7,7. El principal resultado obtenido, fue que la estratificación de temperatura alterna de 26 y 40 °C presentó una mayor germinación con 88 % ($p < 0,05$), a diferencia de las temperaturas constantes que hubo una menor significancia de germinación. La investigación concluyó que las unidades experimentales alternas ayudaron a superar la latencia de las semillas de *Phytelephas macrocarpa* cuyo proceso duro nueve meces en promedio.

Albuquerque (2017) realizó un estudio enfocado en la germinación, genética, morfoanatomía y movilización de semillas de palmera *Phytelephas macrocarpa* en la ciudad de Manaus, Brasil. El objetivo consistió en indagar la particularidad morfofisiológica, germinación y movilización de semillas de palmeras en diferentes etapas de crecimiento. El estudio fue experimental con enfoque cuantitativo, para el cual recolectaron semillas de 15 racimos de distintas plantas de *Phytelephas macrocarpa* antes de ser dispersados. La recolección fue manual en tres áreas distintas con bosque predominantemente tropical; las semillas fueron lavadas en agua a chorro y posteriormente secadas durante 24 horas a temperatura promedio de 24 °C. Las semillas fueron sembradas en contenedores de plástico de 40 cm de ancho por 60 cm de largo por 20 cm de altura con sustrato mineral de vermiculita y colocadas en un vivero de teja transparente a temperatura mínima promedio de 25 y máxima de 39 °C. El riego fue manual de acuerdo a la necesidad y realizó un control de la semilla cada 10 días. Las variables de estudio fueron longitud de semillas, peso, volumen, humedad, porcentaje de dormancia, índice de germinación y variabilidad genética entre semillas. El diseño experimental aplicado fue un Diseño Completo al Azar (DCA) con 15 tratamientos (comprendido por P01 al P15) y tres repeticiones totalizando 45 unidades experimentales, cada unidad experimental tuvieron 15 semillas totalizando 675. El análisis estadístico fue mediante el Análisis de Varianza (ANOVA), asimismo, realizó la comparación de las medias estadísticas de los tratamientos con la prueba Duncan al 5 %, para el cual utilizó el *software* estadístico SAS versión 9,0. El resultado más significativo fue para el tratamiento de la progenie P01 con mejor promedio de longitud de semilla (4,3 cm), peso fresco 27 g, volumen 21 cm³ ($p < 0,05$), sin embargo, la germinación de progenies tuvo mejores resultados en los tratamientos P11 y P12 con 95,6 y 91,1 % ($p < 0,05$) y en menor porcentaje de germinación fue para el tratamiento P08 con 6,7 %. En tanto los tratamientos P04, P05 y P11 lograron porcentajes bajos de dormancia que osciló entre 4,4 y 6,7 %. La emisión de botón germinal fue en el tratamiento P04 con un índice de 0,76 y 152 días ($p < 0,05$) y el mejor desarrollo de plántula lo obtuvo el tratamiento P11 con 93,3 % ($p < 0,05$). Con respecto a la variabilidad genética no hubo diferencias claras entre las progenies del mismo lugar, pero si entre las procedencias, encontrándose cuatro grupos con factores genéticos distintos.

Blanco (2016) investigó sobre el uso de sustratos y técnicas de escarificación en la germinación de semillas de palmera *Phoenix dactylífera* en la ciudad de Soatá, departamento de Boyacá, Colombia. El objetivo fue evaluar la eficiencia de cuatro sustratos y dos técnicas

de escarificación en la germinación de la palmera *Phoenix dactylífera*. Para el cual abordó un estudio experimental con enfoque mixto de alcance básico. En un primer momento el investigador aplicó encuestas a los productores agropecuarios a fin de conocer el contexto productivo, condiciones naturales, socioeconómicas, culturales y situación de procesos de germinación, debido que esta palmera demora entre 3 y 4 años en germinar. En la parte experimental seleccionó sustratos locales constituidos por arena de río, turba y suelo agrícola que fueron colocados en bolsas de plástico de vivero de un kilogramo; así mismo, eligió 90 semillas en condiciones adecuadas y frescas de palmera *Phoenix dactylífera*. Las técnicas de escarificación de semillas fueron la física mediante el uso de lija y agua caliente a 80 °C. En el primer procedimiento las semillas fueron escarificadas y luego de 24 horas en reposo los colocó en los sustratos. Mientras que la otra técnica de escarificación fue la química, para el cual utilizó ácido sulfúrico al 95 %; sumergiendo las semillas por un período de 10 minutos, seguidamente enjuagó con agua destilada y por último sembró las semillas en los sustratos. Las variables de estudio estuvieron dadas por la producción de palmeras, ciclo fenológico y prácticas de manejo, germinación y altura de plántulas. En las dos primeras variables aplicó 20 encuestas para recolectar información de los pobladores y en las dos últimas empleó los siguientes tratamientos: (T1): arena de río + escarificación física-agua hirviendo a 80 °C, (T2): turba + escarificación física-agua hirviendo a 80 °C, (T3): suelo estéril + escarificación física-lijado de semilla, (T4): suelo + escarificación física-lijado de semilla, (T5): arena de río + escarificación química-ácido sulfúrico al 95 %, (T6): turba + escarificación química-ácido sulfúrico al 95 %, (T7): suelo estéril + escarificación química-ácido sulfúrico al 95 %, (T8):suelo + escarificación química-ácido sulfúrico al 95 %, (T9): suelo + semilla sin escarificar. Para el diseño experimental empleo un Diseño de Bloques Completos Azar de nueve tratamientos y tres repeticiones, totalizando 27 unidades experimentales, cada unidad incorporó 10 bolsas con sustrato y su respectiva semilla. El análisis estadístico que empleó fue el Análisis de Varianza al 5 % y para el cotejo entre tratamientos empleó la comparación múltiple DMS. Los principales resultados del análisis descriptivo obtenido mostraron que la presencia de palmeras cultivables en Soatá por los productores, el 50 % cuenta con áreas mayores a dos hectáreas, el 40 % entre uno y dos hectáreas y menos de 10 % cuenta con áreas menores a una hectárea, cuya producción de frutos fueron mejor en palmeras de seis años con 80 kg/año. Mientras que los resultados en la parte experimental con respecto al crecimiento de los plantines reportaron que el tratamiento T2 y T5 alcanzaron el mayor crecimiento con 9 cm ambos ($p < 0,05$), así mismo, que los mayores rendimientos de germinación que reportó fueron los tratamientos T5 y T7 ($p < 0,05$). El investigador

concluyó que los sustratos a base de arena de río y tierra esterilizada más semillas escarificadas a base ácido sulfúrico convergen óptimamente en la germinación de semillas de palmera *Phoenix dactylifera*.

Reyes (2013) realizó un trabajo de investigación sobre el uso de distintos sustratos hidratados para germinar semillas de palmera *Archontophoenix alexandrae*. Este trabajo fue ejecutado en la zona de Maná, Cotopoxi; perteneciente departamento de Quevedo, Ecuador. El objetivo residió en valorar el porcentaje de germinación de semillas botánicas de palmera *Archontophoenix alexandrae* en múltiples sustratos y a diferentes niveles de humedad. La investigación fue experimental con enfoque cuantitativo. Las variables de estudio fueron el porcentaje de germinación, período de hidratación de humedad de los sustratos y rentabilidad de los tratamientos. El experimento estuvo constituido por los siguientes tratamientos: (T1): Tierra negra + 30 % de aserrín de balsa + 24 horas de hidratación, (T2): Tierra negra + 30 % de aserrín de balsa + 48 horas de hidratación., (T3): Tierra negra + 30 % de aserrín de balsa + 72 horas de hidratación, (T4): Tierra negra + 30 % de tamo de arroz + 24 horas de hidratación, (T5): Tierra negra + 30 % de tamo de arroz + 48 horas de hidratación, (T6): Tierra negra + 30 % de tamo de arroz + 72 horas de hidratación, (T7): Tierra negra + 30 % arena + 24 horas de hidratación, (T8): Tierra negra + 30 % arena + 48 horas de hidratación y (T9): Tierra negra + 30 % arena + 72 horas de hidratación. De cada tratamiento realizó cinco repeticiones totalizando 45 unidades experimentales las que ocuparon un ambiente de 18 m²; a cada repetición agregó 100 semillas. Previo a la instalación de los tratamientos en el área experimental procedió a desinfectar, a fin de evitar la presencia de hongos, insectos, bacterias y virus. Las semillas antes de ser agregados a los sustratos fueron escarificadas y humedecidas según los tratamientos, seguidamente agregaron agua por medio de nebulización a todas las repeticiones según necesidad del sustrato. El diseño aplicado fue el de bloques completos al azar con dos factores (A y B); el factor A estuvo constituido por tres tipos de sustratos en proporciones y el factor B por los tiempos de hidratación a 24, 48 y 72 horas. Para considerar a las semillas germinadas estas tuvieron que mostrar rompimiento de la testa, aparición de la plúmula y radícula, para lo cual registraron los crecimientos de ambos hasta los 30 días, cuyos valores fueron recogidos en una ficha de observación directa. El análisis estadístico aplicado fue de Análisis de Varianza (ANOVA) y rangos múltiples de Tukey al 5 % para definir las diferencias de media entre tratamientos. Los principales resultados obtenidos determinaron que tratamiento T7 presentó el 85,3 % de

germinación de semillas y de igual forma ostentó el menor tiempo de germinación y crecimiento de plúmula ($p < 0,05$). Así mismo, el tratamiento T6 obtuvo el menor número de semillas germinadas (64,0 %). El resto de tratamientos no tuvieron mucha significancia a las variables de evaluación. La investigación concluyó que el sustrato de tierra negra con el 30 % de arena e hidratado por 24 horas, es más significativo en la germinación de semillas botánicas de palmera *Archontophoenix alexandrae*.

Martins *et al.* (2009) realizaron un estudio sobre el humedecimiento de sustratos inorgánicos como medio para acelerar la germinación de semillas de la palmera *Bacías gasipaes* en la ciudad de Campinas, Brasil. El objetivo fue comprobar la consecuencia de los diferentes grados de humedecimiento de sustrato de vermiculita en el porcentaje de germinación y vigor de plántulas de palma de pijuayo. La investigación fue de tipo experimental con enfoque cuantitativo. Los investigadores seleccionaron semillas con medidas de 25 y 29 mm y sin evidencias de iniciar el proceso germinativo. La metodología consistió en la utilización de sustrato inorgánico de vermiculita humedecido en cuantías de agua en 0, 30, 60, 90, 120 y 150 ml sobre la vermiculita. También esterilizaron y eliminaron la humedad del sustrato utilizando un invernadero común a temperatura de 105 ± 3 °C durante 24 horas, luego añadieron los volúmenes de agua. Las variables de evaluación fueron: índice de velocidad de emergencia de plántulas y porcentaje de germinación. Para el estudio utilizaron seis tratamientos con cuatro repeticiones y 20 semillas por unidad experimental. Para el análisis utilizaron un diseño experimental completamente al azar y aplicaron análisis estadístico de regresión y ajuste de curvas. A fin de determinar el impacto del sustrato sobre las semillas colocaron estas con el embrión germinativo hacia arriba, para lo cual utilizaron macetas de 0,5 kg expuestas a luz indirecta. Los principales resultados obtenidos fueron que el proceso de germinación duro 119 días y que los humedecimientos con volúmenes de agua de 60 y 90 ml tuvieron mejores porcentajes de plántulas germinadas ($p < 0,05$). En tanto, con el tratamiento de 90 ml por cada 100 g de sustrato consiguieron plántulas en menor tiempo de días de germinación con buenos resultados biométricos en longitud, diámetro de tallo y masa de plántulas ($p < 0,05$). Los investigadores concluyeron que el humedecimiento de semillas de palmea *Bacías gasipaes* en 100 g vermiculita hidratados por 12 horas en 90 ml de agua benefició una mejor velocidad germinativa y vigor de plántulas.

Mamani (2006) realizó un estudio basado en el uso de sustratos orgánicos para germinación de semillas de palmera de Asaí (*Euterpe precatoria martius*). El objetivo consistió en cuantificar el efecto de sustratos sobre la germinación de “Asaí” mediante semillas pregerminadas en la comunidad del Rosario de Yata, Provincia de Vaca Diez, departamento de Beni, Bolivia. El estudio fue experimental con enfoque cuantitativo de alcance básica. El material biológico lo recolectó de palmeras en pie con fruto en estado de maduración de un bosque primario, en total colectó 2 000 semillas. Para el tratamiento pregerminativos de semilla aplicó las siguientes técnicas: (a) hidrató las semillas en agua caliente a 59 °C durante ocho minutos, (b): hidrató las semillas en agua fría durante 24 horas, (c): colocó las semillas en una bolsa transparente y agregó agua de acuerdo a necesidad y a una temperatura de 32 °C durante 30 días. Los sustratos experimentales que usó fueron tierra, estiércol de bovino, pajilla de arroz y aserrín del ámbito local, los cuales lo tamizó a fin de evitar la presencia de residuos gruesos, seguidamente, desinfectó con formol al 10 % y cubrió con una manta por 24 horas a fin de alcanzar una mejor desinfección. Los sustratos fueron colocados en bolsas de vivero de un kilogramo en proporciones de 3:2:1 e instalados en un vivero de 50 % de luz. Las variables de estudio fueron el número de semillas por kilogramo, porcentaje de germinación, altura, diámetro y número de hoja de los plantines. Empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial de dos factores y cuatro repeticiones (4x4x4). En total preparó 20 tratamientos experimentales con cuatro repeticiones, totalizando 80 unidades experimentales con 25 bolsas con semillas de Asaí sumando 2 000 en total. Para el análisis estadístico aplicó el Análisis de Varianza y comparación de medias utilizó la prueba de Duncan al 5 %, para cuyo análisis usó el programa estadístico SAS. Los principales resultados alcanzados fueron que un kilogramo de semilla de Asaí contiene 1 773 semillas, el tratamiento a base de semillas pregerminadas en sustrato de pajilla de arroz alcanzó 84,0 % de germinación, seguido por el tratamiento pregerminativo en bolsa transparente con 86,0 % ($p < 0,05$). Con respecto a la ganancia de altura el tratamiento pregerminativo de semillas hidratados en agua por 24 horas alcanzó 5,35 cm/plantín seguido por tratamiento pregerminativo en bolsa transparente con 4,62 cm/plantín ($p < 0,05$). Con relación al diámetro por plantón, el tratamiento pregerminativo a base de sustrato de cascarilla de arroz logró 3,07 mm y finalmente el mayor número de hojas lo obtuvo el tratamiento a base de sustrato de bovino y cascarilla de arroz con semilla pregerminado en agua por 24 horas y bolsa estratificada transparente ($p < 0,05$). El estudio concluyó que los sustratos orgánicos y las semillas pregerminadas se favorecen mutuamente para dar paso a nuevas plántulas de Asaí cuyo tiempo de germinación alcanzó a los 70 días.

1.1.2. Nivel nacional

Águila (2018) realizó un estudio para evaluar la producción de plántulas de palmera *Mauritia flexuosa* a partir de semillas botánicas utilizando como medio sustrato de bagazo de caña y palo podrido. El objetivo que planteó fue generar información y procedimientos para el uso de distintos sustratos en el germinado de semillas de palmera *Mauritia flexuosa* utilizando semillas botánicas pregerminadas y porcentajes de iluminación. El estudio que propuso fue cuasi experimental con enfoque cuantitativo, con un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres factores (2 x 2 x 2) en parcelas divididas en tres repeticiones en bloques. Para el cual aplicó dos tratamientos de sustratos a base de bagazo de caña y palo podrido, dos tratamientos pregerminativos (15 y 20 días) y dos coberturas luminosas (35 y 50 %). En total tuvo 24 unidades experimentales con 50 semillas cada uno. Para el análisis estadístico utilizó el Análisis de Varianza (ANVA) y las medias estadísticas fueron analizadas con la prueba de Tukey al 0,05 % de probabilidad, cuyos datos los analizó utilizando el software Infostat 2015. Las variables que examinó fueron la biometría del fruto, porcentaje de germinación y emergencia de la semilla. Los principales resultados que obtuvo indicaron que los tratamientos fueron significativamente diferentes (p valor < 0,05). Los tratamientos T5 y T6 presentaron el mejor número de semillas germinadas con 30 y 34 semillas, así mismo expresaron el mejor índice de emergencia con valores de 0,123 y 0,140 y el resto de tratamientos fueron muy bajos (p valor < 0,05). Los tratamientos con mezclas de bagazo de caña y palo podrido y tratamientos sumergidos en agua y embolsado expuestos a luz entre 35 y 50 % mostraron un tiempo de germinación de 115 días.

Torres (2017) realizó un estudio en las cuencas del Yanayacu y del Pucate perteneciente al distrito de Nauta, provincia de Loreto, departamento de Loreto sobre la producción y regeneración de *Phytelphas macrocarpa*. El objetivo fue conocer la cantidad de racimos, frutos, semillas y el proceso de regeneración de los yarinales de las cuencas en mención. La investigación que desarrolló fue no experimental con enfoque cuantitativo. Así mismo, tuvo como población las palmeras existentes en un área de 20 hectáreas correspondientes a las cuencas en estudio, del cual cogió el 1 % como muestra de la población existente para realizar su estudio, cuyas muestras de palmeras los eligió al azar. Para la aplicación de sus actividades repartió la metodología de trabajo en actividades de pre campo, campo y post campo. A nivel de pre campo solicitó los permisos para el ingreso a la cuenca ante las

comunidades que administran los yarinales y el acompañamiento de comuneros que conocían el área en estudio. En la etapa de campo, realizó actividades de georreferenciación y delimitación del área de estudio, también evaluó la densidad de palmeras hembras y machos, así mismo, identificó las palmeras productivas en racimos y fruto (cantidad de semillas por kilo, número de racimos, frutos por racimo y número de semillas por fruto). De igual manera, realizó un inventario de regeneración natural dividiendo plantas menores de 50 cm y menores de un metro hasta 50 cm. En la etapa de post campo, efectuó el análisis de la información recolectada en la etapa de campo. Para la recolección de información utilizó la técnica de inventario a través del instrumento de registro de datos. Para el análisis estadístico de sus resultados aplicó estadística descriptiva (promedios estadísticos, desviación estándar y coeficiente de variación), cuyos resultados los presentó en tablas y gráficos. Los principales resultados reportados por el investigador fueron que el área promedio de influencia de palmeras en todo su rodal fue entre 10,47 m² hasta 19,94 m² en promedio. Los racimos por planta en promedio entre las dos cuencas fueron de 7,09 racimos y cada racimo ostentó en promedio 10,70 frutos. La regeneración natural osciló en 4 353 plantas, de los cuales 2 379 fluctúan entre 0.5 m y 1 m; mientras que 1 974 están por debajo de los 0,5 m. Finalmente concluyó que el número de semillas por planta de yarina fue de 151,8 semillas en promedio, siendo mayor en la cuenca de Pucate con 159,39 semillas y de 144,31 en Yanayacu.

Bocanegra (2010) realizó su tesis de investigación sobre el uso de sustratos orgánicos en la germinación de la palmera *Socratea exorrhiza* bajo distintos tipos de sombra a nivel de vivero en la ciudad de Nauta, Iquitos, departamento de Loreto. El objetivo propuesto fue establecer el sustrato que permite la mayor germinación en palmeras de *Socratea exorrhiza* mediante dos tipos de coberturas. El estudio fue experimental con enfoque cuantitativo. Para el cual, el investigador empleó 3 600 semillas frescas las cuales fueron desinfectadas, así mismo, los sustratos yacieron en la zona y estuvieron constituidos por arena de río, tierra negra y aserrín, todos libre de partículas gruesas. Las semillas las sembró a 5 cm de profundidad y cubrió con el mismo sustrato, para el riego aplicó agua por la mañana y la tarde con regadera manual evitando el encharcamiento. Las variables principales del estudio estuvieron dadas por el porcentaje de germinación y tiempo de germinación. El experimento lo realizó bajo un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) para el cual empleó cuatro tratamientos con tres repeticiones, totalizando 12 unidades experimentales. Con el mismo

diseño aplicó tres ensayos, uno con cobertura a base de tinglado de hoja de palmera a 50 cm de altura, el segundo con cobertura de plástico negro a 50 cm de altura y el tercero sin cobertura o tinglado. Los bloques que utilizó el investigador fueron tres y cada uno tuvo 4 m de largo, 1 m de ancho, total fueron 12 m²; así mismo, cada bloque lo dividió en cuatro parcelas de 1m², totalizando 36 parcelas al que agregó 100 semillas por parcela. Los tratamientos que empleó fueron de la siguiente manera: (T0): tierra común, (T1): Tierra Negra 50 % y arena blanca 50 %, (T3): arena blanca, (T4): aserrín fresco. El análisis estadístico que aplicó fue el análisis de varianza y para la comparación de medias entre tratamientos empleó la prueba de Duncan al 5 %. El resultado que obtuvo, fue que los tratamientos en tinglado de plástico negro con sustrato de aserrín de madera fresca alcanzaron los mejores porcentajes de germinación que fluctuaron entre 51 a 79,0 % ($p < 0,05$), igualmente estos tratamientos lograron el menor tiempo de germinación con 59 días y los picos de germinación de forma ascendente sucedieron desde la semana siete hasta la nueve, luego la germinación disminuyó significativamente ($p < 0,05$). El estudio concluyó que el sustrato base de aserrín con cobertura de plástico negro a 50 cm de altura es el más ideal para germinar semillas de *Socratea exorrhiza*.

Montoya (2008) realizó un trabajo de investigación sobre los niveles de producción de *Phytelephas macrocarpa* en comunidades de rivera de la cuenca del río Yanacu-Pucate del distrito de Nauta región Loreto. El objetivo principal fue valorar la magnitud productiva de *Phytelephas macrocarpa* y la intervención de las comunidades en la extracción de hojas y frutos. La investigación fue de tipo no experimental con enfoque cuantitativo. Para el estudio tuvo una población comprendida por las comunidades de Yarinal Sacarita, Yarinilla y Yarinal de San Juan. Por orden tuvieron las siguientes áreas para el estudio: 32, 58, 12, 15 y 13, 16 hectáreas de los cuales tomaron muestras de 400 m² para realizar un inventario de especies productivas y en crecimiento existentes. Además, recolectó datos sobre el número de hoja y frutos de cada palmera. Las variables que evaluó fue el potencial productivo de follaje a través del número de hojas; clasificándolos en hojas maduras, inmaduras y lanzas. Así mismo, calculó la magnitud productiva de frutos por planta, también los pesos y tamaños para lo cual tomaron ejemplares de cinco muestras de cada área de estudio. Los frutos fueron elegidos al azar y evaluaron el peso, número de frutos y semilla por cabeza. Posteriormente valoró la densidad de palmeras, dasonomía a través de la frecuencia absoluta y relativa. Dentro de los principales resultados que encontró fue que la comunidad de Sacarita presentó

mayor cantidad de población de palmeras (917), mayor cantidad de hojas (153 907.92), seguidos por la comunidad de Yarinilla con 767 individuos y 81,84 hojas por hectárea. Con respecto a la cantidad de cabezas de frutos cuantificó 107 cabezas en la comunidad Sacarita seguido por la comunidad de Yarinilla con 34, con pesos promedios en ambas comunidades de 2,8 y 2,9 kg respectivamente. Finalmente concluyó que la comunidad de Sacarita Buenos Aires posee mayores individuos por hectárea de palmeras *Phytelephas macrocarpa* y existe mejores características de conservación y se atribuye por estar más distante del Pueblo. Mientras que el resto de bosques de yarinales ubicados en las comunidades de Yarinal y Yarinilla es menor la presencia por hectárea por estar más cerca de las familias de las comunidades. En ambos pueblos cosechan las hojas para ser usado en techos de casas y que en promedio se extraen entre 1 250 hasta 2 275 hojas. Así mismo, que los frutos inmaduros son cosechados para ser usado como alimento de donde extraen entre uno y cinco racimos por familia.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. Sustratos

Son aquellos materiales sólidos diferentes al suelo nativo, que han sido elaborados por intervención biológica, mecánica o existen de manera natural, estos son de origen orgánico e inorgánico y puede usarse por separado o en conjunto para fijar el sistema radicular y servir de soporte para las plantas. Sin embargo, existen sustratos que pueden inmiscuirse como nutriente para los vegetales (Cruz *et al.*, 2012). Mientras que Montoya y Cámara (1996) citado por Bocanegra (2010) atribuyen a los sustratos como fijadores de las raíces y otorgar soporte, así mismo, permite brindar las condiciones de aire, humedad y nutrientes a las plantas.

a. Tipos de Sustratos

Los sustratos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos. En los orgánicos se encuentran los de origen natural, de síntesis y subproductos de distintas actividades, estos para su utilidad tienen que ser acondicionados a través del compostaje o vermicompostaje. Mientras que los inorgánicos son de origen natural como la arena de río, piedra pómez y otros. Así mismo, en este grupo se encuentran sustratos de tipo material transformado como la

vermiculita y subproductos industriales como las escorias de hornos. Sin embargo, unos tienen mejor utilidad que otros (Martínez y Roca, 2011). Los sustratos están integrados de manera independiente o por distintas proporciones de dos o más combinaciones de materiales bien sean de características orgánicos, inorgánicos o sintéticos (Olivo y Buduba, 2006). Al mezclarse estos sustratos dan como resultado uno nuevo; aportando mayor y mejor porosidad, se incrementa la retención de humedad y capacidad catiónica (Morales y Casanova, 2015). Los sustratos inorgánicos están compuestos por aquellos naturales y sintéticos, particularmente en este grupo se encuentran la grava, arena, vermiculita, perlita, arcilla, espumas, geotextiles y poliestireno (López *et al.*, 2015). En tanto los orgánicos lo conforman la turba, mantillo, fibras, vegetales, cortezas de árboles, pajilla de arroz, residuos de podas, lodos, residuos urbanos y otros; que a través de técnicas del compostaje se pueden convertir en una alternativa para el cultivo de plantas o con otros fines (Stephenson *et al.*, 2013). En tanto, Martínez y Roca (2011) clasifican a los sustratos en dos niveles que son: (a): según sus propiedades, en este grupo se encuentran los químicamente inertes (graba, roca volcánica, perlita, arcilla, arena silíceo y otros) y los químicamente activos (turba, orujos, aserrín, vermiculita y otros), (b): según su origen, integrado por sustratos naturales (turba, fibra de coco, compost, orujo de uva, cortezas, lodos y otros) y sustratos minerales (zeolita, arena, perlita, lana, escorias industriales y otros).

b. Propiedades de los sustratos

Los sustratos con buenas propiedades físicas y químicas deben proveer excelente presencia de agua, humedad, aire y nutrientes a excepción de objetos extraños o sustancias que alteren sus propiedades. Las propiedades físicas son las más importantes, debido a que una vez establecido algún procedimiento o cultivo difícilmente se pueden modificar a diferencia de los químicos (Burés, 2002). En tanto, Pastor (1999) agrupa las características de los sustratos en físicas, químicas y biológicas, para los cuales en el primero se encuentran la densidad real aparente, porosidad y aireación, retención de agua, permeabilidad, porosidad, granulometría y estabilidad estructural; mientras que en las químicas se encuentran la capacidad de intercambio catiónico, pH, contenido de nutrientes, relación carbono nitrógeno y capacidad tampón. En tanto, las características biológicas se rigen en base a la presencia de materia orgánica y estado y velocidad de descomposición. Las propiedades más importantes de los sustratos son:

Granulometría. Del tamaño de los sustratos dependen la presencia de agua y aire. Según Alvarado y Solano (2002), los sustratos con medidas de 0,25 a 2,6 mm de diámetro otorgan suficiente agua y aireación, mientras que mayores a 0.9 mm generan poros grandes alterando la retención de agua y aire. Sin embargo, si son los sustratos muy finos menores a 0,25 mm impide el ingreso de agua y aireación de forma deficiente.

