

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES**



Evaluación de la calidad fisiológica de las semillas de *Neltuma pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) C.E. Hughes & G.P Lewis y *Libidibia glabrata* (Kunth) C. Cast. & G.P. Lewis en Morropón

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORA**

Liliana Isabel Morey Montalbán

**ASESOR**

Humberto Rivera Calle

Morropón, Perú

2024

**METADATOS COMPLEMENTARIOS****Datos del autor**

Nombres	Liliana Isabel
Apellidos	Morey Montalban
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	45254643
Número de Orcid (opcional)	no aplica

**Datos del asesor**

Nombres	Humberto
Apellidos	Rivera Calle
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	17896043
Número de Orcid (obligatorio)	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8472-2067">https://orcid.org/0000-0001-8472-2067</a>

**Datos del Jurado****Datos del presidente del jurado**

Nombres	Wilfredo
Apellidos	Mendoza Caballero
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	23978854

**Datos del segundo miembro**

Nombres	Bertha Marcelina
Apellidos	Ruiz Jange
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	09729256

**Datos del tercer miembro**

Nombres	Wilson
Apellidos	Pérez Dávila
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	43447032

**Datos de la obra**

Materia*	Bosque seco, calidad fisiológica, capacidad germinativa, L. glabrata, N. pallida, prueba de vigor y semilla, tetrazolio
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.02">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.02</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Tesis
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Ambiental
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Ambiental
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	521066

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



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 029 - 2024/UCSS/FCAA/DI

Siendo las 10:00 a.m. del viernes 14 de junio de 2024 a través de la plataforma virtual zoom de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis integrado por:

- |                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. Wilfredo Mendoza Caballero  | presidente      |
| 2. Bertha Marcelina Ruiz Jange | primer miembro  |
| 3. Wilson Pérez Dávila         | segundo miembro |
| 4. Humberto Rivera Calle       | asesor(a)       |

Se reunieron para la sustentación virtual de la tesis titulada **Evaluación de la calidad fisiológica de las semillas de *Neltuma pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) C.E. Hughes & G.P Lewis y *Libidibia glabrata* (Kunth) C. Cast. & G.P. Lewis en Morropón**, que presenta la bachiller en Ciencias Ambientales, **Liliana Isabel Morey Montalban**, 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 Ambiental**.

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 Ciencias Agrarias y Ambientales, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL.

Lima, 14 de junio de 2024.

Wilfredo Mendoza Caballero  
Presidente

Bertha Marcelina Ruiz Jange  
1° miembro

Wilson Pérez Dávila  
2° miembro

Humberto Rivera Calle  
Asesor(a)

**Anexo 2**

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Ciudad, Piura 20 de octubre de 2024

Señor(a),  
Wilfredo Mendoza Caballero  
Jefe del Departamento de Investigación  
Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis bajo mi asesoría, con título: “Evaluación de la calidad fisiológica de las semillas de Neltuma pallida (Humb. & Bonpl. ex Willd.) C.E. Hughes & G.P Lewis y Libidibia glabrata (Kunth) C. Cast. & G.P. Lewis en Morropón”, presentado por MOREY MONTALBAN, LILIANA ISABEL (código de estudiante, 2012102227 y DNI: 45254643) para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Ambiental ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 0 %**. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



---

**Firma**

Humberto Rivera Calle  
DNI N°: 17896043  
ORCID: 0000-0001-8479-2067

Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales - UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## **DEDICATORIA**

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

A mis padres por haber sido los pilares importantes a lo largo de mi formación universitaria, por demostrarme siempre su cariño, apoyo incondicional. Así mismo, por enseñarme valores y un buen ejemplo para ser una persona de bien y afrontar cualquier situación con sabiduría.

A mis hermanos por estar conmigo en todo momento, muchas gracias.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por su apoyo incondicional durante esta etapa de mi formación profesional, por siempre estar a mi lado brindándome seguridad, confianza y ser de gran ejemplo para mí.

A Dios, por regalarme la vida y permitirme llegar hasta este momento que es de gran importancia para mi vida profesional, por colmarme de fortaleza y por guiar mis pasos en todo momento.

A todos los docentes del Programa de Ingeniería Agraria con Mención en ciencias ambientales de la Universidad Católica Sedes Sapientiae Filia: Chulucanas, que intervinieron en mi formación, por sus conocimientos y consejos impartidos de ser profesionales con ética y buen sentido humano.

De manera especial a mi asesor de tesis Blgo. M. Sc. Humberto Rivera Calle quien con su experiencia y conocimientos me orientó y encaminó en el trayecto de este trabajo, agradecer por la confianza y los consejos brindados.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	4
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Antecedentes .....	5
1.1.1. Internacional .....	5
1.1.2. Nacionales .....	9
1.2 Bases teóricas especializadas .....	12
1.2.1. El “algarrobo” <i>Neltuma pallida</i> .....	12
1.2.2. El “charán” <i>Libidibia glabrata</i> .....	15
1.2.3. Calidad fisiológica de las semillas forestales.....	16
1.2.4. Parámetros que definen la calidad fisiológica de las semillas .....	17
1.2.5. Capacidad de germinación de las semillas.....	19
1.2.6 Tratamientos pregerminativos .....	21
1.2.7. Escarificación.....	22
1.2.8. Sustratos.....	23
1.2.9. La reforestación.....	23
1.2.10. Restauración ecológica.....	23
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
2.1. Diseño de la investigación .....	25
2.2. Lugar y fecha.....	25
2.3. Materiales y equipos .....	26
2.4. Descripción de la investigación .....	27

2.5. Tratamientos .....	34
2.6. Unidades experimentales .....	35
2.7. Identificación de variables y su mensuración.....	36
2.8. Diseño estadístico del experimento.....	38
2.9. Análisis estadístico de los datos .....	39
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b> .....	<b>41</b>
3.1 Evaluación del vigor de las semillas de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	41
3.2. Evaluación de la viabilidad de la semilla de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	42
3.3. Evaluación de la capacidad germinativa de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	44
3.3.1. Capacidad germinativa de <i>N. pallida</i> .....	44
3.3.2. Evaluación de la energía germinativa de <i>N. pallida</i> .....	46
3.3.3. Prueba de valor germinativo.....	48
3.3.4. Capacidad germinativa de <i>L. glabrata</i> .....	49
3.3.5. Resultado del análisis de energía germinativa de <i>L. glabrata</i> .....	56
3.3.6. Resultado del tiempo medio de germinación máxima (TMG).....	62
3.3.7. Prueba de valor germinativo.....	70
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSION</b> .....	<b>77</b>
4.1. La prueba de Vigor a través de (conductividad eléctrica) de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	77
4.2. Prueba de viabilidad de la semilla (prueba de tetrazolio).....	78
4.3. Prueba de la capacidad germinativa (escarificación química, mecánica y lixiviación).....	80
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES</b> .....	<b>81</b>
<b>CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES</b> .....	<b>83</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>84</b>
<b>TERMINOLOGÍA</b> .....	<b>92</b>
<b>APÉNDICE</b> .....	<b>95</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Coordenadas de los arboles de N. pallida</i> .....	28
Tabla 2. <i>Coordenadas de los arboles de L. glabrata</i> .....	29
Tabla 3. <i>Tratamientos de la viabilidad de semillas (N. pallida y L. glabrata)</i> .....	29
Tabla 4. <i>Pre tratamiento mediante escarificación mecánica</i> .....	35
Tabla 5. <i>Variables de la investigación</i> .....	36
Tabla 6. <i>Mediciones de la conductividad eléctrica de N.pallida</i> .....	41
Tabla 7. <i>Evaluación de vigor de N. pallida</i> .....	41
Tabla 8. <i>Medición de la conductividad eléctrica de L. glabrata</i> .....	42
Tabla 9. <i>Evaluación de vigor de L. glabrata</i> .....	42
Tabla 10. <i>Pruebas de los efectos inter – sujetos de N. pallida</i> .....	43
Tabla 11. <i>Pruebas de los efectos inter – sujetos de L. glabrata</i> .....	44
Tabla 12. <i>Porcentaje de germinación de N. pallida</i> .....	44
Tabla 13. <i>Análisis de variables dependientes N. pallida</i> .....	45
Tabla 14. <i>Comparaciones múltiples</i> .....	45
Tabla 15. <i>Resultados del análisis de energía germinativa (EG %)</i> .....	46
Tabla 16. <i>Análisis de varianza para la energía germinativa de N. pallida</i> .....	47
Tabla 17. <i>Resultado del tiempo medio de germinación (TGM)</i> .....	47
Tabla 18. <i>Tabla de comparaciones múltiples de variables dependientes</i> .....	48
Tabla 19. <i>Evaluación de la prueba Tukey</i> .....	48
Tabla 20. <i>Análisis de varianza del valor germinativo</i> .....	49
Tabla 21. <i>Resultados del porcentaje de germinación de L.glabrata</i> .....	50
Tabla 22. <i>Porcentaje de germinación de L. glabrata</i> .....	51

Tabla 23. <i>Análisis de varianza del porcentaje de germinación de la L. glabrata</i> .....	51
Tabla 24. <i>Análisis post anva usando tukey</i> .....	52
Tabla 25. <i>Energía germinativa</i> .....	56
Tabla 26. <i>Medias de energía germinativa L. glabrata</i> .....	57
Tabla 27. <i>Análisis de varianza para la energía germinativa de L. glabrata</i> .....	58
Tabla 28. <i>Pruebas post hoc Comparaciones múltiples de la energía germinativa</i> .....	58
Tabla 29. <i>Evaluación del tiempo medio de germinación</i> .....	63
Tabla 30. <i>Tablas de medias de los tratamientos de TGM</i> .....	64
Tabla 31. <i>Análisis de varianza del tiempo medio de germinación</i> .....	64
Tabla 32. <i>Comparaciones múltiples para TMG</i> .....	65
Tabla 33. <i>Tabla de subconjuntos homogéneos TGM</i> .....	70
Tabla 34. <i>Tabla de medias del valor germinativo</i> .....	70
Tabla 35. <i>Análisis de varianza del valor germinativo</i> .....	71
Tabla 36. <i>Tabla Subconjuntos homogéneos del valor germinativo</i> .....	75

## ÍNDICE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Ubicación geográfica donde se ejecuto el proyecto de investigación.....	26
<i>Figura 2.</i> Identificación de árbol de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	28
<i>Figura 3.</i> Recoleccion de semillas de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	29
<i>Figura 4.</i> Pesado y conteo de semillas de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	30
<i>Figura 5.</i> Preparación de sustratos .....	30
<i>Figura 6.</i> Evaluación del vigor de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	31
<i>Figura 7.</i> Evaluación de la viabilidad.....	32
<i>Figura 8.</i> Tinción de semillas de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	32
<i>Figura 9.</i> Escarificación química con hidróxido de sodio.....	33
<i>Figura 10.</i> Escarificación mecánica .....	33
<i>Figura 11.</i> Escarificación por lixiviación .....	34
<i>Figura 12.</i> Evaluación de la viabiliadad de la semilla <i>N. pallida</i> .....	42
<i>Figura 13.</i> Evaluación del Porcentaje de viabilidad de la semilla <i>L. glabrata</i> .....	43
<i>Figura 14.</i> Porcentaje de la capacidad germinativa de la <i>L. glabrata</i> .....	46
<i>Figura 15.</i> Medidas marginales estimadas VG.....	49

## ÍNDICE DE APÉNDICE

	Pág.
Apéndice 1. Ubicación geográfica de la provincia de Morropón .....	95
Apéndice 2. Resultados de los tratamientos de <i>N. pallida</i> .....	96
Apéndice 3. Resultados de los tratamientos de <i>L. glabrata</i> .....	97
Apéndice 4. Pretratamientos de la germinación de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	98
Apéndice 5. Resultados del Porcentaje de Germinación de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	99
Apéndice 6. Resultados de la energía Germinativa de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	100
Apéndice 7. Resultados del valor germinativo de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	101
Apéndice 8. Resultados del tiempo medio de germinación de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> .....	102

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad fisiológica de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*. La metodología se realizó en dos fases: En la fase 1, se recolectaron y seleccionaron las semillas, las cuales fueron contabilizadas y almacenadas para los análisis considerados. En la fase 2, se evaluó el vigor de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*, se realizaron cuatro repeticiones de 25 semillas, en 30 ml de agua desionizada por un lapso de 24 h a 25 °C. La evaluación de la viabilidad de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*, consistió en embeber 20 semillas de cada especie en tetrazolio al 0,5 y 1 % durante un tiempo de 4, 6 y 8 h. Asimismo, se determinó el valor germinativo de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*, mediante tres tratamientos pre germinativos, que, fueron: Escarificación química; en este pre tratamiento se utilizó (NaOH) al 5 % durante un tiempo de 16 h, luego las semillas se vierten a los sustratos. Escarificación Mecánica; en este pre tratamiento se provocó la ruptura de la testa, mediante golpes leves con un martillo, sin afectar el embrión de la semilla, luego fueron puestas en los cuatro sustratos y finalmente, la Escarificación por lixiviación; que consistió en remojar la semilla con agua por 12 h para luego ser puestas en los cuatro sustratos. Los resultados obtenidos en la fase dos fueron: Prueba de vigor en *N. pallida* fue de 181,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . y para *L. glabrata*. 206,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Prueba de viabilidad: obtuvo una tinción del 95 %, de semillas de *N. pallida* con 0,5% y 96 % con 1 % de tetrazolio. Para *L. glabrata* al 0,5 % se obtuvo el 98 % y al 1 % un 93 %. Y finalmente para el valor germinativo para ambas especies los resultados obtenidos fueron desde 50 y 100%.

**Palabras clave:** Bosque seco, calidad fisiológica, capacidad germinativa, *L. glabrata*, *N. pallida*, prueba de vigor y semilla, tetrazolio.

## ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the physiological quality of the seeds of *N. pallida* and *L. glabrata*. The methodology was carried out in two phases: In phase 1, the seeds were collected and selected, which were counted and stored for the considered analyses. In phase 2, the vigor of *N. pallida* seeds was evaluated. and *L. glabrata*, four repetitions of 25 seeds were carried out in 30 ml of deionized water for a period of 24 h at 25 °C. The evaluation of the viability of the seeds of *N. pallida* and *L. glabrata* consisted of soaking 20 seeds of each species in 0.5 and 1% tetrazolium for a period of 4, 6 and 8 h. Likewise, the germination value of *N. pallida* seeds was determined. and *L. glabrata*, through three pre-germinative treatments, which were: Chemical scarification; In this pre-treatment, 5% (NaOH) was used for a period of 16 h, then the seeds were poured into the substrates. Mechanical Scarification; In this pre-treatment, the rupture of the testa was caused by light blows with a hammer, without affecting the seed embryo, then they were placed in the four substrates and finally, Scarification by leaching; which consisted of soaking the seeds with water for 12 h and then placing them in the four substrates. The results obtained in phase two were: Vigor test in *N. pallida* was 181.75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . and for *L. glabrata*. 206.75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Viability test: obtained a 95% staining of *N. pallida* seeds with 0.5% and 96% with 1% tetrazolium. For *L. glabrata* at 0.5%, 98% was obtained and at 1%, 93%. And finally for the germination value for both species the results obtained were between 50 and 100%.

**Keywords:** Dry forest, Germinative capacity, *L. glabrata*, *N. pallida*, seed, tetrazolium and vigor test.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques secos hoy en día constituyen un sistema diverso, dentro de ellos encontramos poblaciones pequeñas de especies forestales endémicas tales como el “algarrobo” *N. pallida* y el “charán” *L. glabrata*, siendo parte de las 10 especies forestales con mayor importancia ecológica de este tipo de bosque (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre [SERFOR], 2017).

En la actualidad el hombre guarda las semillas de manera estratégica para en algún momento reproducirlas y cultivar sus plantas. Sin embargo, en ocasiones, la mayoría de las semillas en su proceso de maduración y dispersión no serán capaces de germinar, en este contexto las semillas empiezan a estropearse y se manifiesta en la creciente pérdida de su capacidad de germinar (viabilidad) y de dar lugar a plantas en buen estado (vigor). En el bosque seco de Piura, existen diversas especies forestales con mucho potencial, entre ellas el “algarrobo” *N. pallida* y el “charán” *L. glabrata*, las cuales no se están aprovechando de manera sostenible, sino están siendo depredadas por las actividades antrópicas, como la tala para obtención de leña o carbón, o ampliación de la frontera agrícola y sobrepastoreo. De estas especies nativas, se conoce muy poco, sobre todo su capacidad germinativa y crecimiento, por lo que existe la necesidad de investigar con la finalidad de poder incorporarlas en planes de forestación y reforestación de los bosques, de esta manera lograr mitigar los problemas ambientales generados por el hombre (FAO y SERFOR, 2017).

El “algarrobo” *N. pallida*, es una especie dominante en los bosques secos de la costa norte del Perú (FAO y SERFOR, 2017). Se le atribuye como un agente multipropósito para el bosque, debido a los distintos beneficios que proporciona. Es considerada una excelente especie para contrarrestar la desertificación, contribuye a la recuperación de la fertilidad de los suelos por su alta capacidad de fijación de nitrógeno y la adición de materia orgánica mediante las hojas, asimismo, influye en la reducción de la erosión y degradación del suelo (Galera, 2000). Por otro lado, es una especie arbórea que forma parte de vivencia de los pueblos asentados en el bosque, debido a que genera beneficios económicos a los mismos (Felker *et al.*, 2003).

El “charán” *L. glabrata* pertenece a la familia de las Fabaceae, considerándose de porte arbóreo arbustivo. Es una especie endémica del bosque seco y forma parte de la diversidad forestal regional (Canepa, 2018). Entre sus beneficios se encuentra la madera, elaboración de carbón, leña, para construcción de techos de casas, el follaje, flores y frutos sirven como forraje para rumiantes. Asimismo, los lugareños emplean partes vegetales de la especie como medicina, teniendo propiedades anticaries, cicatrizante y analgésico, por otro lado, los frutos secos se emplean en curtiembre y en la obtención de tintes para textilería (Noboa, 2010).

Actualmente no existen programas de reforestación que contemplen las áreas del bosque seco de Morropón, esto debido al desinterés por parte de instituciones públicas de las distintas estancias, asimismo, porque existen vacíos de conocimiento sobre aspectos básicos de las especies, como estudios de las características fisiológicas de las semillas, formas de propagación alternativas a la regeneración natural y tratamientos pre germinativos óptimos (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado [CIPCA], 2009).

Las actividades extractivas y selectivas de forestales que se realizan en el bosque seco por las familias asentadas, están ocasionando pérdida de especies valiosas de difícil regeneración natural, ocasionando incremento de áreas desérticas, mayor erosión y pérdida de retención de humedad. Asimismo, la ampliación de la frontera agrícola y el sobrepastoreo aceleran el proceso de desertificación de los bosques (CIPCA, 2009).

En el bosque seco de Piura existen diversas especies forestales con mucho potencial, entre ellas el “algarrobo” *N. pallida* y el “charán” *L. glabrata*, las cuales no se están aprovechando de manera sostenible, sino están siendo depredadas por las actividades antrópicas, como la tala para obtención de leña o carbón, o para extender la frontera agrícola o sobrepastoreo. De estas especies nativas, se conoce muy poco, sobre todo su capacidad germinativa y crecimiento, por lo que existe la necesidad de investigar con la finalidad de poder incorporarlas en planes de forestación y reforestación de los bosques, de esta manera lograr mitigar los problemas ambientales generados por el hombre. La importancia de llevar a cabo esta investigación radica en que permitirá conocer el vigor, viabilidad y eficacia germinativa de las semillas del *N. pallida* y *L. glabrata*, recolectadas del bosque seco El Cerezo, comunidad campesina Juan Velasco

Alvarado, distrito Morropón, mediante distintos métodos accesibles. Los resultados de este estudio constituirán un valioso aporte científico para los programas de forestación, reforestación y restauración ecológica que se ejecuten en el futuro, asimismo, para investigaciones de las especies.

Esta investigación se estructura en seis capítulos, el primero corresponde al marco teórico, en el cual se muestran las evidencias científicas de otros investigadores empleadas como respaldo de la investigación; en relación con el segundo capítulo se describen los materiales y metodologías requeridos y aplicadas al estudio. También se enfatiza que dentro de la metodología se ha ordenado en dos fases, en la primera se recolecto y se acondiciono las semillas de dos especies *N. pallida* y *L. glabrata*, del bosque seco El Cerezo de la comunidad campesina Juan Velasco Alvarado, mientras que en la segunda fase se ha realizado las pruebas para la evaluación de la calidad fisiológica de las dos especies de semillas. En el tercer capítulo se presentan los resultados obtenidos de la investigación, asimismo, en el cuarto y quinto capítulo se argumentan las discusiones y se establecen las conclusiones del estudio. Por último, se formulan recomendaciones para posibles extensiones del estudio que realicen otros investigadores.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Evaluar la calidad fisiológica de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata* recolectadas del bosque seco El Cerezo, comunidad campesina Juan Velasco Alvarado, distrito Morropón.

### Objetivos específicos

1. Evaluar el vigor de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata* recolectadas del bosque seco El Cerezo, comunidad campesina Juan Velasco Alvarado, distrito Morropón.
2. Evaluar la viabilidad de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata* recolectadas del bosque seco El Cerezo, comunidad campesina Juan Velasco Alvarado, distrito Morropón.
3. Determinar el poder germinativo de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*, mediante tres tratamientos pre germinativos.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes

#### 1.1.1. Internacional

Ramos *et al.* (2021) estudiaron los “Efectos de la temperatura en la germinación de semillas de las especies *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.” Manabí, Ecuador. El objetivo de la investigación fue evaluar los efectos de la temperatura en la germinación de las especies *P. pallida*. y *P. juliflora*. El estudio fue experimental, con enfoque cuantitativo. Trabajaron con 40 tratamientos resultantes del arreglo trifactorial  $2 \times 5 \times 4 + 1$ : dos especies, cinco valores de temperatura, cuatro tiempos de exposición y un testigo. Se les asignó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. La normalidad de los datos se comprobó con la prueba de Shapiro Wilks. La comparación de las medias se realizó con la prueba t de Student para la viabilidad y con un análisis de varianza y la prueba de Tukey para la diferencia entre pares de medias para el porcentaje de germinación. Trabajaron con un nivel de significancia del 0,05 ( $p=0,005$ ). El análisis estadístico lo realizaron con el programa SPSS versión 22.0. los resultados fueron que el porcentaje de germinación de las semillas utilizadas fue afectada tanto por el aumento de la temperatura como por el tiempo de exposición. Concluyendo que estas especies podrían germinar después de la ocurrencia de fuego de baja intensidad que generen temperaturas de hasta 80 y 100 °C para *P. pallida* como para la *P. juliflora* respectivamente.

Albuquerque (2017) realizó un estudio sobre “Germinación, genética, morfo anatomía y movilización de semillas de palmera *P. macrocarpa* en la ciudad de Manaus, Brasil, cuyo objetivo consistió en indagar la germinación y movilización de semillas de palmeras en diferentes etapas de crecimiento. El estudio fue experimental con enfoque cuantitativo. 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 °C y máxima de 39 °C. El riego fue manual 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), y la comparación de las medias estadísticas de los tratamientos fue 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 de 27 g, volumen de 21 cm<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ), 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 % ( $p < 0,05$ ). Finalmente, en 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) realizó un estudio sobre “Evaluación por su eficiencia de diferentes sustratos y técnicas de escarificación su incidencia en la germinación de semilla de palma de dátil (*Phoenix dactylifera*)”, en el departamento de Boyacá, Colombia. Tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de cuatro sustratos y dos técnicas de escarificación en la germinación de la palmera *P. dactylifera*. Para el cual abordó un estudio experimental con enfoque mixto de alcance básico. 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 *P. dactylifera*. 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 fueron colocadas 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 plantones 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 ( $p < 0,05$ ). En síntesis, el autor 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 estudio sobre “Germinación de semillas de palma Alejandra (*Archontophoenix alexandrae*), en la zona de la maná-cotopaxi 2013”; perteneciente departamento de Quevedo, Ecuador. Tuvo como objetivo 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 m<sup>2</sup>; a cada repetición agregó 100 semillas. 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 a través del 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 los 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*).

Manotoa (2012) en el estudio “Escarificación mecánica y química como tratamientos pre germinativos en semillas de olivo (*Olea europea*)”, Cevallos, Ecuador; tuvo como objetivo generar una sólida base tecnológica en la fase pre germinativa para la propagación eficiente de semillas de “olivo” *O. europea*. Para ello, realizó una investigación experimental, en la que aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) y una metodología que le permitió medir las variables de escarificación química y mecánica en los nueve tratamientos establecidos cuyas repeticiones para este caso fueron cuatro. Los datos obtenidos fueron analizados en el programa Minitab 17, en donde aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Tukey teniendo en cuenta un 95 % de confianza. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con escarificación mecánica es el que demoró más en emerger la plántula, (aproximadamente le tomó 72 días),

mientras que el tratamiento que tuvo mayor porcentaje de germinación fue el tratamiento con escarificación mecánica en donde la rotura fue de una sola parte, esta técnica obtuvo un porcentaje aproximado del 36,5 %. En conclusión, el método más efectivo para germinar semillas de “olivo” fue la escarificación mecánica.

Castelblanco y Palacios (2008) realizaron un estudio sobre “Evaluación de siete tratamientos pregerminativos de dos especies del género (*Freziera* spp.), en Pasto, Colombia”. El objetivo de este estudio morfológico de caracterización de las semillas fue evaluar el comportamiento de siete tratamientos pregerminativos en semillas las especies *F. canescens* y *F. suberosa*. Para ello, efectuaron una investigación experimental, en la que aplicaron un diseño irrestrictamente al azar (DIA). La metodología consistió en la medición de las variables: emergencia, viabilidad y porcentaje de germinación, esto en los siete tratamientos establecidos con cuatro repeticiones, es decir, un total de 28 unidades experimentales. De estas muestras, obtuvieron los datos germinativos, mismos que fueron analizados en el programa Mini Tab. 17, en donde aplicaron un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Tukey en la que tuvieron en cuenta un 95 % de confianza. Los datos fueron los siguientes: 67 % de germinación para el tratamiento T6 (*F. canescens*), con 100 ppm de ácido giberélico; 35,8 y 47 % para los tratamientos T6 y T7, con un nivel de ácido giberélico de 100 y 150 ppm con porcentajes finales de 43 y 35,8 % respectivamente. Por último, la viabilidad de las semillas de las especies *F. canescens* y *F. suberosa* presentaron porcentajes bajos de 23 y 19 %. En conclusión, las especies no presentaron diferencia entre todos los tratamientos.

