

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión de Recursos Forestales

TESIS

Influencia de la temperatura y luminosidad en la germinación de semillas
de *Delostoma integrifolium* D. Don en el distrito de Chota, Cajamarca - 2024

AUTOR

Bach. Juan Henry Delgado Irigoin

ASESOR

M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito

CHOTA - PERÚ

2026


Ing. Yuli Anabel Chávez Juanito
Docente EPIFA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



C.O. N° 006-2026-EPIFA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Dra. Yuli Anabel Chávez Juanito, hago constar que la Tesis de Investigación Titulada: “Influencia de la temperatura y luminosidad en la germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don en el distrito de Chota, Cajamarca - 2024”; ejecutada por el Bach. Juan Henry Delgado Irigoín de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, asesorado por la Dra. Yuli Anabel Chávez Juanito; presenta un **INDICE DE SIMILITUD DEL 16%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante **RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°770-2025- UNACH**.

Se expide la presente a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 08 de julio del 2026.

Atentamente,

.....
Dra. Yuli Anabel Chávez Juanito

Juan Henry Delgado Irigoin

TESIS



Proyectos y tesis



Tesis 2026



Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3608376512

Fecha de entrega

8 jul 2026, 6:33 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

8 jul 2026, 6:48 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

FINAL_08-07-26.pdf

Tamaño del archivo

1.8 MB

91 páginas

14.318 palabras

83.561 caracteres



Ing. Yuli Anabel Chávez Juanito
Asesora

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 9 palabras)

Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 5%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

16%	Fuentes de Internet
5%	Publicaciones
6%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unach.edu.pe	3%
2	Internet	hdl.handle.net	<1%
3	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
4	Internet	repositorio.unesum.edu.ec	<1%
5	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
6	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	<1%
7	Internet	revistas.ucr.ac.cr	<1%
8	Internet	repositorio.upagu.edu.pe	<1%
9	Internet	www.coursehero.com	<1%
10	Internet	repositorio.autonoma.edu.pe	<1%
11	Internet	www.researchgate.net	<1%

12	Internet	repositorio.unas.edu.pe	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	<1%
14	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
15	Internet	1library.co	<1%
16	Internet	www.scielo.br	<1%
17	Internet	repositorio.utn.edu.ec	<1%
18	Internet	dspace.ups.edu.ec	<1%
19	Internet	revistas.unitru.edu.pe	<1%
20	Trabajos del estudiante	Uniminuto Virtual	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo	<1%
22	Internet	cia.uagraria.edu.ec	<1%
23	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
24	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	<1%
25	Internet	core.ac.uk	<1%

26	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Agraria la Molina	<1%
27	Internet	revistas.unesum.edu.ec	<1%
28	Trabajos del estudiante	CONACYT	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Agraria La Molina	<1%
30	Internet	magistraonline.ufrb.edu.br	<1%
31	Internet	repositorio.saberec5.com.ec	<1%
32	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
33	Trabajos del estudiante	ucr	<1%
34	Internet	www.genesys-pgr.org	<1%
35	Internet	www.semanticscholar.org	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca	<1%
37	Internet	ojs.observatoriolatinoamericano.com	<1%
38	Internet	pt.scribd.com	<1%
39	Internet	repositorio.eesppjjbtacna.edu.pe	<1%

40	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
41	Internet	repositorio.uteq.edu.ec	<1%
42	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Jaen	<1%
43	Internet	abm.ojs.inecol.mx	<1%
44	Internet	assets.marechal-hosting.com	<1%
45	Internet	dspace.utb.edu.ec	<1%
46	Internet	repositorio.uti.edu.ec	<1%
47	Internet	riunet.upv.es	<1%
48	Internet	www.toxnet.com.br	<1%
49	Publicación	Canchari Quispe, Alicia. "Aplicación de estrategias de aprendizaje para mejorar el...	<1%
50	Internet	d0fa5a99ca.clvaw-cdnwnd.com	<1%
51	Internet	doczz.net	<1%
52	Internet	dspace-uh-tmp.igniteonline.la	<1%
53	Internet	html.rincondelvago.com	<1%