Porosidad. Son los espacios no ocupados por los sustratos, estos facilitan el ingreso y presencia de aire y agua que están en contacto con los sustratos, el espacio poroso al facilitar la aireación debe ser mayor al 89 % (Baixauli y Aguilar, 2002).

Capacidad de retención de agua. Es el volumen de agua presente y conservado por el sustrato después de haber regado, el valor optimo debería ser de 20 a 30 % de la diferencia del volumen agregado (Cruz *et al.*, 2012).

Densidad aparente. Es el resultado entre la cantidad de masa seca del sustrato por el volumen aparente del sustrato. Esta propiedad es de vital importancia, debido, que pueden ser manipulados para ser utilizados para distintos fines. Las unidades que se utilizan para su cálculo son el peso sobre el volumen y se mensura por g.cm^3 (Quintero *et al.*, 2011).

Con respecto a las propiedades químicas de los sustratos se debería tener bastante cuidado, dado que una sobre saturación o instauración de agua puede generar reactividad química y de estar en completo equilibrio producirá la libración de nutrientes benéficos para ser aprovechados (Burés, 2002). Las principales propiedades químicas de los sustratos los generan los sustratos orgánicos y tienen que ver con la capacidad de intercambio catiónico, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica y relación carbono nitrógeno, la funcionalidad depende de un balance de todas estas propiedades y los sustratos que se usan (Cruz *et al.*, 2012).

1.2.2. *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pav

Es una palmera solitaria de tronco subterráneo que muchas veces también se encuentra erguido, posee una altura de 1 a 4 m de altura y de 50 a 60 cm de circunferencia de tronco, posee aproximadamente unas 27 hojas, cada hoja posee un peciolo de hasta 40 cm de largo. Son hojas pinnadas de forma lanceolada de hasta 90 cm de largo y 5 cm de ancho. En tiempo de floración son visibles hasta diez flores por palmera que pueden llegar a polinizar entre cinco y diez flores que como resultado se tiene el mismo promedio de frutos (Bernal, 2013). Es una planta arbórea no maderable que crece en la Amazonía y se extiende hasta la selva alta de muchos países con presencia de cobertura boscosa húmeda tropical y que pertenece a la familia de las *Aracaceae* (Narel *et al.*, 2014; Gómez, 2015).

Similares afirmaciones realizaron Pautrat *et al.* (2017) al manifestar que esta planta es una palmera dioica de tronco corto que puede llegar hasta los 12 metros de altura y estar cubierta con hojas desde los tres metros en plantas productivas, llegando a tener aproximadamente 30 hojas en un tallo de ocho metros. Posee una inflorescencia de 0,30 metros de largo y comúnmente llega a tener entre 15 y 20 frutos agrupados en cabezas cada fruto individualmente posee entre cinco y seis semillas, cuyo fruto tiene distintos usos; semilla en estado seco, fruto gelatinoso en estado inmaduro y de uso industrial la semilla. De la planta se extrae sus hojas para construir techos de casas y el palmito para consumo (Figura 1).



Figura 1. Planta *Phytelephas macrocarpa* y sus componentes principales. Fuente: Paniagua *et al.* (2014, p. 70).

a. Clasificación taxonómica

Es una palmera endémica de la Amazonía ubicada en suelos orgánicos fértiles poco ácidos (Costa *et al.*, 2006). Se pueden encontrar en promedio de 352 plantas desarrolladas por hectárea, son abundantes en la llanura amazónica y también crece en los terrenos con pendiente cuyo tallo no es muy distante del suelo (Bernal, 2013). Esta palmera presenta la siguiente clasificación taxonómica (Tabla 1):

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la “Yarina” Phytelephas macrocarpa

Orden	Arecales
Familia	Palmae
Subfamilia	Phytelephantoidae
Género	Phytelephas
Especie	<i>Phytelephas macrocarpa</i> Ruiz & Pavon
Nombre común	Perú: tagua, poloponto o yarina; Brasil: jarina; Colombia: corozo o tagua; Ecuador: palma de marfil, tagua o cabeza cadi de negro; Estados Unidos: vegetable ivory (Hernández y Mass, 2007).

Fuente: Ferreira (2006).

b. Inflorescencia y fructificación

El proceso de floración es entre los meses de enero a mayo, sin embargo, se pueden encontrar palmeras en floración durante la época del año. Una vez sucedido la floración y fecundación, los frutos tardan más de tres años en formarse. Al ser una especie dioica, la flor masculina es más prolongado y visible que adopta un color amarillo a crema, mientras que la flor hembra es pequeña y se esconde en las bases de las hojas (Figura 2). Estando los frutos maduros, estos pueden caer al suelo donde son removidos por animales de la selva, al estar los frutos en el suelo estos son cosechados por las personas; las semillas pesan alrededor de 50 gramos. El tiempo de germinación de la semilla es prolongado de hasta 2,5 años para germinar aproximadamente (Bernal, 2013). Sin embargo, Gómez (2015) manifiesta que cada palmera productiva engendra tres cosechas por año de frutos y el proceso de germinación de la semilla tarda seis meses desde que se la coloca bajo tierra. El tiempo promedio para el

primer fructificación de cada planta es a los 12 años. Se podría mencionar que no se cuenta con un tiempo definido de la germinación de la semilla, tanto así que Costa *et al.* (2006) manifiesta que la germinación sucede en un año.



Figura 2. Inflorescencia masculina y femenina de la palmera *Phytelephas macrocarpa* Ruiz y Pav. Fuente: Tomado de Bernal y Galeano (2013).

c. Distribución, ecología y suelos

El género de *Phytelephas* son un conjunto de seis especies que se distribuyen en toda la llanura amazónica desde Panamá hasta Bolivia (Borchsenius y Moraes, 2006). Así mismo, Flores (1997), manifiesta que esta palmera se encuentra abundantemente entre los países de Ecuador, Colombia, Perú y Brasil, y en la Amazonía peruana las regiones donde predomina son Huánuco, San Martín, Junín y Amazonas. Estas palmáceas se encuentran en climas húmedos tropicales con temperaturas promedios anuales de 25,5 °C y mínimas 22,2 °C; así mismo, con precipitaciones máximas de 3 419 mm y mínimas de 1 020 mm anuales. Su ubicación altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 1 200 m s.n.m. Son palmeras que se encuentran en suelos alfisoles e inceptisoles con muy buena materia orgánica (Castillo, 2010). Su distribución en los bosques amazónicos es distante unos de otros o muchas veces se la puede encontrar agrupados en mosaicos o conglomerado, comúnmente llamados

yarinales. También se les puede ubicar en sotobosques asociado a árboles diversos en estratos (Figura 3) (Haynes y McLaughlin, 2000; Hernández y Mass (2007).

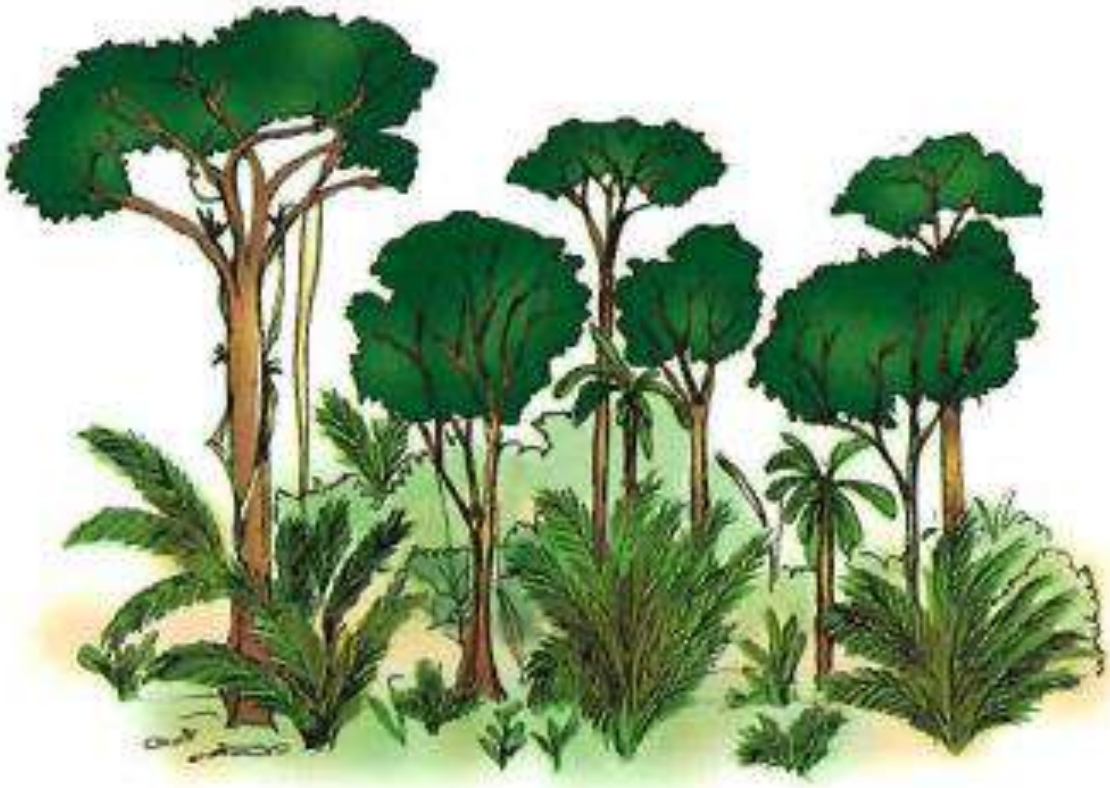


Figura 3. Representación de la forma de vida y hábitat de la palmera Phytelephas macrocarpa. Fuente: Tomado de Hernández y Mass (2007, p. 7).

d. Manejo y propagación

La parte aprovechable de las palmeras *Phytelephas* son sus hojas para el techado de casas en la Amazonía y el fruto como alimento para las personas y la fauna, también las semillas para realizar artesanías. Por tanto, un mal manejo de su población puede ocasionar afectación a los que se benefician, por lo que su manejo debe ser gestionado y sostenible, no afectando su población, por lo que su aprovechamiento debe consistir en cortar solo hojas maduras y no extrayendo todos los frutos de las plantas a fin de favorecer la presencia de semillas para asegurar nuevas plantas. Además, el aprovechamiento de yarinales debe realizarse con un tiempo de rotación de cada cinco años como mínimo. En su manejo también es imprescindible realizar un diagnóstico situación que involucre un mapeo poblacional (Martín y Mass, 2011).

La palmera *Phytelephas macrocarpa* es una especie nativa de las regiones amazónicas y tiene un alto grado de adaptabilidad ecológica; además, se cuenta con abundante germoplasma, sin embargo, es una especie arbórea no maderable poco investigada y con escasa difusión de su potencial económico y tecnológico (Flores, 1997). Así mismo, Spittler (2002) manifiesta que no existe mucha información científica sobre el manejo de *Phytelephas macrocarpa* a nivel de vivero. La única forma que existe en registros es a través de la propagación sexual en los mismos bosques a través de la recolección de la semilla botánica germinada o de plántulas ya crecidas. Bajo este manejo tradicional la semilla tiende a germinar entre los tres y seis meses. Según Baskin y Baskin (2014a), las semillas de palmeras poseen diferentes tipos de latencia, poseen un embrión inactivo y endocarpio grueso pero permeable que facilita su humedecimiento.

e. Germinación y desarrollo de la planta *Phytelephas macrocarpa*

La semilla está compuesta por el endospermo que en estado inmaduro es líquido a gelatinoso y cuando llega a la madurez es sólido de color blanquecina, siendo esta la unidad de propagación que contiene la semilla botánica. Está cubierto por una película de color amarillo cremosa llamado endocarpio que es de carácter liso (Hernández y Mass, 2006). La semilla posee un eje transversal y longitudinal, además, las partes principales de la semilla son el endospermo, embrión y endocarpio (Pronaturaleza y Amazon Ivory EIRL, 2005) (Figura 4).

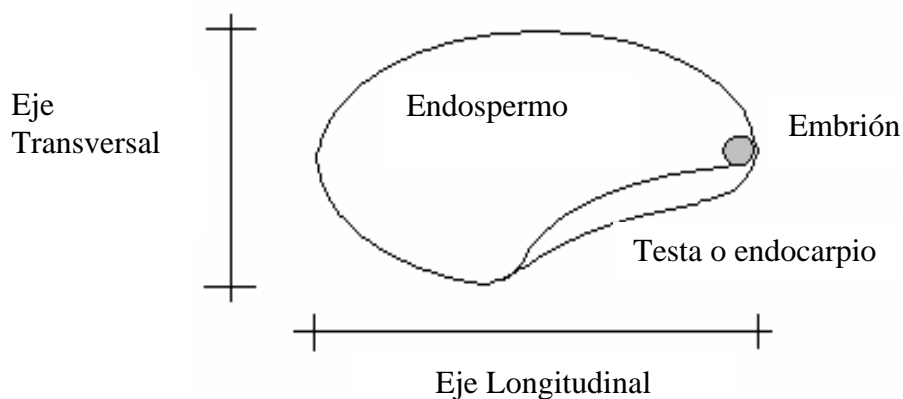


Figura 4. Ejes y partes importantes de la semilla *Phytelephas macrocarpa*. Fuente: Pronaturaleza y Amazon Ivory EIRL (2005, p. 19).

Según Henderson (2006), las palmeras existentes a nivel mundial poseen tres tipos de germinación que son la ligular adyacente, ligular remota y tubular remota (Figura 5). De los cuales Ferreira y Gentil (2017) atribuyen que las palmeras *Phytelephas macrocarpa* poseen una germinación tubular remota, esta característica lo ayudaría a protegerlo de eventos destructivos, sobrevivencia en terrenos secos y garantizar la presencia de la plántula si la semilla fuera depredada. Así mismo, señalan que, una vez sucedido la germinación, esta palmera tiene nueve etapas para el desarrollo de la planta (Figura 6).

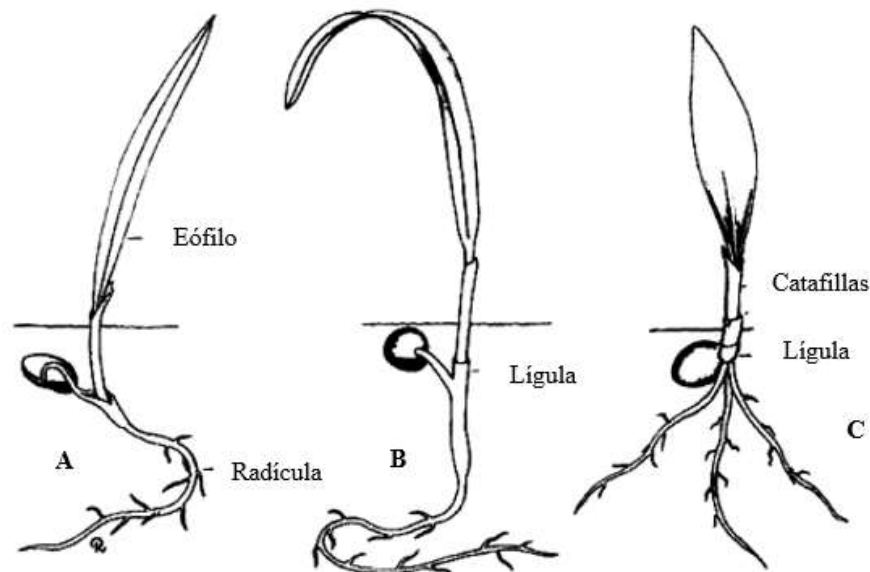
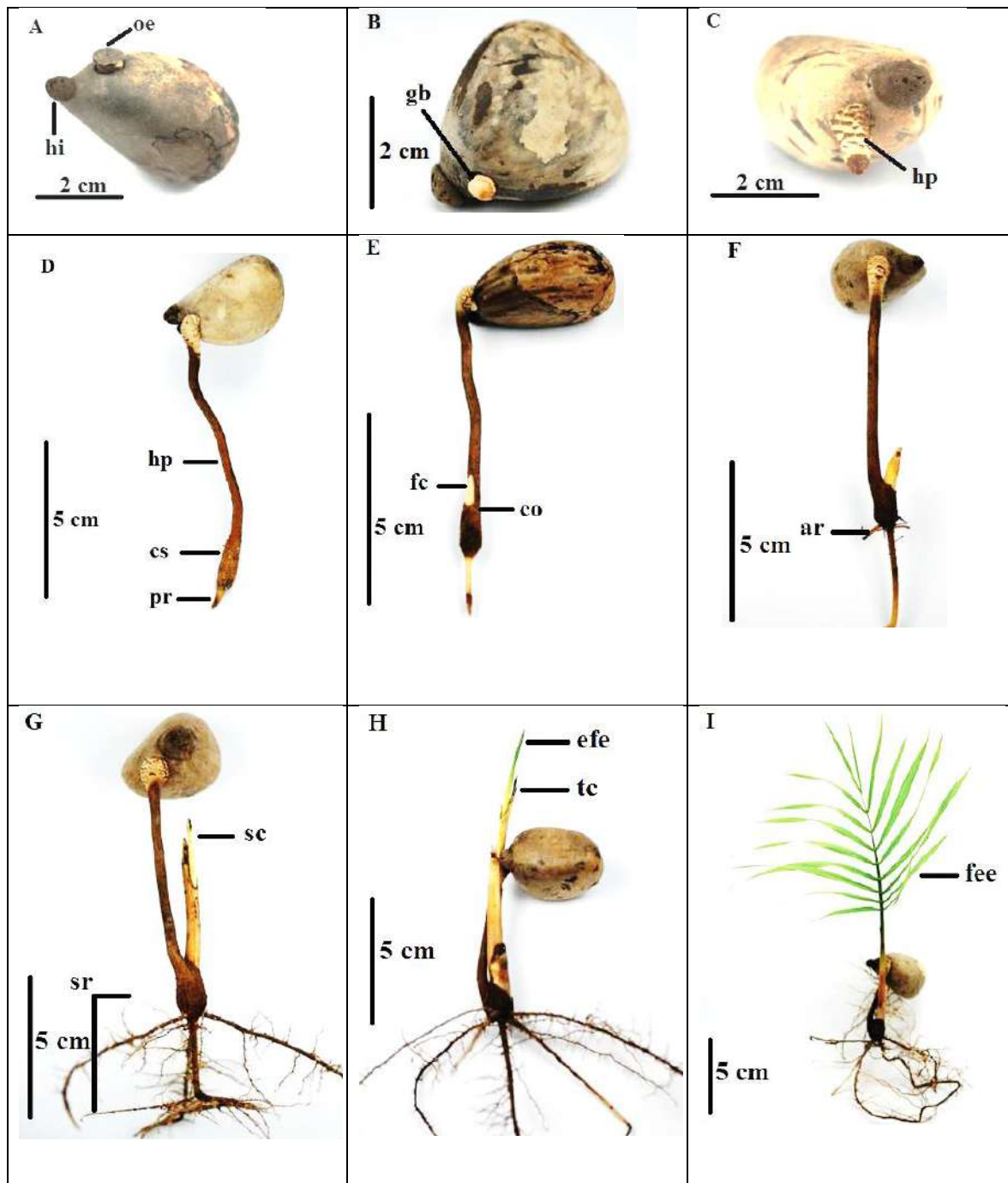


Figura 5. Tipos de germinación de palmeras (A) tubular remoto, (B) remoto ligular y (c) ligular adyacente. *Fuente:* Tomado de Henderson (2006, p. 275.).



De donde:

(A): Protuberancia del eje embrionario, con opérculo desprendido, (B): Formación del botón germinativo, (C): Desarrollo inicial del hiperfilo, (D): Hiperfilo desarrollado, con hinchazón de la vaina cotiledonaria y emisión de la raíz primaria, (E): Emisión del primer catafilo, (F): Emisión de raíces adventicias, (G): Emisión del segundo catafilo, (H): Tercer catafilo y emisión del primer eófilo y (I): Primer eófilo expandido.

De donde:

(ar): raíz adventicia, (co): coleoptilo (lígula), (cs): vaina cotiledonaria, (efe): emisión del primer eófilo, (fc): primer catafilo, (fee): primer eófilo expandido, (gb): botón germinativo, (hi): hilum, (hp): hiperfilo, (oe): endocarpio opercular, (pr): raíz primaria, (sc): segundo catafilo, (sr): raíz secundaria, (tc): tercer catafilo

Figura 6. Germinación y etapas de desarrollo de plántulas de palmera *Phytelephas macrocarpa*. Fuente: Tomado de Ferreira y Gentil (2017, p. 24).

f. Importancia ecosistémica

Las palmeras constituyen una parte importante del ecosistema de flora en la Amazonía, de las cuales se hace alusivo la existencia de aproximadamente 700 especies en Sudamérica. En la Amazonía se puede encontrar de 30 a 40 árboles por hectárea (Montúfar y Pintaud, 2006, citado por Balslev *et al.*, 2008).

La palmera *Phytelephas macrocarpa* es una de las especies de gran importancia ecológica, ambiental y sociocultural; es una palmera dioica nativa de la Amazonía usado por los pueblos amazónicos. De ella se aprovechan sus hojas en la edificación de casas, su raíz en la preparación de medicina tradicional, su fruto fresco ocasionalmente para consumo local como bebida. Además, la semilla seca ha venido siendo exportado como materia prima a mercados europeos y norteamericanos como marfil vegetal (Pronaturaleza y Amazon Ivory EIRL, 2008).

g. Problemas que enfrenta *Phytelephas macrocarpa*

Actualmente las palmeras enfrentan un grave problema de sobreexplotación, debido al crecimiento poblacional desordenado tanto en zonas urbanas y rurales de la Amazonía, principalmente en áreas de confluencia entre bosque y ciudad donde predominan estas especies. Entre las más afectadas se encuentran *Lepidocarium tenuz* Mart., *Phytelephas macrocarpa* y *Attalea phalerata* Mart. Tanto ha sido su explotación que actualmente ha inducido una demanda, que supera su regeneración natural. Esto ha repercutido en la pérdida y alejamiento de este importante recurso arbóreo no maderable en la amazonia peruana (Martín, 2015).

El principal problema de la palmera *Phytelephas macrocarpa* v es que a pesar de conocerse que su cantidad ha disminuido arduamente, solo existe información general mas no sobre su germinación de semilla botánica en condiciones de vivero (Torres, 2017). Las principales falencias que presenta esta palmera con respecto a su manejo son la escasa información de las formas y materiales usados para la germinación de plántulas. También no se ha reportado referencias si la semilla presenta dormancia o debe ser aplicado alguna técnica de

pretratamiento para facilitar su germinación (Martín, 2015). A su semilla se le atribuye un proceso de germinado lento y difícil en medio natural (Torres, 2017). Del mismo modo Costa *et al.* (2006), menciona que las especies de palmeras *Phytelephas macrocarpa* merecen atención debido que existen aspectos que pueden afectar negativamente su estructura dinámica y poblacional, entre estos aspectos se encuentran la excesiva extracción de semillas de hábitat natural, el largo periodo de germinación de semillas para el mantenimiento de la especie y la fragmentación de su hábitat mediante la extensión agrícola.

En cierta medida esta disminución se debe a la expansión agrícola o en efecto a malas prácticas de manejo, debido, a la eliminación de plantas machos para dejar más espacio libre para las palmas hembras. Esta disminución de palmas macho puede acarrear riesgos en la sobrevivencia o ausentismo de polinizados específicos en épocas de bastante y poca floración, debilitándose la polinización y por consiguiente una baja producción de semillas (Bernal y Galeno, 2013).