### **1.1.2. Nacionales**

Águila (2018), realizó un estudio sobre “Producción de plántulas de *Mauritia flexuosa* L.f. (aguaje) mediante semilla botánica en Jenaro Herrera, Loreto, 2016”. Tuvo como objetivo generar información y procedimientos para el uso de distintos sustratos en el germinado de semillas de palmera *M. flexuosa* utilizando semillas botánicas pre germinadas y porcentajes de iluminación. El estudio fue casi 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 pre germinativos (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 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, estas expresaron el mejor índice de emergencia con valores de 0,123 y 0,140 y el resto de los tratamientos fueron muy bajos ( $p$  valor  $< 0,05$ ). En síntesis, 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.

De la Cruz (2017), realizó un estudio sobre “Determinación de la viabilidad de semilla de *Moringa oleifera* Lam con tres diferentes contenidos de humedad durante cuatro meses en Pucallpa”. Tuvo como objetivo determinar la viabilidad de semilla de *Moringa oleifera* Lam. con tres diferentes contenidos de humedad durante cuatro meses. Debido a ello, aplicó una metodología experimental y un diseño completo al azar (DCA). 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. Mediante este diseño formuló tres tratamientos y un testigo, cuyas características fueron las siguientes: T0= 8 – 7,5 %, T1 = 7 %, T2 = 6,5 % y T3 = 6 % de humedad. Para el análisis de la viabilidad de las semillas en todos los tratamientos utilizó una muestra de 20 semillas con tres repeticiones para cada tratamiento, teniendo un total de 240 semillas por mes, y un total de 1,200 semillas al final de los cuatro meses. Este tratamiento, le permitió obtener los siguientes resultados: El tratamiento T2 obtuvo un 67 % de germinación, mientras que el tratamiento T3, T1 y T0 obtuvieron un 50, 47 y 47 % de germinación respectivamente. En conclusión, el tratamiento T2 fue el óptimo en todo el proceso germinativo.

Mancipe y Calderón (2018) realizaron un estudio sobre “Evaluación de viabilidad de semillas de 17 especies tropicales altoandinas, la prueba de germinación y la prueba de tetrazolio”. El objetivo de la investigación fue determinar el mejor método para evaluar la viabilidad en 17 especies altoandinas. Asimismo, compararon la viabilidad mediante dos pruebas: a) Tetrazolio, para la cual realizaron variaciones de concentraciones, acondicionamiento, tiempo de exposición; y b)

germinación, fue trabajado bajo condiciones controladas a 20/10 °C, fotoperiodo y termo periodo de 12 horas. Utilizaron la prueba Kruskal Wallis para evaluar diferencias relevantes con un nivel de confianza del 95 %. En 11 especies fue recomendada la prueba de Tetrazolio, donde la mejor condición de evaluación fue [1-1,5 %] TZ, 40 °C y 24 horas de exposición. Por otro lado, fue realizada la prueba de germinación para la especie *Puya*, *Hypericum* y *Gaultheria* entre otras. Los resultados permitieron determinar el método más confiable para evaluar la viabilidad en las diferentes especies, aportar información sobre sus requerimientos germinativos y potencial para la propagación sexual, así como detectar la posible presencia de dormancia y la necesidad de profundizar en la evaluación de los métodos de ruptura que permitan aumentar los porcentajes de germinación en algunas de las especies; siendo la *X. spiculifera* y *C. buxifolium* las que presentaron alta germinación debido a su hábito herbáceo y arbustivo. Concluyendo que los resultados permitieron comparar el método más adecuado para evaluar la viabilidad de cada una de las especies.

Bocanegra (2010) realizó la investigación sobre el “Ensayo de germinación de *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. con cuatro sustratos y dos tipos de tinglado”, en la ciudad de Nauta, Iquitos, departamento de Loreto. El objetivo 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 variables principales del estudio estuvieron dadas por el porcentaje de germinación y tiempo de germinación. El experimento fue realizado bajo un diseño de bloques completo al azar (DBCA) para el cual empleó cuatro tratamientos con tres repeticiones, totalizando 12 unidades experimentales. Los resultados indicaron 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*.

## 1.2 Bases teóricas especializadas

### 1.2.1. El “algarrobo” *N. pallida*

En Perú, *N. pallida*, llamada comúnmente “algarrobo”, es la especie dominante a lo largo de la zona costera y de los ecosistemas secos del país, estando restringida a las regiones centro y norte desde la región Ancash hasta la región Tumbes, entre los 0 m y 1500 m de altitud, teniendo su máxima presencia y extensión en la región Piura (Sánchez, 2016).

El algarrobo es una especie muy rústica, debido a que puede prosperar sin ningún inconveniente en toda clase de suelos, llegando a tener muy buen crecimiento y producir notables cantidades de frutos. Crece en suelos arenosos, arcillosos, calcáreos, pedregosos y hasta en aquellos que son superficiales y salinos. El enorme desarrollo que adquiere el sistema radicular le permite la absorción del agua, hasta en aquellas zonas con grandes profundidades de napa freática. Se han encontrado pivotes hasta en 50 m de profundidad (Sánchez, 2016).

Por otro lado, el algarrobo puede medir hasta 10 m de altura, aunque su altura oscila entre cinco y seis metros, siendo de follaje perenne, además, cuenta con hojas pinnadas de color verde con una longitud de 10 a 20 cm, siendo sus flores pequeñas, rojas y sin pétalos. Su fruto llamado algarroba, es una vaina de color castaño oscuro, siendo esta de sabor dulce y agradable, su producción oscila alrededor de 90 y 200 kg de fruto en árboles maduros, siendo su fecha de producción los meses de agosto (Sánchez, 2016).

El “algarrobo” está presente en la parte norte de la costa, predominando en las regiones de Piura, Tumbes, Lambayeque y La Libertad. El origen del nombre se remonta desde épocas coloniales cuando los españoles observaron este árbol, llamado “tacco”, que era usado por los indígenas para la fabricación de una bebida llamada “jupisin”, que se prepara adicionando agua a los frutos molidos. Este árbol, era parecido al “algarrobo europeo” (Rivera, 2018).

En suelos pocos aptos para el cultivo, el algarrobo, es capaz de crecer bien y de ser utilizado en muchos medios climáticos. Por lo que desde la antigüedad se ha cultivado en la mayoría de los países de la cuenca Mediterránea (Cárdenas, 2017).

### **Descripción botánica**

**Troncos y ramas:** Loconi y Silva (2014) indica que “tiene una corteza agrietada, de color marrón gris, mientras que las ramas son lisas y verdosas, su madera en la parte externa es de color blanco cremoso, y la parte central es de color marrón vinoso” (p.32). El tronco puede tener 60 a 80 cm de diámetro, pudiendo llegar hasta los dos metros en arboles viejos, mayormente los árboles tienen una altura de 10 a 20 m, en cada nudo hay uno a dos espinas opuestas y miden 1 a 4 cm de longitud (Rivera, 2018, p.65).

**Raíz:** Presenta un sistema radicular bien diferenciado, con uno o dos raíces pivotantes, que pueden medir hasta 25 m, lo que les permite absorber agua de diferentes profundidades, además sus raíces se pueden extender hasta 60 m (Cárdenas, 2017).

Las raíces poseen una evolución lenta, pero con mucho desarrollo final, de modo que el volumen de la raíz supera rápidamente en dos a tres veces el volumen de la copa, es decir, que esta especie tiene un sistema radical muy extendido y distribuido en la superficie (Bocanegra, 2010).

**Hojas:** Son de color verde y en su peciolo sostiene de cuatro a ocho peciolos más pequeños, pero es muy común encontrar nudos de plantas de dos a 10 hojas, que nacen en ramitas cortas y juntas, también es frecuente encontrar hojas de dos a tres pares de pinnas de 2 a 6 cm de longitud (Rivera, 2018).

**Inflorescencia y flores:** Son de dos a tres veces más largas que las hojas con más de 200 a 300 flores, formando una inflorescencia racimosa cilíndrica. Por otro lado, sus flores son pentámeras, actinóformas, hermafroditas, siendo de color amarillo verdoso, miden de 2 a

3 mm de longitud. Mayormente la floración inicia en octubre y termina en diciembre, considerando una segunda floración que va de mayo a junio llamada “sanjuanera” (Rivera, 2018).

**Frutos (algarroba):** Crece en forma de vainas largas y marrones, presentando una ligera curvatura, con una cáscara gruesa de un color marrón intenso (Lamadrid, 2019). Miden de 16 a 28 cm de largo por 14 a 18 mm de ancho y de 6 a 10 mm de espesor, terminando al extremo en forma de pico. La mayor producción de frutos se da en los meses de diciembre, enero y febrero, habiendo una segunda en los meses de julio y agosto (Loconi y Silva, 2014).

**Propagación reproductiva:** Según Rivera (2018), el “algarrobo” (*P. pallida*) se puede reproducir mediante dos métodos, a través de semillas y por estacas. La reproducción por semillas es la forma más común que se utiliza para reproducir esta especie, esta puede ser de forma silvestre o manejada técnicamente en almácigos. Respecto a la parte silvestre, esta técnica se da en los bosques, en donde las semillas caen al suelo o también mediante la distribución de los animales que consumen la vaina del algarrobo y arrojan las semillas a través de sus heces. Ahora, la parte de reproducción técnica mediante semillas hace referencia al manejo que las personas dedicadas a la reproducción de esta especie realizan a través de los almácigos, en donde los especialistas recogen las semillas, las seleccionan y le dan un tratamiento para tener un mejor porcentaje de germinación.

Por otra parte, Tous (1984) indica que la reproducción por semillas que son manejadas técnicamente en almácigos tiene una mejor producción, ya que, estas plantas en el vivero son injertadas a los tres años con variedades más productivas y resistentes a plagas. Debido a ello, estas plantas inician su producción a los cinco o seis años, mientras que las plantas que no son injertadas y solamente son sembradas directamente en suelo definitivo mediante semillas, su producción empieza a los siete u ocho años.

## **Importancia económica**

El algarrobo es un árbol con numerosos beneficios directos e indirectos. Constituye una excelente especie para control de dunas y contrarrestar a la desertificación, fundamentalmente por su precocidad y resistencia a la sequía, capaz de crecer en el desierto, por lo que su uso en reforestación es conveniente. Por su capacidad de fijación del nitrógeno del aire y la adición de materia orgánica, a partir de las hojas. En el aspecto productivo sirve para la alimentación humana, de los frutos se obtiene: algarrobina, champús, vinos, chicha, harina para panificación, dulces, saborizantes, edulcorantes, helados y mazamorra de algarroba. Su fruto posee una alta calidad nutritiva, por presentar, en promedio: 9 a 14 % de proteínas, 50 % de extracto no nitrogenado, 20 % de fibra, 3 % de cenizas y buen contenido de vitaminas, minerales y carbohidratos. La semilla es rica en proteínas y grasas, y la cáscara en fibra. Sus semillas sirven para la elaboración de café, alcohol, medicinas naturistas, etc. (Chipana, 2019).

### **1.2.2 El “charán” *L. glabrata***

Es una especie perteneciente a los bosques secos, encontrándose en Piura, Cajamarca, Lambayeque, Ancash y La Libertad. Se encuentra en un hábitat entre montañas altas y bajas, con altitudes de 0 a 500 m s.n.m., considerada como pionera, debido a que se desarrolla mejor y más rápidamente en zonas áridas (Canepa, 2018).

El Charán es considerado de porte arbóreo o arbustivo, perennifolio, de fuste irregular, presenta un fruto de tipo legumbre (vaina) de color negro – verduzco y es de forma aplanada. Su madera se usa para carbón, leña, vigas y columnas. Las hojas, flores y frutos sirven como forraje del ganado vacuno y caprino. Medicinalmente los frutos molidos han sido utilizados para cicatrizar heridas, la semilla y corteza para curar las caries y en cocción para problemas de amigdalitis (Canepa, 2018).

Las hojas, flores y frutos sirven como forraje del ganado vacuno y caprino. Medicinalmente los frutos molidos han sido utilizados para cicatrizar heridas, la semilla y corteza para curar las caries y en cocción para problemas de amigdalitis (Canepa, 2018).

## **Descripción botánica**

**Hojas:** Son bipinnadas y alternas, tiene pinnas cortas de tres a ocho pares por hoja, pinnas de cuatro a 10 pares de foliolos (Quinapallo y Velez, 2013).

**Inflorescencia:** Sus flores son amarillo encendido, bisexuales, de 10 a 15 mm de longitud, tiene una consistencia coriácea con vellosidad en el envés (Canepa, 2018).

**Fruto:** Es de color negro verdusco, aplanado y áspero, de 3 a 7,5 cm de longitud por 3 a 4 mm de grosor (Canepa, 2018).

**Semillas:** Son de color verde oscuro.

### **1.2.3. Calidad fisiológica de las semillas forestales**

La calidad fisiológica de las semillas examina el desempeño de las propiedades de vigor, viabilidad, así como la capacidad de germinar y producir una nueva planta con sus órganos desarrollados de manera normal, dados los ambientes necesarios (Soledad, 2018).

Dentro de los factores de calidad de las semillas se encuentran la calidad física, fisiológica, genética y sanitaria. La calidad fisiológica hace referencia a la salud de la semilla, es decir, su capacidad para germinar y producir una nueva plántula. Diversos investigadores definen a la calidad fisiológica de las semillas como el conjunto de atributos que miden y evalúan las funciones y mecanismos que se desarrollan dentro de la semilla, dentro del proceso de formación de nuevas plántulas. La característica de la calidad fisiológica se encuentra que se pueden medir a nivel de ensayos de laboratorio. Dentro de estos atributos fisiológicos de las semillas se encuentran el vigor, la viabilidad y la capacidad germinativa (Rengifo y Mamani, 2017).

La calidad de las semillas aprovechables para una cosecha obedece a cada especie, y al factor climático y biótico. Muchas especies de árboles suelen producir semillas en cantidad con un alto porcentaje de viabilidad, otras, producen muy pocas semillas viables (Varela y Arana, 2011).

La calidad de las semillas disminuye con el transcurso del tiempo y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales durante el almacenamiento y el tiempo en que estas permanecen almacenadas. El primer componente de la calidad que muestra señales de deterioro es el vigor de las semillas, seguido por una reducción en la germinación o de la producción de plántulas normales, y finalmente la muerte de las semillas (Varela y Arana, 2011).

#### **1.2.4. Parámetros que definen la calidad fisiológica de las semillas**

##### **Vigor de las semillas**

El vigor de las semillas es un concepto único que refleja varios de los atributos que determinan la calidad de la semilla y el potencial de emergencia uniforme de las plantas en el campo bajo un rango variable de ambientes. La definición más aceptable desarrollada por la *International Seed Testing Association* [ISTA] (2017) afirma que vigor de la semilla es la suma total de todas aquellas propiedades que determinan la actividad y el rendimiento de lotes de semillas que tienen una germinación aceptable en una amplia variedad de condiciones ambientales. Asimismo, establece que cuando las condiciones de crecimiento son óptimas, todas las semillas viables pueden germinar, excepto las duras o inactivas, pero si las condiciones están limitadas, entonces algunas semillas podrían funcionar mejor que el resto, por lo tanto, se debe abordar el concepto de vigor de la semilla.

Para la evaluación del vigor de las semillas mediante métodos bioquímicos, se emplean las pruebas de colorimetría del pH exudado y la prueba de la conductividad eléctrica; este último método es más utilizado a nivel de investigaciones forestales (Baroné *et al.*, 2016).

El vigor de la semilla es una medida muy significativa que consiste en identificar las desigualdades existentes entre germinación y la emergencia en campo, esencialmente cuando las situaciones del campo pueden originar estrés (Baroné *et al.*, 2016).

El vigor mide diferentes propiedades, abarca diversas características relacionadas con diferentes aspectos del rendimiento del lote de semillas, como velocidad y uniformidad de la germinación de las semillas, junto con el crecimiento de las plántulas y la emergencia de semillas en condiciones favorables; además del rendimiento de las semillas después de su almacenamiento (ISTA, 2017).

### **Viabilidad de las semillas**

La viabilidad es la capacidad de la semilla para germinar y producir una planta normal, por tal razón, esta variable nos indica que una semilla contiene las estructuras y sustancias necesarias para germinar en condiciones favorables en ausencia de latencia (FAO y SERFOR, 2017). La apariencia física externa por sí sola no puede determinar si una semilla está viva o muerta. Es por ello necesario realizar una prueba de viabilidad de la semilla para determinar el porcentaje de semillas viables en un lote definido.

La viabilidad de las semillas es el límite de tiempo en el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un periodo variable y depende del tipo de semillas y de las condiciones de almacenamiento. Teniendo en cuenta la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que las semillas permanecen viables, existen semillas que germinan todavía después de decenas o centenas de años; se da en semillas con una cubierta seminal dura como las leguminosas. En el extremo opuesto tenemos a los que no sobreviven más de algunos días o meses (Chacón, 2018).

Para la evaluación de la viabilidad de las semillas, se emplean la prueba de topografía por tetrazolio, prueba del índigo carmín y la prueba del cloruro férrico. La prueba por tetrazolio es la más empleada, debido a la facilidad de desarrollo (Barone *et al.*, 2016). El tetrazolio es una prueba bioquímica, rápida para medir la viabilidad de un lote de semillas, basado en

alteraciones de color de los tejidos vivos en contacto con una solución de 2,3,5 trifenil tetrazolio cloruro, por lo tanto, refleja el grado de actividad de la enzima deshidrogenasa estrechamente relacionado con la respiración de semillas y viabilidad (Chacón, 2018).

La solución de tetrazolio es un indicador que produce una sustancia llamada formazán en las células vivas de las semillas. El formazán, es un producto cromogénico, de color rojo, estable y no difusible y hace que los tejidos vivos se vuelvan rojos; así pueden distinguirse de los tejidos muertos incoloros.

Una semilla viable muestra manchas en todos aquellos tejidos cuya viabilidad es necesaria para el desarrollo normal de las plántulas. Las semillas pueden entonces clasificarse en clases de semillas viables y no viables (ISTA, 2017).

La prueba de tetrazolio es un análisis bioquímico que permite conocer de forma rápida la viabilidad de las semillas teniendo referencia de su poder germinativo. Es particularmente útil en simientes dormidas o lentas en germinar. El cloruro o bromuro de tetrazolio es usado como un indicador de las reacciones de óxido reducción que tienen lugar en las células que respiran, poniendo de manifiesto la actividad metabólica propia de las células vivas. Esta sal, soluble en agua e incolora, las semillas lo absorben; el tetrazoilo al penetrar en las células tiene una reacción en las enzimas de la respiración y se transforman en un compuesto rojo (formazán) insoluble en agua, estable y no difusible, que permanece en las células donde se formó. Por lo tanto, el uso de este reactivo permite distinguir las células vivas del embrión que se colorean de rojo, de las células muertas que permanecen incoloras y de las células que respiran débilmente o enfermas, que se colorean de rosado (Mancipe y Calderón, 2018).

### **1.2.5. Capacidad de germinación de las semillas**

La germinación es el proceso que consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento del embrión de una semilla, el desarrollo de estructuras esenciales que provienen del embrión y que tiene la capacidad de producir una planta normal bajo condiciones favorables (Chacón, 2018). Por otra parte, Instituto Nacional

de Tecnología Agropecuaria [INTA] (2019), menciona que la germinación es la aparición y desarrollo de una plántula, la cual es capaz de desarrollarse más en una planta puesta en el campo.

La prueba de germinación estándar es el procedimiento más común para evaluar la calidad fisiológica de un lote de semillas. No obstante, debido a que esta prueba se realiza bajo condiciones óptimas para cada especie, en la práctica ha demostrado sobreestimar el comportamiento de las semillas y, además, resulta deficiente para discriminar lotes de semillas en relación con la rapidez y uniformidad de germinación (Ranal y García, 2006).

### **Factores que intervienen en la germinación**

La germinación es una cadena de eventos que es influenciada por varios factores tanto externos e internos. Factores externos: humedad, temperatura, luz, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, sustrato, pH y nivel de salinidad. Factores internos: intervienen como inhibidores de la germinación (Ranal y García, 2006).

### **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, 2011). Similar definición atribuye Suárez y Melgarejo (2010), al señalar que la germinación es un conjunto de procesos metabólicos y morfo genéticos constituidos 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, 2014).

### **Medición de la germinación**

Ranal y García (2006) señalan que la germinación de la semilla pasa por sucesos cuantitativos de gran importancia que deberían tenerse 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 en la fisiología, para 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) muestran 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 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.

#### **1.2.6. Tratamientos pregerminativos**

Ponce (2017) indica que los tratamientos pregerminativos son técnicas que consisten en activar la latencia en las semillas para dar paso a la germinación. Se aplica la pregerminación debido a que algunas semillas muestran respuesta germinativa lenta, ya que la cubierta protectora y los factores ambientales como la temperatura, impiden aumentar el porcentaje de germinación. Las técnicas más aplicadas fueron la escarificación, deshidratación e hidratación en periodos y reactivos químicos (Mayo *et al.*, 2017).

### **1.2.7. Escarificación**

Es una técnica que se aplica cuando la envoltura de la semilla es dura e impide la hidratación. Para este proceso se utilizan dos procedimientos: el mecánico, 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 el segundo es químico; donde se puede utilizar el ácido sulfúrico sumergiendo la semilla en periodos cortos de tiempo (Varela y Arana, 2011).

#### **Escarificación mecánica**

Este tipo de escarificación se basa principalmente en provocar una ruptura en la testa de la semilla mediante golpes leves con un martillo u otras herramientas que se pueden utilizar en este proceso. Aquí se debe tener mucho cuidado en no afectar el embrión de la semilla, ya que lo que se busca con este proceso es convertir a la semilla un medio permeable al agua y al oxígeno, elementos esenciales para que se pueda iniciar el proceso germinativo del embrión (Charuc, 2016).

#### **Escarificación química**

En este tipo de escarificación, se utilizan insumos químicos que tienen la capacidad de eliminar los inhibidores existentes en la semilla, los cuales no permiten que esta inicie el proceso germinativo. Dentro de estos insumos que se utilizan se encuentra el hidróxido de sodio (NaOH) o soda cáustica al 5 % durante un tiempo de 16 horas en promedio (Narcia, 2009).

#### **Escarificación por lixiviación**

El método de lixiviación consiste en remojar las semillas en agua corriente u otros disolventes (cloroformo, etanol, acetona, etc.) con el fin de eliminar o remover las sustancias que provocan inhibición de las semillas, mismas que se encuentran en la testa o cubierta de la semilla. Este tipo de escarificación cuenta con ciertos parámetros de tiempo, que van desde 12 horas hasta las 72 horas de remojo (Varela y Arana, 2011).

### **1.2.8. 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 emplearse por separado para fijar el sistema radicular y servir de soporte para las plantas. Sin embargo, existen sustratos que pueden inmiscuirse como nutriente para los vegetales, 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.

### **1.2.9. La reforestación**

Según Milán (2012), la reforestación es el proceso mediante el cual, se realiza el repoblamiento de los bosques que han sido explotados por distintos sectores, mismos que en el desarrollo de sus actividades han provocado la eliminación de muchas especies forestales. Según este autor, la reforestación aparte de tener el fin de reponer los árboles eliminados, también se realiza con fines productivos y de apoyo al ambiente, como es el caso de la siembra de Bambú para la captura de Carbono.

La reforestación contribuye en una serie de bienes y servicios ambientales, dado que aumenta la cobertura arbórea, incrementa la fertilidad del suelo y avanza en la retención de humedad, disposición y provisión de nutrientes lo cual ayuda a minimizar la lixiviación, aportando abono verde y agregando nitrógeno. La cobertura arbórea también ayuda a reducir el flujo de las aguas de lluvia, regulando, de tal manera el caudal de los ríos, minimizando los sedimentos de las aguas superficiales y mejorando la calidad de agua. La reforestación ayuda a controlar las temperaturas, contribuye un favorable microclima para los microorganismos y fauna; ayudando a prevenir enfermedades del suelo.

### **1.2.10. Restauración ecológica**

Proceso de rehabilitación y recuperación de ecosistemas que han sido dañados anteriormente por actividades de la humanidad o también por procesos naturales. Es un enfoque proactivo y estratégico con dirección a mejorar la biodiversidad y la salud del medio ambiente. El objetivo

de la restauración ecológica es la conservación de la biodiversidad y reposición del capital natural, así como la restitución de los servicios ecosistémicos para su disfrute y aprovechamiento por parte de la humanidad. Para que la restauración ecológica sea realmente ecológica debe de realizarse desde una aproximación holística, que contemple conocimientos ecológicos científicamente contrastados en un entorno económico y social en donde se realiza la intervención e incluso la emoción y la sensibilidad de cada uno de los pobladores usuarios de los ecosistemas o paisajes a restaurar (Milán, 2012).

## CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Diseño de la investigación

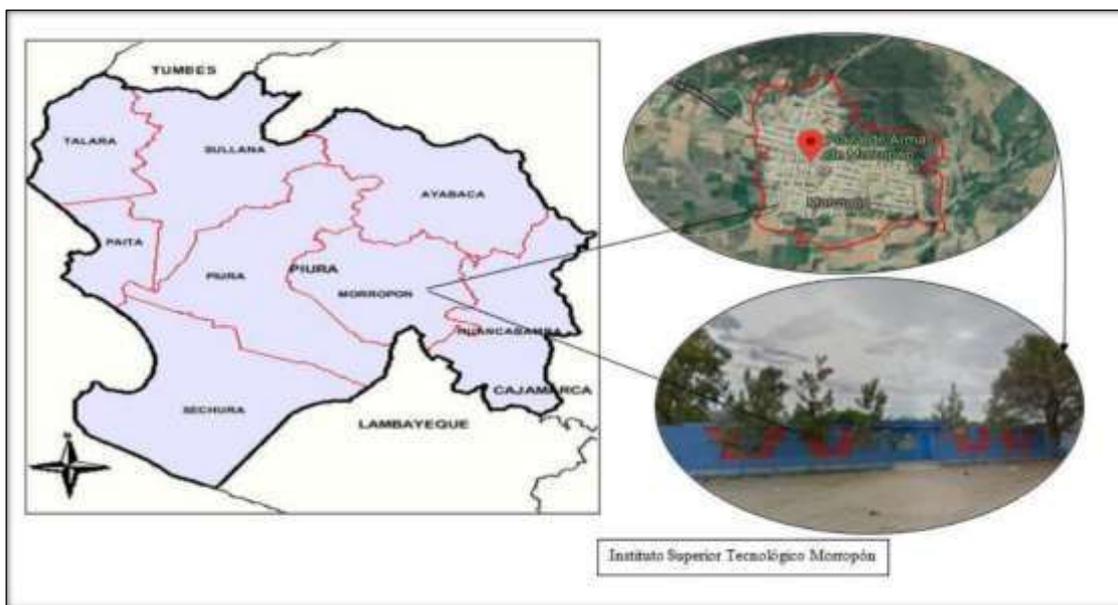
La presente investigación fue de tipo experimental, ya que se evaluó la influencia de sustratos sobre la germinación de semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*. Según Arias (2012), la investigación experimental está sujeta a la manipulación de variables ante estímulos y situaciones controladas con el objetivo de conocer el comportamiento que se genera durante la experimentación. Asimismo, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo ya que siguió un proceso secuencial iniciando en la obtención de valores numéricos y su posterior tratamiento mediante métodos estadísticos (Hernández *et al.*, 2017). Por otro lado, las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata* representan las variables independientes (VI) y la calidad fisiológica de las mismas representan las variables dependientes (VD).

### 2.2. Lugar y fecha

La investigación fue llevada a cabo en el año 2019, en instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Morropón (Figura 1); la parte experimental se realizó en las mismas instalaciones del Instituto.

**Figura 1**

*Ubicación geográfica donde se ejecutó el proyecto de investigación*



*Nota.* Para la elaboración se usó imágenes en Google Earth Pro.

### 2.3. Materiales y equipos

- Semillas de *N. pallida*
- Semillas de *L. glabrata*
- Ácido sulfúrico
- Hidróxido de sodio
- Hidróxido de sodio
- Tretrazoilo
- Balanza analítica
- Laptop
- Conductímetro
- Arena
- Materia orgánica
- Algodón
- Papel sanitario
- Cámara fotográfica
- Lupa

## 2.4. Descripción de la investigación

La investigación se realizó en dos fases. En la primera fase se identificó los árboles y se recolectó las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*, y en la segunda fase se analizó las semillas consideradas para la investigación que fueron: Evaluación de vigor para *N. pallida* y *L. glabrata* mediante el método de la conductividad eléctrica, el cual consistió en evaluar el nivel de daño en la membrana celular. Estudios establecen que cuanto hay más deterioro de la semilla, mayor es el valor de la conductividad (ISTA,2017). Evaluación de la viabilidad de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata* mediante la prueba de tetrazolio, la cual consistió en darle coloración a un lote de semillas, las cuales si se logran teñir de color rosa se considera como semilla viable y las que no lograron teñir se consideró no viable. Y para determinar el poder germinativo de las semillas *N. pallida* y *L. glabrata*, para lo cual se consideró aplicar tres pre tratamientos: escarificación química, mecánica y de lixiviación. Para luego hacerlas germinar en cuatro sustratos estas técnicas ayudaron a conocer cuál es el pre tratamiento y el sustrato con mayor éxito.

### Fase 1

#### a. Identificación y selección de los árboles de *N. pallida* y *L. glabrata*

Para la identificación de árboles se tuvieron en cuenta ciertas características como: tamaño; el árbol para *N. pallida* tuvo una altura de 4 a 6 metros y para *L. glabrata*, su altura fue de 5 metros. Sanidad: la semilla debe estar libre de plagas y enfermedades. Accesibilidad: que nos permita el libre tránsito, Frondosidad: hojas en buen estado, con abundante flor y color verde. La Figura 2, nos muestra las plantas de ambas especies.

Una vez identificados, se seleccionaron 10 árboles de cada especie y se georreferenciaron para poder tomar sus vainas en buen estado y ser usadas para la investigación, en la Tabla 1 y 2 se muestra la selección de árboles.

## Figura 2

### Identificación de árbol de *N. pallida* y *L. glabrata*



*Nota.* Estas tomas se realizaron en el bosque seco El Cerezo, de la comunidad Juan Velazco Alvarado.

## Tabla 1

### Coordenadas de los árboles de *N. pallida*

N° árbol	Coordenadas UTM		Altura (m)	Sector
	Este	Norte		
1	611870	9430283	6	El cerezo comunidad Juan Velazco Alvarado
2	611883	9430275	6	
3	611894	9430265	6	
4	611905	9430253	4,49 cm	
5	611907	9430237	6	
6	611910	9430221	6	
7	611899	9430213	6	
8	611884	9430210	6	
9	611886	9430204	6	
10	611887	9430199	6	

*Nota:* Resultados de la toma de coordenadas.

**Tabla 2***Coordenadas de los árboles de L. glabrata*

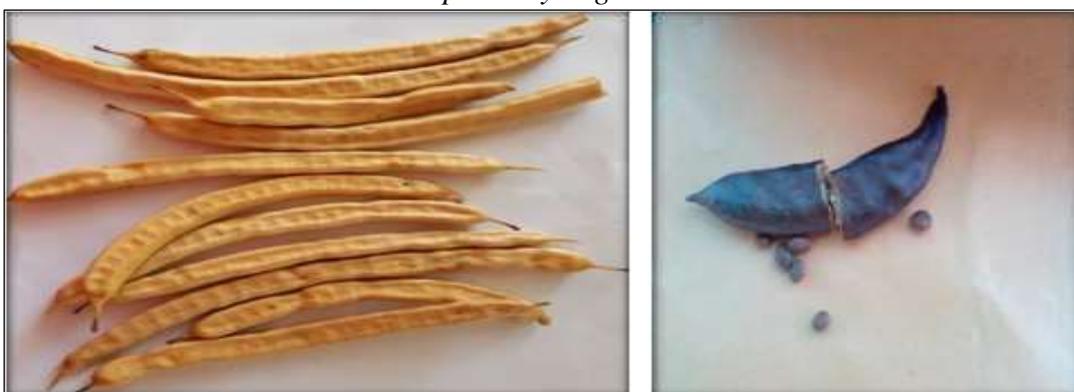
N° árbol	Coordenadas UTM		Altura (m)	Sector
	Este	Norte		
1	611866	9430168	5	El cerezo comunidad Juan Velazco Alvarado
2	611869	9430179	5	
3	611880	9430181	5	
4	611889	9430183	5	
5	611892	9430179	5	
6	611893	9430174	5	
7	611895	9430165	5	
8	611896	9430156.	5	
9	611897	9430150	5	
10	611896	9430141	5	

*Nota:* Resultados de la toma de coordenadas en campo.

### b. Recolección de semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*

La recolección se realizó a final del mes de agosto, sacudiendo las ramas de los árboles con palos o cañas, pero sin dañarlas. Tirados todos los frutos al suelo se recogen a mano y se guardan en bolsas para llevarlos al instituto.

La Figura 3, muestra a las semillas, directamente de los árboles semilleros en óptimas condiciones.

**Figura 3***Recolección de las semillas de N. pallida y L. glabrata*

*Nota.* Estas tomas se realizaron en el bosque seco El Cerezo, de la comunidad Juan Velazco Alvarado

## Fase 2

### a. Pesado de semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*

La Figura 4, refiere a la segunda fase, donde se realizó el pesado y el conteo de la semilla.

#### Figura 4

*Pesado y conteo de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata**



*Nota.* Estas tomas se realizaron en las instalaciones del instituto.

### b. Preparación de sustratos

La Figura 5, refiere a la preparación de los sustratos a utilizar en la parte experimental de la investigación. Los sustratos fueron: arena, materia orgánica, algodón y papel sanitario.

#### Figura 5

*Preparación de sustrato*



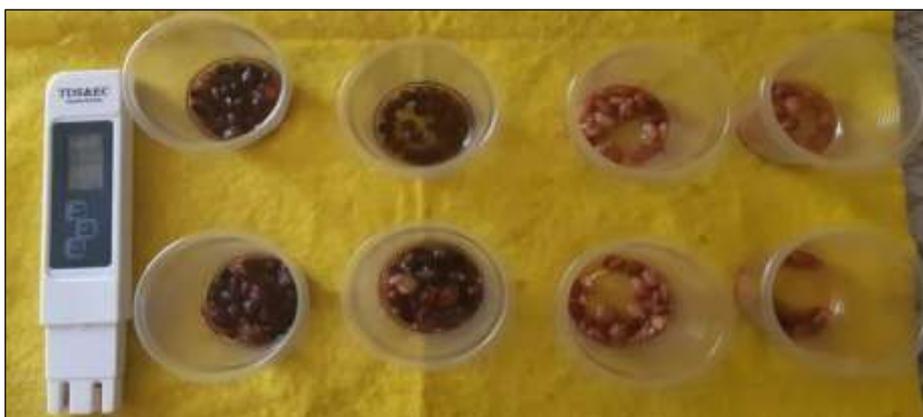
*Nota.* Preparación de sustratos para la germinación de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*.

### c. Evaluación del vigor de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*

La evaluación del vigor de las semillas se realizó mediante el método de conductividad eléctrica de Baroné *et al.* (2016). Para esta evaluación se tomó 25 semillas de las dos especies forestales. Una vez pesadas se colocaron en cuatro vasitos de plástico a los cuales se añadió 30 ml de agua desionizada, se introdujeron las semillas, siendo estas embebidas por un lapso de 24 horas con una temperatura de 25 °C y finalmente se tomó la lectura de la conductividad eléctrica Figura 6. Se obtuvo el valor máximo de 180 y 240 uS/cm.

### Figura 6

*Evaluación del vigor de la semilla N. pallida y L. glabrata*



*Nota.* Lectura de la conductividad eléctrica de las dos especies.

### d. Evaluación de la viabilidad de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*

La prueba de tetrazolio se destaca por ser rápida y confiable, en un período de tiempo relativamente corto a una temperatura de 30 °C (INTA, 2019) (Figura 7). Por lo tanto, su aplicación fue determinar la viabilidad de las semillas. Después de cumplir cada tiempo, las semillas fueron retiradas de la solución de tetrazolio y enjuagadas con agua, donde se evaluó y partió las semillas en 2 con una hoja de cortar, asimismo, se consideró viable cuando la zona radicular de las semillas y los cotiledones presentaron un color rosado y rojo carmín (Figura 8).

## Figura 7

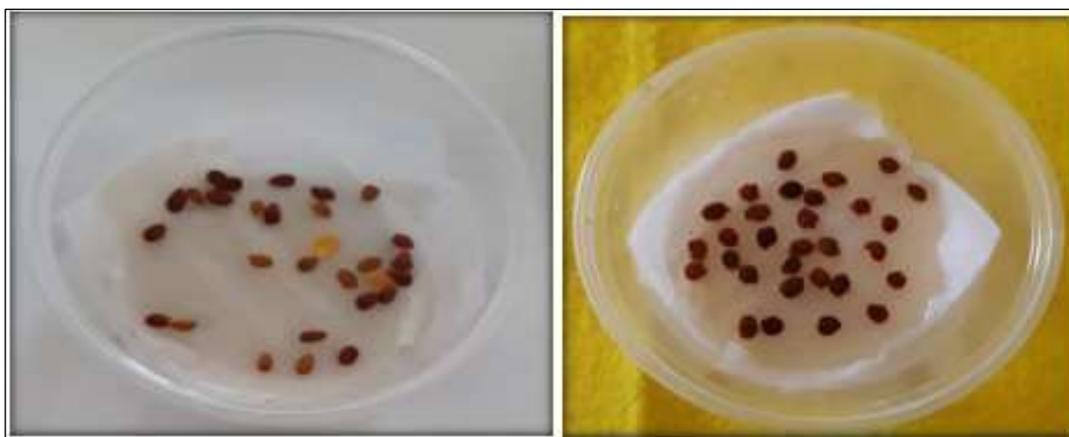
### *Evaluación de la viabilidad de la semilla de N. pallida y L. glabrata*



*Nota.* La imagen nos muestra las semillas embebidas en tetrazolio.

## Figura 8

### *Tinción de las semillas de N. Pallida y L. glabrata*



*Nota.* La imagen nos muestra que las semillas fueron viables, ya que su tinción fue en un 99 % entre rosado y rojo carmín.

### **b. Prueba de germinación de la semilla de *N. pallida* y *L. glabrata***

Esta aplicación tuvo como fin determinar el porcentaje de germinación, energía germinativa, tiempo medio de germinación y valor de germinación. Para ello, se aplicó la técnica de escarificación, aplicando los tres métodos: químico, mecánico y lixiviación.

- **Escarificación química:** para este pre tratamiento se utilizaron 25 semillas de ambas especies e hidróxido de sodio al 5 %. En un recipiente de plástico se remojaron las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata* por un lapso de 16 horas, luego se enjuagó y se sembraron las semillas en los cuatro sustratos (Figura 9).

**Figura 9**

*Escarificación química con hidróxido de sodio*



*Nota.* Escarificación química con hidróxido de sodio al 5 %.

- **Escarificación mecánica:** para este pre tratamiento se tuvo el mayor cuidado de no dañar el embrión de las semillas, se buscó afectar solo la testa o cubierta protectora. Se utilizó un martillo y las semillas de ambas especies, una vez listas se empezó a dar pequeños golpecitos a las semillas para de esta forma romper la testa y solo quede el embrión de las semillas, una vez listas se procedieron a ponerlas en cada sustrato para empezar su germinación (Figura 10).

**Figura 10***Escarificación mecánica*

*Nota.* La imagen muestra el pre tratamiento que se utilizó para la germinación de las semillas de ambas especies.

- **Escarificación por lixiviación:** este método consistió en remojar las semillas de ambas especies en vasitos plásticos, con agua corriente por un lapso de 12 horas, una vez pasado el tiempo se procedió a evaluar la conductividad eléctrica de las semillas (Figura 11).

**Figura 11***Escarificación por lixiviación*

*Nota.* Lectura de la conductividad eléctrica de las semillas.

## 2.5. Tratamientos

Para la prueba de vigor se aplicó un tratamiento con cuatro repeticiones para cada especie (Tratamiento: r1, r2, r3 y r4). Asimismo, para la evaluación de la viabilidad de las semillas forestales se aplicaron seis tratamientos (Tabla 3), empleando dos concentraciones de tetrazolio (0,5 y 1 %) y tres tiempos de imbibición (4, 6 y 8 horas). Los valores propuestos se eligieron teniendo en cuenta a otras investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2019).

**Tabla 3**

*Tratamientos de la viabilidad de semillas *N. pallida* y *L. glabrata**

Concentraciones de Tetrazolio (%)	Tiempo (horas)		
	4 (C1)	6 (C2)	8 (C3)
0,5 (A)	AC1	AC2	AC3
1 (B)	BC1	BC2	BC3

*Nota:* Elaboración propia.

La Tabla 4 hace mención a los tres pre tratamientos que se utilizaron para conocer la capacidad germinativa de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*, con dos factores, el primero (tipo de escarificación) con tres niveles y el segundo (sustratos) con cuatro niveles. En total son 12 tratamientos incluyendo dos repeticiones, siendo este tratamiento aplicado para cada especie forestal.

- ✓ **Escarificación química:** Hidróxido de sodio: 5 % por 16 horas: (A)
- ✓ **Escarificación mecánica:** Rotura testa con martillo: (RT)
- ✓ **Escarificación por lixiviación:** Remojo de agua: 12 horas (C)

**Tabla 4***Pre tratamiento mediante escarificaciones*

Tipo de escarificación	Sustrato			
	Algodón	Papel sanitario	Materia orgánica	Arena
Química: A	T1	T2	T3	T4
Mecánica: RT	T5	T6	T7	T8
Lixiviados: c	T9	T10	T11	T12

*Nota:* la tabla nos muestra los pre tratamientos utilizados en la investigación.

## 2.6. Unidades experimentales

Las unidades experimentales, estuvieron de acuerdo con las pruebas que se realizaron en la investigación. En la prueba de conductividad eléctrica se empleó un tratamiento con cuatro repeticiones, teniendo cuatro unidades experimentales para cada especie (tratamiento: r1, r2, r3, y r4). Por otro lado, en la prueba de tetrazolio se utilizó seis tratamientos con dos repeticiones, teniendo 12 unidades experimentales (T1: r1 y r2), (T2: r1 y r2), (T3: r1 y r2), (T4: r1 y r2), (T5: r1 y r2) y (T6: r1 t r2). Finalmente, para las pruebas de escarificación se utilizó 12 tratamientos con dos repeticiones (T1: r1 y r2), (T2: r1 y r2), (T3: r1 y r2), (T4: r1 y r2), (T5: r1 y r2) y (T6: r1 t r2), (T7: r1 y r2), (T8: r1 y r2), (T9: r1 y r2), (T10: r1 y r2), (T11: r1 y r2) y (T12: r1 t r2) teniendo 24 unidades experimentales. Haciendo un total de 40 unidades experimentales para cada especie forestal que se evaluaron en la presente investigación.

## 2.7. Identificación de variables y su mensuración

Las variables de estudio tanto independientes como dependientes que se evaluaron en la investigación, se describen a continuación (Tabla 5):

**Tabla 5***Variables de la investigación*

<b>Variables</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>
<b>VI</b> Semillas de <i>N. pallida</i> y <i>L. paipai</i>	Semillas de <i>N. pallida</i> y <i>L. glabrata</i> sometidas a estudios experimentales para determinar su calidad fisiológica*.	Semillas en buen estado físico	Tamaño Sanidad Accesibilidad Frondosidad de los árboles.	Recolección in situ del bosque seco El Cerezo de la comunidad campesina Juan Velasco Alvarado.
<b>VD</b>	Propiedades de vigor y capacidad de germinar	Vigor	Porcentaje de vigor (%)	Conductividad eléctrica
Calidad fisiológica de las semillas	Planta con sus órganos definidos y desarrollados**	Viabilidad  Capacidad germinativa	Porcentaje de viabilidad (%)  -Porcentaje de germinación. -Energía germinativa. -Tiempo medio de germinación. -Valor de germinación.	Prueba topográfica por Tetrazolio -Escarificado mecánico -Escarificado químico -Escarificado por lixiviación

*Nota.* Variables dependientes y dependientes del proyecto.

\* FAO y SERFOR (2017).

\*\* Soledad (2018).

A continuación, se describen las fórmulas utilizadas para determinar las variables en la presente investigación:

### **Evaluación del vigor de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata***

**Análisis de conductividad eléctrica:** Se determinó usando el equipo de conductividad eléctrica marca HANNA, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula (FAO y AfricaSeeds, 2019):

$$\text{Conductividad eléctrica } (\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}) = \frac{\text{Lc-valor promedio CC}}{\text{Paso de la repetición (g)}}$$

Donde:

Lc: Lectura de conductividad del equipo

Valor promedio de CC: Valor promedio de conductividad de control

### **Evaluación de la viabilidad de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata***

**Semillas viables:** Se determinó aplicando la siguiente fórmula, teniendo en cuenta la regla por tretrazolio recomendada por FAO y AfricaSeeds (2019).

$$\text{semillas viables} = \frac{\text{Números de semillas teñidas}}{\text{Números de semillas puestas en el test de viabilidad}} \times 100$$

### **Determinación de la capacidad pre germinativa de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata***

**Porcentaje de germinación (%):** Se determinó usando la siguiente fórmula reportada por Quispe (2014).

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\text{Números de semillas germinadas}}{\text{Números de semillas puestas a germinar}} \times 100$$

**Energía germinativa (EG %):** esta medida hace referencia al porcentaje de plántulas encontradas en el primer conteo del análisis de porcentaje de germinación, indicando el poder de la velocidad de emergencia de las semillas investigaciones realizadas por el (INTA, 2019). Para el cálculo de esta variable se empleó la siguiente fórmula reportada por Quispe (2014).

$$EG(\%) = \sum \frac{\text{Números de semillas germinadas al primer conteo}}{\text{Números de semillas puestas a germinar}} \times 100$$

**Tiempo medio de germinación máxima (TMG):** según lo establecido por *Baroné et al.* (2016)

$$TMG = \frac{\sum T_i N_i}{N} \times 10$$

Donde:

T<sub>i</sub>: Días transcurridos desde el inicio del ensayo  
 N<sub>i</sub>: Número de semillas germinadas en el día  
 N: Número total de semillas utilizadas

**Valor germinativo (VG):** se empleará la fórmula reportada por *Baroné et al.* (2016):

$$\text{Valor de germinación (VG)} = \text{GDM(Final)} \times \text{VM}$$

Donde:

**Valor máximo (VM):** Es la germinación diaria media máxima (porcentaje acumulado de germinación dividido por el número de días transcurridos desde la fecha de siembra) que se le alcanza en cualquier momento del periodo del ensayo y está relacionada con la velocidad de germinación y por lo tanto con la Energía Germinativa (*Baroné et al.*, 2016).

**Germinación media diaria final (GDM):** Se calcula con el porcentaje acumulado de semillas al final del ensayo, dividido por el número de días que transcurren desde la siembra hasta el término del ensayo (*Baroné et al.*, 2016).

## 2.8. Diseño estadístico del experimento

Para cumplir con los objetivos de la investigación, se empleó un diseño completo al azar (DCA). La prueba de tetrazolio, tuvo un diseño factorial de 2x3, para cada tipo de semilla *N. pallida* y *L. glabrata*. En tanto para determinar la capacidad germinativa de las semillas *N. pallida* y *L. glabrata* se ejecutó el método de escarificación (químico, mecánico y lixiviación) en diferentes sustratos, se aplicó un diseño factorial de 3x4 teniendo en cuenta un nivel de significancia del 5 %. A continuación, se describen el modelo estadístico y sus componentes según el tipo de análisis estadístico para cada diseño:

### A.- Diseño completo al azar (DCA)

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

#### Donde:

$Y_{ij}$ : variable aleatoria que representa la respuesta de j-ésima unidad experimental al i-ésimo tratamiento.

$\mu$ : denota la respuesta global promedio de los datos obtenidos en la presente investigación.

$\alpha_i$ : es el efecto del i-ésimo tratamiento sobre el promedio global de los datos obtenidos.

$E_{ijk}$ : el error experimental o efecto aleatorio del muestreo de las variables en estudio.

### B.- Diseño factorial

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

#### Donde

$Y_{ijk}$ : la puntuación del i sujeto bajo la combinación del j valor del factor A y el k valor del factor B de las semillas *N. pallida* y *L. glabrata*.

$\mu$ : media común de los datos del experimento de las semillas estudiadas.

$\alpha_j$ : el efecto del impacto de j nivel de la variable del tratamiento A.

$\beta_k$ : efecto de k valor de la variable del tratamiento B.

$(\alpha\beta)_{jk}$ : efecto de la interacción entre el j valor de A y el k valor de B de la semilla *N. pallida* y *L. glabrata*.

$E_{ijk}$ : el error experimental o efecto aleatorio del muestreo.

## **2.9. Análisis estadístico de los datos**

En el presente estudio los datos que se obtuvieron de las pruebas que se aplicaron en la investigación se analizaron en el programa estadístico IBM SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), en donde se realizó un análisis de ANOVA, teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95 %. Para las comparaciones múltiples uso el método de Tukey con el fin de conocer las diferencias existentes entre el tratamiento óptimo y el resultado menos indicado

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Evaluación del vigor de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*

En la tabla 6 nos da a conocer las mediciones de la conductividad eléctrica, para la evaluación de vigor para la semilla de *N. pallida*.

**Tabla 6**

*Mediciones de la conductividad eléctrica N. pallida*

(V I)	tiempo	Tratamientos			
		R1	R2	R3	R4
<i>N. pallida</i>	4	186,1	173,2	181,7	185,9
	6	185	178,1	186,6	183,1
	8	186,1	177,28	179,1	178,9

*Nota:* Resultados de los tratamientos de la conductividad eléctrica.

En la Tabla 7 nos muestra los resultados de los análisis de vigor de la semilla de *N. pallida*. Para esta medición se utilizó la prueba de conductividad eléctrica. Los análisis muestran un resultado promedio de 181,75  $\mu\text{S cm}$  para *N. pallida*.

**Tabla 7**

*Análisis de vigor de la semilla N. pallida*

Especie	Promedio	Desv. Est.
Algarrobo	181,75	4,002

*Nota.* Se evaluó el nivel de daño en las membranas celulares como resultado del deterioro de las semillas.

La Tabla 8 da a conocer los resultados de las mediciones de la conductividad eléctrica, para la evaluación de vigor de la semilla de *L. glabrata*.

### Tabla

#### *Mediciones de la conductividad eléctrica de L. glabrata*

tratamientos					
(VI)	Tiempo	R1	R2	R3	R4
	4	208,6	211,99	201,7	203,6
<i>L. glabrata</i>	6	201,5	201,4	201,8	202
	8	209,78	209,68	208	209

Nota: Elaboración propia

La Tabla 9, da a conocer los resultados de los análisis de vigor de la semilla de *L. glabrata*, obteniendo un valor de 206,75  $\mu\text{S cm}$  para *L. glabrata*.

### Tabla 9

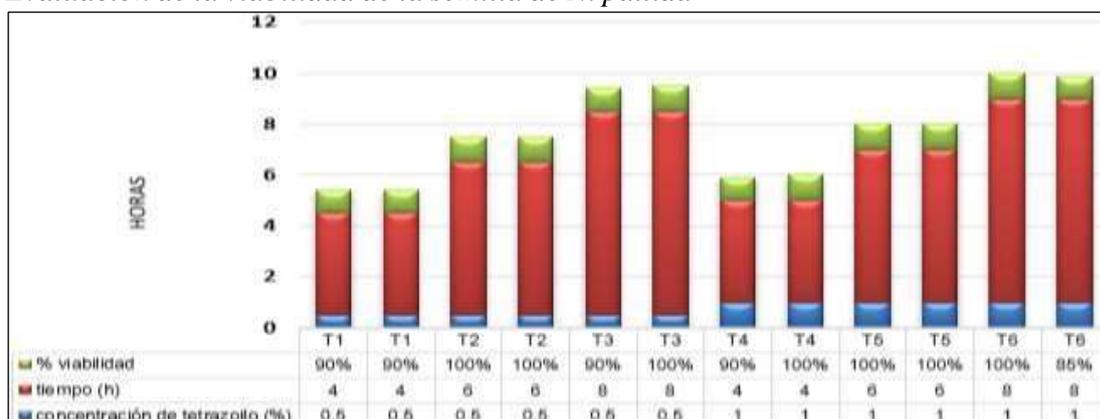
#### *Evaluación de vigor L. glabrata*

especie	promedio	Desv. Est.
<i>L. glabrata</i>	206,75	3,202

Nota: Elaboración propia

### 3.2. Evaluación de la viabilidad de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*

Los resultados obtenidos en la evaluación de la viabilidad de la semilla afirman que la semilla evaluada es viable, ya que los resultados van en un porcentaje de 85 % a 100 % como se muestra en la Figura 12. Además, no se observaron efectos de interacción entre ambos ( $p > 0,05$ ).

**Figura 12***Evaluación de la viabilidad de la semilla de N. pallida*

Nota. El % de germinación se encuentran en rangos de 85 % y 100 % por lo tanto son viables

En la Tabla 10 se muestra el cuadro Anva con el análisis de vigor de la semilla de *N. pallida*.