1.2.3. Germinación y propagación de semillas

La germinación se define como un proceso que inicia con la hidratación de la semilla seca y concluye con la elongación del eje embrionario, brotamiento de la radícula y observación de la plántula naciendo del suelo (Varela y Arana, 2010). Similar definición atribuye Suárez y Melgarejo (2010), al señalar que la germinación es un conjunto de procesos metabólicos y morfogénicos constituido por las fases de impregnación de agua para romper la latencia, activación de embrión, apertura del embrión y rompimiento de la testa de la semilla.

Sin embargo, para que el proceso de germinación se cumpla deben cumplirse requisitos como no coger las semillas inmaduras debido a que no germinará y de colocarlos sobre sustratos húmedos estas pudrirán por efecto de los hongos. Por lo que el secado es un paso importante para el proceso de germinación de la semilla, pero esta no debe ser por debajo del 35 y 65 % de humedad, así mismo, es preferible germinar semillas después de las cosechas entre 7 y 10 días a fin de evitar los efectos del tiempo en la respuesta de germinación (Baskin y Baskin, 2014b).

a. Medición de la germinación

Ranal y García (2006) señalan que la germinación de la semilla pasa por sucesos cuantitativos de gran importancia que deberían ser tenidos en cuenta, estos son el período, emergencia, uniformidad y concordancia de germinación de las semillas, esta información puede ser calculada y registrada como información de aporte a las ciencias como la fisiología, ecólogos y técnicos en semillas. El proceso de germinación debería ser visualizado macroscópicamente (imbibición, crecimiento y emergencia de radícula), debido que a nivel molecular no es observable a simple vista (Ranal y García, 2006).

González y Orozco (1996) manifiesta que los métodos de análisis de germinación de semillas pueden ser descriptivos y analíticos. El primero consiste en una visualización preliminar de los resultados obtenidos y como medio utiliza los gráficos; a diferencia de los analíticos estos se valen de funciones matemáticas, cuyos resultados representan la respuesta germinativa. Así mismo, Ranal y García (2006) señalan que las medidas de tendencia central como la media, mediana, moda, desviación estándar y error estándar permiten predecir estadísticamente el tiempo de germinación y tomar decisiones sobre diseños experimentales. Pérez y Pita (2001) también manifiestan que la velocidad de emergencia se realiza a través de la cuantificación del número de plantas que emergen del sustrato por día desde la siembra.

b. Tratamientos pregerminativos

Son técnicas cuyo fin es activar la latencia en las semillas para dar paso a la germinación (Varela y Arana, 2010). Se aplica la pre germinación debido a que algunas semillas muestran respuesta germinativa lenta, cubierta protectora del embrión grueso y ante los factores ambientales como la temperatura, estos factores impiden aumentar el porcentaje de germinación. Las técnicas más aplicadas son la escarificación, deshidratación e hidratación en periodos y reactivos químicos (Mayo *et al.*, 2017). Entre las técnicas de pre germinación se detallan las siguientes:

Deshidratación e hidratación. Es una técnica eficiente para romper la latencia, homogeneizar y aumentar la germinación de semillas ante la deficiencia de plantares con

problemas ecológicos. Sin embargo, es una técnica que falta estandarizar y difundir (Sánchez *et al.*, 2012). Los efectos de esta técnica pasan por tres fases: (1) la semilla absorbe agua hasta un 60 %, (2) sucede un conjunto de fenómenos fisiológicos y el humedecimiento de la semilla se incrementa hasta un 68 % y (3) sucede el proceso de germinación a través del rompimiento de la testa de la semilla (Suárez y Melgarejo, 2010).

Estratificación. El objetivo de esta técnica es dar paso a la germinación a través del rompimiento de la latencia del embrión de la semilla a través del uso de sustratos húmedos que pueden ser orgánicos e inorgánicos como tierra, arena, vermiculita, compost, musgo y otros que pueden estar sometidos al frío o calor a distintos periodos de tiempo hasta que suceda la germinación (Figueroa y Jaksic, 2004).

Escarificación. Es una técnica que se aplica cuando la envoltura de la semilla es dura e impide la hidratación. Para este proceso se utilizan procedimientos, la primera es mecánica que consiste en utilizar materiales como lija, esmeril eléctrico, limas y otros que permitan el adelgazamiento de la testa para favorecer el ingreso del agua y se rompa la latencia y la segunda es química donde se puede utilizar el ácido sulfúrico sumergiendo la semilla en periodos cortos de tiempo (Varela y Arana, 2010).

Lixiviación. Técnica que consiste en suavizar la testa de la semilla a través de agua corriente durante tiempos de 12 hasta 72 horas (Piril, 2015).

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de la investigación

La presente investigación fue de tipo experimental, por que evaluó la influencia de sustratos sobre la germinación de semillas de la palmera “Yarina” *Phytelephas macrocarpa* a nivel de vivero. Según Arias (2012), la investigación experimental está sujeta a la manipulación de variables ante estímulos y situaciones controladas con el objetivo de conocer el comportamiento que se genera durante la experimentación. Además, fue de tipo básico con alcance explicativo, debido que no hay antecedentes a nivel, local, regional y nacional sobre el uso de sustratos para germinar semillas de este tipo de palmera. Para Cortés y Iglesias (2005), las investigaciones de tipo básico con alcance explicativo buscan concebir información válida, confiable y comprobable mediante la estimación de variables y de explicar cómo y porqué suceden. El enfoque aplicado fue cuantitativo porque recolectó datos numéricos de los sucesos que mostraron cada variable de estudio. Según Hernández *et al.* (2017), este enfoque permite probar las hipótesis mediante el uso de la estadística y definir los resultados productos de la manipulación experimental controlada.

2.1.1. Lugar y fecha

La presente investigación experimental se llevó a cabo en el vivero de la Universidad Católica Sedes Sapientiae de la Filial Rioja: Nueva Cajamarca, Región San Martín. La Universidad Católica Sedes Sapientiae está ubicado en la zona urbana del distrito de Nueva Cajamarca en el sector de Nuevo Edén II Etapa en el jirón Santa Cruz cuadra 4 S/N, margen derecha de la Avenida Cajamarca Norte de la carretera Fernando Belaunde Terry (Figura 7 y ver Apéndice 1). El campus de la universidad posee un área experimental donde se encuentra ubicado el vivero que cuenta con accesos definidos y la provisión de agua.

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de ocho meses. Inició en diciembre del 2019 y culminó a fines de julio del año 2020.

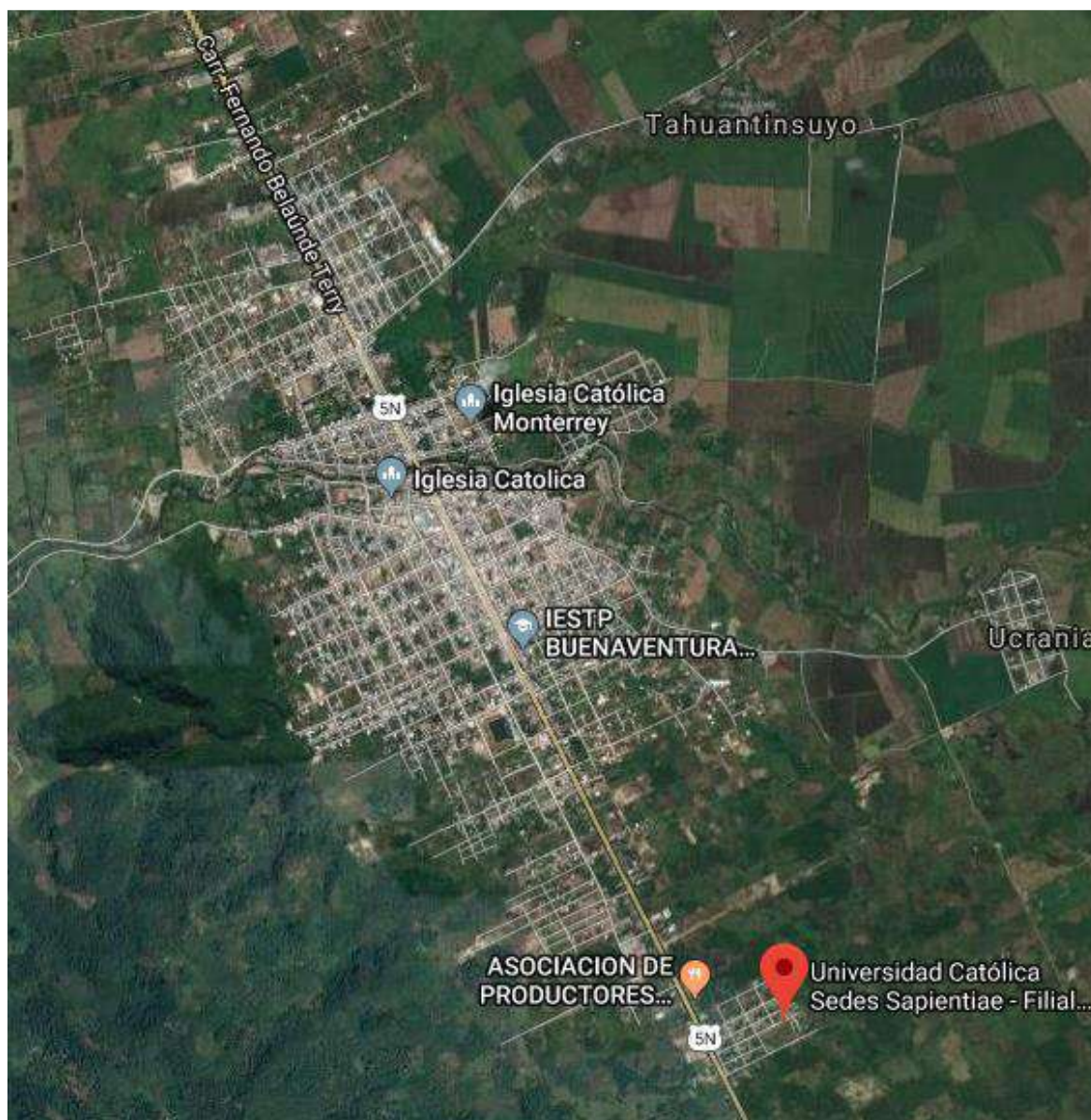


Figura 7. Ubicación urbana de la UCSS Filial Rioja: Nueva Cajamarca en la ciudad de Nueva Cajamarca. Fuente: Google Earth versión 9.3.109.1

2.1.2. Descripción del experimento

a. Identificación de plantaciones de *Phytelphas macrocarpa*. Se realizó un barrido de cinco zonas de la provincia de Rioja (Elías Soplin Vargas, Nueva Cajamarca, Naranjillo, Awajun y Naranjos) para identificar plantas con semillas maduras aptas para ser extraídas.

En esta etapa se registró la ubicación referencial en unidades UTM (*Universal Transverse Mercator*) utilizando un GPS (Tabla 2 y Figura 8).

Tabla 2

*Ubicación de plantaciones de *Phytelephas macrocarpa* en cinco zonas de la provincia de Rioja*

Identificación de plantaciones de <i>Phytelephas macrocarpa</i>	Datos UTM	Observaciones (En zona de cultivo, montaña, cerro, llanura)
Sector Elías Soplin Vargas	X:248562 Y:9327073	Cultivo de café
Sector Nueva Cajamarca	X:244329 Y:9340048	Bosque
Sector Awajun	X:237009 Y:9363352	Cultivo de café
Sector Naranjos	X:224904 Y:9367613	Sotobosque
Sector Naranjillos	X:237009 Y:9363353	Cultivo de café

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Identificación y georreferenciación de plantas semilleros de *Phytelephas macrocarpa* a nivel de la provincia de Rioja. *Fuente:* Elaboración propia.

b. Recolección de semillas. De cada zona se recolectaron de manera manual 400 semillas maduras, sumando 2 000 en total. Las semillas de cada planta fueron colocadas en bolsas distintas, además, sanas con perispermo intacto; esto se realizó siguiendo las recomendaciones de Ferreira y Gentil (2017). Al momento de recolectar la semilla se registró

la ubicación de la palmera de *Phytelephas macrocarpa* Pav teniendo en cuenta si es ade un sotobosque, bosque primario o dentro de una parcela agrícola (Figura 9).



Figura 9. Recolección de semillas de *Phytelephas macrocarpa* en zona agrícola cultivo de café (A) y sotobosque (B). Fuente: Elaboración propia

c. Selección de las mejores semillas y control de humedad. En el Laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad Católica Sedes Sapientiae se seleccionaron las mejores semillas siguiendo las recomendaciones de Martins *et al.* (2009). Para el cual se utilizó una balanza gramera y vernier a fin de tener semillas homogéneas (Figura 10). Las características que se tuvieron en cuenta fueron el peso (g), diámetro (cm), longitud (cm). Así mismo, que no tuvieran perforaciones, pudrición, emglobaminetos y que fueran uniformes en tamaño y peso. El número de semillas requeridos para realizar el experimento fue de 1 280, debido; que cada unidad experimental tuvo 20 semillas. El número de semillas se ajustó al recomendado por Gold *et al.* (2004) quien manifiesta que semillas mayores a 1 000 unidades son muy efectivos para determinar la germinación.



Figura 10. Proceso de selección de semillas de *Phytelephas macrocarpa* en el Laboratorio de Ciencias Básicas de la UCSS Filial Rioja. Fuente: Elaboración propia.

d. Control de humedad de semillas. A fin de tener semillas con humedad constantes, se dejaron reposar en un ambiente con temperatura de 28 a 30 °C durante siete días, del cual se controló el peso de las semillas cada dos días hasta tener peso constante. se siguió los procedimientos seguidos por Mápula *et al.* (2018) cuyos datos fueron registrados en ficha de apuntes.

e. Recolección de sustratos. Para el experimento se utilizaron sustratos de compost y vermicompost ambos obtenidos por proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos manejados en la planta de tratamiento de residuos sólidos de la Municipalidad Distrital de Calzada. También se empleó sustratos de mantillo de montaña y suelo de montaña adyacente a las palmeras. Así mismo, arena de río, pajilla de arroz y aserrín de madera blanca, lo suficiente para colocar por unidad experimental de un volumen de 0,018 m³ (Figura 11).



Figura 11. Sustratos experimentales usados para la germinación de *Phytalephas macrocarpa*. Fuente: *Elaboración propia*.

f. Desinfección y preparación de sustratos. Estos fueron desinfectados separados uno del otro. Para ello, se usó la técnica de solarización, siguiendo los procedimientos descritos por el Centro Internacional de la Papa (2008). Las preparaciones de los sustratos se realizaron en base al volumen del contenedor (0,3 x 0,3 x 0,2 m) y según las proporciones propuestas en el experimento (Figura 12).



Figura 12. Desinfección por solarización de residuos (A) y preparación de sustratos experimentales (B). Fuente: Elaboración propia.

g. Siembra de semillas en las camas germinadoras. El sembrado de las semillas de *Phytelephas macrocarpa* se siguieron los procedimientos de Ferreira y Gentil (2017), el cual se escavaron y colocaron al doble de profundidad del tamaño de la semilla a una profundidad de 5 cm. Por cada cama germinadora se agregaron 20 semillas (Figura 13).

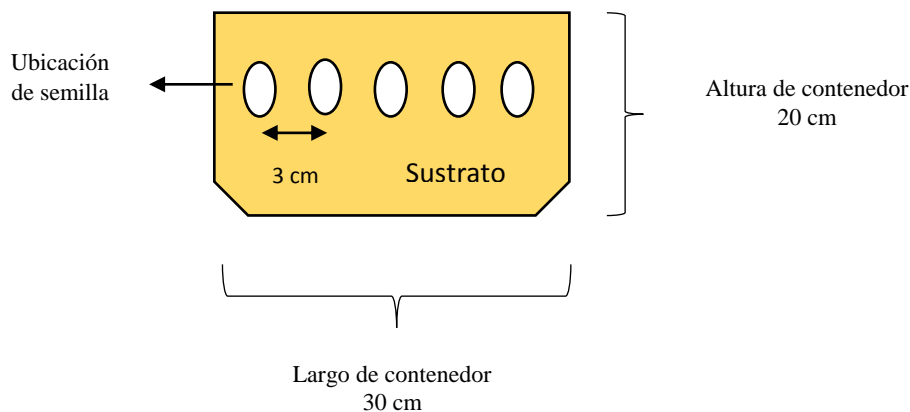


Figura 13. Representación de la ubicación de semillas en los contenedores con sustratos experimentales. Fuente: Elaboración propia.

h. Control de humedad ambiental. La humedad relativa se controló con un termo higrómetro cada dos días a fin de evitar el secado de los sustratos y brindar las condiciones adecuadas para la germinación.

i. Humedecimiento y riego de los sustratos. Previo a la siembra se humedecieron todos los sustratos, cuyos valores oscilaron entre 40 a 50 % de acuerdo a las características de los sustratos. Los porcentajes de humedad inicial de los sustratos se calcularon en base a la retención de humedad. Para el cual se siguió las indicaciones dados por Ríos (2010), donde

primero se pesó el macetero con sustrato húmedo, se restó por el peso seco del sustrato dividiéndose entre el volumen de la maceta y multiplicándose por 100, este proceso también es conocido como capacidad de campo (CC) que para nuestro estudio se adaptó a capacidad de contendedor. Posteriormente el humedecimiento de los sustratos fue realizado mediante riego por aspersión el que se agregó de acuerdo a la necesidad (Figura 14). Los volúmenes de agua para hidratar los sustratos fueron registrados a fin de tener los valores de necesidad hídrica de acuerdo a los tratamientos. Para el control de ambas variables se tuvo en cuenta la sugerencia de Ferreira y Gentil (2017).



Figura 14. Proceso de humedecimiento manual de sustratos (A) y control de humedad de ambiente (B). Fuente: Elaboración propia.

j. Evaluación de germinación de semillas. El proceso de evaluación de la germinación inició a partir del tercer mes de haber colocado la semilla en los sustratos experimentales y se extendió hasta llegar al octavo mes (julio del 2020). Este seguimiento se efectuó cada 15 días hasta identificar germinación y posterior a ello cada dos días (Figura 15). Para el monitoreo de germinación de las semillas de *Phytelephas macrocarpa* fue teniendo en cuenta los pasos descritos por Ferreira y Gentil (2017). En cada monitoreo se registraron las semillas germinadas y al concluir el periodo de evaluación se contabilizaron todas las semillas germinadas y las que no germinaron fueron sometidas a prueba de corte donde se definió su estado latente o muerto. Así mismo, se siguió las indicaciones de Vargas (2009) quien señala que para evaluar el parámetro de semilla latente se puede aplicar la observación y ejercer presión con los dedos; el resultado que debe mostrar es firmeza, dureza a la presión y buen color. Mientras que, en semillas muertas estas son blandas, enmohecidas, decoloradas y de fácil rompimiento.

k. Velocidad germinativa de semillas. Para determinar la velocidad germinativa se registrará el día inicial de instalación de semillas (D1) y el día de culminación de evaluación (D2). Así mismo, cada 15 días se monitoreó el crecimiento de semillas las que fueron registrados en una ficha de recolección de semillas, este proceso nos permitió determinar la velocidad de germinación media (VGM 50 %). Además, con lo valores registrados se podrá definir el índice de velocidad de germinación (IVG) a fin de conocer el número de germinaciones por día y semana. Para la ejecución de esta variable se aplicará los procedimientos sugeridos por Parraguirre y Camacho (2021) y Rodríguez y Aguilar (2019).

Prueba de imbibición. Se controló el peso de la semilla en gramos antes ser agregado a los sustratos húmedos. Cada 15 días se registró el peso fresco a fin de evaluar la imbibición, para el cual al azar se seleccionaron cuatro semillas por unidad experimental. Los pesos fueron registrados en una ficha para sacar los promedios por tratamiento en etapa de gabinete. Esta actividad se efectuó teniendo en cuenta las sugerencias de Córdoba (2017).



*Figura 15. Monitoreo de germinación de semillas de *Phytalephas macrocarpa* (A y B). Fuente: Elaboración propia.*

2.1.3. Tratamientos

Los tratamientos usados en la investigación son descritos en la Tabla 3, en la cual se especifica los sustratos usados y sus respectivas proporciones evaluadas, en total se evaluó 16 tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. Además, a cada tratamiento se aplicó la técnica de estratificación (sustrato húmedo) cuyo objetivo fue ablandar la testa y romper la latencia de la semilla botánica de *Phytalephas macrocarpa*.

Tabla 3

Tratamientos experimentales

Tratamientos	Factor
Tratamiento 1 (TESTIGO)	Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente
Tratamiento 2	Mantillo montaña 100 % + semillas
Tratamiento 3	Compost 100 % + semillas
Tratamiento 4	Vermicompost 100% + semillas
Tratamiento 5	Arena 100 % + semillas
Tratamiento 6	Pajilla de arroz 100 % + semillas
Tratamiento 7	Aserrín de madera blanca 100 % + semillas
Tratamiento 8	Arena 50 % + Pajilla 50 % + semillas
Tratamiento 9	Pajilla 50 % + Aserrín 50 % + semillas
Tratamiento 10	Mantillo montaña 50 % + Compost 50 % + semillas
Tratamiento 11	Mantillo 50 % + Aserrín 50 % + semillas
Tratamiento 12	Arena 80 % + Aserrín 20 % + semillas
Tratamiento 13	Arena 80 % + Pajilla de arroz 20 % + semillas
Tratamiento 14	Arena 33,3 % + Pajilla 33,3 % + 33,3 % Aserrín + semillas
Tratamiento 15	Compost 33,3 % + Pajilla 33,3 % + 33,3 % Aserrín + semillas
Tratamiento 16	Vermicompost 33,3 % + Pajilla 33,3% + 33,3 % Aserrín + semillas

Fuente: Elaboración propia.

2.1.4. Unidades experimentales

Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones constituido por sustrato orgánico e inorgánico. En total se tuvo 64 unidades experimentales, cada unidad experimental estuvo constituido por un contenedor de plástico con sustrato con las siguientes medidas: 0,3 m x 0,3 m x 0,20 m de altura, con un volumen de 0,032 m³ de sustrato. En cada unidad experimental se colocó 20 semillas de *Phytelephas macrocarpa* (Figura 17).

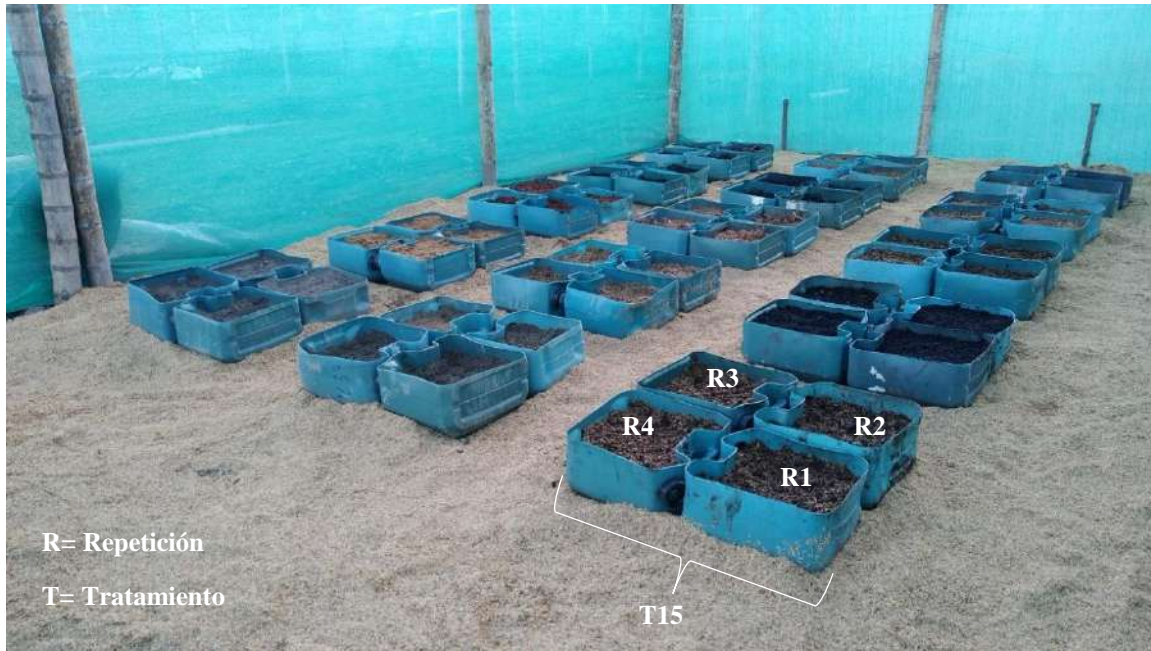


Figura 16. Ubicación de los tratamientos y unidades experimental. Fuente: Elaboración propia.