**Tabla 10***Pruebas de los efectos inter – sujetos N. pallida.*

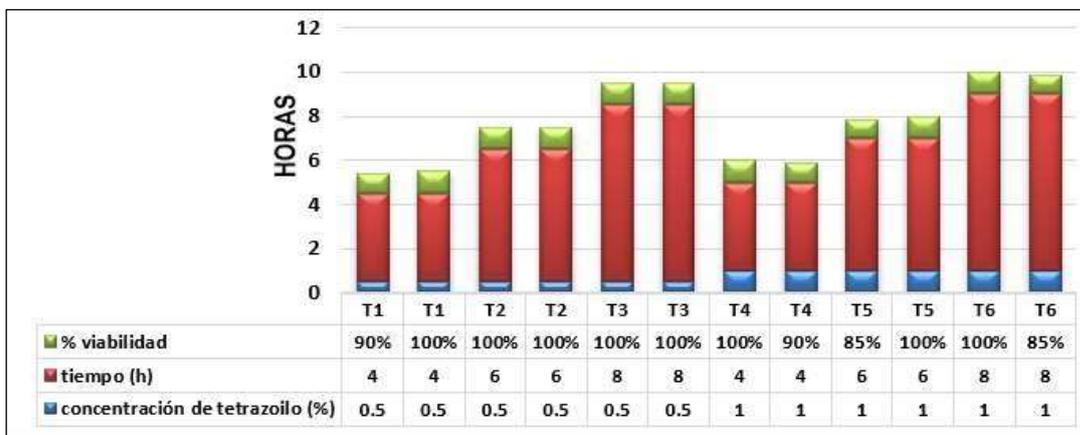
Origen	Suma de cuadrados tipo III	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Concentración de tetrazolio	2,083	1	2,083	0,06	0,82
Tiempo	129,167	2	64,583	1,82	0,24
Concentración de tetrazolio * Tiempo	29,167	2	14,583	0,41	0,68
Error	212,500	6	35,417		

Nota: Resultados del análisis Anva.

Además, los resultados obtenidos en la evaluación de la viabilidad de la semilla *L. glabrata* nos muestra una semilla viable, ya que los resultados van en un porcentaje de 85 % a 100 % (Figura 13).

**Figura 13**

*Evaluación del % de viabilidad de la semilla de L. glabrata*



Nota: Resultado del porcentaje de viabilidad.

En la Tabla 11 se muestra el cuadro ANVA con el análisis de vigor de la semilla de *L. glabrata*

**Tabla 11**

*Pruebas de los efectos inter – sujetos de L. glabrata.*

Origen	SC	gl	MC	F	Sig.
Concentración	75,00	1	75,00	1,38	0,28
Tiempo	4,17	2	2,08	0,04	0,96
Concentración * Tiempo	37,50	2	18,75	0,35	0,72
Error	325,00	6	54,17		

Nota: Elaboración propia

### 3.3. Evaluación del poder germinativo de *N. pallida* y *L. glabrata*

#### 3.3.1. Capacidad germinativa de la *N. pallida*

En la Tabla 12 se muestra la evaluación del porcentaje de germinación de *N. pallida*, cuyos resultados muestran un porcentaje de 8 % para el Tratamiento 1 escarificación química en sustrato de algodón y el mayor porcentaje de 100 % en el Tratamiento 6 escarificación mecánica en papel higiénico.

**Tabla 12***Porcentaje de germinación de N. pallida*

Tratamiento	Tipo de Escarificación	Sustrato	Germinación (%)
T1	Químico	Algodón	8
T2	Químico	Papel sanitario	20
T3	Químico	Materia Orgánica	28
T4	Químico	Arena	36
T5	Mecánica	Algodón	96
T6	Mecánica	Papel sanitario	100
T7	Mecánica	Materia Orgánica	36
T8	Mecánica	Arena	82
T9	Lixiviación	Algodón	82
T10	Lixiviación	Papel sanitario	86
T11	Lixiviación	Materia Orgánica	28
T12	Lixiviación	Arena	36

*Nota:* Porcentaje de las semillas que fueron capaz de germinar con los pretratamientos.

En la Tabla 13 muestra los análisis de varianza (ANOVA) de la variable dependiente de germinación, en el cual se evidencia que si tuvo influencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) sobre la variable estudiada el tipo de escarificación.

**Tabla 13***Análisis de variables dependientes de N. pallida*

FV	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	F	SIG.
Tipo de escarificación	8394,415	2	4197,208		0,01
Tipo de sustrato	5990,54	3	1996,847	3,761	0,04
Escarificación*sustrato	4612,474	6	768,746	1,448	0,28
Error	6370,667	12	530,889		
Total	92720	24			

*Nota:* Resultados del análisis de varianza

En la Tabla 14 hace mención de los resultados del análisis AMBAR, esta muestra la interacción de las variables estudiadas, las cuales confirman el grado de significancia mayor ( $p \leq 0,05$ ) en el tipo de escarificación química mecánica y la escarificación mecánica química.

**Tabla 14**

*Comparaciones múltiples*

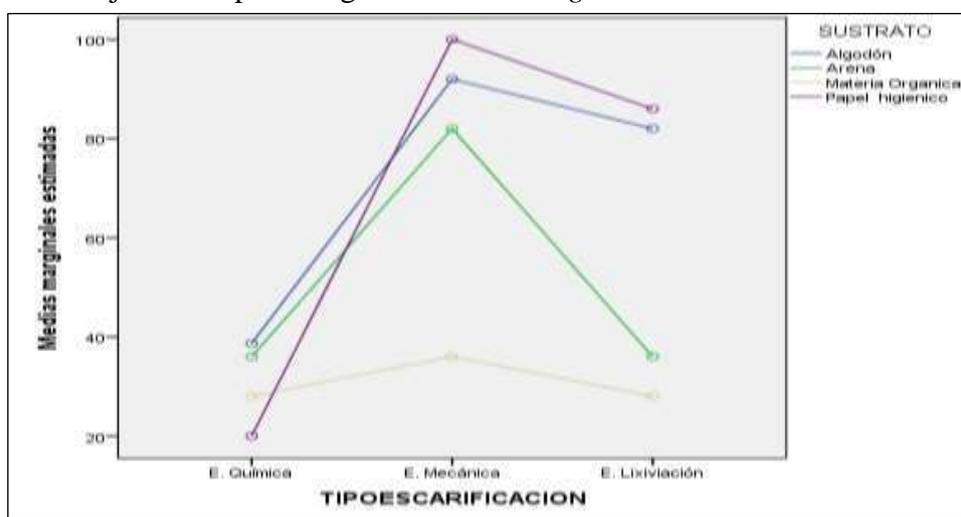
(I) Tipo de Escarificación		Diferencia de Medias (I-J)	Error TÍP.	SIG.
E. Química	E. Mecánica	-43,87*	11,612	0,01
	E. lixiviación	-26,44	11,196	0,08
E. Mecánica	E. Química	43,87*	11,612	0,01
	E. lixiviación	17,43	11,925	0,34
E. Lixiviación	E. Química	26,44	11,196	0,08
	E. Mecánica	-17,43	11,925	0,34

*Nota:* Resultados del análisis ambar.

La Figura 14 muestra la capacidad germinativa que tiene la semilla, según su pretratamiento y tipo de sustrato, cuyos resultados muestran los diferentes porcentajes de capacidad germinativa de la *L. glabrata* con diferentes sustratos como arena, algodón, materia orgánica y papel sanitario y su interacción con la escarificación química, mecánica y lixiviación en el total de semillas que han germinado.

**Figura 14**

Porcentaje de la capacidad germinativa de *L. glabrata*



*Nota:* Total de semillas que ha germinado en el ensayo.

### 3.3.2. Evaluación de la energía germinativa de *N. pallida*

La Tabla 15, evidencia el porcentaje de semillas que germinaron en el menor tiempo posible, como es el Tratamiento 6, que obtuvo 100 % de semillas germinadas en dos días.

**Tabla 15**

*Resultados del análisis de energía germinativa (EG %)*

Tratamiento	Tipo de Escarificación	Sustrato	% Germinación	Energía Germinativa (d)
T1	Químico	Algodón	8	0
T2	Químico	P. sanitario	20	8
T3	Químico	M. Orgánica	28	4
T4	Químico	Arena	36	4
T5	Mecánica	Algodón	96	3
T6	Mecánica	P. sanitario	100	2
T7	Mecánica	M. Orgánica	36	8
T8	Mecánica	Arena	82	5
T9	Lixiviación	Algodón	82	5
T10	Lixiviación	Papel sanitario	86	3
T11	Lixiviación	M. orgánica	28	2
T12	Lixiviación	Arena	36	5

*Nota:* Total de semillas germinadas.

Los resultados de acuerdo con el análisis de varianza de la energía germinativa de *N. pallida* nos muestra que el tipo de escarificación no afecta significativamente variables observadas como se aprecia en la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza para la energía germinativa de *N. pallida**

Fv	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	f	Sig
Tipo de escarificación	618,264	2	309,13	1,43	0,28
Tipo de sustrato	266,667	3	88,89	0,41	0,75
Escarificación* sustrato	1064,918	6	177,49	0,82	0,57
Error	2586,667	12	215,56		
Total	13008,000	24			

*Nota:* Elaboración propia.

### 3.3.3. Evaluación del tiempo medio de germinación máxima (TMG)

En la Tabla 17 se evidencia del tiempo medio de germinación de la semilla empleada en la investigación. Como es el caso del tratamiento 6, escarificación mecánica con un sustrato de papel higiénico, se obtuvo el 100 % de semillas germinadas en 3 días.

**Tabla 17**

*Resultados del tiempo medio de germinación máxima (TMG)*

tratamiento	tipo de escarificación	sustrato	% germinación	energía germinativa	tmg
T1	Químico	Algodón	8	0	4
T2	Químico	P. sanitario	20	8	6
T3	Químico	M. Orgánica	28	14	4
T4	Químico	Arena	36	14	8
T5	Mecánica	Algodón	96	34	8
T6	Mecánica	P. sanitario	100	26	3
T7	Mecánica	M. Orgánica	36	8	8
T8	Mecánica	Arena	82	30	6
T9	Lixiviación	Algodón	82	24	6
T10	Lixiviación	P. Sanitario	86	36	8
T11	Lixiviación	M. Orgánica	28	22	4
T12	Lixiviación	Arena	36	10	8

*Nota:* Elaboración propia.

De acuerdo con el análisis de varianza se establece que la interacción de los niveles del mismo factor indica que existe grado de significancia ( $p \leq 0,05$ ) en el tipo de escarificación mecánica y lixiviación, y en la escarificación por lixiviación con mecánica (Tabla 18).

**Tabla 18***Tabla de comparaciones múltiples de las variables dependiente*

Tipo Escarificación		Diferencia de Medias (I-J)	Error TÍP	SIG.
E. Química	E. Mecánica	-0,8448	0,28	0,03
	E. Lixiviación	-8233	0,27	0,03
E. Mecánica	E. Química	8448	0,28	0,03
	E. Lixiviación	0,02	0,29	1,00
E. Lixiviación	E. Química	8233	0,27	0,03
	E. Mecánica	-0,02	0,29	1,00

*Nota:* Resultados del análisis de varianza.

En la Tabla 19, se muestra la evaluación de la prueba de Tukey en los tres niveles de escarificación, como resultado se tuvo que afectan significativamente a la escarificación por lixiviación y escarificación mecánica.

**Tabla 19***Evaluación de la prueba de Tukey*

Tipo de Escarificación	N	Subconjunto	
		1	2
E. Química	9,000	0,647	
E. Lixiviación	8,000		1,470
E. Mecánica	7,000		1,491
Sig.		1,000	0,997

*Nota:* Elaboración propia.

### 3.3.4. Prueba de valor germinativo

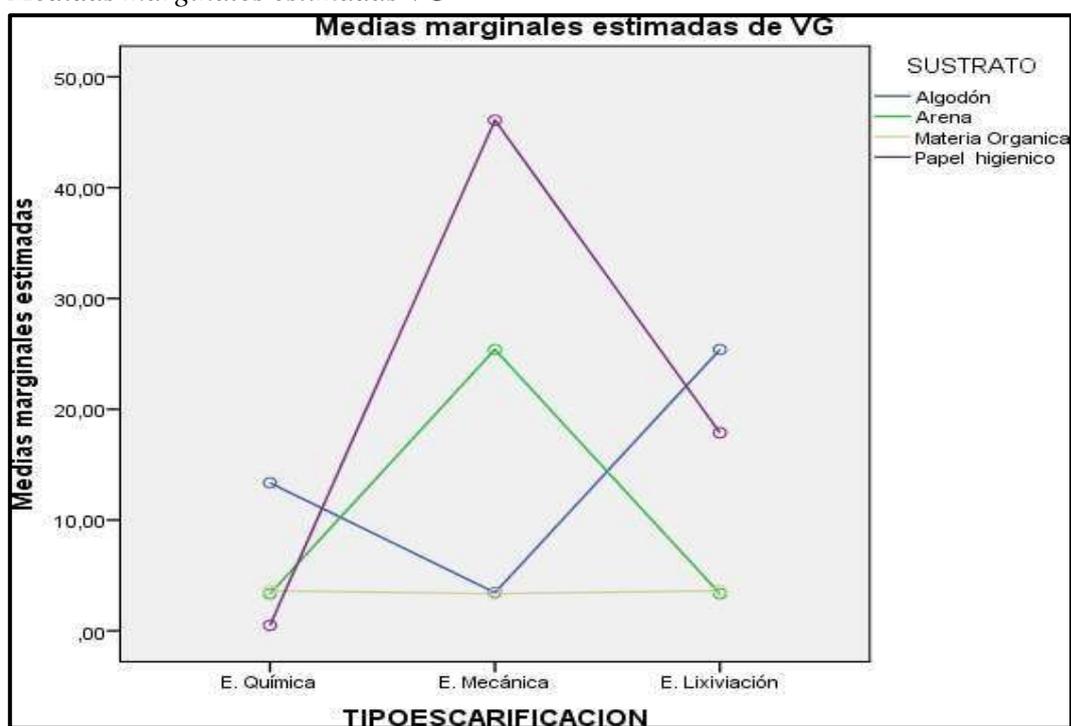
De acuerdo con el análisis de varianza se establece el factor que el tipo de escarificación, sustrato y la interacción de los dos factores no generaron una diferencia significativa en el valor germinativo de las muestras de semillas de algarrobo que fueron evaluados (Tabla 20).

**Tabla 20***Análisis de varianza del valor germinativo*

Fv	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	f	Sig
Tipo de escarificación	770,080	2	385,040	2,972	0,09
Tipo de sustrato	998,285	3	332,762	2,569	0,10
Escarificación* sustrato	2013,163	6	335,527	2,590	0,08
Error	1554,613	12	129,551		
Total	9687,048	24			

*Nota:* Elaboración propia con ayuda de programas estadísticos.

La Figura 15 muestra que el tratamiento que mejor resultado tuvo fue la escarificación mecánica germinada en papel sanitario.

**Figura 15***Medidas marginales estimadas VG*

*Nota:* Total de semillas que ha germinado en el ensayo.

### 3.3.5. Capacidad Germinativa de *L. glabrata*

En la Tabla 21 se muestra la evaluación del porcentaje de germinación de *L. glabrata*. Donde se visualiza que el T1 logro un porcentaje de 4 % con el tipo de escarificación química utilizando como sustrato algodón y el mayor porcentaje lo alcanzo el T5 con un 90 % con el tipo de escarificación mecánica utilizando como sustrato algodón.

**Tabla 21**

Resultados del porcentaje de germinación de *L. glabrata*

Tratamiento	Tipo de Escarificación	Sustrato	% Germinación
T1	Químico	Algodón	4
T2	Químico	Papel sanitario	10
T3	Químico	Materia Orgánica	0
T4	Químico	Arena	4
T5	Mecánica	Algodón	90
T6	Mecánica	Papel sanitario	86
T7	Mecánica	Materia Orgánica	22
T8	Mecánica	Arena	74
T9	Lixiviación	Algodón	32
T10	Lixiviación	Papel sanitario	32
T11	Lixiviación	Materia Orgánica	22
T12	Lixiviación	Arena	10

*Nota:* Elaboración propia.

La Tabla 22, muestra los tratamientos con mayor promedio de porcentaje de germinación son escarificación mecánica y sustrato de algodón (90 %), escarificación mecánica y sustrato de papel (86 %), y escarificación mecánica y sustrato de arena (74 %); mientras que los que nos proporcionan menor porcentaje de algodón son la escarificación química combinada con los diferentes tipos de sustrato, ya que el porcentaje es 4 %, 10%, 0 % y 4 % respectivamente.

**Tabla 22***porcentaje de germinación de L. glabrata*

Tipo de escarificado y sustrato	N	Media	Desv	Desv Error	95% del intervalo de confianza para la media		Min	Max	Varianza entre componente
					Limites inferiores	Limites superiores			
E. Química y S. de algodón	2	4,0000	5,65685	4,00000	-46,824	54,8248	,00	8,00	
E. Química y S. de papel Sanitario	2	10,0000	8,48528	6,00000	-66,237	86,2372	4,00	16,00	
E. Química y S. de materia orgánica	2	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00	
E. Química y S. de materia orgánica	2	4,0000	,00000	,00000	4,0000	4,0000	4,00	4,00	
E. Química y S. de arena	2	90,0000	2,82843	2,00000	64,5876	115,412	88,00	92,00	
E. Mecánica y S. de papel Sanitario	2	86,0000	8,48528	6,00000	9,7628	162,237	80,00	92,00	
E. Mecánica y S. de materia orgánica	2	22,0000	8,48528	6,00000	-54,237	98,2372	16,00	28,00	
E. Mecánica y S. de arena	2	74,0000	8,48528	6,00000	-2,2372	150,237	68,00	80,00	
E. Lixiviación y S. de algodón	2	32,0000	5,65685	4,00000	-18,824	82,8248	28,00	36,00	
E. Lixiviación y S. de papel Sanitario	2	32,0000	16,9705	12,0000	120,474	184,474	20,00	44,00	
E. Lixiviación y S. de materia orgánica	2	22,0000	8,48528	6,00000	-54,237	98,2372	16,00	28,00	
E. Lixiviación y S. de arena	2	10,0000	2,82843	2,00000	-15,412	35,4124	8,00	12,00	
Total	4	32,1667	32,5278	6,63971	18,4314	45,9020	,00	92,00	
Modelo Efectos fijos				7,78888	1,58990	28,7026	35,630		
Efectos aleatorios					9,45631	11,3535	52,979		1042,727

*Nota:* Resultados del porcentaje de germinación.

Como vemos en la tabla 23 análisis ANVA, existe diferencia significativa para los promedios de germinación usando los diferentes tratamientos, es decir al menos 1 tratamiento genera un promedio de porcentaje de germinación diferente.

**Tabla 23**

*Análisis de varianza del porcentaje de germinación de L. glabrata*

<b>FV</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
Tipo de Escarificación	16929,333	2	8464,667	139,527	0,000
Tipo de Sustrato	3127,333	3	1042,444	17,183	0,000
Escarificación* Sustrato	3550,667	6	591,778	9,755	0,000
Error	728,000	12	60,667		
Total	49168,000	24			

*Nota:* resultados del análisis de análisis Anva.

En la tabla 24, nuestro el análisis Post ANVA usando Tukey Podemos concluir que los mejores tratamientos para obtener el mayor porcentaje promedio de germinación es usar escarificación mecánica combinada ya sea con sustrato de algodón, papel sanitario o arena por separado.

Tabla 24

Análisis Post ANVA usando Tukey

(J) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv Error	sig	95% del intervalo de confianza para la media	
					Limites inferiores	Limites superiores
	E. Química y S. de papel sanitario.	-6,00000	7,78888	,999	-36,9231	24,9231
	E. Química y S. de materia orgánica	4,00000	7,78888	1,000	-26,9231	34,9231
	E. Química y S. de arena	,00000	7,78888	1,000	-30,9231	30,9231
	E. Mecánica y S. de algodón	-86,0000	7,78888	,000	-116,923	-55,0769
Escarificación	E. Mecánica y S. de papel sanitario.	-82,0000	7,78888	,000	-112,923	-51,0769
Química y Sustrato de algodón	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-18,0000	7,78888	,515	-48,9231	12,923
	E. Mecánica y S. de arena	-70,0000	7,78888	,000	-100,9231	-39,076
	E. Lixiviación y S. de algodón	-28,0000	7,78888	,090	-58,9231	2,9231
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-28,0000	7,78888	,090	-58,9231	2,9231
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-18,0000	7,78888	,515	-48,9231	12,923
	E. Lixiviación y S. de arena	-6,00000	7,78888	,999	-36,9231	24,923
	E. Química y S. de algodón	6,00000	7,78888	,999	-24,9231	36,923
	E. Química y S. de materia orgánica	10,0000	7,78888	,966	-20,9231	40,923
	E. Química y S. de arena	6,00000	7,78888	,999	-24,9231	36,923
	E. Mecánica y S. de algodón	-80,0000	7,78888	,000	-110,9231	-49,076
Escarificación	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-76,0000	7,78888	,000	-106,9231	-45,076
Química y Sustrato de papel sanitario.	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-12,0000	7,78888	,901	-42,9231	18,923
	E. Mecánica y S. de arena	-64,0000	7,78888	,000	-94,9231	-33,076
	E. Lixiviación y S. de algodón	-22,00000	7,78888	,277	-52,9231	8,9231
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-22,00000	7,78888	,277	-52,9231	8,9231
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-12,00000	7,78888	,901	-42,9231	18,9231
	E. Lixiviación y S. de arena	,00000	7,78888	1,00	-30,9231	30,9231

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	-4,00000	7,78888	1,000	-34,9231	26,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	-10,00000	7,78888	,966	-40,9231	20,9231
	E. Química y S. de arena	-4,00000	7,78888	1,000	-34,9231	26,9231
	E. Mecánica y S. de algodón	-90,00000	7,78888	,000	-120,9231	-59,0769
Escarificación	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-86,00000	7,78888	,000	-116,9231	-55,0769
Química y Sustrato de	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-22,00000	7,78888	,277	-52,9231	8,9231
materia orgánica	E. Mecánica y S. de arena	-74,00000	7,78888	,000	-104,9231	-43,0769
	E. Lixiviación y S. de algodón	-32,00000	7,78888	,040	-62,9231	-1,0769
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-32,00000	7,78888	,040	-62,9231	-1,0769
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-22,00000	7,78888	,277	-52,9231	8,9231
	E. Lixiviación y S. de arena	-10,00000	7,78888	,966	-40,9231	20,9231
	E. Química y S. de algodón	,00000	7,78888	1,000	-30,9231	30,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	-6,00000	7,78888	,999	-36,9231	24,9231
	E. Química y S. de materia orgánica	4,00000	7,78888	1,000	-26,9231	34,9231
	E. Mecánica y S. de algodón	-86,00000	7,78888	,000	-116,9231	-55,0769
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-82,00000	7,78888	,000	-112,9231	-51,0769
Escarificación	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-18,00000	7,78888	,515	-48,9231	12,9231
Química y Sustrato de	E. Mecánica y S. de arena	-70,00000	7,78888	,000	-100,9231	-39,0769
arena	E. Lixiviación y S. de algodón	-28,00000	7,78888	,090	-58,9231	2,9231
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-28,00000	7,78888	,090	-58,9231	2,9231
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-18,00000	7,78888	,515	-48,9231	12,9231
	E. Lixiviación y S. de arena	-6,00000	7,78888	,999	-36,9231	24,9231

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	86,00000	7,78888	,000	55,0769	116,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	80,00000	7,78888	,000	49,0769	110,9231
	E. Química & S. de materia orgánica	90,00000	7,78888	,000	59,0769	120,9231
	E. Química & S. de arena	86,00000	7,78888	,000	55,0769	116,9231
Escarificación	E. Mecánica & S. de papel sanitario	4,00000	7,78888	1,000	-26,9231	34,9231
Mecánica y Sustrato	E. Mecánica & S. de materia orgánica	68,00000	7,78888	,000	37,0769	98,9231
de algodón	E. Mecánica & S. de arena	16,00000	7,78888	,658	-14,9231	46,9231
	E. Lixiviación & S. de algodón	58,00000	7,78888	,000	27,0769	88,9231
	E. Lixiviación & S. de papel sanitario	58,00000	7,78888	,000	27,0769	88,9231
	E. Lixiviación & S. de materia orgánica	68,00000	7,78888	,000	37,0769	98,9231
	E. Lixiviación & S. de arena	80,00000	7,78888	,000	49,0769	110,9231
	E. Química & S. de algodón	82,00000	7,78888	,000	51,0769	112,9231
	E. Química & S. de papel sanitario	76,00000	7,78888	,000	45,0769	106,9231
	E. Química & S. de materia orgánica	86,00000	7,78888	,000	55,0769	116,9231
	E. Química & S. de arena	82,00000	7,78888	,000	51,0769	112,9231
Escarificación	E. Mecánica & S. de algodón	-4,00000	7,78888	1,000	-34,9231	26,9231
Mecánica & Sustrato	E. Mecánica & S. de materia orgánica	64,00000	7,78888	,000	33,0769	94,9231
de papel sanitario	E. Mecánica & S. de arena	12,00000	7,78888	,901	-18,9231	42,9231
	E. Lixiviación & S. de algodón	54,00000	7,78888	,001	23,0769	84,9231
	E. Lixiviación & S. de papel sanitario	54,00000	7,78888	,001	23,0769	84,9231
	E. Lixiviación & S. de materia orgánica	64,00000	7,78888	,000	33,0769	94,9231
	E. Lixiviación & S. de arena	76,00000	7,78888	,000	45,0769	106,9231

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	86,00000	7,78888	,000	55,0769	116,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	80,00000	7,78888	,000	49,0769	110,9231
	E. Química y S. de materia orgánica	90,00000	7,78888	,000	59,0769	120,9231
	E. Química y S. de arena	86,00000	7,78888	,000	55,0769	116,9231
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	4,00000	7,78888	1,000	-26,9231	34,9231
Escarificación	E. Mecánica y S. de materia orgánica	68,00000	7,78888	,000	37,0769	98,9231
Mecánica y Sustrato de algodón	E. Mecánica y S. de arena	16,00000	7,78888	,658	-14,9231	46,9231
	E. Lixiviación y S. de algodón	58,00000	7,78888	,000	27,0769	88,9231
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	58,00000	7,78888	,000	27,0769	88,9231
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	68,00000	7,78888	,000	37,0769	98,9231
	E. Lixiviación y S. de arena	80,00000	7,78888	,000	49,0769	110,9231
	E. Química y S. de algodón	18,00000	7,78888	,515	-12,9231	48,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	12,00000	7,78888	,901	-18,9231	42,9231
	E. Química y S. de materia orgánica	22,00000	7,78888	,277	-8,9231	52,9231
	E. Química y S. de arena	18,00000	7,78888	,515	-12,9231	48,9231
Escarificación	E. Mecánica y S. de algodón	-68,00000	7,78888	,000	-98,9231	-37,0769
Mecánica y Sustrato de materia orgánica	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-64,00000	7,78888	,000	-94,9231	-33,0769
	E. Mecánica y S. de arena	-52,00000	7,78888	,001	-82,9231	-21,0769
	E. Lixiviación y S. de algodón	-10,00000	7,78888	,966	-40,9231	20,9231
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-10,00000	7,78888	,966	-40,9231	20,9231
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	,00000	7,78888	1,000	-30,9231	30,9231
	E. Lixiviación y S. de arena	12,00000	7,78888	,901	-18,9231	42,9231