2.1.5. Identificación de variables y su mensuración

a. Tiempo de germinación

Se consideró como semilla germinada aquella que presentó emergencia (rompimiento de exocarpio, elongación de radícula y plúmula) sobre el sustrato. Para establecer el tiempo de germinación, se registró el número del día en que se evidenció las características mencionadas, el cual se inspeccionó semilla por semilla de cada unidad experimental. Para realizar el análisis del tiempo de germinación se consideró el tiempo promedio de germinación (TPG), que estuvo dado por número de días después de la siembra sobre el número total de semillas que lograron germinar por día (Orantes *et al.*, 2013). Para el cual se empleó la siguiente fórmula:

$$TPG = \Sigma \frac{(t * ni)}{\Sigma n}$$

Donde:

t = número de días después de la siembra

n = número total de semillas que lograron germinar por día

b. Porcentaje de germinación. Una vez que las semillas empezaron a germinar, se registró el número del día y fecha. Para calcular el porcentaje de germinación, se consideró el número total de semillas germinadas sobre el número total de semillas, cuyo resultado se expresó en porcentaje (%) (Islam *et al.*, 2012, citado por Barraza *et al.*, 2016).

$$\%G = \frac{\text{Cantidad de semillas germinadas}}{\text{Número total de semillas}} \times 100$$

Las semillas que no germinaron fueron sometidas a prueba de corte a fin de determinar su condición del embrión (latente, muerto). Este parámetro se cuantificó por la diferencia entre las semillas que germinaron, latentes y muertas, cuyo valor se expresó en porcentajes (%).

c. Velocidad germinativa. También conocido como vigor germinativo (Lagos *et al.*, 2000). Se cuantificó en base al tiempo promedio cuando se alcanzó el 50 % de germinación, se siguió los pasos indicados por Parraguirre y Camacho (2021). La velocidad de germinación diaria y semanal (VGD/S) estuvo dada por el número de semillas germinadas sobre el tiempo de germinación distante desde la siembra (Prado *et al.*, 2015), se empleó la siguiente ecuación:

$$VGD/S = \frac{\text{Número de semillas germinados}}{\text{Tiempo total de germinacion}}$$

d. Medición de la imbibición de la semilla. Para determinar el porcentaje de imbibición de la semilla, cada 15 días se registró el peso ganado actual. Este valor se calculó aplicando la ecuación matemática sugerido por Orozco (2017) el que consiste en calcular la diferencia del peso fresco actual (PFA) y el peso seco inicial (PSI) y llevarlo a porcentaje (%).

$$\text{Imbibición (\%)} = \left(\frac{\text{Peso fresco actual} - \text{Peso seco inicial}}{\text{Peso fresco actual}} \right) \times 100$$

2.1.6. Diseño estadístico del experimento

El diseño estadístico que se empleó fue el de Diseño Completo al Azar (DCA), dado que se analizó el efecto de distintos sustratos sobre la respuesta germinativa, además, porque el experimento se realizó en un invernadero donde muchos factores pueden ser controlados.

De tal manera que permitió determinar si alguno de las proporciones de sustrato presenta o no un mejor desempeño en la germinación de semillas.

2.1.7. Análisis estadístico de los datos

El análisis de los efectos de los tratamientos en las respuestas experimentales se hizo mediante el análisis de varianza (ANOVA) al 5 % de confianza por medio del programa estadístico Infostat ver. 3.2.1. La comparación de la media de los tratamientos se realizó a través de la prueba de Tukey al 5 % de nivel de significancia. Además, se utilizó el programa Excel 2013 para tabular los datos y valorar la desviación estándar y promedios.

CAPITULO III: RESULTADOS

3.1. Tiempo de germinación (TG)

En el Apéndice 2, se puede apreciar los resultados obtenidos del tiempo promedio de germinación de semillas *Phytelephas macrocarpa*, sometidos a diferentes tipos de sustratos húmedos, a fin de establecer el tiempo germinativo. Los resultados alcanzados fueron evaluados mediante el análisis de varianza (ANOVA) del cual se comprobó que el valor de F calculado $>$ p valor, concluyendo que el promedio de tiempo de germinación alcanzado por los 16 tratamientos son significativamente diferentes (Tabla 4).

Tabla 4

Análisis de varianza para los tiempos promedios de germinación

Factor de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	valor de F	p-valor
Tratamientos	64370	15	4291,33	255,56	$<0,0001$
Error	806	48	16,79		
Total	65176	63			

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico Infostat ver. 3.2.1.

A fin de constatar que los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza son reales, se realizó las pruebas de normalidad y homocedasticidad transformando los valores a logaritmo base 2 (Log2). Para el análisis se utilizó las conversiones de residuos de logaritmo y predichos. Al realizar la comprobación de normalidad mediante la prueba de Kolmogórov Smirnov, se obtuvo un p valor = 0,617. Este resultado obtenido (p valor $>$ 0,05) demostró que los residuos de la variable tiempo de germinación se distribuyen normalmente. En la Figura 17A se puede observar que se cumple el supuesto normalidad, debido que la mayoría

de datos observados no discrepan con los resultados esperados debido que estos se encuentran sobre la línea recta. Para definir la homogeneidad en logaritmo base 2 (Log2), se aplicó el análisis de varianza mediante la prueba de Levene cuyo valor obtenido fue de un p valor = 0,999, este valor obtenido (p valor > 0,05) comprobó que los valores analizados cumplen los supuestos de varianza (Figura 17B).

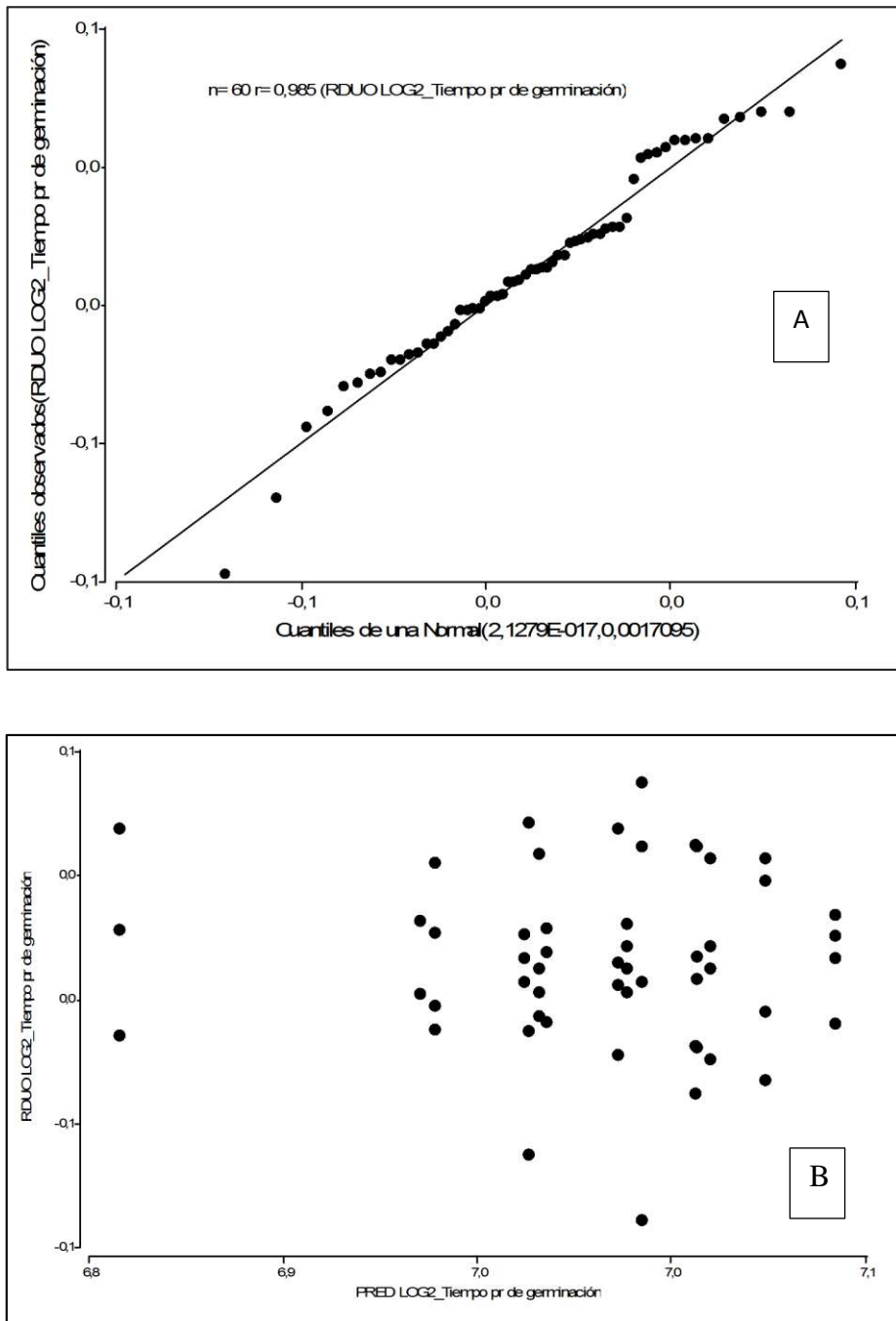


Figura 17. Grafica de probabilidad (A) y gráfica de residuos de homocedasticidad (B) para los datos recolectados sobre tiempo de germinación. Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico Infostat ver. 3.2.1.

De los tratamientos experimentales, al realizar la comparación de media estadística con la prueba de Tukey se determinó que existen promedio significativas diferentes. El tratamiento T2 a base de sustratos mantillo de montaña al 100 % tuvo el menor tiempo promedio de germinación con 114 días seguido por los tratamientos T7 y T9, mientras que el mayor tiempo lo obtuvo el tratamiento T5 con 138 días, seguido por los tratamientos T3, T8 y T16. Sin embargo, el tratamiento testigo a base de tierra negra con semillas de *Phytelephas macrocarpa* escarificadas no se obtuvieron buenos resultados debido que las semillas se contaminaron y pudrieron (Tabla 5 y Figura 18).

Tabla 5

Comparación de medias sobre el tiempo de germinación de semillas de Phytelephas macrocarpa estadísticas mediante prueba Tukey

Tratamientos	Medias	Muestra	Error estándar	Comparación de tratamientos		
T1	0,0	4	2,05	a		
T2	114,0	4	2,05		b	
T7	123,5	4	2,05		b	c
T9	124,0	4	2,05		b	c
T10	127,0	4	2,05			c d
T4	127,3	4	2,05			c d
T13	127,5	4	2,05			c d
T12	127,8	4	2,05			c d e
T15	130,3	4	2,05			c d e
T14	130,5	4	2,05			c d e
T6	131,3	4	2,05			c d e
T11	133,0	4	2,05			c d e
T16	133,0	4	2,05			c d e
T8	133,5	4	2,05			c d e
T3	135,5	4	2,05			d e
T5	138,0	4	2,05			e

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico Infostat ver. 3.2.1.

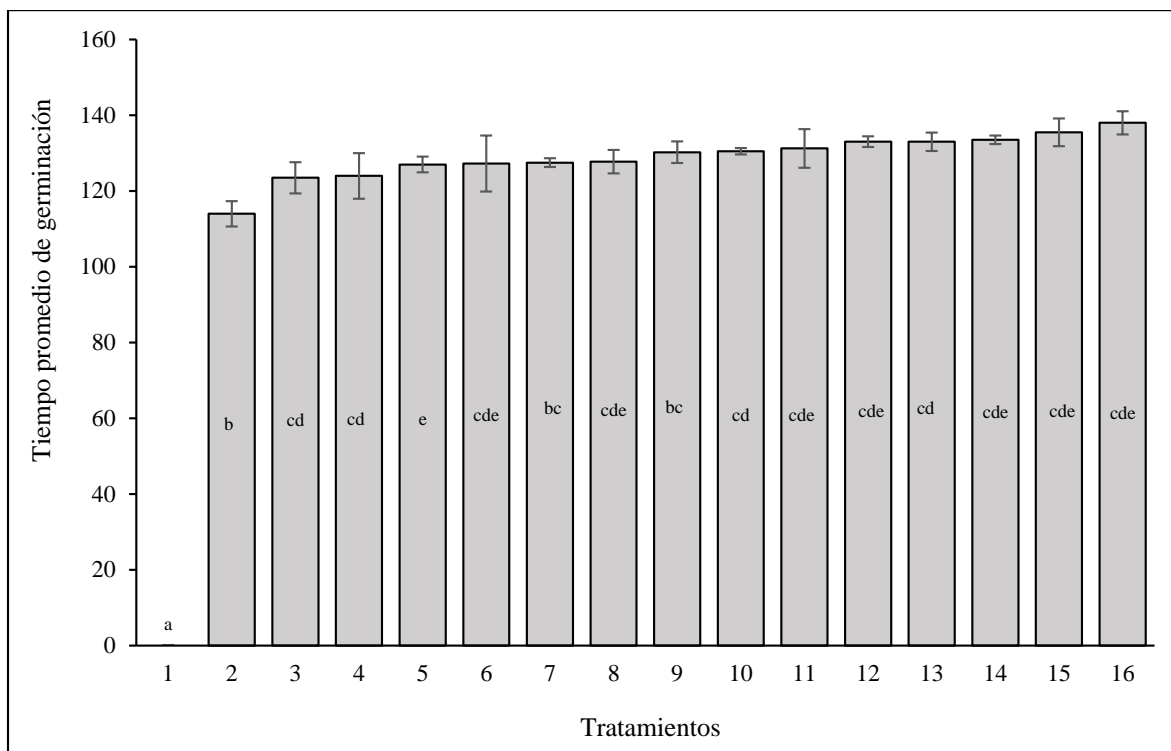


Figura 18. Comparación de tratamientos experimentales. Fuente: Elaboración propia en base al programa Infostat ver. 3.2.1.

3.2. Porcentaje de germinación (PG)

Los resultados del porcentaje de germinación de semillas *Phytelephas macrocarpa* se pueden observar en el Apéndice 3 y 6. De los cuales resultó que, en los 16 tratamientos experimentales el testigo no tuvo ningún efecto germinativo, mientras que el resto de tratamientos mostraron mayor o menor germinación por acción de los sustratos húmedos usados. Los resultados obtenidos fueron convertidos a porcentaje el número de semillas germinadas por unidad experimental y analizados mediante el análisis de varianza del cual se dedujo que los promedios alcanzados por los 16 tratamientos son diferentes dado que el valor de F es mayor al P valor (Tabla 6).

Tabla 6

Análisis de varianza de resultados sobre el número de semillas germinadas Phyttelephas macrocarpa en un periodo de seis meses

Factores de Variación	Suma de cuadraos	Grados de libertad	Cuadrado medio	valor de F	p-valor
Tratamientos	18787,11	15	1252,47	74,57	<0,0001
Error	806,25	48	16,80		
Total	19593,36	63			

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico Infostat ver. 3.2.1.

Para validar los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza, se comprobó el supuesto de normalidad mediante la prueba de Kolmogórov Smirnov y homocedasticidad mediante la prueba de Levene, para el cual los valores obtenidos de porcentaje de germinación fueron transformados a logaritmo de base 2 (Log2). El resultado de normalidad mediante el análisis de los valores de residuos de Log 2 fue que el p valor = 0,567 (p valor > 0,05), indicando que los resultados observados no discrepan con los resultados esperados, debido que se encuentran sobre una recta normal (Figura 19A). Así mismo, el supuesto homocedasticidad mediante el análisis de varianza de los residuos absolutos de Log 2 para los porcentajes de germinación arrojó que el p valor = 0,856 (p valor > 0,05). Por consiguiente, el supuesto normalidad y homocedasticidad se cumplieron y los resultados son válidos (Figura 19B).

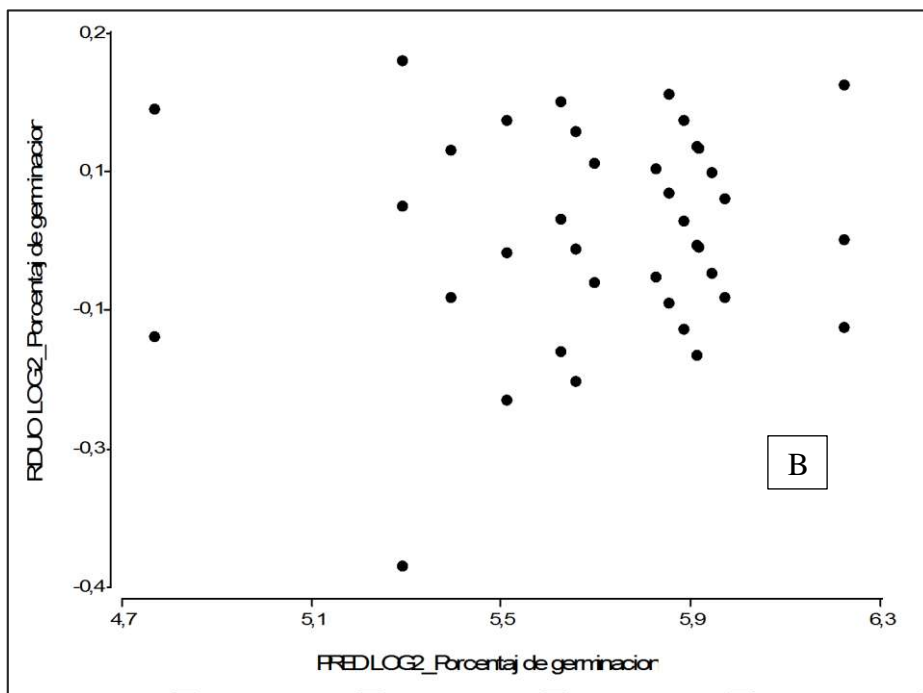
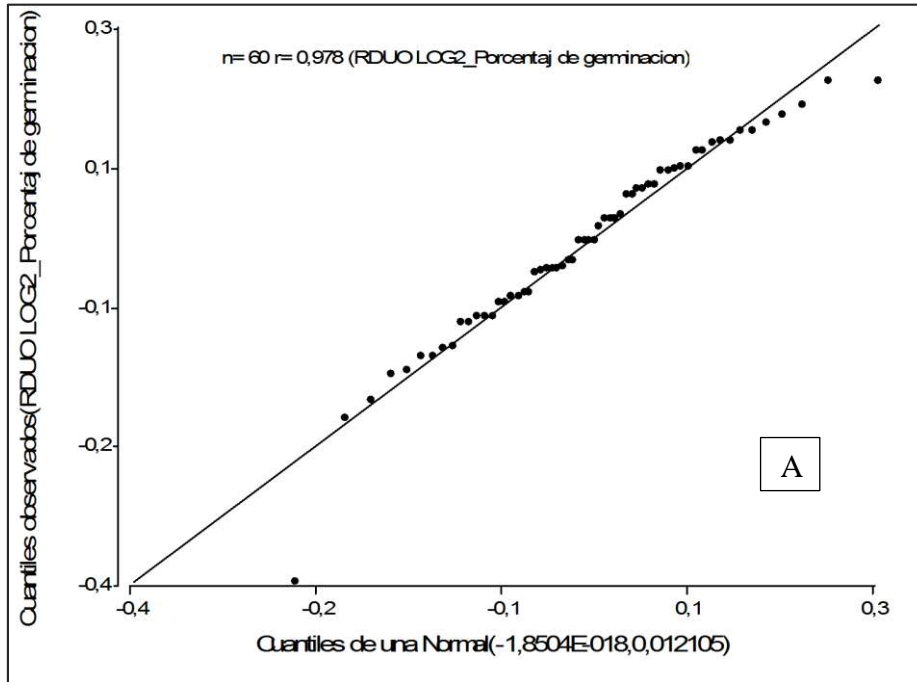


Figura 19. Gráfica de probabilidad (A) y gráfica de homocedasticidad (B) para el porcentaje de germinación de semillas *Phytelephas macrocarpa*. Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico Infostat ver. 3.2.1.

En la Tabla 7, se puede visualizar la comparación de medias estadísticas determinados mediante la prueba de Tukey, del cual se puede atribuir que existen diferencias significativas entre tratamientos. Así mismo, que el tratamiento T2 obtuvo el mayor porcentaje de germinación con 76,3 % de semilla botánicas *Phytelephas macrocarpa* seguidos por los tratamientos T5, T11, T16, T12 y T13 con valores que oscilan entre 60,0 a 63,8 %. En tanto, también se constató otro grupo de tratamientos (T10, T8, T3, T14, T15) que superaron mínimamente el 50 % de germinación cuyos porcentajes fluctuaron entre 50,0 a 58,6 %. Mientras el tratamiento con menor porcentaje fue el T4 con 27,5 % y el resto de tratamientos estuvieron por debajo del 50,0 % (Tabla 7). Siendo el tratamiento T2 más significativo en el porcentaje de germinación que el resto de tratamientos (Figura 20).

Tabla 7

Comparación de medias estadísticas entre tratamientos para el porcentaje de germinación de semillas Phytelephas macrocarpa mediante prueba de Tukey

Tratamientos	Medias	Muestra	Error estándar	Rangos de significancia						
T1	0,0	4	2,05	a						
T4	27,5	4	2,05	b						
T6	40,0	4	2,05		c					
T9	42,5	4	2,05		c	d				
T7	46,3	4	2,05		c	d				
T10	50,0	4	2,05		c	d	e			
T8	51,3	4	2,05			d	e	f		
T3	52,5	4	2,05			d	e	f	g	
T14	57,5	4	2,05				e	f	g h	
T15	58,6	4	2,05				e	f	g h	
T13	60,0	4	2,05				e	f	g h	
T12	61,3	4	2,05					f	g h	
T16	61,3	4	2,05					f	g h	
T11	62,5	4	2,05						g h	
T5	63,8	4	2,05						h	
T2	76,3	4	2,05							i

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico Infostat ver. 3.2.1.

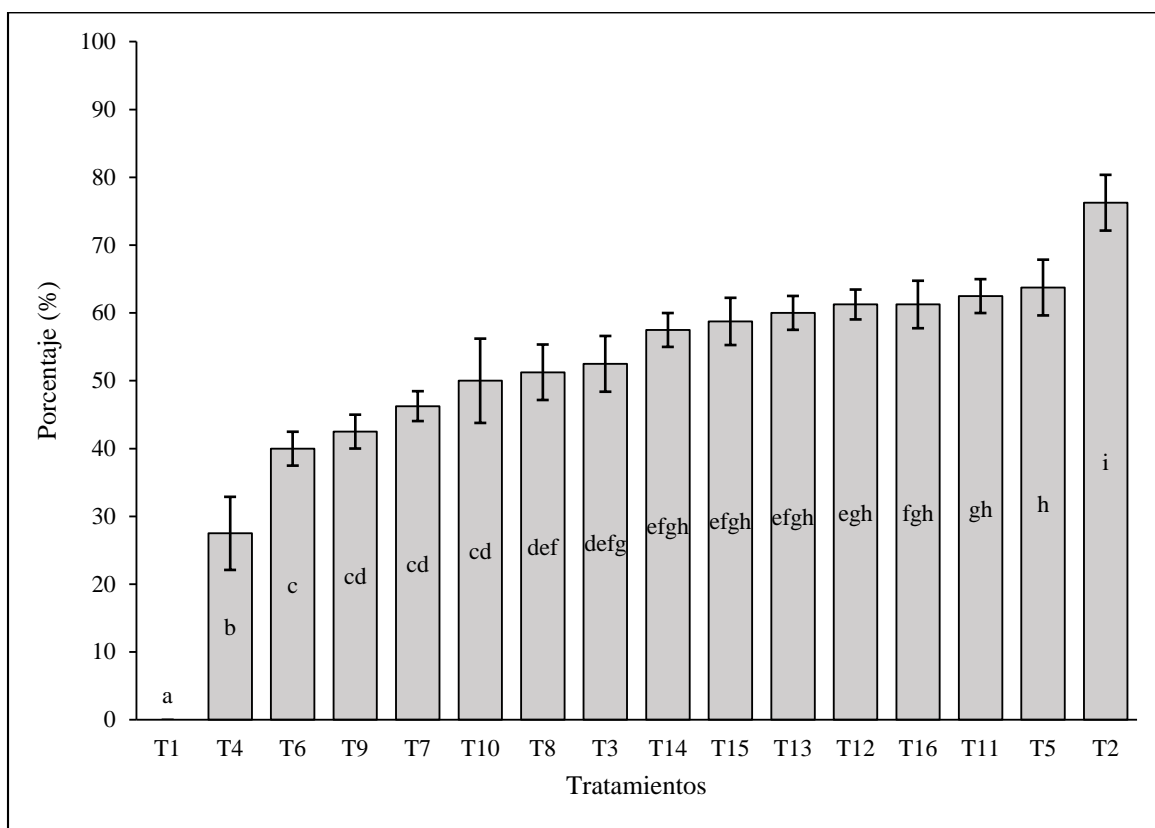


Figura 20. Comparación de tratamientos experimentales para el porcentaje de germinación de semillas *Phytelephas macrocarpa*. Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico Infostat ver. 3.2.1.

En la Tabla 8, se puede apreciar que el tratamiento a base de suelo de montaña (Testigo) no tuvo ningún efecto germinativo, se evidenció muerte del 100 % de semillas escarificadas. Sin embargo, el tratamiento con mejor efecto germinativo lo presentó el T2 con 76,3 % de semillas germinadas, 15,0 % en estado latente y solo el 8,8 % murieron. Mientras que los tratamientos que mostraron resultados cercanos y seguido con respecto al tratamiento T2 fueron los tratamientos, T5, T12, T13 y T16 con germinados que oscilaron de 60,0 a 63,8 %, así mismo, presentaron semillas latentes con 25,0 % el T11, 27,5 %, el T5 con 27,5 % seguido por los tratamientos T12 y T13. En tanto, los que presentaron mayor cantidad de semillas en estado latente fueron el tratamiento T6 compuesto por sustrato a base pajilla de arroz al 100 % con el 56,3 %, seguidos por los tratamientos T9, T7 y T4 con valores que oscilaron entre 45,0 a 41,3 %, mientras que los tratamientos restantes están por debajo de estos valores. Sin embargo, se puede apreciar que los tratamientos que presentan mayor muerte de semillas son los tratamientos T4 con 31,3 %, T3 con 27,5 % por lo que se puede

apreciar que aquellos tratamientos que están constituidos a base de compost y vermicompost poseen mayores muertes de semilla (Figura 21 y ver Apéndice 7, 8, 9 y 10).