*(Continuación)*

	E. Química y S. de algodón	86,00000	7,78888	,000	55,0769	116,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	80,00000	7,78888	,000	49,0769	110,9231
	E. Química y S. de materia orgánica	90,00000	7,78888	,000	59,0769	120,9231
	E. Química y S. de arena	86,00000	7,78888	,000	55,0769	116,9231
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	4,00000	7,78888	1,000	-26,9231	34,9231
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	68,00000	7,78888	,000	37,0769	98,9231
Escarificación	E. Mecánica y S. de arena	16,00000	7,78888	,658	-14,9231	46,9231
Mecánica y Sustrato de algodón	E. Lixiviación y S. de algodón	58,00000	7,78888	,000	27,0769	88,9231
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	58,00000	7,78888	,000	27,0769	88,9231
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	68,00000	7,78888	,000	37,0769	98,9231
	E. Lixiviación y S. de arena	80,00000	7,78888	,000	49,0769	110,9231
	E. Química y S. de algodón	70,00000	7,78888	,000	39,0769	100,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	64,00000	7,78888	,000	33,0769	94,9231
	E. Química y S. de materia orgánica	74,00000	7,78888	,000	43,0769	104,9231
	E. Química y S. de arena	70,00000	7,78888	,000	39,0769	100,9231
	E. Mecánica y S. de algodón	-16,00000	7,78888	,658	-46,9231	14,9231
Escarificación	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-12,00000	7,78888	,901	-42,9231	18,9231
Mecánica y Sustrato de arena	E. Mecánica y S. de materia orgánica	52,00000	7,78888	,001	21,0769	82,9231
	E. Lixiviación y S. de algodón	42,00000	7,78888	,005	11,0769	72,9231
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	42,00000	7,78888	,005	11,0769	72,9231
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	52,00000	7,78888	,001	21,0769	82,9231
	E. Lixiviación y S. de arena	64,00000	7,78888	,000	33,0769	94,9231

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	28,00000	7,78888	,090	-2,9231	58,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	22,00000	7,78888	,277	-8,9231	52,9231
	E. Química y S. de materia orgánica	32,00000	7,78888	,040	1,0769	62,9231
	E. Química y S. de arena	28,00000	7,78888	,090	-2,9231	58,9231
	E. Mecánica y S. de algodón	-58,00000	7,78888	,000	-88,9231	-27,0769
Escarificación	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-54,00000	7,78888	,001	-84,9231	-23,0769
Lixiviación &	E. Mecánica y S. de materia orgánica	10,00000	7,78888	,966	-20,9231	40,9231
Sustrato de algodón	E. Mecánica y S. de arena	-42,00000	7,78888	,005	-72,9231	-11,0769
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	,00000	7,78888	1,000	-30,9231	30,9231
	E. Lixiviación & S. de materia orgánica	10,00000	7,78888	,966	-20,9231	40,9231
	E Lixiviación & S. de arena	22,00000	7,78888	,277	-8,9231	52,9231
	E. Química y S. de algodón	28,00000	7,78888	,090	-2,9231	58,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	22,00000	7,78888	,277	-8,9231	52,9231
	E Química y S de materia orgánica	32,00000	7,78888	,040	1,0769	62,9231
Escarificación	E. Química y S. de arena	28,00000	7,78888	,090	-2,9231	58,9231
Lixiviación &	E. Mecánica & S. de algodón	-58,00000	7,78888	,000	-88,9231	-27,0769
Sustrato de papel	E. Mecánica y S de papel sanitario	-54,00000	7,78888	,001	-84,9231	-23,0769
sanitario	E. Mecánica y S. de materia orgánica	10,00000	7,78888	,966	-20,9231	40,9231
	E. Mecánica y S. de arena	-42,00000	7,78888	,005	-72,9231	-11,0769
	E. Lixiviación y S. de algodón	,00000	7,78888	1,000	-30,9231	30,9231
	E. Lixiviación y S de materia orgánica	10,00000	7,78888	,966	-20,9231	40,9231
	E. Lixiviación & S. de arena	22,00000	7,78888	,277	-8,9231	52,9231

*(Continuación)*

	E. Química y S. de algodón	18,00000	7,78888	,515	-12,9231	48,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	12,00000	7,78888	,901	-18,9231	42,9231
	E. Química y S. de materia orgánica	22,00000	7,78888	,277	-8,9231	52,9231
	E. Química y S. de arena	18,00000	7,78888	,515	-12,9231	48,9231
	E. Mecánica y S. de algodón	-68,00000	7,78888	,000	-98,9231	-37,0769
Escarificación	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-64,00000	7,78888	,000	-94,9231	-33,0769
Lixiviación y	E. Mecánica y S. de materia orgánica	,00000	7,78888	1,000	-30,9231	30,9231
Sustrato de materia	E. Mecánica y S. de arena	-52,00000	7,78888	,001	-82,9231	-21,0769
orgánica	E. Lixiviación y S. de algodón	-10,00000	7,78888	,966	-40,9231	20,9231
	E. Lixiviación y S de papel sanitario	-10,00000	7,78888	,966	-40,9231	20,9231
	E. Lixiviación y S. de arena	12,00000	7,78888	,901	-18,9231	42,9231
	E. Química y S. de algodón	6,00000	7,78888	,999	-24,9231	36,9231
	E. Química y S. de papel sanitario	,00000	7,78888	1,000	-30,9231	30,9231
	E. Química y S. de materia orgánica	10,00000	7,78888	,966	-20,9231	40,9231
	E. Química y S de arena	6,00000	7,78888	,999	-24,9231	36,9231
Escarificación	E. Mecánica y S. de algodón	-80,00000	7,78888	,000	-110,9231	-49,0769
Lixiviación y	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-76,00000	7,78888	,000	-106,9231	-45,0769
Sustrato de arena	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-12,00000	7,78888	,901	-42,9231	18,9231
	E. Mecánica y S. de arena	-64,00000	7,78888	,000	-94,9231	-33,0769
	E. Lixiviación y S. de algodón	-22,00000	7,78888	,277	-52,9231	8,9231
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-22,00000	7,78888	,277	-52,9231	8,9231
	E. Lixiviación y S de materia orgánica	-12,00000	7,78888	,901	-42,9231	18,9231

*Nota. Análisis Post ANVA usando Tukey.*

### 3.3.6. Resultados del análisis de energía germinativa (EG %)

La Tabla 25, da a conocer la cantidad de semillas germinadas en el menor tiempo posible. Como es el caso del tratamiento 5, escarificación mecánica con un sustrato de papel sanitario, se obtuvo el 100 % de semillas germinadas.

**Tabla 25**

#### *Energía germinativa*

<b>Tratamiento</b>	<b>Tipo de escarificación</b>	<b>Sustrato</b>	<b>% Germinación</b>	<b>Energía germinativa</b>
T1	Químico	Algodón	4	4
T2	Químico	Papel sanitario	10	8
T3	Químico	Materia orgánica	0	0
T4	Químico	Arena	4	2
T5	Mecánica	Algodón	90	4
T6	Mecánica	Papel sanitario	86	4
T7	Mecánica	Materia orgánica	22	5
T8	Mecánica	Arena	74	5
T9	Lixiviación	Algodón	32	5
T10	Lixiviación	Papel sanitario	32	8
T11	Lixiviación	Materia orgánica	32	8
T12	Lixiviación	Arena	10	10

*Nota. Resultados de la cantidad de semillas germinadas.*

En la Tabla 26, los tratamientos que nos brindan mayor promedio de energía germinativa son escarificación mecánica y sustrato de algodón (48,00), escarificación mecánica y sustrato de papel (42,00), y escarificación mecánica y sustrato de arena (50,00); mientras que los que nos proporcionan menor promedio es cuando se usa escarificación química combinado con sustrato de algodón, papel higiénico, materia orgánica o arena, ya que los promedios son 4,00, 8,00, 0,00 y 2,00 respectivamente.

**Tabla 26***Tabla de medias de energía germinativa*

Tipo de escarificado y sustrato	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mín.	Máx.	Varianza entre componente
					Límite inferior	Límite superior			
					E. Química y S. de algodón	2			
E. Química y S. de papel sanitario	2	8,0000	5,65685	4,0000	-42,8248	58,8248	4,00	12,00	
E. Química y S. de materia orgánica	2	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00	
E. Química y S. de arena	2	2,0000	2,82843	2,0000	-23,4124	27,4124	,00	4,00	
E. Mecánica y Sustrato de algodón	2	48,0000	11,3137	8,0000	-53,6496	149,649	40,00	56,00	
E. Mecánica y S. de papel sanitario	2	42,0000	8,48528	6,0000	-34,2372	118,237	36,00	48,00	
E. Mecánica y S. de materia orgánica	2	10,0000	2,82843	2,0000	-15,4124	35,4124	8,00	12,00	
E. Mecánica y S. de arena	2	50,0000	25,4558	18,000	-178,711	278,711	32,00	68,00	
E. Lixiviación y S. de algodón	2	10,000	14,1421	10,000	-117,06	137,06	,00	20,00	
E. Lixiviación y S. de papel sanitario	2	12,0000	,00000	,00000	12,0000	12,0000	12,00	12,00	
E. Lixiviación y S. de materia orgánica	2	18,0000	14,1421	10,0000	-109,06	145,062	8,00	28,00	
E. Lixiviación y S. de arena	2	10,0000	2,82843	2,00000	-15,412	35,4124	8,00	12,00	
Total	4	17,8333	19,27302	3,93409	9,6951	25,9716	,00	68,00	
Modelo									
			Efectos fijos		10,55146	2,15381	13,1406	22,5261	
			Efectos aleatorios		5,22499	6,3332	29,3335		271,93

*Nota. Elaboración propia.*

Los resultados de acuerdo con el análisis de varianza de la energía germinativa de *L. glabrata* muestra que el tipo de escarificación no afecta significativamente variables estudiada (Tabla 27).

**Tabla 27**

*Análisis de varianza para la energía germinativa de L. glabrata*

FV	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados	F	SIG.
	t		Medios		
Tipo de escarificado	4965,333	2	2482,667	22,299	0,00
Tipo de Sustrato	578,000	3	192,667	1,731	0,21
escarificado*sustrato	1664,000	6	277,333	2,491	0,08
Error	1336,000	12	111,333		
Total	16176,000	24			

*Nota:* Elaboración propia

Los resultados de acuerdo al análisis post ANVA usando Tukey, hacemos la comparación del tratamiento donde se usó la escarificación mecánica combinada con el sustrato de algodón versus los tratamientos donde se usa la escarificación química combinada con los 4 sustratos por separado, apreciamos que con todos se obtiene un promedio de energía germinativa diferente; mientras que cuando se compara con la escarificación mecánica combinada con los diferentes sustratos por separado, concluimos que generan el mismo promedio de germinación, es decir que se puede usar cualquier combinación y genera la misma respuesta (Tabla 28).

Tabla 28

*Pruebas post hoc Comparaciones múltiples de la energía germinativa.*

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Escarificación Química y Sustrato de algodón	E. Química & S. de papel sanitario	-4,00000	10,55146	1,000	-45,8909	37,8909
	E. Química & S. de materia orgánica	4,00000	10,55146	1,000	-37,8909	45,8909
	E. Química & S. de arena	2,00000	10,55146	1,000	-39,8909	43,8909
	E. Mecánica & S. de algodón	-44,00000	10,55146	,036	-85,8909	-2,1091
	E. Mecánica & S. de papel sanitario	-38,00000	10,55146	,089	-79,8909	3,8909
	E. Mecánica & S. de materia orgánica	-6,00000	10,55146	1,000	-47,8909	35,8909
	E. Mecánica y S. de arena	-46,00000	10,55146	,027	-87,8909	-4,1091
	E. Lixiviación y S. de algodón	-6,00000	10,55146	1,000	-47,8909	35,8909
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-8,00000	10,55146	,999	-49,8909	33,8909
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-14,00000	10,55146	,959	-55,8909	27,8909
E. Lixiviación y S. de arena	-6,00000	10,55146	1,000	-47,8909	35,8909	
Escarificación Química y Sustrato de papel sanitario	E. Química y S. de algodón	4,00000	10,55146	1,000	-37,8909	45,8909
	E. Química y S. de materia orgánica	8,00000	10,55146	,999	-33,8909	49,8909
	E. Química y S. de arena	6,00000	10,55146	1,000	-35,8909	47,8909
	E. Mecánica y S. de algodón	-40,00000	10,55146	,066	-81,8909	1,8909
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-34,00000	10,55146	,158	-75,8909	7,8909
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-2,00000	10,55146	1,000	-43,8909	39,8909
	E. Mecánica y S. de arena	-42,00000	10,55146	,049	-83,8909	-,1091
	E. Lixiviación y S. de algodón	-2,00000	10,55146	1,000	-43,8909	39,8909
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-4,00000	10,55146	1,000	-45,8909	37,8909
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-10,00000	10,55146	,996	-51,8909	31,8909
E. Lixiviación y S. de arena	-2,00000	10,55146	1,000	-43,8909	39,8909	

*(Continuación)*

	E. Química y S. de algodón	-4,00000	10,55146	1,000	-45,8909	37,8909
	E. Química y S. de papel sanitario	-8,00000	10,55146	,999	-49,8909	33,8909
	E. Química y S. de arena	-2,00000	10,55146	1,000	-43,8909	39,8909
Escarificación	E. Mecánica y S. de algodón	-48,00000	10,55146	,020	-89,8909	-6,1091
Química y	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-42,00000	10,55146	,049	-83,8909	-,1091
Sustrato de	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-10,00000	10,55146	,996	-51,8909	31,8909
materia	E. Mecánica y S. de arena	-50,00000	10,55146	,015	-91,8909	-8,1091
orgánica	E. Lixiviación y S. de algodón	-10,00000	10,55146	,996	-51,8909	31,8909
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-12,00000	10,55146	,985	-53,8909	29,8909
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-18,00000	10,55146	,836	-59,8909	23,8909
	E. Lixiviación y S. de arena	-10,00000	10,55146	,996	-51,8909	31,8909
	E. Química y S. de algodón	-2,00000	10,55146	1,000	-43,8909	39,8909
	E. Química y S. de papel sanitario	-6,00000	10,55146	1,000	-47,8909	35,8909
	E. Química y S. de materia orgánica	2,00000	10,55146	1,000	-39,8909	43,8909
Escarificación	E. Mecánica y S. de algodón	-46,00000	10,55146	,027	-87,8909	-4,1091
Química y	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-40,00000	10,55146	,066	-81,8909	1,8909
Sustrato de	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-8,00000	10,55146	,999	-49,8909	33,8909
arena	E. Mecánica y S. de arena	-48,00000	10,55146	,020	-89,8909	-6,1091
	E. Lixiviación y S. de algodón	-8,00000	10,55146	,999	-49,8909	33,8909
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-10,00000	10,55146	,996	-51,8909	31,8909
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-16,00000	10,55146	,909	-57,8909	25,8909
	E. Lixiviación y S. de arena	-8,00000	10,55146	,999	-49,8909	33,8909

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	44,00000	10,55146	,036	2,1091	85,8909
	E. Química y Sustrato de papel sanitario	40,00000	10,55146	,066	-1,8909	81,8909
	E. Química y S. de materia orgánica	48,00000	10,55146	,020	6,1091	89,8909
	E. Química y S. de arena	46,00000	10,55146	,027	4,1091	87,8909
Escarificación	E. Mecánica y S. de papel sanitario	6,00000	10,55146	1,000	-35,8909	47,8909
Mecánica y	E. Mecánica y S. de materia orgánica	38,00000	10,55146	,089	-3,8909	79,8909
Sustrato de	E. Mecánica y S. de arena	-2,00000	10,55146	1,000	-43,8909	39,8909
algodon	E. Lixiviación y S. de algodón	38,00000	10,55146	,089	-3,8909	79,8909
	E. Lixiviación y Sustrato de papel sanitario	36,00000	10,55146	,119	-5,8909	77,8909
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	30,00000	10,55146	,270	-11,8909	71,8909
	E. Lixiviación y S. de arena	38,00000	10,55146	,089	-3,8909	79,8909
	E. Química y S. de algodón	38,00000	10,55146	,089	-3,8909	79,8909
	E. Química y S. de papel sanitario	34,00000	10,55146	,158	-7,8909	75,8909
	E. Química y S. de materia orgánica	42,00000	10,55146	,049	,1091	83,8909
	E. Química y S. de arena	40,00000	10,55146	,066	-1,8909	81,8909
Escarificación	E. Mecánica y S. de algodón	-6,00000	10,55146	1,000	-47,8909	35,8909
Mecánica v	E. Mecánica y S. de materia orgánica	32,00000	10,55146	,208	-9,8909	73,8909
Sustrato de	E. Mecánica y S. de arena	-8,00000	10,55146	,999	-49,8909	33,8909
papel sanitario	E. Lixiviación y S. de algodón	32,00000	10,55146	,208	-9,8909	73,8909
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	30,00000	10,55146	,270	-11,8909	71,8909
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	24,00000	10,55146	,535	-17,8909	65,8909
	E. Lixiviación y S. de arena	32,00000	10,55146	,208	-9,8909	73,8909

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	6,0000	10,55146	1,000	-35,8909	47,8909
	E. Química y S. de papel sanitario	2,00000	10,55146	1,000	-39,8909	43,8909
	E. Química y S. de materia orgánica	10,0000	10,55146	,996	-31,8909	51,8909
	E. Química y S. de arena	8,00000	10,55146	,999	-33,8909	49,8909
Escarificación	E. Mecánica y S. de algodón	-38,0000	10,55146	,089	-79,8909	3,8909
Mecánica y Sustrato	E. Mecánica y S. de papel sanitarios	-32,0000	10,55146	,208	-73,8909	9,8909
de materia orgánica	E. Mecánica y S. de arena	-40,0000	10,55146	,066	-81,8909	1,8909
	E. Lixiviación y S. de algodón	,00000	10,55146	1,000	-41,8909	41,8909
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-2,00000	10,55146	1,000	-43,8909	39,8909
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-8,00000	10,55146	,999	-49,8909	33,8909
	E. Lixiviación y S. de arena	,00000	10,55146	1,000	-41,8909	41,8909
	E. Química y S. de algodón	46,0000	10,55146	,027	4,1091	87,8909
	E. Química y S. de papel sanitario	42,0000	10,55146	,049	,1091	83,8909
	E. Química y S. de materia orgánica	50,0000	10,55146	,015	8,1091	91,8909
Escarificación	E. Química y S. de arena	48,0000	10,55146	,020	6,1091	89,8909
Mecánica y Sustrato	E. Mecánica y S. de algodón	2,00000	10,55146	1,000	-39,8909	43,8909
de arena	E. Mecánica y S. de papel sanitario	8,00000	10,55146	,999	-33,8909	49,8909
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	40,00000	10,55146	,066	-1,8909	81,8909
	E. Lixiviación y S. de algodón	40,00000	10,55146	,066	-1,8909	81,8909
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	38,00000	10,55146	,089	-3,8909	79,8909
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	32,00000	10,55146	,208	-9,8909	73,8909
	E. Lixiviación y S. de arena	40,00000	10,55146	,066	-1,8909	81,8909

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	6,0000	10,55146	1,000	-35,890	47,890
	E. Química y S. de papel sanitario	2,00000	10,55146	1,000	-39,890	43,890
	E. Química y S. de materia orgánica	10,0000	10,55146	,996	-31,890	51,890
	E. Química y S. de arena	8,00000	10,55146	,999	-33,890	49,890
Escarificación	E. Mecánica y S. de algodón	-38,0000	10,55146	,089	-79,890	3,890
Lixiviación y	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-32,0000	10,55146	,208	-73,890	9,8909
Sustrato de algodón	E. Mecánica y S. de materia orgánica	,00000	10,55146	1,000	-41,890	41,890
	E. Mecánica y S. de arena	-40,0000	10,55146	,066	-81,890	1,8909
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-2,0000	10,55146	1,000	-43,890	39,890
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-8,00000	10,55146	,999	-49,890	33,890
	E. Lixiviación y S. de arena	,00000	10,55146	1,000	-41,890	41,890
	E. Química y S. de algodón	8,00000	10,55146	,999	-33,890	49,890
	E. Química y S. de papel sanitario	4,00000	10,55146	1,000	-37,890	45,890
	E. Química y S. de materia orgánica	12,0000	10,55146	,985	-29,890	53,890
Escarificación	E. Química y S. de arena	10,0000	10,55146	,996	-31,890	51,890
Lixiviación y	E. Mecánica y S. de algodón	-36,0000	10,55146	,119	-77,890	5,8909
Sustrato de papel	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-30,0000	10,55146	,270	-71,890	11,890
sanitario	E. Mecánica y Sustrato de materia orgánica	2,00000	10,55146	1,000	-39,890	43,890
	E. Mecánica y Sustrato de arena	-38,0000	10,55146	,089	-79,890	3,8909
	E. Lixiviación y S. de algodón	2,00000	10,55146	1,000	-39,890	43,8909
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-6,00000	10,55146	1,000	-47,890	35,8909
	E. Lixiviación y S. de arena	2,00000	10,55146	1,000	-39,890	43,8909

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	14,0000	10,55146	,959	-27,890	55,8909
	E. Química y S. de papel sanitario	10,0000	10,55146	,996	-31,890	51,8909
	E. Química & Sustrato de materia orgánica	18,0000	10,55146	,836	-23,890	59,8909
	E. Química y S. de arena	16,0000	10,55146	,909	-25,890	57,8909
Escarificación	E. Mecánica y S. de algodón	-30,0000	10,55146	,270	-71,890	11,8909
Lixiviación y	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-24,0000	10,55146	,535	-65,890	17,8909
Sustrato de materia orgánica	E. Mecánica y S. de materia orgánica	8,0000	10,55146	,999	-33,890	49,8909
	E. Mecánica y S. de arena	-32,0000	10,55146	,208	-73,890	9,8909
	E. Lixiviación y S. de algodón	8,00000	10,55146	,999	-33,890	49,8909
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	6,00000	10,55146	1,000	-35,890	47,8909
	E. Lixiviación y S. de arena	8,00000	10,55146	,999	-33,890	49,8909
	E. Química y S. de algodón	6,00000	10,55146	1,000	-35,890	47,8909
	E. Química y S. de papel sanitario	2,00000	10,55146	1,000	-39,890	43,8909
	E. Química y S. de materia orgánica	10,0000	10,55146	,996	-31,890	51,8909
	E. Química y S. de arena	8,00000	10,55146	,999	-33,890	49,8909
Escarificación	E. Mecánica y S. de algodón	-38,0000	10,55146	,089	-79,890	3,8909
Lixiviación y	E. Mecánica & S. de papel sanitario	-32,0000	10,55146	,208	-73,890	9,8909
Sustrato de arena	E. Mecánica y S. de materia orgánica	,00000	10,55146	1,000	-41,890	41,8909
	E. Mecánica y S. de arena	-40,0000	10,55146	,066	-81,890	1,8909
	E. Lixiviación y S. de algodón	,00000	10,55146	1,000	-41,890	41,8909
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-2,00000	10,55146	1,000	-43,890	39,8909
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-8,00000	10,55146	,999	-49,890	33,8909

*Nota:* Elaboración propia.

### 3.3.7. Resultados del tiempo medio de germinación máxima (TMG)

En la Tabla 29, se muestra el tiempo máximo de germinación de las semillas. Como es el caso del tratamiento 5, escarificación mecánica con un sustrato de algodón se obtuvo el 90% de semillas germinadas.

**Tabla 29**

*Evaluación del tiempo medio de germinación*

tratamiento	tipo de escarificación	sustrato	% germinación	energía germinativa	tmg
T1	Químico	Algodón	4	4	2
T2	Químico	P. sanitario	10	8	3
T3	Químico	M. Orgánica	0	0	0
T4	Químico	Arena	4	2	2
T5	Mecánica	Algodón	90	48	7
T6	Mecánica	P. sanitario	86	42	8
T7	Mecánica	M. Orgánica	22	10	6
T8	Mecánica	Arena	74	50	2
T9	Lixiviación	Algodón	32	10	6
T10	Lixiviación	P. sanitario	32	12	6
T11	Lixiviación	M. Orgánica	22	18	6
T12	Lixiviación	Arena	10	10	3

*Nota:* Resultados de la germinación de semillas

La Tabla 30 hace referencia que los tratamientos que nos brindan mayor tasa media de germinación (TMG) son escarificación mecánico y sustrato de algodón (2,700), escarificación mecánica y sustrato de papel (2,580), y escarificación mecánica y sustrato de arena (2,220); mientras que los que nos proporcionan menor promedio es cuando se usa escarificación química combinado con sustrato de algodón, papel higiénico, materia orgánica o arena, ya que los promedios son 0,120, 0,00, 0,120 respectivamente

**Tabla 30***Tabla de medias de los tratamientos de TGM*

Tipo de escarificado y sustrato	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mín.	Máx.	Varianza entre componente
					Límite inferior	Límite superior			
E. Química & S. de algodón	2	,1200	,16971	,12000	-1,4047	1,6447	,00	,24	
E. Química & S. de papel sanitario	2	,3000	,25456	,18000	-1,9871	2,5871	,12	,48	
E. Química & S. de materia orgánica	2	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00	
E. Química & S. de arena	2	,1200	,00000	,00000	,1200	,1200	,12	,12	
E. Mecánica & S. de algodón	2	2,7000	,08485	,06000	1,9376	3,4624	2,64	2,76	
E. Mecánica & S. de papel sanitario	2	2,5800	,25456	,18000	,2929	4,8671	2,40	2,76	
E. Mecánica & S. de materia orgánica	2	,6600	,25456	,18000	-1,6271	2,9471	,48	,84	
E. Mecánica & S. de arena	2	2,2200	,25456	,18000	-,0671	4,5071	2,04	2,40	
E. Lixiviación & S. de algodón	2	,9600	,16971	,12000	-,5647	2,4847	,84	1,08	
E. Lixiviación & S. de papel sanitario	2	,9600	,50912	,36000	-3,6142	5,5342	,60	1,32	
E. Lixiviación & S. de materia orgánica	2	,6600	,25456	,18000	-1,6271	2,9471	,48	,84	
E. Lixiviación & S. de arena	2	,3000	,08485	,06000	-,4624	1,0624	,24	,36	
Total	24	,9650	,97583	,19919	,5529	1,3771	,00	2,76	
Modelo Efectos fijos			,23367	,04770	,8611	1,0689			
Efectos aleatorios				,28369	,3406	1,5894			,93845

*Nota:* Resultados de los tratamientos realizados de TGM.

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza establece que el tipo de escarificación, sustrato y la interrelación de dos variables afecta significativamente en la variable tiempo medio de germinación de las muestras de semillas de *L. glabrata* (Tabla 31).

**Tabla 31**

*Análisis de varianza del tiempo medio de germinación*

<b>Fv</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F</b>	<b>SIG.</b>
Tipo de escarificado	15,236	2,00	7,62	139,53	0,00
Tipo de Sustrato	2,815	3,00	0,94	17,18	0,00
escarificado* sustrato	3,196	6,00	0,53	9,75	0,00
Error	655	12,00	0,05		
Total	44,251	24,00			

*Nota:* Elaboración propia.

La Tabla 32 se visualiza el análisis post ANVA usando Tukey, hacemos la comparación del tratamiento donde se usó la escarificación mecánica combinada con el sustrato de algodón versus los tratamientos donde se usa la escarificación química combinada con los 4 sustratos por separado, apreciamos que con todos se obtiene un promedio de tiempo medio de germinación diferente; mientras que cuando se compara con la escarificación mecánica combinada con los diferentes sustratos por separado, concluimos que generan el mismo promedio de germinación, es decir que se puede usar cualquier combinación y genera la misma respuesta. Podemos concluir que los mejores tratamientos para obtener la mayor tasa media germinativa (TMG) es usar escarificación mecánica combinada con cualquiera de los 4 sustratos, es decir de algodón, papel higiénico, materia orgánica o arena. \*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Tabla 32

## Comparaciones múltiples para TMG

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
E. Química y Sustrato de algodón	E. Química y S. de papel sanitario	-,18000	,23367	,999	-1,1077	,7477
	E. Química y S. de materia orgánica	,12000	,23367	1,000	-,8077	1,0477
	E. Química y S. de arena	,00000	,23367	1,000	-,9277	,9277
	E. Mecánica y S. de algodón	-2,5800*	,23367	,000	-3,5077	-1,6523
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-2,4600*	,23367	,000	-3,3877	-1,5323
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-,54000	,23367	,515	-1,4677	,3877
	E. Mecánica y S. de arena	-2,1000*	,23367	,000	-3,0277	-1,1723
	E. Lixiviación y S. de algodón	-,84000	,23367	,090	-1,7677	,0877
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-,84000	,23367	,090	-1,7677	,0877
E. Química & Sustrato de papel sanitario	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-,54000	,23367	,515	-1,4677	,3877
	E. Lixiviación y S. de arena	-,18000	,23367	,999	-1,1077	,7477
	E. Química y S de algodón	,18000	,23367	,999	-,7477	1,1077
	E. Química y S de materia orgánica	,30000	,23367	,966	-,6277	1,2277
	E. Química y S de arena	,18000	,23367	,999	-,7477	1,1077
	E. Mecánica y S de algodón	-2,4000*	,23367	,000	-3,3277	-1,4723
	E. Mecánica y S de papel sanitario	-2,2800*	,23367	,000	-3,2077	-1,3523
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-,36000	,23367	,901	-1,2877	,5677
	E. Mecánica y S. de arena	-1,9200*	,23367	,000	-2,8477	-,9923
E. Lixiviación y S. de algodón	E. Lixiviación y S. de algodón	-,66000	,23367	,277	-1,5877	,2677
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-,66000	,23367	,277	-1,5877	,2677
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-,36000	,23367	,901	-1,2877	,2677
	E. Lixiviación y S. de arena	,00000	,23367	1,000	-,9277	,2677

	E. Química y S. de algodón	,18000	,23367	,999	-,7477	1,1077
	E. Química y S. de materia orgánica	,30000	,23367	,966	-,6277	1,2277
	E. Química y S. de arena	,18000	,23367	,999	-,7477	1,1077
	E. Mecánica y S. de algodón	-2,40000*	,23367	,000	-3,3277	-1,4723
E. Química y	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-2,28000*	,23367	,000	-3,2077	-1,3523
Sustrato de papel	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-,36000	,23367	,901	-1,2877	,5677
sanitario	E. Mecánica y S. de arena	-1,92000*	,23367	,000	-2,8477	-,9923
	E. Lixiviación y Su. de algodón	-,66000	,23367	,277	-1,5877	,2677
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-,66000	,23367	,277	-1,5877	,2677
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-,36000	,23367	,901	-1,2877	,5677
	E. Lixiviación y S. de arena	,00000	,23367	1,000	-,9277	,9277
	E. Química y S. de algodón	-,12000	,23367	1,000	-1,0477	,8077
	E. Química y S. de papel sanitario	-,30000	,23367	,966	-1,2277	,6277
	E. Química y S. de arena	-,12000	,23367	1,000	-1,0477	,8077
	E. Mecánica y S. de algodón	-2,70000*	,23367	,000	-3,6277	-1,7723
E. Química y	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-2,58000*	,23367	,000	-3,5077	-1,6523
Sustrato de	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-,66000	,23367	,277	-1,5877	,2677
materia orgánica	E. Mecánica y S. de arena	-2,22000*	,23367	,000	-3,1477	-1,2923
	E. Lixiviación y S. de algodón	-,96000*	,23367	,040	-1,8877	-,0323
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-,96000*	,23367	,040	-1,8877	-,0323
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-,66000	,23367	,277	-1,5877	,2677
	E. Lixiviación y S. de arena	-,30000	,23367	,966	-1,2277	,6277

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	,00000	,23367	1,000	-,9277	,9277
	E. Química y S. de papel sanitario	-,18000	,23367	,999	-1,1077	,7477
	E. Química y S. de materia orgánica	,12000	,23367	1,000	-,8077	1,0477
	E. Mecánica y S. de algodón	-2,58000*	,23367	,000	-3,5077	-1,6523
	E Mecánica y S. de papel sanitario	-2,46000*	,23367	,000	-3,3877	-1,5323
E. Química y Sustrato de arena	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-,54000	,23367	,515	-1,4677	,3877
	E. Mecánica y S. de arena	-2,10000*	,23367	,000	-3,0277	-1,1723
	E. Lixiviación y S. de algodón	-,84000	,23367	,090	-1,7677	,0877
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-,84000	,23367	,090	-1,7677	,0877
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-,54000	,23367	,515	-1,4677	,3877
	E. Lixiviación y S. de arena	-,18000	,23367	,999	-1,1077	,7477
	E. Química y S. de algodón	2,58000*	,23367	,000	1,6523	3,5077
	E. Química y S. de papel sanitario	2,40000*	,23367	,000	1,4723	3,3277
	E. Química y S. de materia orgánica	2,70000*	,23367	,000	1,7723	3,6277
E. Mecánica y Sustrato de algodón	E. Química y S. de arena	2,58000*	,23367	1,000	1,6523	3,5077
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	,12000	,23367	,000	-,8077	1,0477
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	2,04000*	,23367	,658	1,1123	2,9677
	E. Mecánica y S. de arena	,48000	,23367	,000	-,4477	1,4077
	E. Lixiviación y S. de algodón	1,74000*	,23367	,000	,8123	2,6677
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	1,74000*	,23367	,000	,8123	2,6677
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	2,04000*	,23367	,000	1,1123	2,9677
	E. Lixiviación y S. de arena	2,40000*	,23367	,000	1,4723	3,3277

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	2,46000*	,23367	,000	1,5323	3,3877
	E. Química y S. de papel sanitario	2,28000*	,23367	,000	1,3523	3,2077
	E. Química y S. de materia orgánica	2,58000*	,23367	,000	1,6523	3,5077
	E. Química y S. de arena	2,46000*	,23367	,000	1,5323	3,3877
E. Mecánica y	E. Mecánica y S. de algodón	-,12000	,23367	1,000	-1,0477	,8077
Sustrato de papel	E. Mecánica y S. de materia orgánica	1,92000*	,23367	,000	,9923	2,8477
sanitario	E. Mecánica y S. de arena	,36000	,23367	,901	-,5677	1,2877
	E. Lixiviación y S. de algodón	1,62000*	,23367	,001	,6923	2,5477
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	1,62000*	,23367	,001	,6923	2,5477
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	1,92000*	,23367	,000	,9923	2,8477
	E. Lixiviación y S. de arena	2,28000*	,23367	,000	1,3523	3,2077
	E. Química y S. de algodón	,54000	,23367	,515	-,3877	1,4677
	E. Química y S. de papel sanitario	,36000	,23367	,901	-,5677	1,2877
	E. Química y S. de materia orgánica	,66000	,23367	,277	-,2677	1,5877
	E. Química y S. de arena	,54000	,23367	,515	-,3877	1,4677
E. Mecánica y	E. Mecánica y S. de algodón	-2,04000*	,23367	,000	-2,9677	-1,1123
Sustrato de materia	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-1,92000*	,23367	,000	-2,8477	-,9923
orgánica	E. Mecánica y S. de arena	-1,56000*	,23367	,001	-2,4877	-,6323
	E. Lixiviación y S. de algodón	-,30000	,23367	,966	-1,2277	,6277
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-,30000	,23367	,966	-1,2277	,6277
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	,00000	,23367	1,000	-,9277	,9277
	E. Lixiviación y S. de arena	,36000	,23367	,901	-,5677	1,2877

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	2,10000*	,23367	,000	1,1723	3,0277
	E. Química y S. de papel sanitario	1,92000*	,23367	,000	,9923	2,8477
	E. Química y S. de materia orgánica	2,22000*	,23367	,000	1,2923	3,1477
	E. Química y S. de arena	2,10000*	,23367	,000	1,1723	3,0277
E. Mecánica y Sustrato de arena	E. Mecánica y S. de algodón	-,48000	,23367	,658	-1,4077	,4477
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-,36000	,23367	,901	-1,2877	,5677
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	1,56000*	,23367	,001	,6323	2,4877
	E. Lixiviación y S. de algodón	1,26000*	,23367	,005	,3323	2,1877
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	1,26000*	,23367	,005	,3323	2,1877
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	1,56000*	,23367	,001	,6323	2,4877
	E. Lixiviación y S. de arena	1,92000*	,23367	,000	,9923	2,8477
	E. Química y S. de algodón	,84000	,23367	,090	-,0877	1,7677
	E. Química y S. de papel sanitario	,66000	,23367	,277	-,2677	1,5877
	E. Química y S. de materia orgánica	,96000*	,23367	,040	,0323	1,8877
E. Lixiviación y Sustrato de algodón	E. Química y S. de arena	,84000	,23367	,090	-,0877	1,7677
	E. Mecánica y S. de algodón	-1,74000*	,23367	,000	-2,6677	-,8123
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-1,62000*	,23367	,001	-2,5477	-,6923
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	,30000	,23367	,966	-,6277	1,2277
	E. Mecánica y S. de arena	-1,26000*	,23367	,005	-2,1877	-,3323
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	,00000	,23367	1,000	-,9277	,9277
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	,30000	,23367	,966	-,6277	1,2277
	E. Lixiviación y S. de arena	,66000	,23367	,277	-,2677	1,5877

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	,84000	,23367	,090	-,0877	1,7677
	E. Química y S. de papel sanitario	,66000	,23367	,277	-,2677	1,5877
	E. Química y S. de materia orgánica	,96000*	,23367	,040	,0323	1,8877
	E. Química y S. de arena	,84000	,23367	,090	-,0877	1,7677
E. Lixiviación y	E. Mecánica y S. de algodón	-1,74000*	,23367	,000	-2,6677	-,8123
Sustrato de papel	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-1,62000*	,23367	,001	-2,5477	-,6923
sanitario	E. Mecánica y S. de materia orgánica	,30000	,23367	,966	-,6277	1,2277
	E. Mecánica y S. de arena	-1,26000*	,23367	,005	-2,1877	-,3323
	E. Lixiviación y S. de algodón	,00000	,23367	1,000	-,9277	,9277
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	,30000	,23367	,966	-,6277	1,2277
	E. Lixiviación y S. de arena	,66000	,23367	,277	-,2677	1,5877
	E. Química y S. de algodón	,54000	,23367	,515	-,3877	1,4677
	E. Química y S. de papel sanitario	,36000	,23367	,901	-,5677	1,2877
E. Lixiviación y	E. Química y S. de materia orgánica	,66000	,23367	,277	-,2677	1,2877
Sustrato de materia	E. Química y S. de arena	,54000	,23367	,515	-,3877	1,4677
orgánica	E. Mecánica y S. de algodón	-2,04000*	,23367	,000	-2,9677	-1,1123
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-1,92000*	,23367	,000	-2,8477	-,9923
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	,00000	,23367	1,000	-,9277	,9277
	E. Mecánica y S. de arena	-1,56000*	,23367	,001	-2,4877	-,6323
	E. Lixiviación y S. de algodón	-,30000	,23367	,966	-1,2277	,6277
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-,30000	,23367	,966	-1,2277	,6277
	E. Lixiviación y S. de arena	,36000	,23367	,901	-,5677	1,2877

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	,18000	,23367	,999	-,7477	1,1077
	E. Química y S. de papel sanitario	,00000	,23367	1,000	-,9277	,9277
	E. Química y S. de materia orgánica	,30000	,23367	,966	-,6277	1,2277
	E. Química y S. de arena	,18000	,23367	,999	-,7477	1,1077
E. Lixiviación y	E. Mecánica y S. de algodón	-2,40000*	,23367	,000	-3,3277	-1,4723
Sustrato de arena	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-2,28000*	,23367	,000	-3,2077	-1,3523
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-,36000	,23367	,901	-1,2877	,5677
	E. Mecánica y S. de arena	-1,92000*	,23367	,000	-2,8477	-,9923
	E. Lixiviación y S. de algodón	-,66000	,23367	,277	-1,5877	,2677
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-,66000	,23367	,277	-1,5877	,2677
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-,36000	,23367	,901	-1,2877	,5677

*Nota:* Resultados del análisis TNG post ANVA usando Tukey.

Tabla 33 se visualiza las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos a. utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000

**Tabla 33**

*Tabla de subconjuntos homogéneos TGM*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
E. Química & Sustrato de materia orgánica	2	,0000		
E. Química & Sustrato de algodón	2	,1200	,1200	
E. Química & Sustrato de arena	2	,1200	,1200	
E. Química & Sustrato de papel sanitario	2	,3000	,3000	
E. Lixiviación & Sustrato de arena	2	,3000	,3000	
E. Mecánica & Sustrato de materia orgánica	2	,6600	,6600	
E. Lixiviación & Sustrato de materia orgánica	2	,6600	,6600	
E. Lixiviación & Sustrato de algodón	2		,9600	
E. Lixiviación & Sustrato de papel sanitario	2		,9600	
E. Mecánica & Sustrato de arena	2			2,2200
E. Mecánica & Sustrato de papel sanitario	2			2,5800
E. Mecánica & Sustrato de algodón	2			2,7000
Sig.		,277	,090	,658

*Nota:* Elaboración propia con ayuda de programas estadístico spss.

### 3.3.8. Prueba de valor germinativo

En la tabla 34, los tratamientos que nos brindan mayor promedio de valor germinativo son escarificación mecánica y sustrato de algodón (31,310), escarificación mecánica y sustrato de papel higiénico (29,980), y escarificación mecánica y sustrato de arena (20,605); mientras que los que nos proporcionan menor promedio es cuando se usa escarificación química combinado con sustrato de algodón, materia orgánica o arena, ya que los promedios son 0,065, 0,00, 0,045 respectivamente

**Tabla 34***Tabla de medias del valor germinativo*

Tipo de escarificado y sustrato	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mín.	Máx.
					Límite inferior	Límite superior		
E. Química y S. de algodón	2	,0650	,09192	,06500	-,7609	,8909	,00	,13
E. Química y S. de papel sanitario	2	,3450	,40305	,28500	-3,2763	3,9663	,06	,63
E. Química y S. de materia orgánica	2	,0000	,00000	,00000	,0000	,0000	,00	,00
E. Química y S. de arena	2	,0450	,02121	,01500	-,1456	,2356	,03	,06
E. Mecánica y S. de algodón	2	31,3100	1,49907	1,06000	17,8414	44,7786	30,25	32,37
E. Mecánica y S. de papel sanitario	2	29,9800	4,35578	3,08000	-9,1551	69,1151	26,90	33,06
E. Mecánica y S. de materia orgánica	2	1,7050	,99702	,70500	-7,2529	10,6629	1,00	2,41
E. Mecánica y S. de arena	2	20,6050	3,59917	2,54500	-11,7323	52,9423	18,06	23,15
E. Lixiviación y S. de algodón	2	4,3150	1,15258	,81500	-6,0406	14,6706	3,50	5,13
E. Lixiviación y S. de papel sanitario	2	3,5300	2,78600	1,97000	-21,5012	28,5612	1,56	5,50
E. Lixiviación y S. de materia orgánica	2	2,2200	1,18794	,84000	-8,4532	12,8932	1,38	3,06
E. Lixiviación y S. de arena	2	,3600	,15556	,11000	-1,0377	1,7577	,25	,47
Total	24	7,8733	11,87585	2,42415	2,8586	12,8881	,00	33,06

*Nota:* Resultados del VG. Con el programa spss.

En la Tabla 35, el análisis de varianza nos muestra que no existe grado de significancia para los tipos de escarificación y sustratos empleados en la investigación.

**Tabla 35**

*Análisis de varianza del valor germinativo*

<b>FV</b>	<b>suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Entre grupos	3197,961	11	290,724	76,064	,000
Dentro de grupos	45,865	12	3,822		
Total	3243,826	23			

*Nota:* Resultados del análisis de valor germinativo.

La Tabla 43 nos muestra el análisis post ANVA usando Tukey, hacemos la comparación del tratamiento donde se usó la escarificación mecánica combinada con el sustrato de algodón versus los tratamientos donde se usa la escarificación química combinada con los 4 sustratos por separado, apreciamos que con todos se obtiene un promedio de valor germinativo diferente; mientras que cuando se compara con la escarificación mecánica combinada con el sustrato de algodón versus escarificación mecánica combinada con sustrato de papel higiénico genera el mismo promedio, mientras con los demás sustratos generan promedios diferentes. Podemos concluir que los mejores tratamientos para obtener el mayor promedio de valor germinativo es usar escarificación mecánica combinada con sustratos de algodón o de papel sanitario.

Tabla 43

## Comparaciones múltiples del valor germinativo

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
E. Química y Sustrato de algodón	E. Química y S. de papel sanitario.	-,28000	1,95502	1,000	-8,0417	7,4817
	E. Química y S. de materia orgánica	,06500	1,95502	1,000	-7,6967	7,8267
	E. Química y S. de arena	,02000	1,95502	1,000	-7,7417	7,7817
	E. Mecánica y S. de algodón	-31,24500*	1,95502	,000	-39,0067	-23,4833
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-29,91500*	1,95502	,000	-37,6767	-22,1533
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-1,64000	1,95502	,999	-9,4017	6,1217
	E. Mecánica y S. de arena	-20,54000*	1,95502	,000	-28,3017	-12,7783
	E. Lixiviación y S. de algodón	-4,25000	1,95502	,591	-12,0117	3,5117
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-3,46500	1,95502	,806	-11,2267	4,2967
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-2,15500	1,95502	,988	-9,9167	5,6067
E. Química y Sustrato de papel sanitario	E. Lixiviación y S. de arena	-,29500	1,95502	1,000	-8,0567	7,4667
	E. Química y S. de algodón	,28000	1,95502	1,000	-7,4817	8,0417
	E. Química y S. de materia orgánica	,34500	1,95502	1,000	-7,4167	8,1067
	E. Química y S. de arena	,30000	1,95502	1,000	-7,4617	8,0617
	E. Mecánica y S. de algodón	-30,96500*	1,95502	,000	-38,7267	-23,2033
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-29,63500*	1,95502	,000	-37,3967	-21,8733
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-1,36000	1,95502	1,000	-9,1217	6,4017
	E. Mecánica y S. de arena	-20,26000*	1,95502	,000	-28,0217	-12,4983
	E. Lixiviación y S. de algodón	-3,97000	1,95502	,671	-11,7317	3,7917
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-3,18500	1,95502	,869	-10,9467	4,5767
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-1,87500	1,95502	,996	-9,6367	5,8867
	E. Lixiviación y S. de arena	-,01500	1,95502	1,000	-7,7767	7,7467

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	-,06500	1,95502	1,000	-7,8267	7,6967
	E. Química y S. de papel sanitario	-,34500	1,95502	1,000	-8,1067	7,4167
	E. Química y S. de arena	-,04500	1,95502	1,000	-7,8067	7,7167
	E. Mecánica y S. de algodón	-31,31000*	1,95502	,000	-39,0717	-23,5483
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-29,98000*	1,95502	,000	-37,7417	-22,2183
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-1,70500	1,95502	,998	-9,4667	6,0567
E. Química y Sustrato de materia orgánica	E. Mecánica y S. de arena	-20,60500*	1,95502	,000	-28,3667	-12,8433
	E. Lixiviación y S. de algodón	-4,31500	1,95502	,572	-12,0767	3,4467
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-3,53000	1,95502	,790	-11,2917	4,2317
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-2,22000	1,95502	,986	-9,9817	5,5417
	E. Lixiviación y S. de arena	-,36000	1,95502	1,000	-8,1217	7,4017
	E. Química y S. de algodón	-,02000	1,95502	1,000	-7,7817	7,7417
	E. Química y S. de papel sanitario	-,30000	1,95502	1,000	-8,0617	7,7417
	E. Química y S. de materia orgánica	,04500	1,95502	1,000	-7,7167	7,8067
	E. Mecánica y S. de algodón	-31,2650*	1,95502	,000	-39,0267	-23,5033
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-29,9350*	1,95502	,000	-37,6967	-22,1733
Escarificación Química y Sustrato de arena	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-1,66000	1,95502	,999	-9,4217	6,1017
	E. Mecánica y S. de arena	-20,5600*	1,95502	,000	-28,3217	-12,7983
	E. Lixiviación y S. de algodón	-4,27000	1,95502	,585	-12,0317	3,4917
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-3,48500	1,95502	,801	-11,2467	4,2767
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-2,17500	1,95502	,988	-9,9367	5,5867
	E. Lixiviación y S. de arena	-,31500	1,95502	1,000	-8,0767	7,4467

(Continuación)

	E. Química & Sustrato de algodón	31,24500*	1,95502	,000	23,4833	39,0067
	E. Química & Sustrato de papel sanitario	30,96500*	1,95502	,000	23,2033	38,7267
	E. Química & Sustrato de materia orgánica	31,31000*	1,95502	,000	23,5483	39,0717
	E. Química & Sustrato de arena	31,26500*	1,95502	,000	23,5033	39,0267
	E. Mecánica & Sustrato de papel sanitario	1,33000	1,95502	1,000	-6,4317	9,0917
	E. Mecánica & Sustrato de materia orgánica	29,60500*	1,95502	,000	21,8433	37,3667
Escarificación Mecánica y Sustrato de algodón	E. Mecánica & Sustrato de arena	10,70500*	1,95502	,005	2,9433	18,4667
	E. Lixiviación & Sustrato de algodón	26,99500*	1,95502	,000	19,2333	34,7567
	E. Lixiviación & Sustrato de papel sanitario	27,78000*	1,95502	,000	20,0183	35,5417
	E. Lixiviación & Sustrato de materia orgánica	29,09000*	1,95502	,000	21,3283	36,8517
	E. Lixiviación & Sustrato de arena	30,95000*	1,95502	,000	23,1883	38,7117
	E. Química & Sustrato de algodón	29,91500*	1,95502	,000	22,1533	37,6767
	E. Química & Sustrato de papel sanitario	29,63500*	1,95502	,000	21,8733	37,3967
	E. Química & Sustrato de materia orgánica	29,98000*	1,95502	,000	22,2183	37,7417
	E. Química & Sustrato de arena	29,93500*	1,95502	,000	22,1733	37,6967
Escarificación Mecánica & Sustrato de papel sanitario	E. Mecánica & Sustrato de algodón	-1,33000	1,95502	1,000	-9,0917	6,4317
	E. Mecánica & Sustrato de materia orgánica	28,27500*	1,95502	,000	20,5133	36,0367
	E. Mecánica & Sustrato de arena	9,37500*	1,95502	,014	1,6133	17,1367
	E. Lixiviación & Sustrato de algodón	25,66500*	1,95502	,000	17,9033	33,4267
	E. Lixiviación & Sustrato de papel sanitario	26,45000*	1,95502	,000	18,6883	34,2117
	E. Lixiviación & Sustrato de materia orgánica	27,76000*	1,95502	,000	19,9983	35,5217
	E. Lixiviación & Sustrato de arena	29,62000*	1,95502	,000	21,8583	37,3817

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	1,64000	1,95502	,999	-6,1217	9,4017
	E. Química y S. de papel sanitario	1,36000	1,95502	1,000	-6,4017	9,1217
	E. Química y S. de materia orgánica	1,70500	1,95502	,998	-6,0567	9,4667
	E. Química y S. de arena	1,66000	1,95502	,999	-6,1017	9,4217
	E. Mecánica y S. de algodón	-29,60500*	1,95502	,000	-37,3667	-21,8433
E. Mecánica y Sustrato de materia orgánica	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-28,27500*	1,95502	,000	-36,0367	-20,5133
	E. Mecánica y S. de arena	-18,90000*	1,95502	,000	-26,6617	-11,1383
	E. Lixiviación y S. de algodón	-2,61000	1,95502	,957	-10,3717	5,1517
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-1,82500	1,95502	,997	-9,5867	5,9367
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-,51500	1,95502	1,000	-8,2767	7,2467
	E. Lixiviación y S. de arena	1,34500	1,95502	1,000	-6,4167	9,1067
	E. Química y S. de algodón	20,54000*	1,95502	,000	12,7783	28,3017
	E. Química y S. de papel sanitario	20,26000*	1,95502	,000	12,4983	28,0217
	E. Química y S. de materia orgánica	20,60500*	1,95502	,000	12,8433	28,3667
	E. Química y S. de arena	20,56000*	1,95502	,000	12,7983	28,3217
E. Mecánica y Sustrato de arena	E. Mecánica y S. de algodón	-10,70500*	1,95502	,005	-18,4667	-2,9433
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-9,37500*	1,95502	,014	-17,1367	-1,6133
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	18,90000*	1,95502	,000	11,1383	26,6617
	E. Lixiviación y S. de algodón	16,29000*	1,95502	,000	8,5283	24,0517
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	17,07500*	1,95502	,000	9,3133	24,8367
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	18,38500*	1,95502	,000	10,6233	26,1467
	E. Lixiviación y S. de arena	20,24500*	1,95502	,000	12,4833	28,0067