Tabla 8

*Nivel porcentual por tratamiento del estado de las semillas de *Phytelephas macrocarpa* durante el proceso experimental*

Tratamientos	Simb.	Estado de las semillas experimentales (%)			
		Germinados	Latente	Muerto	Total (%)
Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente	T1	0,0	0,0	100,0	100
Mantillo natural 100% + semillas	T2	76,3	15,0	8,8	100
Compost 100% + semillas	T3	52,5	20,0	27,5	100
Vermicompost 100% + semillas	T4	27,5	41,3	31,3	100
Arena 100% + semillas	T5	63,8	27,5	8,8	100
Pajilla de arroz 100% + semillas	T6	40,0	56,3	3,8	100
Aserrín de madera blanca 100% + semillas	T7	45,0	43,8	11,3	100
Arena 50% + Pajilla 50% + semillas	T8	51,3	31,3	17,5	100
Pajilla 50% + Aserrín 50% + semillas	T9	42,5	45,0	12,5	100
Mantillo natural 50% + Compost 50% + semillas	T10	50,0	32,5	17,5	100
Mantillo 50% + Aserrín 50% + semillas	T11	62,5	25,0	12,5	100
Arena 80% + Aserrín 20% + semillas	T12	61,3	31,3	7,5	100
Arena 80% + Pajilla de arroz 20% + semillas	T13	60,0	33,8	6,3	100
Arena 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T14	57,5	32,5	10,0	100
Compost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T15	58,8	23,8	17,5	100
Vermicompost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T16	58,8	27,5	13,8	100

Fuente: Elaboración propia.

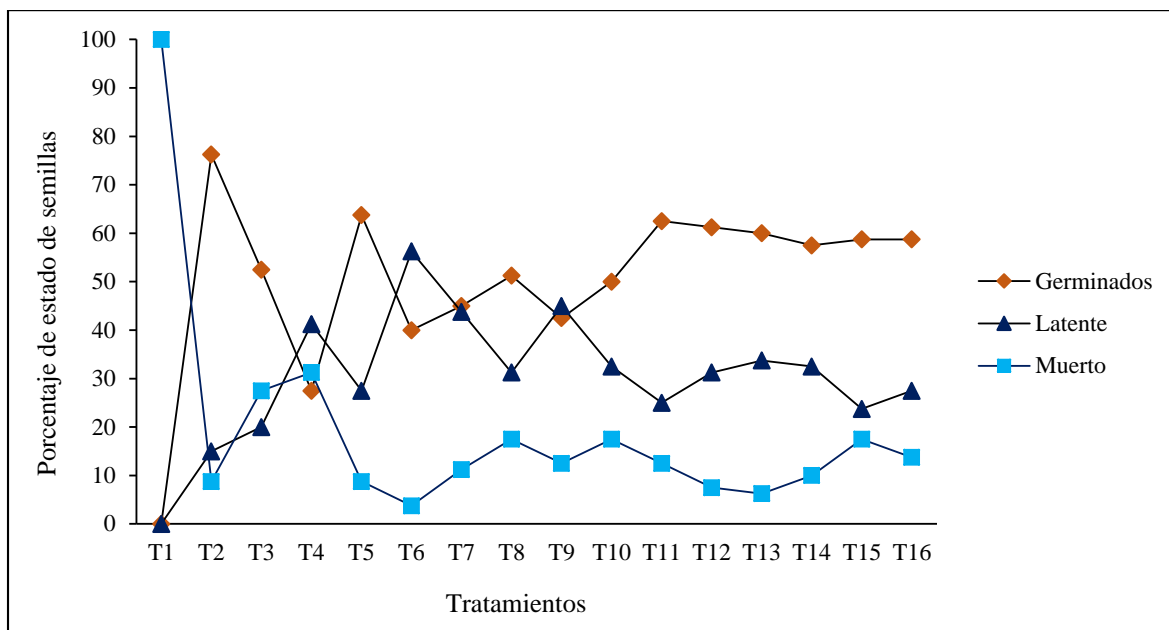


Figura 21. Estado porcentual de las semillas *Phytelephas macrocarpa* por tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

3.3. Velocidad germinativa (VG)

Al realizar el análisis de cuantificación de velocidad germinativa al 50 %, se alcanzó como resultado que los tratamientos T2, T3, T8 y del T10 hasta el T16 lograron superar o estar dentro de este parámetro, cuyos tiempos en promedio fluctuaron desde los 106 días hasta los 133 días de los 165 evaluados. Sin embargo, el tratamiento T2 fue el que mostró un menor tiempo para llegar a germinar más del 50 % de semillas (Figura 22 y ver Apéndice 6).

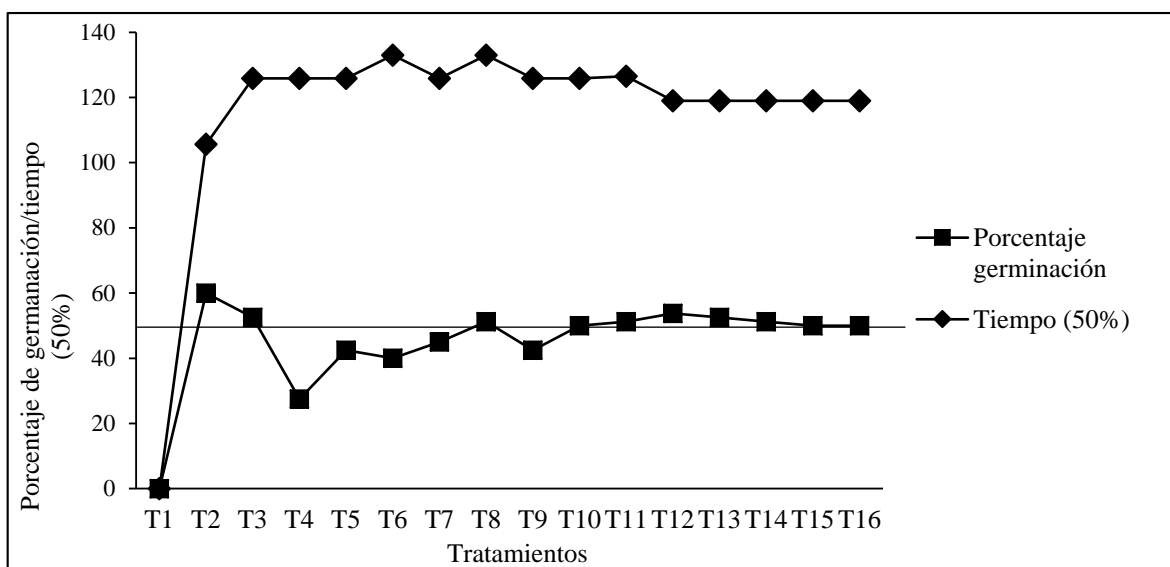


Figura 22. Porcentaje de germinación al 50 % de semillas *Phytelephas macrocarpa* con respecto al tiempo. Fuente: Elaboración propia

En el Apéndice 5, se puede observar los valores del número de semillas germinadas de *Phytelephas macrocarpa* por tratamiento, cuyos datos fueron recogidos cada 15 días, siendo el tiempo final de evaluación a los 165 días después de haber sembrado las semillas en sustratos húmedos. En la Figura 23, se puede observar que la mayor velocidad germinativa diaria lo presentó el tratamiento T2 con 0,38 semillas/día, seguido por los tratamientos T5, T12, T13, T15, T14 y T16 que oscilaron en valores de 0,32 a 0,20 semillas/día. Mientras que los tratamientos T3, T8, T11, T7, T9 y T6 presentaron valores entre 0,26 a 0,21 semillas/día y el valor porcentual más bajo lo obtuvo el tratamiento T4 con 0,14 semillas/día. Mientras que por semana el tratamiento T2 logró la mayor germinación con 2,9 semillas germinadas.

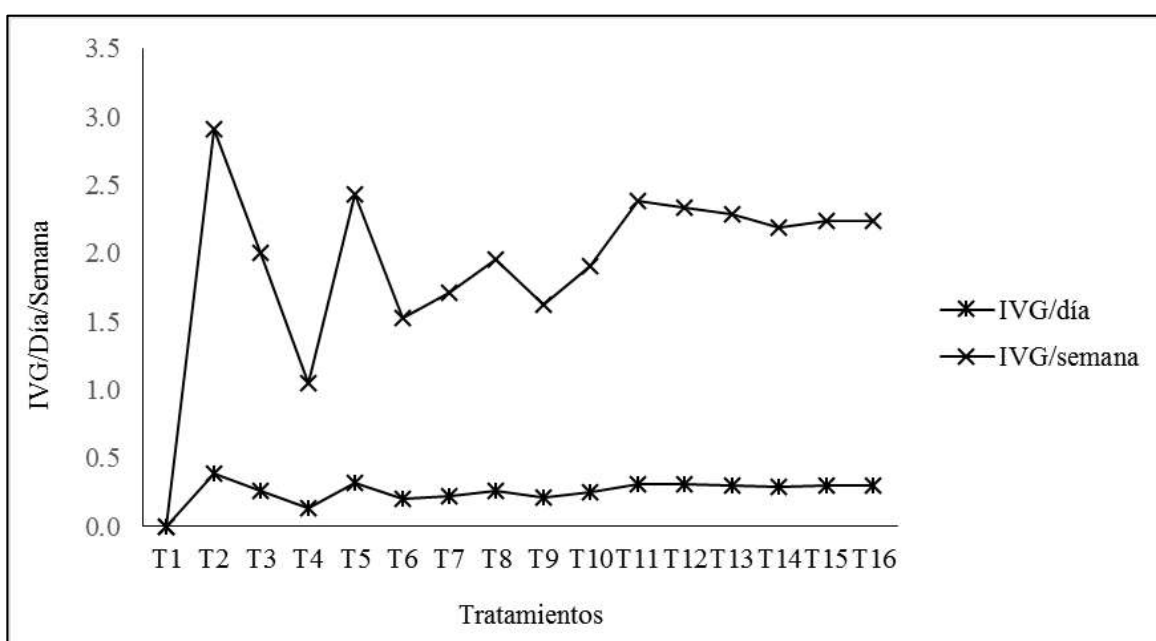


Figura 23. Índice de velocidad germinativa por día y semana de semillas de *Phytelephas macrocarpa* por tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, la velocidad germinativa con respecto al tiempo de inicio de primeras semillas germinadas lo presentó el tratamiento T2 a los 75 días, mientras que los tratamientos T3, T4, T5, T6, T7, T9, T10, T12, T13, T14, T15 y T16 a los 90 días, en tanto los tratamientos T6, T8 y T11 lo hicieron a los 105 días (Figura 24 y ver Apéndice 4 y 7). El promedio de semillas germinadas de *Phytelephas macrocarpa* por mes lo ostentó el tratamiento T2 con 11,1 semillas/mes, seguido por el tratamiento T11 con 9,4 semillas/mes. Mientras que los tratamientos T3, T4, T6 y T9 mostraron los valores más bajos de semillas por mes (Figura 25 y ver Apéndice 7).

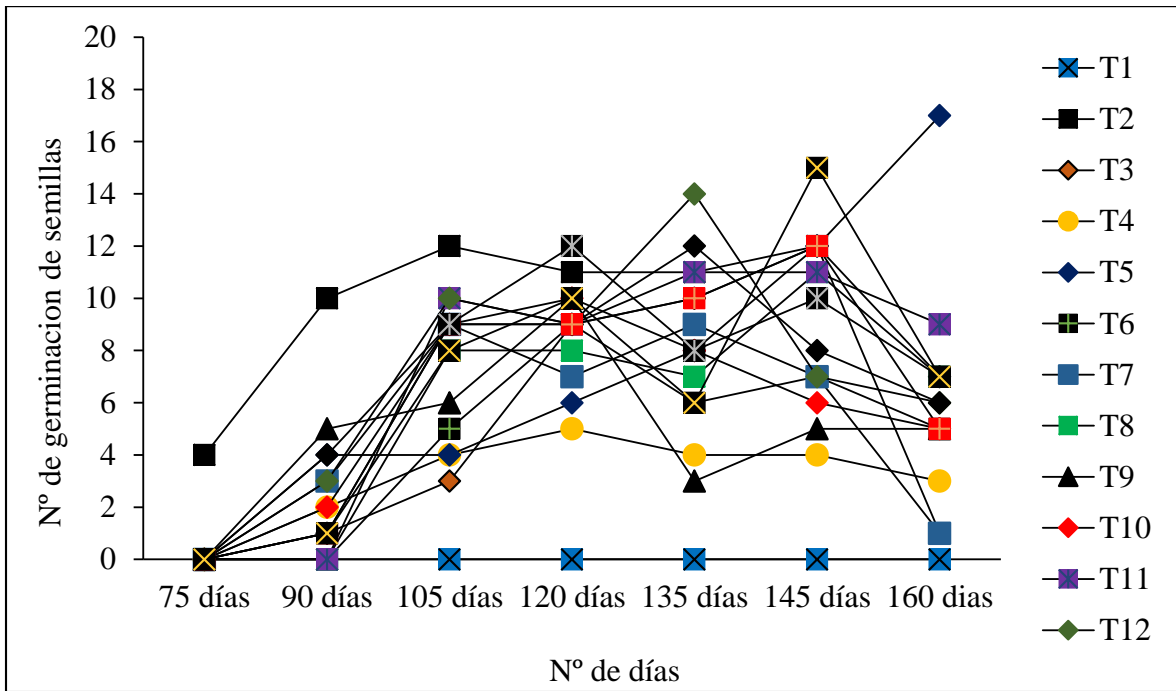


Figura 24. Velocidad germinativa de semillas *Phytelephas macrocarpa* por el tiempo de evaluación. Fuente: Elaboración propia.

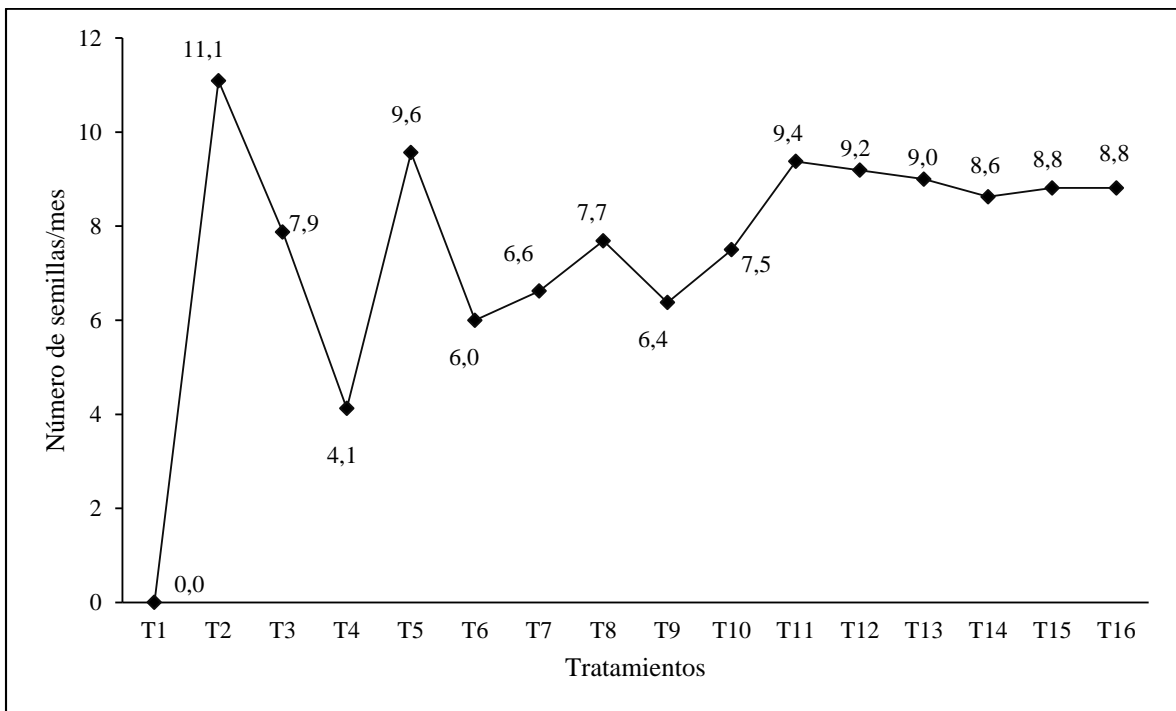


Figura 25. Número promedio de semillas germinados al mes de *Phytelephas macrocarpa* por mes según tratamiento en relación al tiempo total. Fuente: Elaboración propia.

3.4. Porcentaje de imbibición de semillas de *Phytelephas macrocarpa*

En la Tabla 9, se observa los valores sobre la ganancia porcentual de humedad alcanzado por las semillas de *Phytelephas macrocarpa* mediante los sustratos experimentales húmedos. Los valores obtenidos se efectuaron en base al peso ganado con respecto al tiempo (ver Apéndice 11) el cual fue convertido a porcentaje de imbibición, cuyos valores se observan en la Tabla 13. Como producto, se puede indicar que la ganancia de humedad por las semillas de acuerdo al tipo de sustrato lo presentó de manera más homogénea el tratamiento T2 a partir de los 90 días, cuyos valores de ganancia de humedad que ostentó fue de 37,1 a 44,2 %. Por su parte, el resto de tratamientos mostraron una mayor homogeneidad de imbibición de semillas a partir de los 105 días.

En las Figuras 27, 28 y 29 se puede observar que al inicio de la germinación presentaron cercanía en cuanto a la ganancia de humedad por cada tratamiento cuya cercanía fluctuó hasta los días 75 y 90 a excepción del tratamiento T2. También se puede visualizar que, los tratamientos que ganaron menos humedad fueron los tratamientos T6 y T13. A fin de mantener los sustratos hidratados, se agregó agua cada 15 días de acuerdo a la necesidad del sustrato. De los cuales, el tratamiento T2 logró consumir una cantidad de 66 litros durante todo el período. Mientras que los tratamientos T5, T6, T7 y T8 alcanzaron la mayor cantidad de agua que osciló de 92 a 116 litros (Figura 29 y ver Apéndice 12).

Tabla 9

Resultado de imbibición porcentual de agua en semillas de Phytelephas macrocarpa por tratamiento con respecto al tiempo

Tratamientos	Simb.	Porcentaje de imbibición /Tiempo de control										
		15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días	135 días	150 días	165 días
Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente	T1	0,4	0,9	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mantillo natural 100% + semillas	T2	0,8	7,5	8,2	20,0	28,5	37,1	39,2	41,4	45,6	45,5	44,3
Compost 100% + semillas	T3	0,8	5,6	7,8	11,2	10,9	14,1	14,7	22,5	26,5	26,1	26,8
Vermicompost 100% + semillas	T4	0,4	7,4	8,8	8,8	10,5	10,9	14,7	20,9	21,5	32,8	32,4
Arena 100% + semillas	T5	0,4	6,3	8,1	10,8	10,8	17,9	19,0	19,3	27,8	28,7	30,7
Pajilla de arroz 100% + semillas	T6	1,7	3,4	5,9	7,4	9,6	12,1	16,0	19,4	22,4	22,9	23,2
Aserrín de madera blanca 100% + semillas	T7	1,2	5,5	7,3	9,1	11,1	16,4	20,5	26,2	28,6	28,6	33,3
Arena 50% + Pajilla 50% + semillas	T8	0,8	5,6	7,8	9,2	11,9	16,0	19,2	23,4	31,2	31,2	32,2
Pajilla 50% + Aserrín 50% + semillas	T9	2,1	4,9	4,5	10,7	11,4	12,7	21,7	19,9	22,8	24,8	33,0
Mantillo natural 50% + Compost 50% + semillas	T10	2,6	7,1	1,8	13,8	16,1	14,5	19,1	22,0	32,7	33,9	40,1
Mantillo 50% + Aserrín 50% + semillas	T11	0,5	7,2	1,4	14,8	15,5	18,0	21,3	22,4	33,5	33,5	36,3
Arena 80% + Aserrín 20% + semillas	T12	1,8	6,0	1,7	17,9	18,2	18,8	19,1	20,0	30,4	31,9	34,5
Arena 80% + Pajilla de arroz 20% + semillas	T13	2,0	5,8	6,5	6,9	7,6	7,9	17,0	17,8	21,0	26,7	29,7
Arena 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T14	0,9	6,4	1,7	16,9	17,2	17,8	21,4	22,2	32,6	33,2	34,4
Compost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T15	0,5	9,0	1,5	12,7	16,8	19,6	25,3	25,8	36,0	35,1	36,8
Vermicompost 33.3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T16	0,4	7,7	8,8	12,6	13,9	16,1	19,4	19,6	34,6	35,9	36,0

Fuente: Elaboración propia

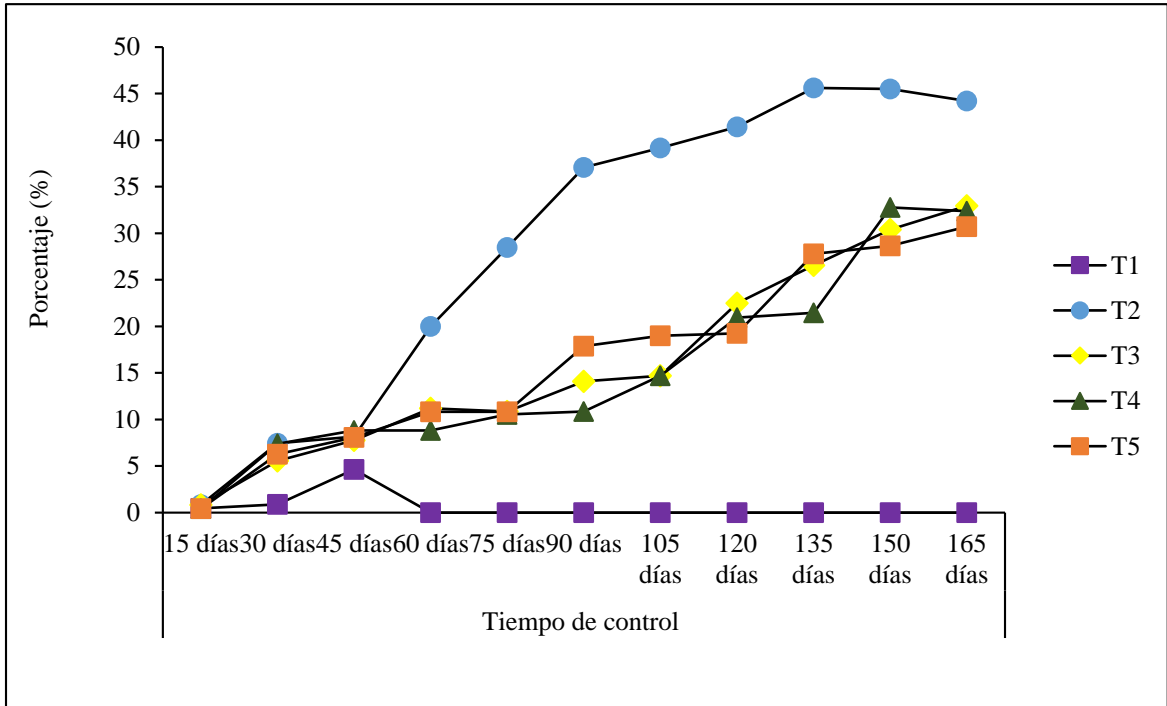


Figura 26. Representación gráfica de la imbibición de semillas *Phytelephas macrocarpa* de acuerdo al tiempo en los tratamientos T1 al T5. Fuente: Elaboración propia.

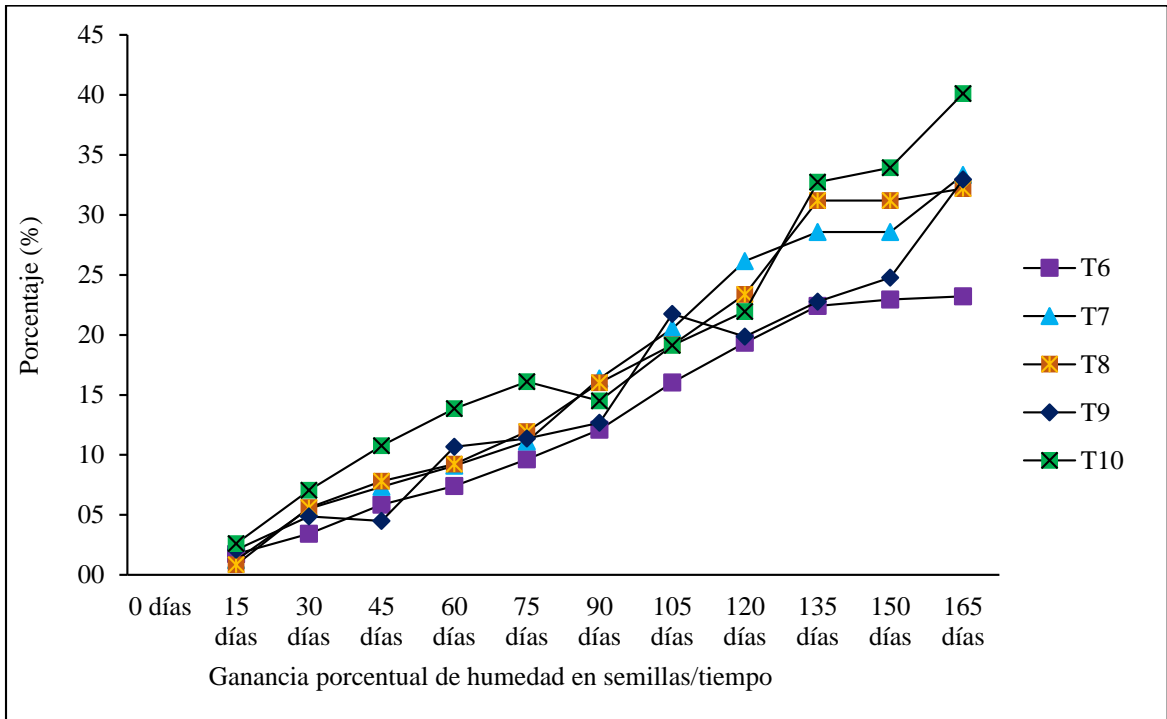


Figura 27. Representación gráfica de la imbibición de agua de semillas *Phytelephas macrocarpa* de acuerdo al tiempo en los tratamientos T6 al T10. Fuente: Elaboración propia.

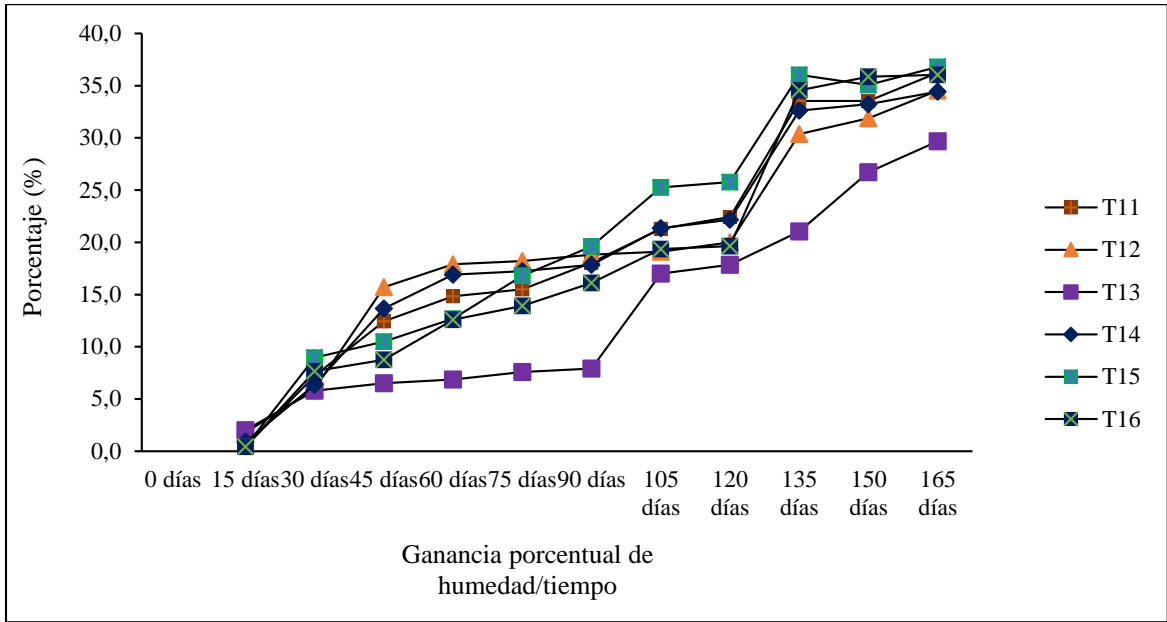


Figura 28. Representación gráfica de la imbibición de agua de semillas *Phytalephas macrocarpa* de acuerdo al tiempo en los tratamientos T11 al T16. Fuente: Elaboración propia.

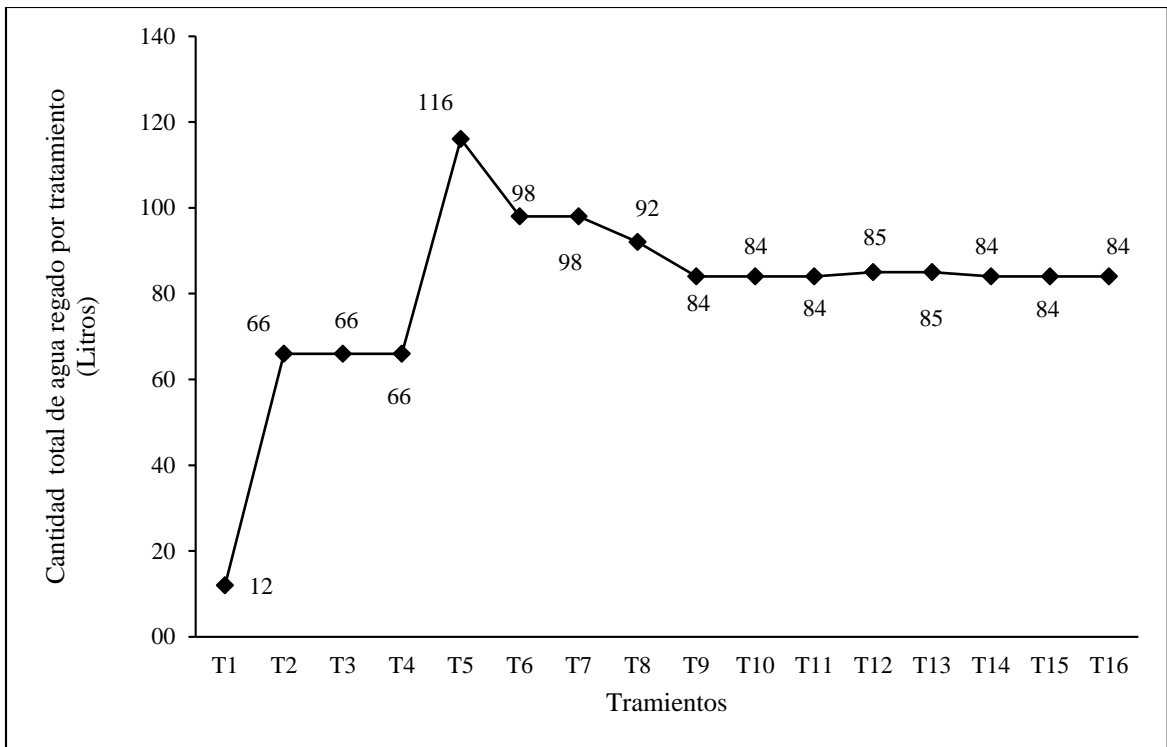


Figura 29. Cantidad de agua usada en litros, para hidratar los sustratos durante el período experimental por tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

4.1. Tiempo de germinación (TG) de semillas *Phytelephas macrocarpa*

Al utilizar sustratos orgánicos e inorgánicos húmedos en distintas proporciones se corroboró que favorecen el proceso de germinación de semillas de *Phytelephas macrocarpa*, sin embargo, los efectos de germinación son diferentes de acuerdo al tipo de sustrato y proporción. Las primeras germinaciones alcanzaron visualizarse a partir de los 2,5 y 3 meses, que en un inicio fueron mínimas que aumentaron conforme transcurrió el tiempo. Por consiguiente, el tiempo de germinación promedio de semillas en un menor período lo obtuvo el tratamiento T2 a base de mantillo montaña con 114 días equivalente a 3,8 meses, la germinación estuvo dado por la formación del botón germinativo.

Al momento no hay otros estudios sobre el uso de mantillo de montaña en la germinación de *Phytelephas macrocarpa* que permitan hacer comparativos, sin embargo, durante el trabajo de campo y recolección de semillas se identificó por lo menos un productor que utilizaba esta forma para el germinado de esta semilla pero que no llevaba un control de germinación. Lo que si se conoce es que esta especie se desarrolla en zonas húmedas con poblaciones densas de bosque (Flores, 1997), esta característica le puede otorgar al mantillo de montaña las propiedades para favorecer la germinación en su hábitat natural. Coincidiendo con lo señalado por Ansorena (1994) quien manifiesta que el mantillo de bosque posee características fisicoquímicas favorables para la germinación y crecimiento de plantas por presentar densidades de 0,30 g/cm³, espacio poroso de hasta 82 %, disponibilidad de agua en un 17 % y buena proporción de materia orgánica que fluctúa en 63 %.

Similar atribución le concede el Instituto Nacional Tecnológico de Nicaragua [INATEC] (2016), al otorgarle excelentes atribuciones al sustrato de mantillo de montaña al ser usado como sustrato para germinación de semillas, debido que posee características de ser liviano,

esponjoso y con excelente retención de humedad. En un estudio realizado por Ferreira y Oliveira (2017) donde utilizaron vermiculita hidratada a fin de determinar el tiempo de germinación de *Phytelephas macrocarpa* obtuvieron como resultado una germinación en 114 ± 24 días. A pesar de ser sustratos distintos alcanzaron cercanos tiempos de germinación.

En tanto, los tratamientos T3 a base de compost y T5 constituido por arena de río en ambos al 100 % obtuvieron los mayores tiempos promedio de germinación con 136 y 138 días, por lo que se puede atribuir que en estos sustratos solos favorecen la germinación de esta especie pero que suele darse a mayor tiempo y sobre todo influyen las características propias de cada sustrato. El resto de tratamientos T7, T9, T10 y T4 consiguieron tiempos promedios que oscilaron entre 123 a 128 días. De igual forma, pero con más tiempo lo realizaron los tratamientos T5, T14, T6, T11, 16 y T8 cuyos valores fluctuaron entre 130 a 133 días, dando a conocer que ciertos sustratos en combinaciones favorecen la germinación y se mejoran las características de los sustratos. La última parte se cumple con lo señalado cumple con lo indicado por Nava *et al.* (2010) quienes manifiestan que, algunos sustratos utilizados para germinar semillas mejoran sus condiciones fisicoquímicas cuando son mezclados.

En el proceso experimental se observó que la pajilla de arroz no retenía mucha agua imposibilitando lograr una buena humedad, por lo que solo no sería un buen sustrato para germinar. En lo señalado, Pizarro (2015) manifiesta que la cascarilla de arroz se caracteriza por ser liviano, de alto volumen, descomposición lenta y escasa captura de humedad por lo que le vuelve un sustrato no muy bueno para retener el agua, recomendando unir con otros sustratos. En tanto, con el compost se observó desecamiento en la parte superficial, compactación y exceso de humedad en la parte media y final del sustrato. Según López *et al* (2009) el compost tiende a retener bastante agua por las características del sustrato ante un mal manejo da paso a la aparición de insectos como hormigas. Mientras que Méndez *et al* (2009) indican que el suelo, compost y vermicompost son mejores para el crecimiento de la planta que usarlo como germinadores de semillas.

El tratamiento a base de aserrín de madera blanca se observó cómo un sustrato difícil de humedecer homogéneamente, también hay encharcamiento permite la aparición de insectos

y atrae escarabajos. Lo indicado tiene que ver con lo señalado por Palacios (1992) quien manifiesta que el aserrín posee un mal drenaje, retiene mucha agua conforme se le va incorporando. Por lo que es necesario mezclarlo con otros sustratos para favorecer porosidad y drenaje especial para germinado de semillas. Mientras que el tratamiento a base de arena presentó dificultad de retención de humedad y rápida compactación conforme se incorporó agua. Jaramillo *et al.* (2012) manifiestan que la arena de partículas muy pequeñas genera asfixia y falta de ventilación por lo que obliga a un constante riego ocasionando pérdidas hídricas, su ventaja principal es el bajo costo y estabilidad estructural.

En un estudio realizado por Ferreira y Oliveira (2017) determinaron que la germinación de semillas de *Phytelephas macrocarpa* también alcanzaron tiempos prologados que fluctuaron entre 141 a 160 días, inclusive con más tiempo a los resultados en esta investigación. De igual forma, Albuquerque (2017) obtuvo un tiempo de 152 días en sustrato mineral de vermiculita. Para Miranda (2011) los tiempos prolongados de germinación muchas veces se deben a que la capacidad germinativa es corta o demasiado lento de acuerdo al tipo de semilla, nivel de humedad y tipo de material usado y las palmeras pueden tardar meses o años para que sus semillas lleguen a una madurez fisiológica y suceda una activación del embrión para dar paso a una nueva planta.

No obstante, no se tuvo buenos resultados con las semillas escarificadas en un sustrato de suelo de montaña al 100 %, todas las semillas terminaron pudriéndose. Este resultado puede tener relación con lo señalado por Doria (2010) quien afirma que, las semillas escarificadas pueden ganar mucha humedad del sustrato y del ambiente afectando las condiciones para el germinado, esto complementados con el ingreso de microorganismos bacterianos y hongos pueden terminar afectando a la semilla. Similar afirmación realiza Filho (2005), que el exceso de humedad en sustratos con semillas sometidos a algún proceso pregerminativos pueden perjudicar la germinación provocando pudrición de la misma. Finalmente, se puede señalar que lo resultados de tiempo de germinación son distantes a lo señalado por Bernal (2014) quien asegura que, la germinación puede tardar hasta 2,5 años e igual es distante de lo manifestado por (Gómez, 2005) otorgándole un tiempo de seis meses para que suceda la germinación y de hasta un año según Costa *et al.* (2006).

4.2. Porcentaje de germinación (PG) de semillas *Phytelephas macrocarpa*

El porcentaje de germinación fue mejor en el tratamiento T2 con el 76,3 % de semillas germinadas durante el periodo de evaluación, por lo que se puede señalar que guarda una relación con la variable del menor tiempo de germinación. Ferreira y Gentil (2017), lograron un porcentaje de germinación de 88,0 % mediante el uso de sustrato mineral de vermiculita húmeda. Mientras que Albuquerque (2017) logró un porcentaje de germinación de 91,0 % también con vermiculita. Bardfod (1991) manifiesta que los procesos de germinación con *Phytelephas* los porcentajes pueden ser altos sin embargo lo que difiere significativamente es que requiere de largos períodos de tiempo para su germinado. Tanto que Jordán (1970) realizó un experimento de sembrado de 100 semillas de *Phytelephas macrocarpa* muy cerca al sitio de recolección de las cuales solo germinaron 12 semillas después de ocho meses.

En tanto, los tratamientos T5, T11, T12, T13 y T16 al obtener resultados que lograron superar el 50 % de semillas germinadas (60,0 a 63,8 %) se logró conocer, que se debe a la combinación entre sustratos minerales con lignocelulosas; por lo que se pueden considerar proporciones adecuadas para realizar germinados de *Phytelephas macrocarpa* ya que mejoraron los procesos germinativos al momento no se cuenta con información y/o prácticas de materiales más eficaces. Elías *et al* (2006), argumenta que la germinación de semillas tiene mutua relación entre los factores de temperatura, sustrato, humedad y profundidad; de verse afectado por una o más de estas variables se afecta la germinación.

Del mismo modo, Reyes (2013) manifiesta que, los sustratos ideales para la germinación de algún tipo de palmeras son: la vermiculita, mantillo de bosque, arena y turba debido que proporcionan humedad y aireación que son esenciales para la semilla, las proporciones pueden ser homogéneas (100 %) o en proporciones 50:50 y 50:25:25 %. En tanto Martins *et al.* (2004) atribuyen que los sustratos de aserrín, cáscara de arroz, arena y turba pueden incrementar el porcentaje de germinación, sin embargo, muchas veces no es muy alentador. No obstante, Arborizaciones y Fosefor (2014) citado por Ramos (2015) manifiestan que, en las palmeras el porcentaje de germinación oscila entre 65 a 80 % por lo que nuestros resultados para algunos tratamientos lograron estar dentro o cercanos de estos parámetros sugeridos.

Por otra parte, los resultados más bajos de porcentaje de germinación con respecto a los sustratos obtenidos fueron aquellos constituidos por vermicompost, pajilla de arroz, aserrín de madera blanca y el compost todos al 100 %, particularmente en la pajilla de arroz se observó que la humedad rápidamente se evapora por lo que hay que estar constantemente agregando agua, este resultado se ajustó a lo señalado por Filho (2005) quien manifiesta que, en sustratos que no captan la suficiente humedad imposibilitan la germinación causando la muerte del embrión, desactivando el vigor germinativo o favoreciendo una lenta germinación, no siendo estos sustratos buenos para el uso germinativo de semillas. Esto también se debe que la pajilla posee poros grandes por lo que su capacidad de retención o almacenar agua es limitada (Pire y Pereira, 2003).

En el caso del aserrín, se situaron larvas de escarabajos que empezaron a degradar la materia lignocelulosa y se generaron grumos compactados y para los sustratos orgánicos (compost y vermicompost) estos se compactan y resecan generando una especie de taponamiento de poros en la parte superficial dando entender que es necesario agregar humedad; sin embargo, en la parte medio o inferior se genera encharcamiento afectando a la semilla. Según Herrera *et al.* (2006), las irregularidades en la humedad o un sustrato sobresaturado de humedad afecta gravemente la germinación y emergencia de semillas. Esto guarda relación con lo señalado por Betancourt *et al.* (2015), quienes manifiestan que los sustratos orgánicos como el compost, vermicompost y tierra suelen incrementar la retención de humedad por la particularidad hidrofílica que poseen.

También Mass (2011) atribuye que, el aserrín no es idóneo para germinar semillas de palmeras, tampoco se debe aplicar escarificación mecánica, debido, que ocasiona muerte del embrión. Por lo señalado, se puede atribuir que los tratamientos que presentaron mayores muertes de semillas (T1, T3 y T4) guardan relación con lo señalado, debido, que poseen propiedades hidrofílicas y afectaron a la germinación. Por ejemplo, Hernández *et al.* (2017) identificó que al escarificar el endocarpio de semillas de *Mauritia flexuosa*, la germinación fue negativa y sufrieron una invasión de hongos en sustratos de suelo, pues la latencia de semillas se debe principalmente al nivel de presencia de humedad que ganaron los sustratos en distintas proporciones que como ya se detalló de manera individual no fueron excelentes, pero que al combinarlos mejora las propiedades de humedad que necesita ganar.

4.3. Velocidad germinativa (VG) de semillas de *Phytelephas macrocarpa*

Con respecto a la velocidad germinativa de semillas *Phytelephas macrocarpa* logró un mejor resultado en el tratamiento T2 con un índice de 0,37 germinaciones /día en sustratos húmedos de mantillo de montaña. Mientras que Ferreira y Gentil (2017) consiguieron una velocidad germinativa de 0,82 germinaciones/día, igualmente Albuquerque (2017) alcanzó 0,76 germinaciones/día, por lo que se puede atribuir que los sustratos empleados por ambos investigadores alcanzaron mejores imbibiciones en las semillas y por ende mayor rapidez germinativa, además, en ambos experimentos las semillas fueron estimuladas mediante un proceso pregerminativo de hidratación por 48 horas. Por lo contrario, las semillas experimentales de los tratamientos evaluados no fueron sometidas a un proceso pregerminativo, esto puede haber influido retardando la velocidad germinación con respecto al tiempo. Lo indicado tendría relación con lo señalado por Sánchez *et al.* (2010) quienes indican que, la velocidad germinativa depende esencialmente del tamaño de la semilla. Mientras más grande, la germinación se hace lento, debido a que le demanda más tiempo en acumular humedad y embeberse.

Igualmente, Ferreira y Borghetti (2004) señalan que, las semillas grandes poseen una velocidad germinativa de las más lentas, sin embargo, poseen un mayor porcentaje de germinación y las plantas son más vigorosas. Del mismo modo, Doria *et al* (2012) atribuyen que, las palmeras de la familia Arecaceae poseen una velocidad germinativa errática, lenta y con bajo porcentaje. La velocidad germinativa mensual fue superior para el tratamiento T2 con 11,1 semillas germinadas por mes en tanto el resto de tratamientos tuvieron pendientes negativas, así mismo, el T2 logró valores máximos de velocidad germinativa a los 90 días, mientras que el resto de tratamientos a los 105. A pesar de tener una velocidad germinativa bajo, los resultados muestran un valor práctico, debido a que, con tratamientos sencillos se puede llegar a germinar semillas de *Phytelephas macrocarpa* que pueden servir para realizar labores de propagación y repoblamiento de esta palmera y adicionalmente, valorar el rol ecosistémico que cumple en el hábitat. Según Correa y Vargas (2009), las palmeras son un grupo clave para la regeneración de bosques en el neotrópico pues poseen una amplia representatividad estructural, funcional y ecológica.

4.4. Porcentaje de imbibición en semillas *Phytelephas macrocarpa*

El tratamiento T2, tuvo un valor de arranque de humedad de semilla de 37,1 % y se amplió hasta los 42,3 %, además, con este tratamiento se logró mejores resultados de porcentaje de germinación. Martins *et al* (2009) atribuye que las semillas de palmeras cuando presentan una humedad entre 44,5 a 47,7 %, garantiza la calidad fisiológica para la germinación, por lo que el resultado logrado es cercano al mencionados. Reyes (2013) señala que la humedad de los sustratos para germinar semillas de palmeras debe oscilar entre 60 a 80 %, muchas veces pueden soportar humedad de 30 % hasta varias semanas o meses, sin embargo, no es deseable debido que afecta la germinación. En tanto Valla (2004) atribuye como condición esencial e importante a la humedad para que la semilla pueda germinar. Así mismo Ferreira y Santos (1992), atribuyen que las semillas germinan, cuando estas presentan una ganancia de humedad de 18 %.

Por ejemplo, Villalobos y Herrera (1991), lograron que las semillas de palmeras *Bactris gasipae* consiguen germinar cuando la humedad logró alcanzar un 40 % o estar entre cinco puntos sobre este valor, por lo que sugieren que este valor debe mantenerse, sugiriendo que debe controlarse que los sustratos guarden una humedad adecuada. Sin embargo, en tratamientos donde la humedad en semilla fue baja; la germinación también fue dispareja afectando la velocidad germinativa, en efecto, al tener poca humedad en los sustratos, estos también ceden muy poca humedad a las semillas favoreciendo la ampliación del tiempo de germinación y aumentando la latencia. Los sustratos que ganan mucha humedad como los tratamientos T7, T10, T11, T12, T15 y T16 favorecen la pudrición de semillas. Filho (2005) manifiesta que, los sustratos con escasa retención de humedad terminan imposibilitando la germinación o haciéndola muy lenta, en tanto, si existe un exceso de humedad, provoca la disminución de aireación e induce a la muerte de la semilla. Los resultados obtenidos con respecto a ganancia de humedad son importantes debido que no existen estudios, esta afirmación guarda relación con lo afirmado por Ramos *et al* (2006), quienes manifiestan que la humectación de sustratos para el germinado de semillas recalcitrantes como el de palmeras no es común encontrar antecedentes de estudio. A fin de lograr la captura suficiente de humedad por parte de las semillas, se recomienda que el sustrato debe presentar una humedad que oscile entre 40 a 60 %. Es esencial conocer que, al desconocer la humedad agregado a los sustratos, puede conducir a conclusiones erróneas (Martins *et al.*, 2009).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. De los sustratos experimentales evaluados, ya sea al 100 % y en mezclas se observó que el tratamiento que presentó menor tiempo de germinación de semillas botánica de *Phytelephas macrocarpa* correspondió al tratamiento a base de 100 % de sustratos mantillo de montaña con 114 días, seguido por los tratamientos T7 y T9 con 123 y 124 días, mientras que el mayor valor lo registro el tratamiento a base de 100 % de arena de río con 138 días.
2. Los mayores porcentajes de germinación de semillas botánica *Phytelephas macrocarpa* en sustratos hidratados, lo obtuvo el tratamiento T2 a base mantillo de montaña con 76,3 %. Sin embargo, a pesar de tener un tiempo de germinación más prolongado los tratamientos a base de arena al 100 % y sustratos en mezclas de 50:50 (T11), 80:20 (T12), 33,3:33,3 (T16) a base de sustratos de mantillo de montaña, aserrín de madera blanca, arena, pajilla y vermicompost lograron germinaciones que oscilaron entre 60 a 63,8 %. Por lo que se atribuye que ciertos sustratos en mezclas tienden a mejorar la germinación de esta semilla. Mientras que los tratamientos que alcanzaron un menor porcentaje de germinación correspondieron a tratamiento a base de vermicompost al 100 % con 27,5 %, seguido por la pajilla de arroz al 100 % con 40,0 %.
3. La mayor velocidad germinativa lo presento el tratamiento T2 a base de sustratos de mantillo de montaña hidratados, consiguiendo un tiempo de inicio de germinación de 75 días, así mismo, logró alcanzar una velocidad de germinación de 0,38 germinaciones/día y 2,9 germinados/sna., incidiendo que la germinación de esta semilla es dispereja y que influye bastante la interacción sustrato/humedad. Mientras que los tratamientos a base vermicompost y pajilla de arroz al 100 % alcanzaron velocidades más bajas, con 0,13 y 0,19 germinados/día. En consecuencia, el tratamiento T2 logró germinar 11,1 semillas/mes.

4. La imbibición de las semillas *Phytelephas macrocarpa* de forma más homogénea lo presentó el tratamiento T2 a partir de los 90 días, cuyo valor osciló desde 37,1 a 44,2 % de humedad, atribuyendo que estos valores son los adecuados para germinar semillas de esta especie de palmera. Mientras que, aquellos tratamientos que presentaron mayor humedad a 48,0 % se tornó en pudrición de semillas. En tanto los tratamientos que ganaron poca humedad afectaron prolongando el tiempo de germinación entre estos se encontraron los sustratos de pajilla al 100 % y arena-pajilla en proporciones de 80:20.

5. Los sustratos constituidos a base de suelo de montaña, vermicompost y composta al 100 %, no son muy buenos para germinar semillas de *Phytelephas macrocarpa*, debido que generan encharcamiento en el fondo de los germinadores y en la parte superficial el sustrato se seca dando la impresión de necesidad de agua. En semillas escarificadas el 100 % se pudrieron, por lo que la escarificación favorece la invasión de hongos y bacterias generando pudrición. En tanto los sustratos de pajilla de arroz al 100 % mantienen la semilla limpia la germinación es lento cuya latencia es de 56,3 %.

6. La cantidad de agua usada para hidratar los sustratos durante el período de estudio, el tratamiento T2, T3 y T4 alcanzaron la misma cantidad de 66 litros, sin embargo, el T2 alcanzó mejores resultados con respecto a las variables de estudio. Mientras que los tratamientos a base de arena, pajillas y aserrín 100 % demandaron de más agua para alcanzar los germinados, cuyo valor osciló entre 98 a 116 litros.