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	4,25000	1,95502	,591	-3,5117	12,0117
	E. Química y S. de papel sanitario	3,97000	1,95502	,671	-3,7917	11,7317
	E. Química y S. de materia orgánica	4,31500	1,95502	,572	-3,4467	12,0767
	E. Química y S. de arena	4,27000	1,95502	,585	-3,4917	12,0317
	E. Mecánica y S. de algodón	-26,99500*	1,95502	,000	-34,7567	-19,2333
E. Lixiviación y Sustrato de algodón	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-25,66500*	1,95502	,000	-33,4267	-17,9033
	E. Mecánica y Sustrato de materia orgánica	2,61000	1,95502	,957	-5,1517	10,3717
	E. Mecánica y S. de arena	-16,29000*	1,95502	,000	-24,0517	-8,5283
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	,78500	1,95502	1,000	-6,9767	8,5467
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	2,09500	1,95502	,991	-5,6667	9,8567
	E. Lixiviación y S. de arena	3,95500	1,95502	,675	-3,8067	11,7167
	E. Química y S. de algodón	3,46500	1,95502	,806	-4,2967	11,2267
	E. Química y S. de papel sanitario	3,18500	1,95502	,869	-4,5767	10,9467
	E. Química y S. de materia orgánica	3,53000	1,95502	,790	-4,2317	11,2917
	E. Química y S. de arena	3,48500	1,95502	,801	-4,2767	11,2467
E. Lixiviación y Sustrato de papel sanitario	E. Mecánica y S. de algodón	-27,78000*	1,95502	,000	-35,5417	-20,0183
	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-26,45000*	1,95502	,000	-34,2117	-18,6883
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	1,82500	1,95502	,997	-5,9367	9,5867
	E. Mecánica y S. de arena	-17,07500*	1,95502	,000	-24,8367	-9,3133
	E. Lixiviación y S. de algodón	-,78500	1,95502	1,000	-8,5467	6,9767
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	1,31000	1,95502	1,000	-6,4517	9,0717
	E. Lixiviación y S. de arena	3,17000	1,95502	,872	-4,5917	10,9317

(Continuación)

	E. Química y S. de algodón	2,15500	1,95502	,988	-5,6067	9,9167
	E. Química y S. de papel sanitario	1,87500	1,95502	,996	-5,8867	9,6367
	E. Química y S. de materia orgánica	2,22000	1,95502	,986	-5,5417	9,9817
	E. Química y S. de arena	2,17500	1,95502	,988	-5,5867	9,9367
	E. Mecánica y S. de algodón	-29,09000*	1,95502	,000	-36,8517	-21,3283
E. Lixiviación y Sustrato de materia orgánica	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-27,76000*	1,95502	,000	-35,5217	-19,9983
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	,51500	1,95502	1,000	-7,2467	8,2767
	E. Mecánica y S. de arena	-18,38500*	1,95502	,000	-26,1467	-10,6233
	E. Lixiviación y S. de algodón	-2,09500	1,95502	,991	-9,8567	5,6667
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-1,31000	1,95502	1,000	-9,0717	6,4517
	E. Lixiviación y S. de arena	1,86000	1,95502	,996	-5,9017	9,6217
	E. Química y S. de algodón	,29500	1,95502	1,000	-7,4667	8,0567
	E. Química y S. de papel sanitario	,01500	1,95502	1,000	-7,7467	7,7767
	E. Química y S. de materia orgánica	,36000	1,95502	1,000	-7,4017	8,1217
	E. Química y S. de arena	,31500	1,95502	1,000	-7,4467	8,0767
	E. Mecánica y S. de algodón	-30,95000*	1,95502	,000	-38,7117	-23,1883
E. Lixiviación y Sustrato de arena	E. Mecánica y S. de papel sanitario	-29,62000*	1,95502	,000	-37,3817	-21,8583
	E. Mecánica y S. de materia orgánica	-1,34500	1,95502	1,000	-9,1067	6,4167
	E. Mecánica y S. de arena	-20,24500*	1,95502	,000	-28,0067	-12,4833
	E. Lixiviación y S. de algodón	-3,95500	1,95502	,675	-11,7167	3,8067
	E. Lixiviación y S. de papel sanitario	-3,17000	1,95502	,872	-10,9317	4,5917
	E. Lixiviación y S. de materia orgánica	-1,86000	1,95502	,996	-9,6217	5,9017

Nota: Resultados de post ANVA usando Tukey.

Tabla 63 se visualiza las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos a. utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000

**Tabla 36**

*Tabla Subconjuntos homogéneos del valor germinativo*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
E. Química y Sustrato de materia orgánica	2	,0000		
E. Química y Sustrato de arena	2	,0450		
E. Química y Sustrato de algodón	2	,0650		
E. Química & Sustrato de papel sanitario	2	,3450		
E. Lixiviación & Sustrato de arena	2	,3600		
E. Mecánica & Sustrato de materia orgánica	2	1,7050		
E. Lixiviación & Sustrato de materia orgánica	2	2,2200		
E. Lixiviación & Sustrato de papel sanitario	2	3,5300		
E. Lixiviación & Sustrato de algodón	2	4,3150		
E. Mecánica & Sustrato de arena	2		20,6050	
E. Mecánica & Sustrato de papel sanitario	2			29,9800
E. Mecánica & Sustrato de algodón	2			31,3100
Sig.	24	,572	1,000	1,000

*Nota:* Elaboración propia con ayuda de programas estadísticos.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

### 4.1. La prueba de vigor de *N. pallida* y *L. glabrata*

Los resultados obtenidos en la prueba de vigor fueron: 181,75  $\mu\text{S cm}$  para *N. Pallida* y 206,75 para *L. glabrata* en la presente investigación. Es necesario indicar que la evaluación del vigor de las semillas se puede realizar mediante métodos bioquímicos donde se emplean pruebas de calorimetría del pH exudado y la prueba de conductividad eléctrica (Baroné *et al.*, 2016). Bocanegra (2010) indica en su ensayo de germinación de *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. Que los mejores porcentajes de vigor fluctúan entre 51 y 79 %. Asimismo, Mancipe y Calderón (2018) describieron que el vigor de las semillas altoandinas aplicando la prueba de tetrazolio y con una TZ de 40 °C a 24 horas de exposición fue de 1 a 1,5 %. Por otro lado, Blanco (2016) manifiesta que el vigor de la semilla influye en la calidad, además, de los sustratos y técnica utilizada.

En la presente investigación se tuvo en cuenta el nivel del daño en las membranas celulares como resultado del deterioro de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata*. Es por esto por lo que es necesario resaltar que hubo lixiviación de sus constituyentes celulares, se considera que, a mayor conductividad eléctrica de la solución, menor es el vigor de las semillas. ISTA (2017) reafirma manifestando que el vigor de la semilla no es una propiedad medible única, si no que agrupa diferentes características en función del lote de semillas.

### 4.2. Prueba de viabilidad de la semilla

La prueba de viabilidad de las semillas es un factor importante que nos da a conocer la capacidad germinativa de las mismas. La presente investigación evaluó la viabilidad de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata* con tetrazolio al 0,5 % y al 1 % durante un tiempo de 4, 6 y 8 horas, como resultados se obtuvo para *N. pallida* el 95 %, de tinción con 0,5 %

de tetrazolio y 96 % de tinción con 1 % de tetrazolio. Para *L. glabrata* se obtuvo el 98 % tinción al 0,5 % de tetrazolio y el 93 % de tinción al 1 % de tetrazolio. Los resultados fueron muy satisfactorios ya que la viabilidad de la semilla fue alta, mayor a 85 %. Mientras que el estudio realizado por De la Cruz (2017), referido a la viabilidad de semilla de *Moringa oleífera* Lam realizado en la ciudad de Pucallpa”, obtuvo valores por debajo de los encontrados en esta investigación, siendo el T2 con 67 % de germinación, el T3, T1 y T0 con 50, 47 y 47 % de germinación respectivamente. Valores diferentes que podrían deberse al uso del sustrato, como el uso del tetrazolio.

Además, la prueba de germinación como lo señala Quispe (2014) permite reconocer semillas que son viables, latentes o tener el embrión dañado. Para esta prueba en la presente investigación se utilizó la prueba del tetrazolio que es rápida al momento de estimar la viabilidad de las semillas, además de su vigor basado en la alteración del color. Mientras que la FAO y SERFOR (2017) describen que es la capacidad de la semilla para germinar y producir una planta normal. Capacidad que se vio reflejada de manera satisfactoria en la presente investigación.

#### **4.3. Prueba de la capacidad germinativa (escarificación química, mecánica y lixiviación)**

El presente estudio determina la capacidad germinativa con tres pre tratamientos: químico, mecánico y lixiviación. El proceso químico se le aplico, hidróxido de sodio (5 %) por 16 horas. Para el proceso mecánico, se utilizó un martillo para darle pequeños golpes livianos a la semilla, con el fin de romper la cascará y solo quede el embrión en óptimas condiciones. Finalmente, el proceso de lixiviación en este proceso, las semillas fueron remojadas en agua corriente durante un tiempo de 12 horas como lo señala Varela y Arana, (2011). Como resultado de estos pre tratamientos se tiene porcentaje de germinación para *N. pallida* que fue en sustrato de arena con un 40 % y el menor fue en sustrato de algodón con 0 %. Para *L. glabrata* el sustrato que obtuvo mayor porcentaje de germinación fue en papel higiénico con un 16 % y el sustrato con menor porcentaje fue en materia orgánica con 0 %. Para el pre tratamiento mecánico obtuvo mayor porcentaje de germinación para la semilla de *L. glabrata* fue en algodón y papel higiénico con el 92 % para *N. pallida* el sustrato que obtuvo el 100 % fue en algodón y papel higiénico y algodón. Por último, el pre tratamiento por lixiviación se obtuvo un 32 % en papel higiénico y 10 % en arena.

Resultados que difieren de lo encontrado por Blanco (2016) quien evaluó la eficiencia de diferentes sustratos y técnicas de escarificación en semillas de “palma de dátíl” (*P. dactylifera*), donde utilizo la técnica de escarificación de semillas (física), mediante el uso de lija y agua caliente a 80 °C. Además, de la técnica de escarificación (química), que utilizó ácido sulfúrico al 95 %, sumergiendo las semillas por un período de 10 minutos para luego lavarlas y colocarlas en el sustrato. Valores que no coinciden pudiéndose asumir debido a la técnica y sustrato utilizado en la presente investigación.

El estudio realizado por Torres (2017) sobre la capacidad germinativa en semillas de *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 capacidad germinativa de 0,82 germinaciones/día en semillas colocadas en bolsas plásticas, conteniendo vermiculita humedecido con agua, a una temperatura de 25° mínimo y de 40° máximo. Igualmente, Albuquerque (2017), alcanzó 0,76 germinaciones/día en semillas con sustrato mineral de vermiculita a temperatura de 25° mínimo y 39° máximo. Por lo que se puede atribuir que el sustrato empleado por ambos investigadores alcanzó mejores imbibiciones en las semillas y por ende mayor rapidez germinativa, además, en ambos experimentos las semillas fueron estimuladas mediante hidratación por 48 horas. Por lo contrario, las semillas experimentales de los tratamientos evaluados en la presente investigación no fueron sometidas a un proceso pre germinativo, esto puede haber influido retardando la velocidad germinación con respecto al tiempo. Lo indicado tendría relación con lo señalado por Sánchez (2016) quienes indican que, la capacidad germinativa depende esencialmente del tamaño de la semilla y de los pretratamientos. Mientras más grande, la germinación se hace lento, debido a que le demanda más tiempo en acumular humedad y embeberse.

Es importante señalar que los tratamientos pre germinativos pueden ayudar activar la latencia en las semillas tal como lo señala Ponce (2017). Existen semillas de germinación lenta debido a que su cubierta protectora y factores ambientales influyen en el porcentaje de germinación. En la presente investigación no se hizo un pre tratamiento y de esta manera ha podido limitar

capacidad germinativa de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata* y de esta manera coincidiendo con la mayoría de las investigaciones como la de Mayo *et al.* (2017) que además indica la importancia de las técnicas de geminación y así obtener resultados satisfactorios.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. La evaluación del vigor de las semillas en las dos especies *N. pallida* y *L. glabrata* del bosque seco El Cerezo, comunidad campesina Juan Velasco Alvarado, distrito Morropón fue de un valor máximo de 181  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 206  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente.
2. La viabilidad de las semillas de *N. pallida* y *L. glabrata* recolectada del bosque seco El Cerezo, comunidad campesina Juan Velasco Alvarado, distrito Morropón que dio mejor resultado con la concentración de tetrazolio al 0,5; 1 y 5 % por seis y ocho horas mostraron una viabilidad de 95, 98 y 93 %.
3. Se determinó que la evaluación de la viabilidad mediante la prueba de tetrazolio es eficiente ya que, gracias a esta, se puede conocer el potencial germinativo de un lote de semillas, presentando una alternativa rápida para determinar la calidad fisiológica de semillas, en menos de 24 h. Además, que la prueba de capacidad germinativa, el pre tratamiento con mejores resultados fue el de escarificación mecánica, en papel sanitario con 100 % para *N. pallida*. y un 90 % en escarificación mecánica en algodón para *L. glabrata*.
4. Se determinó en el análisis post anva usando Tukey, que el tratamiento donde se usó la escarificación mecánica combinada con el sustrato de algodón versus los tratamientos donde se usa la escarificación química combinada con los 4 sustratos por separado, se obtuvo un promedio de valor germinativo diferente; mientras que cuando se compara con la escarificación mecánica combinada con el sustrato de algodón versus escarificación mecánica combinada con sustrato de papel sanitario genera el mismo promedio, mientras con los demás sustratos generan promedios diferentes.

Podemos concluir que los mejores tratamientos para obtener el mayor promedio de valor germinativo es usar escarificación mecánica combinada con sustratos de algodón o de papel sanitario.

## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

1. Para realizar estos estudios se recomienda utilizar más de una técnica (química, mecánica y lixiviación), con el fin de encontrar la más adecuada, dado que estas semillas de *N. pallida* y *L. glabrata* son de testa muy dura que esto imposibilita el ingreso de agua.
2. A los investigadores se recomienda realizar una propagación masiva y una propagación experimental para mejorar la capacidad germinativa de la semilla de *N. pallida* y *L. glabrata*.
3. Se recomienda realizar más de dos repeticiones en los tratamientos esto nos ayuda a mejorar la precisión experimental de cualquier estudio.
4. A los investigadores se les recomienda realizar la escarificación mecánica con pequeños golpecitos con el martillo, de tal manera que solo afecte la testa y no el embrión.
5. Para estudios parecidos o iguales a este se recomienda tener en cuenta ciertas características para la selección de árboles como de las semillas que serán utilizadas en el estudio.

## REFERENCIAS

- Albuquerque, F. P. (2017). *Germinação, desenvolvimento da plântula, variabilidade genética, morfoanatomia e mobilização de reservas em sementes de Jarina (Phytelephas macrocarpa Ruiz & Pavón)*. [Tesis de pos grado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA]. Repositorio institucional [https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/4996/1/Pedro\\_Ferraz.pdf](https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/4996/1/Pedro_Ferraz.pdf)
- 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]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. [http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5515/Rosmery\\_Tesis\\_Titulo\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5515/Rosmery_Tesis_Titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Arias, F.G (2012). *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica*. Proyecto de Investigación% C3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf. <https://evidencia.com/wpcontent/uploads/2014/12/EL>
- Baroné, J., Duarte, E., y Luna, C. (2016). *Determinación de la eficacia de métodos de evaluación de calidad de semillas de especies forestales nativas de la selva Atlántica*. [Tesis pre grado]. Quebracho, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Vol.24 (1,2):70-80. <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336>
- Baskin, C.C. y Baskin, J.M. (2014a). *Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination*. United States of America. Academic Press.
- 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]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/2026/T-571.89-B64.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Barfod, A. S. (1991). *A monographic study of the subfamily Phytelephantoideae (Arecaceae)*. Opera Botanica, 105, 5-73. [https://www.researchgate.net/profile/AndersBarfod/publication/256402051\\_A\\_monographic\\_study\\_of\\_the\\_subfamily\\_Phytelephantoideae\\_Arecaceae/links/5497fdd70cf2c5a7e34263f7/A-monographic-study-ofthe-subfamily\\_Phytelephantoideae-Arecaceae.pdf](https://www.researchgate.net/profile/AndersBarfod/publication/256402051_A_monographic_study_of_the_subfamily_Phytelephantoideae_Arecaceae/links/5497fdd70cf2c5a7e34263f7/A-monographic-study-ofthe-subfamily_Phytelephantoideae-Arecaceae.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]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia Colombia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13798/4252875.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Castelblanco, M. M. A., y Palacios, O. E. J. (2008). *Evaluación de siete tratamientos pre-germinativos en semillas de dos especies del género (Freziera spp) motilón silvestre en el municipio de Pasto*. [Tesis de grado, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia]. Repositorio institucional de la Universidad de Nariño Pasto. <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/74483.pdf>.
- Canepa F. (2018). *Evaluación química del fruto de charán (Caesalpinia paipai Ruiz y Pavón), provenientes de Motupe, Lambayeque*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria la Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3185>.
- Cárdenas, C. C. O. (2017). *Actividad antimicrobiana y antioxidante del extracto etanólico de Prosopis pallida "Algarrobo"*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima. [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/5857/Cardenas\\_cc.pdf?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/5857/Cardenas_cc.pdf?sequence=1).
- Centro de Investigación y Promoción del Campesinado [CIPCA], (2009). *Medio natural: los bosques secos de Piura*. <http://www.cipca.org.pe/cipca/perurural/temas/bosqueseco.htm>.
- Cruz, G.; Navarro, R.; Villar, R.; Grados, N.; Urbina, L. y Salazar, P. (2018). *Propuesta algarrobo. Rasgos funcionales de las poblaciones locales de algarrobo (Prosopis pallida) y su influencia sobre los servicios ecosistémicos en las principales comunidades rurales del norte del Perú*. Universidad de Piura. <http://udep.edu.pe/ingenieria/proyectos/proyecto-algarrobo>.
- Chacón, R. M. J. (2018). *Pruebas de vigor en semillas de maíz (Zea mays L.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria la Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3468>.
- Charuc, J. F. (2016). *Evaluación de métodos de escarificación en semillas de pacaína (Chamaedorea sp), Chimalnenango*. [Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar].

Repositorio institucional de la Universidad Rafael Landívar  
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2016/06/14/Charuc-Juan.pdf>.

- Chipana, A. K. G. (2019). *Ocurrencia estacional de un Cecidomyiidae en algarrobo (Prosopis pallida) H.B.K. en Pacasmayo, Perú*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria la Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4137/chipana-auris-kattya-grimaneza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- De la Cruz, C. Y. H. (2017). *Determinación de viabilidad de la semilla Moringa oleífera Lam con tres diferentes contenidos de humedad durante cuatro meses en Pucallpa*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa] Recuperado de: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3230>.
- Felker P., Grados N., Cruz G. y Prokopiuk D. (2003). *Economic assessment of production of flour from Prosopis alba and P. pallida pods for human food applications*. [Economic assessment of production of flour from Prosopis alba and P. pallida pods for human food applications]. Journal of Arid Environments. 4a ed., Vol.53, (pp.517-528). <https://doi.org/10.1006/jare.2002.1064>.
- Ferreira, S. A. N. y Gentil, D. F. O (2017). *Seed germination at different stratification temperatures and development of Phytelephas macrocarpa Ruiz y Pavón seedlings*. [Seed germination at different stratification temperatures and development of Phytelephas macrocarpa Ruiz y Pavón seedlings]. Journal of Seed Science. 39 (1), 20-26. <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n1166371>.
- Galera, F.M. (2000). *El género Prosopis “algarrobos” en América Latina y el Caribe. Distribución, bioecología, usos y manejo. Las especies del género Prosopis (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas con interés económico*. <http://www.fao.org/3/AD314S/AD314S00.htm#TOC>.
- 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>.
- 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>.
- Hernández, S.R., Fernández, C.C. y Baptista, L.P. (2017). *Metodología de la investigación*. <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA]. (2019). *Energía germinativa*. <https://inta.gob.ar/servicios/energia-germinativa>
- International Seed Testing Association [ISTA]. (2017). International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology 31, Supplement. Zürich. <https://www.seedtest.org/en/home.html>
- Lamadrid, I. J. A. (2019). *Propiedades nutricionales y funcionales del fruto del algarrobo (Hymenaea courbaril Linneaus): Una fuente de nutrientes con potencial aplicación en alimentos funcionales*. [Tesis de grado, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia] Repositorio institucional de la Corporación Universitaria Lasallista Caldas Antioquia. [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2583/1/Propiedades Nutricionales Funcionales algarr.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2583/1/Propiedades_Nutricionales_Funcionales_algarr.pdf).
- Loconi, S. M. L., y Silva, G. E. W. (2014). *Determinación de los parámetros de dilución y tiempo de fermentación para obtener una bebida alcohólica utilizando harina de algarroba (Prosopis pallida)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/149/BC-TEST-3881.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Mancipe, M.C., y Calderón, C.H. (2018). *Evaluación de viabilidad de semillas de 17 especies tropicales altoandinas por la prueba de germinación y la prueba de tetrazolio*. *Caldasia* 40 (2): 366-382. Julio - diciembre 2018. [https://www.researchgate.net/publication/329666526\\_Evaluacion\\_de\\_viabilidad de semillas de 17 especies tropicales altoandinas por la prueba de germinacion y la prueba de tetrazolio](https://www.researchgate.net/publication/329666526_Evaluacion_de_viabilidad_de_semillas_de_17_especies_tropicales_altoandinas_por_la_prueba_de_germinacion_y_la_prueba_de_tetrazolio).
- Manotoa, C. S. P. (2012). *Escarificación mecánica y química como tratamientos pre-germinativos en semillas de olivo (Olea europea)*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato Cevallos Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2224/1/Tesis-26agr.pdf>.
- Marcos, M. J. (2015). *Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective* [Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective]. *Scientia Agricola*, 72(4), 363–374. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>

- Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2015). *La reforestación en el Perú*. <https://www.minagri.gob.pe/portal/462-semana-nacional-forestal/9829-reforestacion-en-el-peru>.
- Ministerio del Ambiente. (2018). *Los Bosques en cifras*. <http://www.minam.gob.pe/bosques/los-bosques-en-cifras/>.
- 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>.
- Maury, L. A. E. (2017). *Conservación y viabilidad en semillas de cedrelinga cateniformis ducke (tornillo) en diferentes condiciones de almacenamiento en puerto Almendras, - Iquitos-2017*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional De La Amazonia Peruana]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de la Amazonia peruana. [http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4815/Angel\\_Tesis\\_Doctorado\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4815/Angel_Tesis_Doctorado_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Milán, S. A. F. (2012). *Diseño del plan de reforestación en áreas estratégicas para el sistema de acueducto pertenecientes al municipio de Aguachica, Cesar*. [Tesis de grado, Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña, Colombia] Repositorio institucional de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña Colombia. <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1817/1/30801.pdf>.
- Noboa, M. 2010. *Comparación del efecto de riesgo con aguas residuales provenientes de las lagunas de oxidación de Santa Elena, sobre 4 especies forestales (Loxopterygium huasango, Tabebuia sp, Pseudosamanea guachapele, Caesalpinia glabrata) en etapa de vivero*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14480/3/TESIS%20MARI A%20ELENA%20NOBOA.pdf>.
- Narcia, V. M. (2009). *Técnicas de escarificación en semillas de guaje (Laucaena leucocephala Lam) De Wit, para aumentar la capacidad germinativa*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Navarro”, México]. Repositorio institucional de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro Mexico. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6263/T17655%20NARCIA%20VELASCO%2C%20MARIANO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre [SERFOR], (2017). *Nuestros bosques en números: primer reporte del inventario nacional forestal y de fauna silvestre*. 1er. Ed. Lima, Perú.  
<https://www.serfor.gob.pe/wpcontent/uploads/2017/06/Nuestros%20Bosques%20en%20Numeros.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y AfricaSeeds. (2019). *Control de calidad y certificación de semillas*.  
<http://www.fao.org/3/ca1492es/CA1492ES.pdf>
- Pérez, G.F. y Pita, V.J.M. (2001). *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas*.<http://servicios.educarm.es/temlates/portal/ficheros/websDinamicas/20/coservaci%20c3%b3n%20semillas.pdf>
- Ponce, A. J. E. (2017). *Tratamientos pregerminativos en semillas de castaña (Bertholletia excelsa HBK) en fase de laboratorio – Tingo María*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria De La Selva, Tingo María]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de la Selva Tingo María.  
[http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1309/JEPA\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1309/JEPA_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Quispe, M. J. F. (2014). *Análisis de germinación de la semilla botánica de algarrobo (Prosopis pallida Kunth) utilizando cinco tratamientos pre germinativos*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca.  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/394>
- Quinapallo, P. T. E., y Velez, P. N. M. (2013). *Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del Cantón Zapotillo, provincia de Loja*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Loja Ecuador.  
<http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/5245/1/TESIS%20PROPAGACION%20C3%92N%20SEXUAL%20Y%20ASEXUAL%20QUINAPALLO%20VELEZ.pdf>
- 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>
- Rengifo, S. A. y Mamani, R. F. (2017). *Evaluación de la calidad fisiológica de las semillas de Shihuahuaco (Dipteryx micrantha Harms) de bosques de terraza alta de dos procedencias, a través de la prueba de envejecimiento acelerado*. [Tesis de grado,

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/345>

Rivera, C. J. C. (2018). *Micropropagación de Prosopis pallida (Humb & Bonpl. Ex Willd.) Kunth a partir de yemas apicales*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú]. Repositorio institucional de la Universidad Agraria la Molina <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3515>

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 ManáCotopaxi 2013*. [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/276/1/T-UTEQ-0003.pdf>

Sánchez, J. J. V. (2016). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa procesadora y comercializadora de harina de algarroba, en la ciudad de Loja*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador] Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Loja <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10460/1/TESIS%20HARINA%20DE%20ALGARROBA.pdf>.

Soledad, M. (2018). *Calidad Morfo-fisiológica y sanitaria de semillas Ruprechtia apetala Wedd. (Polygonaceae) para su domesticación*. [Tesis de maestría Universidad Nacional de Córdoba] Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Córdoba <http://hdl.handle.net/11086/6505>.

Suárez, D. y Melgarejo, L. M. (2010). *Biología y germinación de semillas*. <https://www.researchgate.net/publication/258627099> BIOLOGIA Y GERMINACION DE SEMILLAS.

Torres, I. G. A. (2017). *Producción y regeneración de Phytalephas macrocarpa "Yarina" en las cuencas del Yanayacu y del Pucate, Perú*. 2014. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5199/TesisGerardo%20Antonio%20Torres%20Iurraran.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.