7. Los sustratos húmedos influyen en la germinación de semilla *Phytelephas macrocarpa*, sin embargo, las características que tengan los sustratos afectan el tiempo de germinación, porcentaje de germinación y velocidad germinativa. Los resultados alcanzados son importantes porque permite el germinado esta especie y propagación de la misma debido a la disminución de esta especie en el valle del Alto Mayo.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

1. A los investigadores, realizar estudios de germinación de semilla de *Phytelephas macrocarpa* con técnicas a fin de encontrar la más adecuada, debido que esta semilla presenta una testa que es dura que imposibilita el ingreso de los fluidos.
2. A los investigadores, orientar estudios sobre la identificación de árboles semilleros, realizar mapeos e inventarios de la riqueza de la especie a nivel del Alto Mayo a fin de favorecer su propagación por ser una especie que cumple una función cultural, alimenticia y ecosistémica para el hombre y la fauna.
3. A la academia, se recomienda continuar con estudios sobre la velocidad germinativa de *Phytelephas macrocarpa* a fin de encontrar un método que incremente este parámetro, debido que para esta variable no fue muy prometedor el resultado alcanzado.
4. A los viveristas, utilizar los sustratos de mantillo de montaña para germinar semillas de *Phytelephas macrocarpa*, debido que se logró buenos resultados. En efecto se puede aplicar sustratos en proporciones de 50:50, 80:20, 33.3:33.3 a base de sustratos de mantillo de montaña, aserrín de madera blanca, arena, pajilla y vermicompost.
5. A los viverista y propagadores, no se recomienda utilizar sustratos de vermicompost, compost y tierra, debido a que afectan la germinación de la semilla mediante ahogamiento. Igualmente, no utilizar semillas escarificadas en este tipo de sustratos porque generan putrefacción causado por hongos y bacterias. Tampoco se orienta el uso de sustratos como pajilla de arroz debido que extienden demasiado el tiempo de germinación e incrementan la latencia de las semillas.

REFERENCIAS

- Águila, B.R. (2018). *Producción de plántulas de Mauritia flexuosa L.F. (aguaje) mediante semilla botánica en Jenaro Herrera, Loreto, 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5515/Rosmery_Tesis_Titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Albuquerque, F. P. (2017). *Germinação, desenvolvimento da plântula, variabilidade genética, morfoanatomia e mobilização de reservas em sementes de Jarina (Phytelephas macrocarpa Ruíz & Pavón)*. (Tesis de pos grado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/4996/1/Pedro_Ferraz.pdf
- Alvarado, M.S.J. y Solano, S.J.A (2002). *Producción de sustratos para vivero*. <http://www.cropprotection.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-Viveros.pdf>
- Ansorena, M. J. (1994). *Sustratos. Propiedades y caracterización*. España, Madrid: Ediciones Mundi Prensa.
- Arias, F.G (2012). *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica*. <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTODE-INVESTIGACI%C3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
- Azcón, B. J. y Talón, M. (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal*. https://www.academia.edu/32043041/Fundamentos_de_Fisiologia_Vegetal_Azcón_Bieto_2ed
- Baixauli, S.C. y Aguilar, O.J.M. (2002). *Cultivo sin suelo de hortalizas: Aspectos prácticos y experiencias*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=105109>
- Balslev, H., Grandez, C., Narel, Y., Zambrana, P., Moller, A. L. y Lykke H. S. (2008). Palmas (Arecaceae) útiles en los alrededores de Iquitos, Amazonía Peruana. *Rev. Perú. Biol.* 15 (1), 121-132. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v15s1/a14v15s1.pdf>
- Barfod, A. S. (1991). A monographic study of the subfamily *Phytelephantoideae* (Arecaceae). *Opera Botanica*, 105, 5-73. https://www.researchgate.net/profile/Anders-Barfod/publication/256402051_A_monographic_study_of_the_subfamily_Phytelephantoideae_Arecaceae/links/5497fdd70cf2c5a7e34263f7/A-monographic-study-of-the-subfamily-Phytelephantoideae-Arecaceae.pdf

- Barraza, A.F.; Benavides, B.O. y Torres, M.F (2016) Calidad fisiológica y energía de germinación de semillas de balsamina (*Momordica charantia* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33 (1), 43-52. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5619940>
- Baskin, C.C. y Baskin, J.M. (2014a). *Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination*. United States of America. Academic Press.
- Baskin, C.C. y Baskin, J. M. (2014b). What kind of seed dormancy might palms have?. *Seed Science Research*, 24, 17–22. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258513000342>
- Bernal, R. (2013). Tagua (*Phytelephas macrocarpa*). En Bernal, R. y G. Galeano (Eds.). *Cosechar sin destruir aprovechamiento sostenible de palmas colombianas*. <https://sites.google.com/site/rgbernalg22/cosechar-sin-destruiraprovechamientosostenible-de-palmas-colombianas>
- Bernal, R. y Galeano, G. (2013). *Cosechar sin destruir: Aprovechamiento sostenible de palmas colombianas*. <https://sites.google.com/site/rgbernalg22/cosecharsin-destruir-aprovechamientosostenible-de-palmas-colombianas>
- Betancourt, D., Basso, C., Barrios, M. y Parés, J. (2015). Efecto de diferentes sustratos sobre la emergencia y desarrollo de plantas de lechosa en vivero. *Revista de Facultad Agronómica*, 41 (2), 76-87. <https://core.ac.uk/download/pdf/267077357.pdf>
- Blanco, D. J.C. (2016). *Evaluación por su eficiencia de diferentes sustratos y técnicas de escarificación y su incidencia en la germinación de semilla de palma de Datil (*Phoenix dactylifera*) en el Municipio de Soata Boyacá*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Colombia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13798/4252875.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bocanegra, T. L. (2010). *Ensayo de germinación de *Socratea exorrhiza* (Martius) Wendland, con cuatro sustratos y dos tipos de tinglado*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/2026/T-571.89-B64.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Borchsenius, F. y Moraes, R. M. (2006). Palmeras andinas. En Moraes, R.M., Ollgaard, B., Kvist, L.P., Borchsenius, F. y Balslev, H. (Eds.). *Botánica económica de los andes centrales*. https://www.researchgate.net/profile/Monica_Moraes_R/publication/312313242_Bot

anica_Economica_de_los_Andes_Centrales/links/587988a408ae9a860fe2f2ad/Botanica-Economica-de-los-Andes-Centrales.pdf

- Burés, P. S. (2002). Sustratos: propiedades físicas, químicas y biológicas. *Horticultura internacional*, 1, 70-79. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2599810>
- Carvalho, A. L.; Ferreira, E. J. L. y Lima, J. M. T. (2010). Comparações florísticas e estruturais entre comunidades de palmeares em fragmentos de floresta primária e secundária da Área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra - Rio Branco, Acre, Brasil. *Acta Amazonica*, 40 (4), 657-666. <https://www.scielo.br/pdf/aa/v40n4/v40n4a04.pdf>
- Castillo U. R. (2010). *Evaluación de técnicas de manejo y aprovechamiento de Phytelphas macrocarpa "yarina" con fines artesanales en la cuenca Yanayacu Pucate, Reserva Nacional Pacaya Samiria, región Loreto*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/1806>
- Centro Internacional de la Papa (2008). Alternativas al uso del bromuro de metilo en la producción de semilla de papa de calidad. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/004328.pdf#page=18>
- Córdoba, A. E. J. (2017). *Estudio sobre la imbibición de agua por parte de las semillas de Alcaparra*. (Tesis de pos grado) Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/90096/C%c3%93RDOVA%20-%20Estudios%20sobre%20la%20imbibici%c3%b3n%20de%20agua%20por%20parte%20de%20las%20semillas%20de%20alcaparra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Correa, D. y Vargas, O. (2009). Regeneración de palmas en bosques nativos y plantaciones del santuario de fauna y flora Otún – Quimbaya (Risaralda, Colombia). *Caldasia*, 31 (2), 195-212. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/36087/37486>
- Cortés, C. M. E e Iglesias, L. M. (2005). *Generalidades sobre la metodología de la investigación*. http://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA12/Doc/metodologia_investigacion.pdf
- Costa, M. L, Rodríguez, S.F.S. y Hohn, H. (2006). Jarina: o marfim das biojóias da Amazônia. *R. Esc. Minas, Ouro Preto*. 59 (4), 367-371. <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672006000400003>

- Cruz, C. E., Can, CH. A., Sandoval, V. M, Bugarín, M. R., Robles, B. A. y Juárez, L. P. (2012). Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias*. 2 (2), 17-26. <http://aramara.uan.mx:8080/handle/123456789/719>
- Doria, G. J., Benítez, F. B. y Soto, C. F. (2012). Influence of different preservation methods on the germination of areca palm (*Dyopsis lutescens*, H. Wendel). *Cultivos Tropicales*. 33 (2), 56-60. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v33n2/ctr08212.pdf>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*. 31 (1), 74-85. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362010000100011
- Elias, M. E. A.; Ferreira, S. A. N. y Gentil, D. F. O. (2006). Emergência de plântulas de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em função da posição de sementeira. *Acta Amazônica*. 36 (3), 385-388. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000300016>
- Ferreira, E. L. (2006). *Manual das palmeiras do acre, Brasil*. https://www.nybg.org/bsci/acre/www1/manual_palmeiras.html
- Ferreira, S. A. N. y Gentil, D. F. O (2017). Seed germination at different stratification temperatures and development of *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pavón seedlings. *Journal of Seed Science*. 39 (1), 20-26. <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n1166371>
- Figuerola, J. A. y Jaksic, F. M. (2004). Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*. 77, 201-215. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100016>
- Flores, S. P. (1997). *Cultivo de frutales nativos amazónicos: manual para el extensionista*. <https://baixardoc.com/documents/cultivo-de-frutales-nativosamazonicos-5c7d8ae709375>
- Gold, B. K., León, L. P. y Way, B. M. (2004). *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres*. http://www.inia.cl/recursosgeneticos/descargas/manual_de_semillas.pdf
- Gómez, C. M. (2015). *La Tagua como material expresivo en el espacio exterior*. (Tesis de grado) Universidad de Uzuay, Cuenca, Ecuador. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4711/1/11173.pdf>

- González, Z. L. y Orozco, S. A. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Sociedad Botánica de México*. 58, 15-30. <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.1484>
- Haynes, J. y McLaughlin, J. (2000). *Edible Palms and Their Uses*. https://www.researchgate.net/profile/Jody_Haynes/publication/242380543_Edible_Palms_and_Their_Uses_1/links/5553d63e08aeaaff3bf19dc7.pdf
- Henderson, A.; Galeano, G. y Bernal, R. (1995). *Field guide to the palms of the Americas*. Princeton: Princeton University Press.
- Henderson, F. M. (2006). Morphology and anatomy of palm seedlings. *The Botanical Review*. 72(4), 273-329. [https://doi.org/10.1663/0006-8101\(2006\)72\[273:MAAOPS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0006-8101(2006)72[273:MAAOPS]2.0.CO;2)
- Hernández, M. y Maas, W. (2007). *Manejo & aprovechamiento de la Yarina: Phytelphas macrocarpa*. <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/167/BIV00488-4.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Hernández, S.R., Fernández, C.C. y Baptista, L.P. (2017). *Metodología de la investigación*. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández, V. I., Guitián, D. y González, V. (2017). Efectos del tamaño de semilla y escarificación del endocarpio sobre la germinación de *Mauritia flexuosa* (ARECACEAE). *Acta Botánica Venezuelica*. 40 (1), 97-118. <https://www.redalyc.org/pdf/862/86254887004.pdf>
- Herrera, J., Aliaga, R., Guevara, E. y Jiménez, V. (2006). *Germinación y crecimiento de la planta*. Costa Rica, Editorial. UCR
- Instituto Nacional Tecnológico de Nicaragua (2016). *Manual del protagonista, viveros y semilleros*. https://biologiaccadinarte11mogrado.files.wordpress.com/2017/04/manual_de_vivero_y_semillero-mined-2016-2017.pdf [INATEC]
- Inostroza, F. J., Méndez, L. P. y Sotomayor, T. L. (2009). *Botánica y morfología de la papa*. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7281/NR36476.pdf?sequence=1>

- Jaramillo, N. J. E., Sánchez, L. G. D., Rodríguez, V. P., Aguilar, A. P. A., Gil, V. L. F., Hío, J. C., Pinzón, P. L. M., García, M. M. C., Quevedo, G. D., Zapata, C. M. Á., Restrepo, J. F. y Guzmán, A. M. (2012). *Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas*. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13320>
- Jordan, C. B. (1970). A study of germination and use in twelve palms of northeastern Peru. *Principes*, 14, 26-32. <https://palms.org/wp-content/uploads/2016/05/v14n1p26-32.pdf>
- Lagos, T., Criollo E., H., y Ruiz E., H. (2000). Calidad de la semilla de maíz utilizada en algunas zonas maiceras de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 17(2), 21-34. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1652/2035>
- López, C.R. (2008). Productos forestales no maderables: importancia e impacto de su aprovechamiento. *Colombia Forestal*. 11, 215-231. <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939611014.pdf>
- López, L. M. J., Masaguer, R. A., Paredes, G. C., Roca, P. L., Ros, M. M., Salas, S. M. C. y Boluda, H. R. (2015). *Residuos orgánicos y agricultura intensiva*. España, Mundi Prensa.
- López, L. R., Arteaga, R. R., Vázquez, P. M. A., López, C. I. L., y Sánchez, C. I. (2009). Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) basado en láminas de riego y acolchado plástico. *Revista Chapingo* 15(1), 83-89. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v15n1/v15n1a12.pdf>
- Mamani, A. P. Y. (2006). *Efectos de los sustratos y tratamientos pregerminativos en semillas de Asaí (Euterpe precatoria Martius), en la comunidad Rosario del Yata, provincia Vaca Díez – Beni*. (Tesis de pre grado) Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9887/T-1009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Filho, J. M. (2005). *Fisiología de semillas de plantas cultivadas*. Brasil, Piracicaba: FEALQ
- Mápula, L. M., López, U. J., Vargas, H. J. J. y Hernández, L.A. (2008). Germinación y vigor de semillas en *Pseudotsuga mensziesii* de México. *Ra Xiomhai*, 4 (1), 119-134. [http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art\[1\]%207%20Germinacion.pdf](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art[1]%207%20Germinacion.pdf)
- Martín, B. M. y Mass, H. W. (2011). *Palmeras nativas. Conservación y manejo de zonas de amortiguamiento de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Cuenca baja del río Marañón*. <http://www.aecid.org.pe/publicaciones/store/pub.40.pdf>

- Martín, B.M. (2015). *Los techos de hoja de palmera en la vivienda tradicional amazónica*. <http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/PUBL1430.pdf>
- Martins, C. C., Bovi, M. L. A., Nakagawa, J. y Godoy, J. G. (2004). Temporary storage of jussara palm seeds: effects of time, temperature and pulp on germination and vigor. *Horticultura Brasileira*. 22 (2), 271-276. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000200021>
- Martins, C. CH, Bovi, M. L. A. y Spiering, S. H. (2009). Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal – SP*. 31, (1), 224-230. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452009000100031&lng=pt&tlng=pt
- Martínez, P.F. y Roca, D. (2011). Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. En Flórez R., V.J. (Ed.). *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo*. https://ceniflores.org/wpcontent/uploads/2020/07/sustratos_manejo_del_clima_automatizacion_y_control_en_sistemas_de_cultivo_sin_suelo.pdf
- Mass, H. W. (2011). *Plan de manejo forestal de Mauritia flexuosa “aguaje”*. <http://www.aacid.org.pe/publicaciones/store/pub.46.pdf>
- Matilla, A. J. (2008). Desarrollo y germinación de semillas. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/Matilla-2008.pdf>
- Mayo, M. A, Espinosa, M. J., Centurión, H. D. y Cazares, C. J. G. (2017). Estrategias para mejorar la germinación de semillas de *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* (Linden & H.Wendland). *Polibotánica*. 43, 1-10. <http://dx.doi.org/10.18387/polibotanica.43.11>
- Miranda, S. S. (2011). *Estudio de tratamientos de pregerminación de palmeras Roystonea regia y Pseudophoenix sargentii*. (Tesis de pregrado) Universidad de Almería. <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/1076/Proyecto.pdf?sequence=1>
- Méndez, N. J. R., Moreno, M. J., Moya, J. F. (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 Científica UDO Agrícola*, 9 (1), 121-125. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3293836>

- Montoya, N. A. E. (2008). *Evaluación del potencial productivo de yarina (Phytolacca macrocarpa) en tres comunidades ribereñas (Buenos Aires, Arequipa y Yarina) de la cuenca del río Yanayacupucate.* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de la Amazonia, Iquitos, Perú. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/5058>
- Morales, M. E. R. y Casanova, L. F. (2015). Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. *Agronomía Mesoamericana*. 26 (2), 365-372. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43738993018.pdf>
- Morelos, G. A. (2005). *Regulación de regiones hidrofóbicas e hidrofílicas en materiales elastoméricos.* (Tesis de grado) Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. <http://148.224.97.92/xmlui/bitstream/handle/i/1861/LFIRRH00501.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Narel, Y. Paniagua, Z., Bussmann, R. W., Vega, C. T. C., Téllez, C. y Macía, M. J. (2014). *Nuestro conocimiento y uso de las palmeras una herencia para nuestros hijos: Comunidades Llaquash, San Martín, Perú.* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=555138>
- Nava, R. V., León, G. F., Palacios, M. S., Montiel, S. D. y Celada, T. E. (2010). Mezcla de fibra de coco, composta y mantillo en la producción de *Phlox drummondii* en el sistema Chinampiro. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*. 10 (19), 63-81. <https://biblat.unam.mx/hevila/Sociedadesruralesproduccionymedioambiente/2010/vo110/no19/3.pdf>
- Oliva, F.M., Vacalla, D., Pérez, A.T. y Tucto, A. (2014). *Manual recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú.* <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1418.pdf>
- Olivo, V. B., Buduba, C. G. (2006). Influencia de seis sustratos en el crecimiento de Pinus ponderosa producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo. *Bosque*. 27 (3), 267-271, https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071792002006000300007&script=sci_arttext&tlng=en
- Ontiveros, C. A., Kohashi, S. Josué., Yáñez, J. P., Acosta, G. J. A., Martínez, V. E. y García, E. A. (2005). Crecimiento de la raíz del frijol con diferentes tasas de secado del suelo. *Terra Latinoamericana*. 23 (3), 311-320. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311101002.pdf>
- Orantes, G.C., Pérez, F.M.Á., Rioja, P.T.M., y Garrido, R.E. (2013). Viabilidad y germinación de semillas de tres especies arbóreas nativas de la selva tropical, Chiapas,

México. *Polibotánica*. 36, 117-127.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n36/n36a8.pdf>

- Palacios, V. Y. (1992). Preparación de semilleros y observaciones sobre la producción de plántulas en condiciones controladas. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/30983/28565_19114.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paniagua, Z. N. Y, Bussmann, R. W. y Macía, M. J. (2014). El bosque sí tiene valor: El uso de palmeras en las comunidades campesinas e indígenas de la región de Inambari, Madre de Dios, Perú. *Ethnobotany Research and Applications*. 13 (3), 1-81. <http://www.ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/13-003/640>
- Parraguirre, L.C. y Camacho, M. F. (2021). Velocidad de germinación de veintiún especies forestales tropicales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 17 (72), 3-26. <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/1063/2376>
- Pastor, S. J. N (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*. 17 (3), 231-235. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>
- Pautrat, L., Ángulo, I., Germana, C., Uchima, C., Castillo, R. y Candela, M. (2017). *Manual de identificación de especies peruanas de flora y fauna silvestre susceptibles al comercio ilegal: Modulo III: Identificación de especies de flora silvestre y productos derivados comercializados comúnmente*. http://infobosques.com/portal/wpcontent/uploads/2017/02/4d8140f161229_MODULO_III_Identificacion_de_especies_de_flora_silvestre_y_productos_derivados_comercializados_co.pdf
- Pérez, G.F. y Pita, V.J.M. (2001). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. <http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/conservacion3%b3n%20semillas.pdf>
- Pire, R. y Pereira, A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. *Bioagro*. 15 (1), 55-64. <https://www.redalyc.org/pdf/857/85715107.pdf>
- Piril, G. V. A. (2015). *Efecto de la escarificación en semillas de dos genotipos de papaya, bajo condiciones protegidas*. (Tesis de pregrado) Universidad Rafael Landívar. Escuintla, Guatemala. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/17/Piril-Virginia.pdf>

- Pizarro, M. M. (2015). *Germinación de pino (Pinus radiata D. Don) a partir de semilla botánica utilizando sustratos: aserrín, turba y cascarilla de arroz en San Jerónimo Cusco*. (Tesis de pre grado) Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/525>
- Prado, U. G., Lagunes, E. L. C., García, L. E., Bautista, M. C. C., Camacho, Ch. W, Mirafuentes, G. F. y Aguilar, R. V. H. (2015). Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pre-germinativos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 2 (5) 139-149. <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v2n5/v2n5a2.pdf>
- Pronaturaleza y Amazon Ivory EIRL (2005). *Plan de manejo de Phytelephas macrocarpa "Yarina" en el área de influencia de la comunidad de Yarina, Cuenca Yanayacu Pucate, Reserva Nacional Pacaya Samaria*. <https://documentoskoha.s3-us-west-2.amazonaws.com/7239.pdf>
- Pronaturaleza y Amazon Ivory EIRL (2008). *Plan de manejo de Phytelephas macrocarpa "Yarina" en el área de influencia de la comunidad de Arequipa, cuenca Yanayacu Pucate, Reserva Nacional Pacaya Samiria*. <http://repositorio.iiap.gob.pe/handle/IIAP/242>
- Quintero, C. M. F., González, M. C. A. y Guzmán, C. M (2011). Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte. En Flores, R.J.V (Eds). *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo*. https://www.researchgate.net/profile/Miguel_Guzman/publication/235996469_Reutilizacion_de_aguas_residuales_para_riego_en_agricultura/links/00b7d5155e784ba62d000000.pdf
- Ramos, H. A. E. (2015). Efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de irapay (*Lepidocaryum tenue* Mart.). *Xilema*. 28 (1), 79-85. <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/view/602/585>
- Ramos, M. B. P., Varela, V. P. y Melo, M. F. F. (2006). Influência da temperatura e da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban (pau-de-balsa). *Acta Amazonica*. 36 (1), 103-106. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000100012>
- Ranal, M. A y Garcia, S. D. (2006). How and why to measure the germination process? *Revista Brasil. Bot.* 29 (1), 1-11. <http://www.scielo.br/pdf/rbb/v29n1/a02v29n1.pdf>
- Ríos, G. P. (2010). *Automatización del riego en sustratos*. (Tesis de pos grado) Colegio de posgraduados México. http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/133/Rios_Gonzalez_P_MC_Hidrociencias_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Reyes, Q. B. R. (2013). *Germinación de semillas de palma Alejandra (Archontophoenix alexandrae) con diferentes sustratos y tiempos de hidratación, en la zona de la Maná-Cotopaxi 2013*. (Tesis de grado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/276/1/T-UTEQ-0003.pdf>
- Rodríguez, S. J. L. y Aguilar, E. C. (2019). Estructura morfológica, germinación y vigor de semillas de *Juglans jamaicensis* C. DC. Del parque nacional Turquino. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7 (3), 297-304. <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v7n3/2310-3469-cfp-7-03-283.pdf>
- Sánchez, E.J.A. y Rubiano, S.Y. (2015). Procesos específicos de formación en andisoles, alfisoles y ultisoles en Colombia. *Revista EIA*. 12 (2), 85-E97. <https://www.redalyc.org/pdf/1492/149240052008.pdf>
- Sánchez, J. A., Orta, R. y Muñoz, B. C. (2012). Tratamientos pregerminativos de hidratación deshidratación de las semillas y sus efectos en plantas de interés agrícola. *Agronomía Costarricense*. 25 (1), 67-91. <https://www.redalyc.org/pdf/436/43625107.pdf>
- Sánchez Salas, J.; Jurado Ybarra, E.; Pando Moreno, M.; Flores Rivas, J.; Muro Pérez, G. (2010). Estrategias germinativas de las semillas en ambientes áridos. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* XI. (1), 35-38. <https://www.redalyc.org/pdf/4555/455545062006.pdf>
- Spittler, P. (2002). *Manejo de la yarina (Phytelephas macrocarpa) en el vivero, en plantaciones y en sistemas agroforestales*. Proyecto Especial Alto Mayo.
- Stephenson, T., Reid, E., Avery, L. M., Jefferson, B. (2013). Media surface properties and the development of nitrifying biofilms in mixed cultures for wastewater treatment. *Process Safety and Environmental Protection*. 91, 321–324. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2012.07.002>
- Suárez, D. y Melgarejo, L. M. (2010). *Biología y germinación de semillas*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/258627099_BIOLOGIA_Y_GERMINACION_DE_SEMILLAS
- Torres, I. G. A. (2017). *Producción y regeneración de Phytelephas macrocarpa “Yarina” en las cuencas del Yanayacu y del Pucate, Perú. 2014*. (Tesis de pre grado) Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5199/TesisGerardo%20Antonio%20Torres%20Iturraran.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Triviño, D.T. y Torres, R.F. (2009). *Manual práctico, manejo de semillas y viveros agroforestales*. Bogotá, Colombia.
https://www.researchgate.net/publication/298787103_Manual_Practico_Manejo_de_Semillas_y_Viveros_Agroforestales
- Valla, J. J. (2004). *Botánica: morfología de las plantas superiores*. <https://wiac.info/doc-viewer>
- Varela, A. S. y Arana, V. (2010). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos.
<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3ndesemillas.pdf>
- Villalobos, R. y Herrera, J. (1991). Germinación de la semilla de Pejibaye (*Bactris gasipaes*). I. efecto de la temperatura y el sustrato. *Agronomía Costarricense*. 15(1-2), 57-62.
Recuperado de https://www.mag.go.cr/rev_agr/v15n1-2_057.pdf

TERMINOLOGÍA

Eje embrionario. Es una parte mínima de la semilla compuesto por el hipocotíleo formado de raíz y epicotíleo que da paso a la formación de hojas ambos están ligados íntimamente (Matilla, 2008).

Elongación. Es el estiramiento celular de la raíz de forma vertical a fin de capturar agua y el realizar el establecimiento de la planta (Ontiveros *et al.*, 2005)

Escarificar. Consiste en el desgate o ablandamiento de la capa protectora externa de la semilla con el uso de medios físicos o químicos a fin de favorecer el ingreso de humedad y aire permitiendo acortar el tiempo de germinación (Azcón y Talón, 2008).

Germoplasma. Es una parte vegetativa de la planta que puede ser forestal o no forestal capaz de dar origen a un nuevo individuo por vial sexual, utilizando la semilla; o asexual a través de yemas, esquejes y otros (Oliva *et al.*, 2014).

Hidrofilico. Son sustratos que tienen afinidad por captar agua que son neutrales eléctricamente y no polares. En los sustratos el agua ganada se esparce uniformemente y se conserva (Morelos, 2005).

Latencia o dormancia. Es un periodo de tiempo en que la semilla está inactivo y viable que por medios favorables como humedad y temperatura cede a la etapa de germinación (Varela y Arana, 2010).

Palmera dioica. Es aquella palmera que en su hábitat se encuentran individuos machos y hembras (Bernal y Galeno, 2013).

Productos forestales no maderables. Son plantas arbóreas distintos a los árboles maderables ubicados en el ecosistema boscoso, que pueden brindar bienes y servicios de alimentación, oxígeno, control de erosión, construcción, germoplasma y medicinal, artesanías; que pueden extraerse de forma silvestre o ser cultivado en viveros (López, 2008).

Semilla botánica. También es conocido como semilla verdadera, pepa o simiente y se encuentran en diferentes formas y tamaños. Es una parte del fruto que bajo condiciones óptimas da origen a una nueva planta, se caracteriza por tener una cubierta protectora en cuyo interior se encuentra el embrión (Inostroza *et al.*, 2009).

Semilla. Representa el órgano reproductivo que da lugar a una nueva planta. Esta favorece la dispersión, regeneración, renovación y sustitución de nuevos bosques (Doria, 2010).

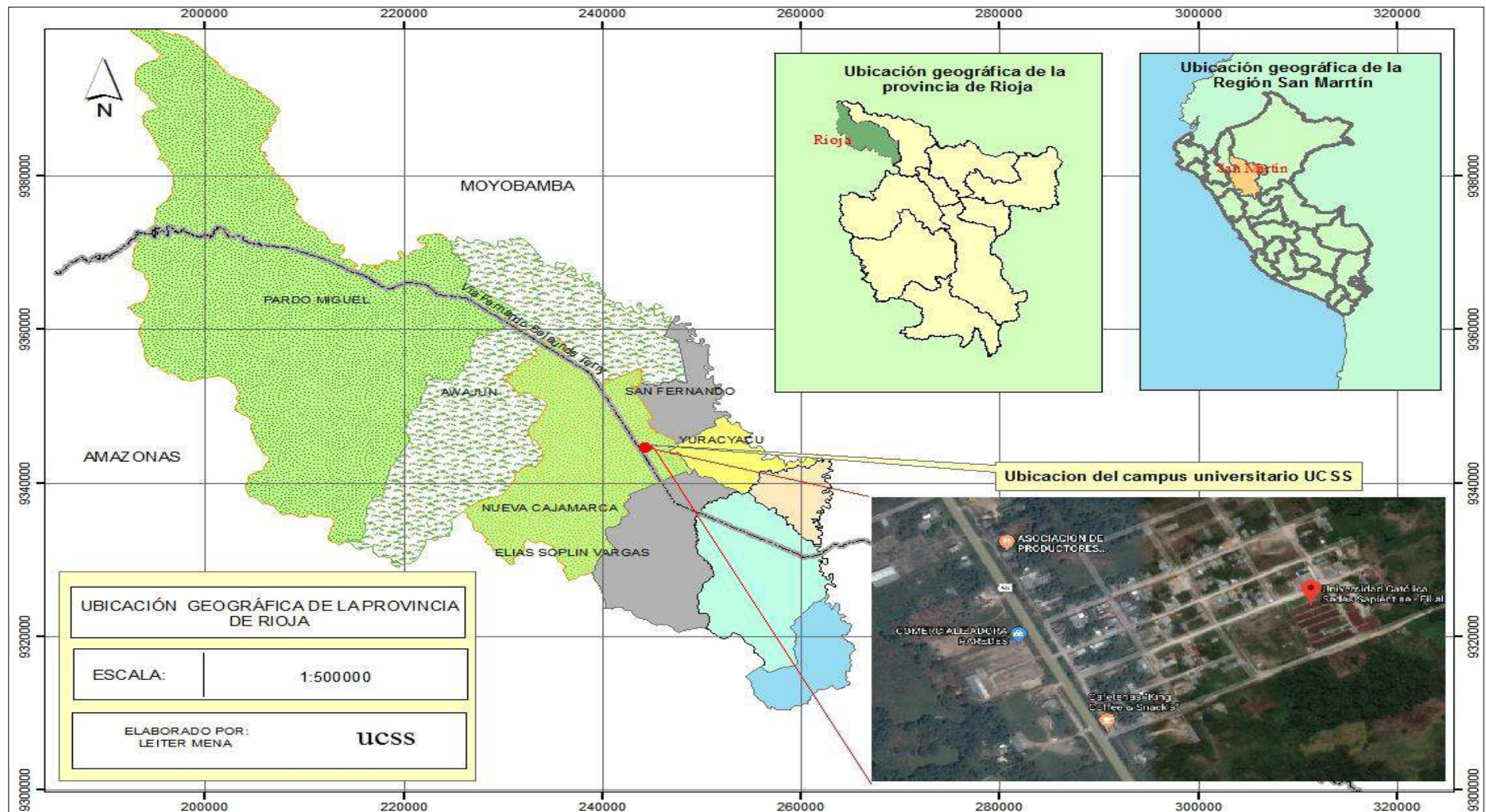
Suelos alfisoles. Son un orden de suelo rico en minerales, enriquecido con arcillas. Son suelos muy productivos con condiciones para todos los usos, comúnmente se encuentran debajo de los bosques (Sánchez y Rubiano, 2015).

Suelos inceptisoles. Son suelos delgados, pobres en materia orgánica y con limitaciones de los horizontes, son comunes de climas húmedos tropicales (Salazar, 2015).

Testa. Capa externa conocido como pericarpio, que puede ser según la semilla desde fina a gruesa, cuya finalidad es proteger la semilla (Triviño y Torres. 2009).

APÉNDICE

Apéndice 1. Ubicación geográfica de la provincia de Rioja



Fuente: Elaboración propia

Apéndice 2. Tiempo promedio de germinación de *Phytalephas macrocarpa*

N°	Tratamientos	Simb	Repeticiones				Promedio total	Desv. Estand
			R1	R2	R3	R4		
1	Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente	T1	0	0	0	0	0	
2	Mantillo montaña 100% + semillas	T2	111	119	115	111	114	3,3
3	Compost 100% + semillas	T3	139	133	130	140	136	4,1
4	Vermicompost 100% + semillas	T4	119	133	124	133	127	6,0
5	Arena 100% + semillas	T5	138	135	140	139	138	2,1
6	Pajilla de arroz 100% + semillas	T6	136	130	139	120	131	7,4
7	Aserrín de madera blanca 100% + semillas	T7	122	122	125	125	123	1,2
8	Arena 50% + Pajilla 50% + semillas	T8	129	134	138	133	133	3,1
9	Pajilla 50% + Aserrín 50% + semillas	T9	125	122	128	121	124	2,8
10	Mantillo montaña 50% + Compost 50% + semillas	T10	127	126	127	128	127	0,8
11	Mantillo 50% + Aserrín 50% + semillas	T11	127	129	138	138	133	5,1
12	Arena 80% + Aserrín 20% + semillas	T12	129	129	125	128	128	1,4
13	Arena 80% + Pajilla de arroz 20% + semillas	T13	125	126	132	127	128	2,4
14	Arena 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T14	130	131	129	132	131	1,1
15	Compost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T15	129	130	126	136	130	3,7
16	Vermicompost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T16	138	133	132	129	133	3,1

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 3. Porcentaje de germinación por unidad experimental de semillas germinados de *Phytelephas macrocarpa* desde diciembre del 2019 a mayo del 2020

N°	Tratamientos	Simb.	Repeticiones				Porcentaje promedio	Desv. Stand
			(%)					
			R1	R2	R3	R4		
1	Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente	T1	0	0	0	0	0,0	0,0
2	Mantillo montaña 100% + semillas	T2	75	85	75	70	76,3	6,3
3	Compost 100% + semillas	T3	55	55	50	50	52,5	2,9
4	Vermicompost 100% + semillas	T4	30	25	25	30	27,5	2,9
5	Arena 100% + semillas	T5	60	65	65	65	63,8	2,5
6	Pajilla de arroz 100% + semillas	T6	45	45	40	30	40,0	7,1
7	Aserrín de madera blanca 100% + semillas	T7	45	40	50	50	46,3	4,8
8	Arena 50% + Pajilla 50% + semillas	T8	55	55	45	50	51,3	4,8
9	Pajilla 50% + Aserrín 50% + semillas	T9	40	45	45	40	42,5	2,9
10	Mantillo montaña 50% + Compost 50% + semillas	T10	50	50	55	45	50,0	4,1
11	Mantillo 50% + Aserrín 50% + semillas	T11	60	65	65	60	62,5	2,9
12	Arena 80% + Aserrín 20% + semillas	T12	60	65	60	60	61,3	2,5
13	Arena 80% + Pajilla de arroz 20% + semillas	T13	55	60	60	65	60,0	4,1
14	Arena 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T14	55	55	60	60	57,5	2,9
15	Compost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3 % Aserrín + semillas	T15	65	60	55	55	58,8	4,8
16	Vermicompost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T16	55	60	65	65	61,3	4,8

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 4. Plantones de *Phytelephas macrocarpa* germinados por tratamiento



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 5. Índice de velocidad germinativa de semillas *Phytelephas macrocarpa* por tratamiento según tiempo de evaluación

Tratamientos	Simb	Tiempo (N° de días)							SG/Tto.	IVG/día	IVG/Sna.
		75 días	90 días	105 días	120 días	135 días	145 días	165 días			
Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Mantillo montaña 100% + semillas	T2	4	10	12	11	11	12	1	61	0,38	2,90
Compost 100% + semillas	T3	0	1	3	9	10	12	7	42	0,26	2,00
Vermicompost 100% + semillas	T4	0	2	4	5	4	4	3	22	0,14	1,05
Arena 100% + semillas	T5	0	4	4	6	8	12	17	51	0,32	2,43
Pajilla de arroz 100% + semillas	T6	0	0	5	9	6	7	5	32	0,20	1,52
Aserrín de madera blanca 100% + semillas	T7	0	3	9	7	9	7	2	37	0,23	1,71
Arena 50% + Pajilla 50% + semillas	T8	0	0	8	8	7	11	7	41	0,26	1,95
Pajilla 50% + Aserrín 50% + semillas	T9	0	3	6	10	5	5	5	34	0,21	1,62
Mantillo montaña 50% + Compost 50% + semillas	T10	0	2	9	10	8	6	5	40	0,25	1,90
Mantillo 50% + Aserrín 50% + semillas	T11	0	0	10	9	11	11	9	50	0,31	2,38
Arena 80% + Aserrín 20% + semillas	T12	0	3	10	9	14	7	6	49	0,31	2,33
Arena 80% + Pajilla de arroz 20% + semillas	T13	0	4	9	9	12	8	6	48	0,30	2,29
Arena 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T14	0	1	9	9	10	12	5	46	0,29	2,19
Compost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T15	0	1	9	12	8	10	7	47	0,29	2,24
Vermicompost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T16	0	1	8	10	6	15	7	47	0,29	2,24

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 6. Tiempo y porcentaje de germinación al 50 % de semillas *Phytelephas macrocarpa* por tratamiento

Tratamientos	Porcentaje germinación (50 %)	Tiempo promedio (50 %)
T1	0,00	0,0
T2	60,00	106,0
T3	52,50	126,0
T4	27,50	126,0
T5	42,50	126,0
T6	40,00	133,0
T7	45,00	126,0
T8	51,25	133,0
T9	42,50	126,0
T10	50,00	126,0
T11	51,25	126,5
T12	53,75	119,0
T13	52,50	119,0
T14	51,25	119,0
T15	50,00	119,0
T16	50,00	119,0

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 7. Promedio de germinación de semillas *Phytelephas macrocarpa* por mes

N°	Tratamientos	Simb.	Velocidad germinativa porcentual/tiempo (N° de días)							Σ de semillas homogéneas germinados (ΣSHG)	Promedio de germinación/ mes ΣSHG*M/T
			75 días	90 días	105 días	120 días	135 días	150 días	165 días		
1	Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
2	Mantillo montaña 100% + semillas	T2	4	10	12	11	11	12	1	61	11,1
3	Compost 100% + semillas	T3	0	1	3	9	10	12	7	42	7,9
4	Vermicompost 100% + semillas	T4	0	2	4	5	4	4	3	22	4,1
5	Arena 100% + semillas	T5	0	4	4	6	8	12	17	51	9,6
6	Pajilla de arroz 100% + semillas	T6	0	0	5	9	6	7	5	32	6,0
7	Aserrín de madera blanca 100% + semillas	T7	0	3	9	7	9	7	2	36	6,6
8	Arena 50% + Pajilla 50% + semillas	T8	0	0	8	8	7	11	7	41	7,7
9	Pajilla 50% + Aserrín 50% + semillas	T9	0	3	6	10	5	5	5	34	6,4
10	Mantillo montaña 50% + Compost 50% + semillas	T10	0	2	9	10	8	6	5	40	7,5
11	Mantillo 50% + Aserrín 50% + semillas	T11	0	0	10	9	11	11	9	50	9,4
12	Arena 80% + Aserrín 20% + semillas	T12	0	3	10	9	14	7	6	49	9,2
13	Arena 80% + Pajilla de arroz 20% + semillas	T13	0	4	9	9	12	8	6	48	9,0
14	Arena 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T14	0	1	9	9	10	12	5	46	8,6
15	Compost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T15	0	1	9	12	8	10	7	47	8,8
16	Vermicompost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T16	0	1	8	10	6	15	7	47	8,8

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 8. Tabla general de recolección de datos con respecto a las variables de evaluación por tratamiento

N°	Tratamiento	Simb.	Tiempo de evaluación						Variables de evaluación					
			75 días	90 días	105 días	120 días	135 días	150 días	165 días	Número de semillas germinadas por repetición $\Sigma (ni)$	N° de semillas por tratamiento $\Sigma \text{total}(ni)$	Tiempo promedio de germinación $\Sigma (t * ni) / \Sigma n$	Porcentaje de germinación $PG=(\#SG)/(\#TS) \times 100$	Velocidad germinativa $\Sigma \text{total}(ni)/t$
1	Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
			0	0	0	0	0	0	0	0		0		
			0	0	0	0	0	0	0	0		0		
			0	0	0	0	0	0	0	0		0		
2	Mantillo montaña 100% + semillas	T2	1	2	3	3	3	3	0	15	61	111	75	0,38
			1	4	3	3	2	3	1	17		119		
			1	2	3	2	3	4	0	15		115		
			1	2	3	3	3	2	0	14		111		
T3	Compost 100% + semillas	T3	0	0	1	2	2	3	3	11	42	139	55	0,26
			0	0	1	3	3	3	1	11		133		
			0	1	1	2	2	3	1	10		130		
			0	0	0	2	3	3	2	10		140		
T4	Vermicompost 100% + semillas	T4	0	1	1	2	1	1	0	6	22	119	30	0,14
			0	0	1	1	1	1	1	5		133		
			0	1	1	1	0	1	1	5		124		
			0	0	1	1	2	1	1	6		133		
T5	Arena 100% + semillas	T5	0	1	1	1	2	3	4	12	51	138	60	0,32
			0	2	1	1	2	3	4	13		135		
			0	1	1	1	2	3	5	13		140		
			0	0	1	3	2	3	4	13		139		

Continuación Apéndice 8

N°	tratamiento	Simb.	Tiempo de evaluación							Variables de evaluación				
			75 días	90 días	105 días	120 días	135 días	150 días	165 días	Numero de semillas germinadas por repetición $\Sigma (ni)$	N° de semillas por tratamiento $\Sigma total(ni)$	Tiempo promedio de germinación $\Sigma (t * ni) / \Sigma n$	Porcentaje de germinación $PG=(\#SG)/(\#TS) \times 100$	Velocidad germinativa $\Sigma total(ni)/t$
6	Pajilla de arroz 100% + semillas	T6	0	0	1	2	2	2	2	9	32	136	45	0,20
			0	0	1	3	2	3	0	9		130	45	
			0	0	1	2	0	2	3	8		139	40	
			0	0	2	2	2	0	0	6		120	30	
7	Aserrín de madera blanca 100% + semillas	T7	0	1	2	2	2	2	0	9	37	122	45	0,23
			0	0	2	2	3	1	0	8		122	40	
			0	1	2	2	2	3	0	10		125	50	
			0	1	3	1	2	2	1	10		125	50	
8	Arena 50% + Pajilla 50% + semillas	T8	0	0	3	2	2	3	1	11	41	129	55	0,26
			0	0	2	2	2	3	2	11		134	55	
			0	0	1	1	3	2	2	9		138	45	
			0	0	2	3	3	3	2	10		133	50	
9	Pajilla 50% + Aserrín 50% + semillas	T9	0	1	1	2	3	0	1	8	34	125	40	0,21
			0	2	1	3	0	2	1	9		122	45	
			0	1	2	2		2	2	9		128	45	
			0	1	2	3	0	1	1	8		121	40	
10	Mantillo montaña 50% + Compost 50% + semillas	T10	0	0	2	3	4	0	1	10	40	127	50	0,25
			0	1	2	3	0	3	1	10		126	50	
			0	0	3	2	4	1	1	11		127	55	
			0	1	2	2	0	2	2	9		128	45	
11	Mantillo 50% + Aserrín 50% + semillas	T11	0	0	3	4	3	0	2	12	50	127	60	0,31
			0	0	4	3	0	4	2	13		129	65	
			0	0	2		5	3	3	13		138	65	
			0	0	1	2	3	4	2	12		138	60	
12	Arena 80% + Aserrín 20% + semillas	T12	0	0	3	2	4	2	1	12	49	129	60	0,31
			0	1	2	3	3	2	2	13		129	65	
			0	1	2	3	4	1	1	12		125	60	
			0	1	3	1	3	2	2	12		128	60	

Continuación Apéndice 8

N°	Tratamiento	Simb.	Tiempo de evaluación							Variables de evaluación				
			75 días	90 días	105 días	120 días	135 días	150 días	165 días	Numero de semillas germinadas por repeticiones $\Sigma(ni)$	N° de semillas por tratamiento Σ total(ni)	Tiempo promedio de germinación $\Sigma(t * ni) / \Sigma n$	Porcentaje de germinación $PG=(\#SG)/(\#TS) \times 100$	Velocidad germinativa $\Sigma total(ni)/t$
T13	Arena 80% + Pajilla de arroz 20% + semillas	T13	0	1	2	3	2	2	1	11	48	125	55	0,30
			0	1	2	3	3	2	1	12		126	60	
			0	1	2	1	3	3	2	12		132	60	
			0	1	3	2	4	1	2	13		127	65	
T14	Arena 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T14	0	0	2	3	2	3	1	11	46	130	55	0,29
			0	0	3	2	1	3	2	11		131	55	
			0	1	2	1	5	2	1	12		129	60	
			0	0	2	3	2	4	1	12		132	60	
T15	Compost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T15	0	1	2	4	2	1	3	13	47	129	65	0,29
			0	0	2	3	4	2	1	12		130	60	
			0	0	3	4	0	3	1	11		126	55	
			0	0	2	1	2	4	2	11		136	55	
T16	Vermicompost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T16	0	0	2	3	2	2	2	11	47	138	55	0,29
			0	0	3	2		5	2	12		133	60	
			0	0	2	3	3	4	1	13		132	65	
			0	1	3	2	1	4	2	13		129	65	

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 9. Valores cuantitativos del estado de semillas por tratamiento al culminar el experimento

Tratamientos	Simb.	Estado de las semillas experimentales			Total de semillas tratamiento
		Germinados	Latente	Muerto	
Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente	T1	0	0	80	80
Mantillo montaña 100% + semillas	T2	61	12	7	80
Compost 100% + semillas	T3	42	16	22	80
Vermicompost 100% + semillas	T4	22	33	25	80
Arena 100% + semillas	T5	51	22	7	80
Pajilla de arroz 100% + semillas	T6	32	45	3	80
Aserrín de madera blanca 100% + semillas	T7	36	35	9	80
Arena 50% + Pajilla 50% + semillas	T8	41	25	14	80
Pajilla 50% + Aserrín 50% + semillas	T9	34	36	10	80
Mantillo montaña 50% + Compost 50% + semillas	T10	40	26	14	80
Mantillo 50% + Aserrín 50% + semillas	T11	50	20	10	80
Arena 80% + Aserrín 20% + semillas	T12	49	25	6	80
Arena 80% + Pajilla de arroz 20% + semillas	T13	48	27	5	80
Arena 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T14	46	26	8	80
Compost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T15	47	19	14	80
Vermicompost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T16	47	22	11	80

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 10. Estado de semillas *Phytelephas macrocarpa* por tratamiento que no alcanzaron germinar



Fuente: Elaboración propia

Apéndice 11. Valores cuantitativos de la ganancia de agua en semillas *Phytelephas macrocarpa* según controles

Tratamientos	Simb.	Ganancia de humedad (g)/Tiempo de control												
		0 días	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días	135 días	150 días	165 días	
Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente	T1	22,6	22,7	22,8	23,7	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	
Mantillo montaña 100% + semillas	T2	23,6	23,8	25,5	25,7	29,5	33,0	37,5	38,8	40,3	43,4	43,3	42,3	
Compost 100% + semillas	T3	23,8	24,0	25,2	25,8	26,8	26,7	27,7	27,9	30,7	32,4	32,2	32,5	
Vermicompost 100% + semillas	T4	23,8	23,9	25,7	26,1	26,1	26,6	26,7	27,9	30,1	30,3	35,4	35,2	
Arena 100% + semillas	T5	23,9	24,0	25,5	26,0	26,8	26,8	29,1	29,5	29,6	33,1	33,5	34,5	
Pajilla de arroz 100% + semillas	T6	22,5	22,9	23,3	23,9	24,3	24,9	25,6	26,8	27,9	29,0	29,2	29,3	
Aserrín de madera blanca 100% + semillas	T7	24,0	24,3	25,4	25,9	26,4	27,0	28,7	30,2	32,5	33,6	33,6	36,0	
Arena 50% + Pajilla 50% + semillas	T8	23,6	23,8	25,0	25,6	26,0	26,8	28,1	29,2	30,8	34,3	34,3	34,8	
Pajilla 50% + Aserrín 50% + semillas	T9	23,4	23,9	24,6	24,5	26,2	26,4	26,8	29,9	29,2	30,3	31,1	34,9	
Mantillo montaña 50% + Compost 50% + semillas	T10	22,4	23,0	24,1	25,1	26,0	26,7	26,2	27,7	28,7	33,3	33,9	37,4	
Mantillo 50% + Aserrín 50% + semillas	T11	21,8	21,9	23,5	24,9	25,6	25,8	26,6	27,7	28,1	32,8	32,8	34,2	
Arena 80% + Aserrín 20% + semillas	T12	22,0	22,4	23,4	26,1	26,8	26,9	27,1	27,2	27,5	31,6	32,3	33,6	
Arena 80% + Pajilla de arroz 20% + semillas	T13	24,4	24,9	25,9	26,1	26,2,	26,4	26,5	29,4	29,7	30,9	33,3	34,7	
Arena 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T14	22,1	22,3	23,6	25,6	26,6	26,7	26,9	28,1	28,4	32,8	33,1	33,7	
Compost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T15	21,3	21,4	23,4	23,8	24,4	25,6	26,5	28,5	28,7	33,3	32,8	33,7	
Vermicompost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T16	22,9	23,0	24,8	25,1	26,2	26,6	27,3	28,4	28,5	35,0	35,7	35,8	

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 12. Volumen de agua utilizado para hidratar los sustratos durante el periodo experimental

Tratamiento	Simb.	Repeticiones				Total
		R1	R2	R3	R4	
Suelo de montaña + semilla escarificada mecánicamente	T1	3,00	3,00	3,00	3,00	12
Mantillo montaña 100% + semillas	T2	16,5	16,5	16,5	16,5	66
Compost 100% + semillas	T3	16,5	16,5	16,5	16,5	66
Vermicompost 100% + semillas	T4	16,5	16,5	16,5	16,5	66
Arena 100% + semillas	T5	29,0	29,0	29,0	29,0	116
Pajilla de arroz 100% + semillas	T6	24,5	24,5	24,5	24,5	98
Aserrín de madera blanca 100% + semillas	T7	24,5	24,5	24,5	24,5	98
Arena 50% + Pajilla 50% + semillas	T8	23,0	23,0	23,0	23,0	92
Pajilla 50% + Aserrín 50% + semillas	T9	21,0	21,0	21,0	21,0	84
Mantillo montaña 50% + Compost 50% + semillas	T10	21,0	21,0	21,0	21,0	84
Mantillo 50% + Aserrín 50% + semillas	T11	21,0	21,0	21,0	21,0	84
Arena 80% + Aserrín 20% + semillas	T12	21,3	21,3	21,3	21,3	85
Arena 80% + Pajilla de arroz 20% + semillas	T13	21,3	21,3	21,3	21,3	85
Arena 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T14	21,0	21,0	21,0	21,0	84
Compost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T15	21,0	21,0	21,0	21,0	84
Vermicompost 33,3% + Pajilla 33,3% + 33,3% Aserrín + semillas	T16	21,0	21,0	21,0	21,0	84

Fuente: Elaboración propia.