Tous, M. J. (1984). Cultivo de algarrobo. <https://www.biblioteca.org.ar/libros/327003.pdf>.

Varela, S. A. y Arana, V. (2011). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos*. INTA. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/scriptinta\\_latencia.pdf?fbclid=IwAR2bfA9a1MuR2hPj3u7Q8E45NrVdsWGanqQalkkD8SqV0xLFF9jgnpPmkl](https://inta.gob.ar/sites/default/files/scriptinta_latencia.pdf?fbclid=IwAR2bfA9a1MuR2hPj3u7Q8E45NrVdsWGanqQalkkD8SqV0xLFF9jgnpPmkl)

Vindas, E., Monge, A., Porras, C., y Barbosa, Luis. (2022). *Pruebas de vigor para determinar la calidad fisiológica en semillas de zanahoria (Daucus carota L.)* [Physiological seed quality of carrot (*Daucus carota L.*) assessed by vigor testing] *Agronomía Mesoamericana*, 33(especial), 51541, 2022. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/download/51541/53106?inline=1>

## TERMINOLOGÍA

### **Bosque seco**

Llamado también selva seca, es un ecosistema en donde existe mucha o poca vegetación de árboles, arbustos o semi arbustos. Cuyo clima se caracteriza por ser caluroso y poca lluvia (Varela y Arana, 2011).

### **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 (Sánchez, 2016).

### **Energía germinativa**

Indica el porcentaje de plántulas en óptimas condiciones encontradas en un primer conteo en el análisis de poder de germinación. En otras palabras, indica la velocidad de emergencia, la cual sirve para ser comparativos entre muestras de germinación (INTA, 2019).

### **Germinación**

Es el proceso fisiológico mediante el cual nacen las plántulas. Para ello, la semilla es humedece con agua para lograr la reactivación del metabolismo y el comienzo del desarrollo de embrión (Baroné *et al.*, 2016).

### **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 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre [SERFOR], 2017).

## **Reforestación**

Es el proceso mediante el cual un bosque es repoblado con especies nativas o exóticas, con fines de producción o protección forestal. Esto se desarrolla en suelo en donde haya o no existido en un inicio árboles (MINAGRI, 2005).

## **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 (Baroné *et al.*, 2016).

## **Semilla**

Representa el órgano reproductivo que da lugar a una nueva planta. Esta favorece la dispersión, regeneración, renovación y sustitución de nuevos bosques (De la cruz, 2017).

## **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).

## **Valor germinativo (VG)**

El valor germinativo juega un papel fundamental en la producción, refiere a la capacidad de las semillas para germinar y desarrollar plántulas normales. Para calcular el VG se empleará la fórmula reportada por Baroné *et al.*, (2016).

**Vigor de semillas**

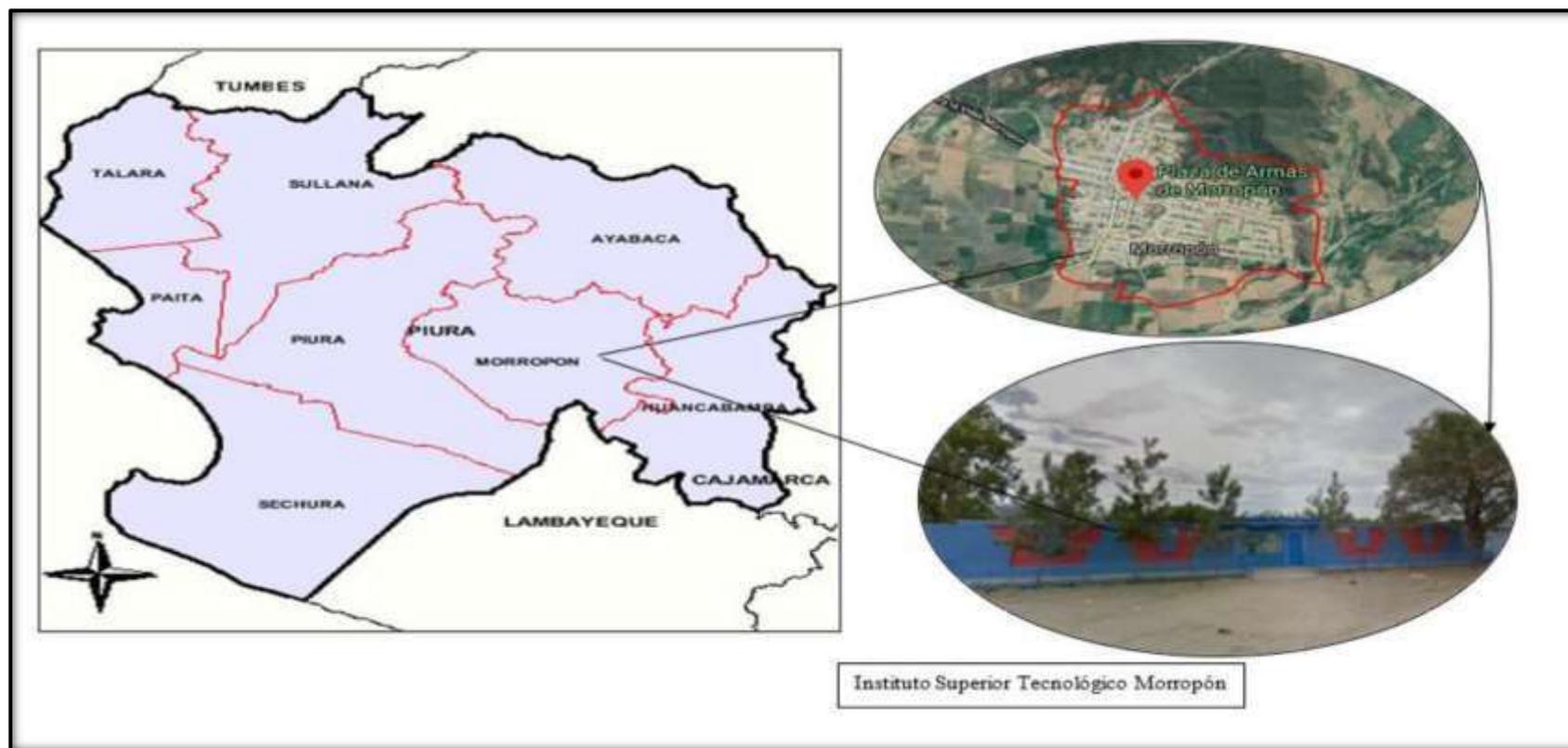
Hace referencia a todas las propiedades con las que cuenta una semilla, las cuales hacen de ella, una semilla con un alto potencial para emerger de forma rápida y uniforme, extendiéndose estas propiedades hasta el desarrollo de las plántulas en distintos medios ambientales (Chacón, 2018).

**Viabilidad de semilla**

Es la capacidad de la semilla para germinar, en otras palabras, es aquella semilla viva que puede iniciar el proceso germinativo, dando por sentado, que una semilla inviable, es aquella semilla muerta incapaz de germinar (Maury, 2017)

## APÉNDICE

### Apéndice 1. Ubicación geográfica de la provincia de Morropón



Fuente: Elaboración con el programa de Google Earth Pro.

Apéndice 2. Esta tabla se hace mención a los resultados de los tratamientos de *N. pallida*.

tratamiento	tipo de escarificación	sustrato	% germinación	energía germinativa	tmg	valor germinativo
T1	Químico	Algodón	8	0	0,24	0,5
T2	Químico	P. sanitario	20	8	0,6	1,625
T3	Químico	M. Orgánica	28	14	0,84	3,625
T4	Químico	Arena	36	14	1,08	5,375
T5	Mecánica	Algodón	96	34	2,88	36,78
T6	Mecánica	P. sanitario	100	26	3	46,09
T7	Mecánica	M. Orgánica	36	8	1,08	5,375
T8	Mecánica	Arena	82	30	2,46	25,385
T9	Lixiviación	Algodón	82	24	2,46	25,385
T10	Lixiviación	P. sanitario	86	36	2,58	29,98
T11	Lixiviación	M. Orgánica	28	22	0,84	3,625
T12	Lixiviación	Arena	36	28	1,08	5,375

*Nota:* Este apéndice nos muestra los resultados de los tratamientos hechos en la especie de *N. pallida*.

Apéndice 3. Resultados de los tratamientos de *L. glabrata*

tratamiento	tipo de escarificación	sustrato	% germinación	energía germinativa	tmg	valor germinativo
T1	Químico	Algodón	4	4	0,12	0,07
T2	Químico	Papel sanitario	10	8	0,3	0,35
T3	Químico	Materia Orgánica	0	0	0	0
T4	Químico	Arena	4	2	0,12	0,05
T5	Mecánica	Algodón	90	48	2,7	31,31
T6	Mecánica	Papel sanitario	86	42	2,58	29,98
T7	Mecánica	Materia Orgánica	22	10	0,66	1,71
T8	Mecánica	Arena	74	50	2,22	20,61
T9	Lixiviación	Algodón	32	10	0,96	4,32
T10	Lixiviación	Papel sanitario	32	12	0,96	3,53
T11	Lixiviación	Materia Orgánica	22	18	0,66	2,22
T12	Lixiviación	Arena	10	10	0,3	0,36

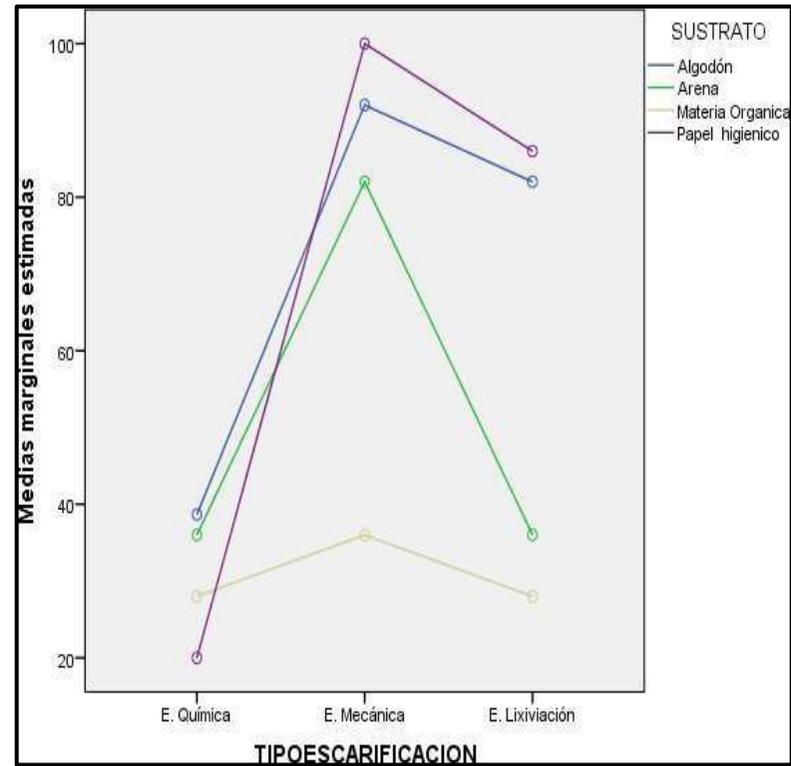
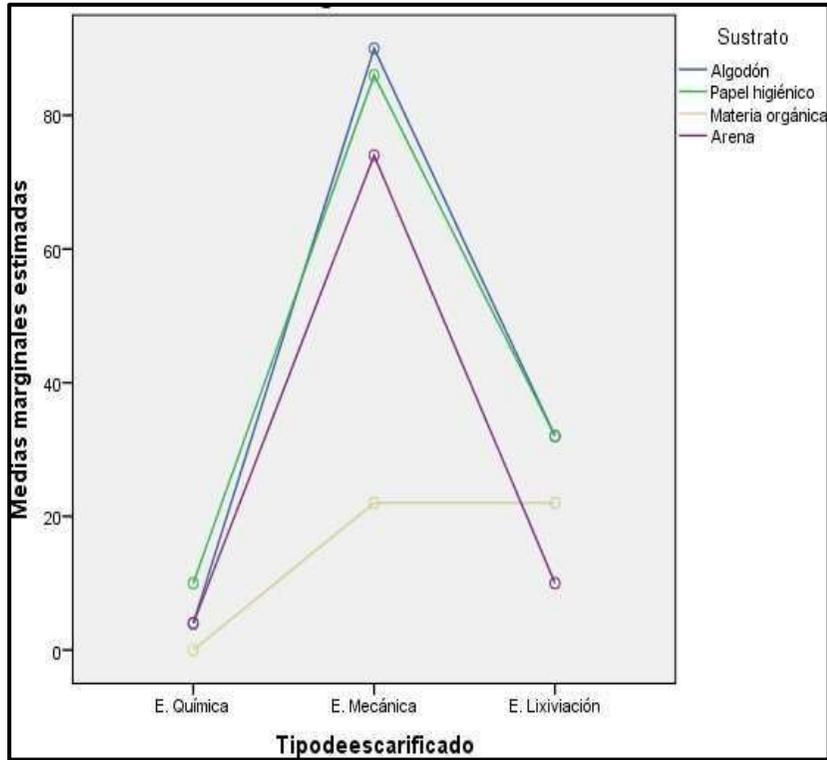
*Nota:* Este apéndice nos muestra los resultados de los tratamientos hechos en la especie de *L. glabrata*.

Apéndice 4 . En este apéndice muestra las fotos de todos los procesos realizados para los pretratamientos de la germinación de *N. pallida* y *L. glabrata*



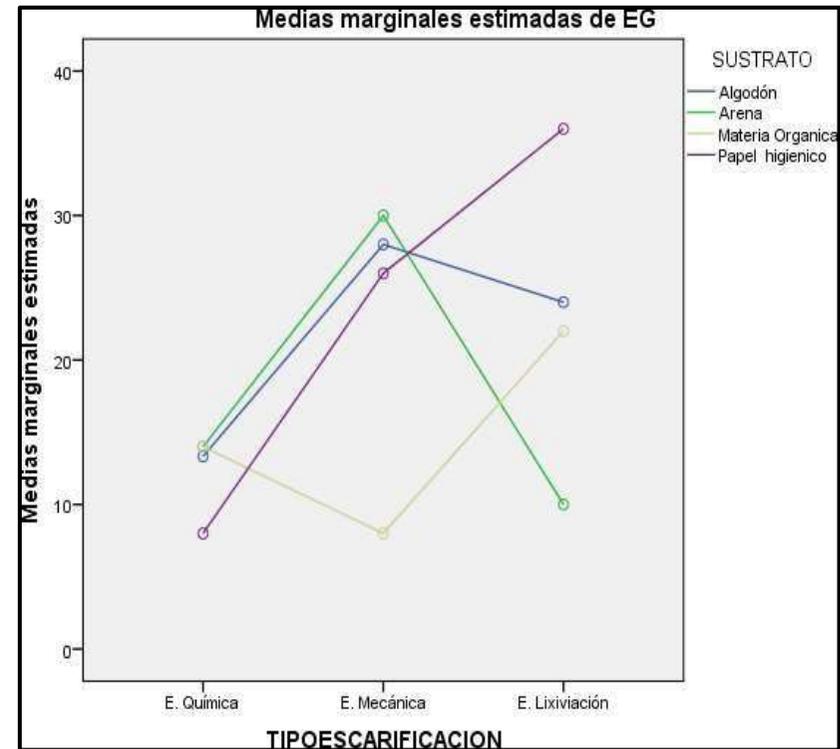
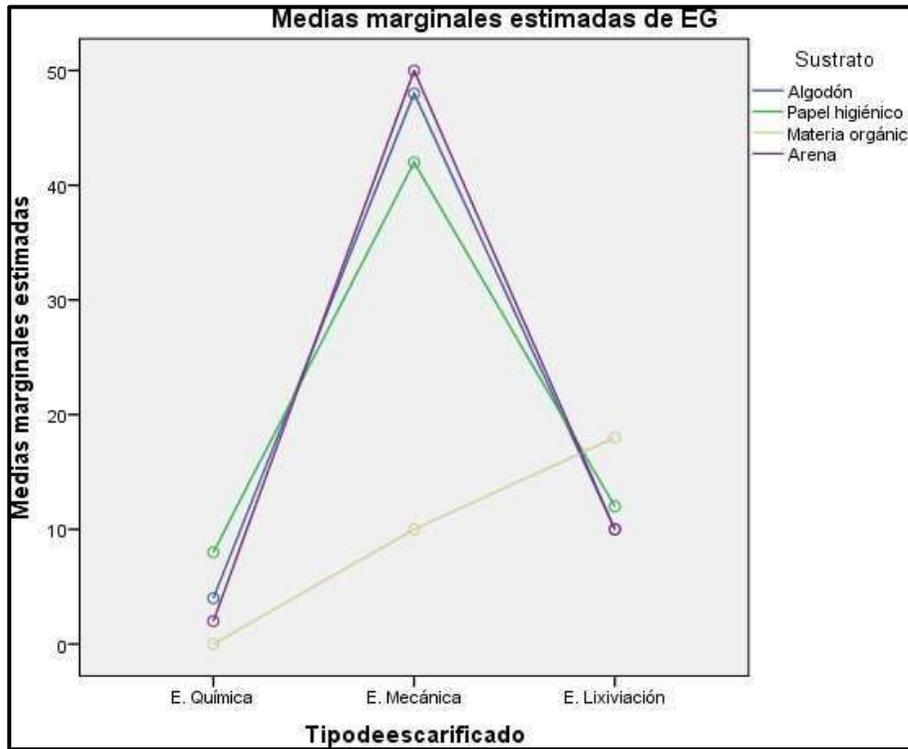
Nota: Evidencias de| procedimiento de la investigación.

Apéndice 5. Figuras que nos muestran el porcentaje de germinación según el tipo de escarificación de *N. pallida* y *L. glabrata*



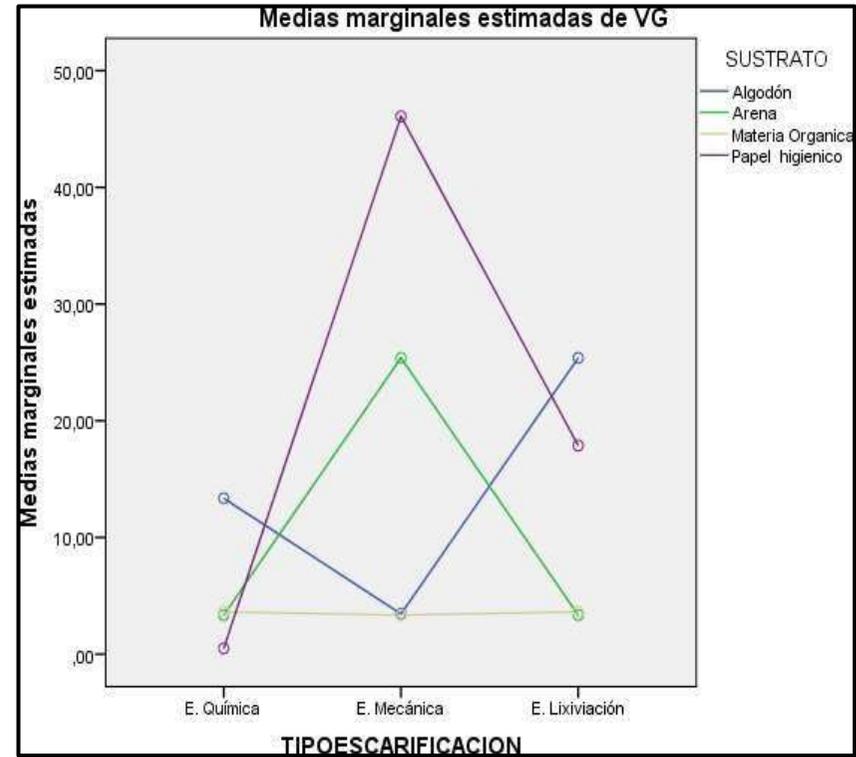
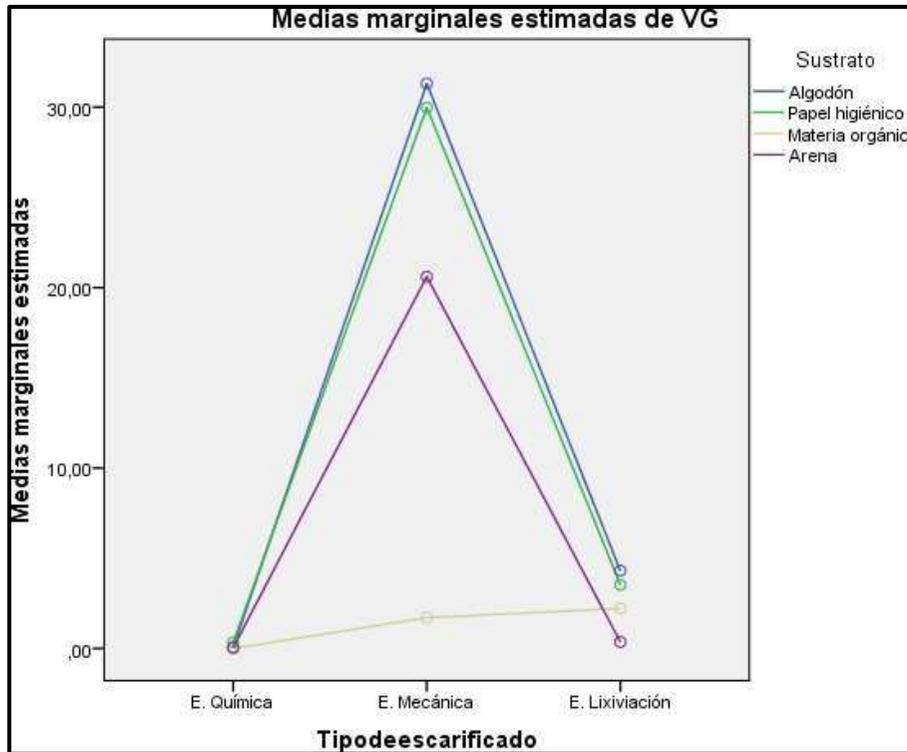
Fuente: Resultados de los datos estadístico

Apéndice 6. Resultados de la energía Germinativa de *N. pallida* y *L. glabrata*



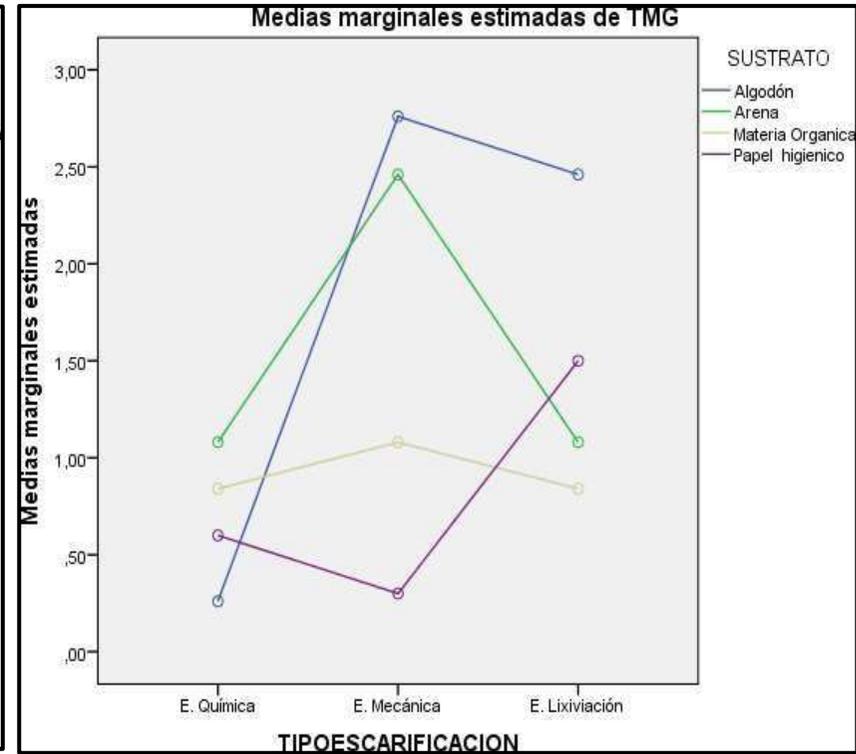
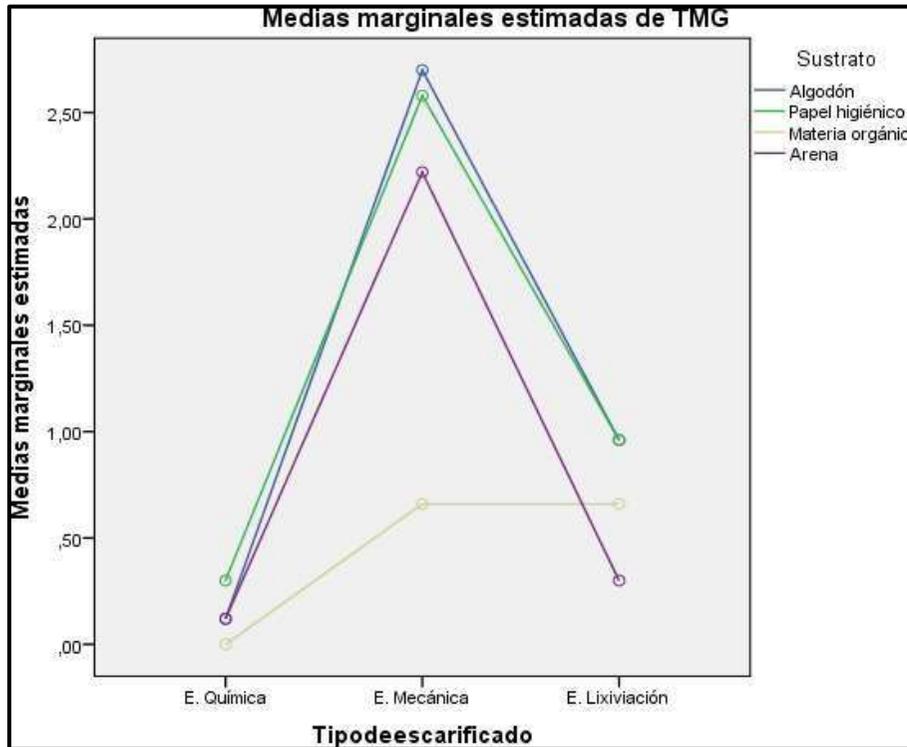
Nota: Resultados de los datos estadísticos spss.

Apéndice 7. Figura donde a conocer los resultados del valor germinativo de *N. pallida* y *L. glabrata*



Nota: Resultados de los datos estadísticos spss.

Apéndice 8. Resultados del tiempo medio de germinación de *N. pallida* y *L. glabrata*



Fuente: Resultados de los datos estadísticos spss.