54	Internet	idoc.pub	<1%
55	Internet	repositorio.uap.edu.pe	<1%
56	Internet	repositorio.ucsg.edu.ec	<1%
57	Internet	repositorio.uleam.edu.ec	<1%
58	Internet	repositorio.untumbes.edu.pe	<1%
59	Internet	scielo.org.mx	<1%
60	Internet	unach.edu.pe	<1%
61	Internet	www.notivida.org.ar	<1%
62	Internet	www.scielo.org.co	<1%
63	Publicación	Fernandini, Francesca Giulietta. "Beyond the Empire: Living in Cerro De Oro.", Sta...	<1%
64	Publicación	Koutsovolou, K., M. I. Daws, and C. A. Thanos. "Campanulaceae: a family with sm...	<1%
65	Publicación	Ziyaaba, Jonah Z.. "Light-Dependent Dormancy and Germination in Bassia scopari...	<1%
66	Internet	bdigital.unal.edu.co	<1%
67	Internet	doaj.org	<1%

68	Internet	dspace.esepoch.edu.ec	<1%
69	Internet	dspace.esepoch.edu.ec:8080	<1%
70	Internet	dspace.unitru.edu.pe	<1%
71	Internet	es.unionpedia.org	<1%
72	Internet	expansion.mx	<1%
73	Internet	globalmania.fateback.com	<1%
74	Internet	rcta.unah.edu.cu	<1%
75	Internet	repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080	<1%
76	Internet	repositorio.esan.edu.pe	<1%
77	Internet	repositorio.esпам.edu.ec	<1%
78	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
79	Internet	repositorio.unbosque.edu.co	<1%
80	Internet	repositorio.usmp.edu.pe	<1%
81	Internet	repositorio.utea.edu.pe	<1%

82	Internet	worldwidescience.org	<1%
83	Internet	www.locus.ufv.br	<1%
84	Internet	www.sccalp.org	<1%
85	Internet	www.terralatinoamericana.org.mx	<1%



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
VICEPRESIDENCIA ACADÉMICA
Reglamento de Grados y Títulos



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

REG. N° 034-2026-FCA

El jurado evaluador designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 361-2025-FCA/UNACH

Nombres y apellidos	Cargo
M. Sc. James Alexander Chamaya Gonzáles	Presidente
Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón	Secretario
Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza	Vocal

De la tesis titulada:

Influencia de la temperatura y luminosidad en la germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don en el distrito de Chota, Cajamarca - 2024

Que ha sustentado el(los) Bachiller (es):

Nombres y apellidos	DNI
Juan Henry Delgado Irigoin	72132478

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Forestal y Ambiental

Acuerdan por:

☒ Unanimidad	☐ Mayoría
--	----------------------------------

☒ Aprobar	☐ Desaprobar
---	-------------------------------------

Otorgando la calificación de:

☐ Aprobado
☐ Excelente
☐ Bueno
☒ Regular

☐ Desaprobado

Colpa Matara, 18 de junio del 2026.

M. Sc. James A. Chamaya Gonzáles
Presidente

Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón
Secretario

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza
Vocal

Dra. Yuli Anabel Chávez Juanito
Asesor

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi querido padre, Edilberto Delgado Saldaña, y a mi amada madre, Crecencia Irigoín Tarrillo, gracias a su apoyo incondicional me convertí en lo que soy ahora. Cada una de sus reglas, enseñanzas y cierta libertad, me motivó a lograr mis metas propuestas para hacer de mí una gran persona.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos, amigos y sobre todo a Dios que nos acompaña en todo momento; asimismo agradezco a cada docente que me brindo los conocimientos en mi formación profesional; a la M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito, quién me apoyo como asesora en el desarrollo de mi investigación.

ÍNDICE

ÍNDICE DE SIMILITUD	2
ACTA DE SUSTENTACIÓN	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
CAPITULO I INTRODUCCIÓN	13
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Justificación	15
1.3. Formulación del problema	16
1.4. Objetivos de la investigación	17
1.4.1. Objetivo general.....	17
1.4.2. Objetivos específicos	17
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes	18
2.1.1. Internacionales	18
2.1.2. Nacionales.....	21
2.1.3. Locales	22
2.2. Bases teóricas.....	23
2.2.1. <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	23
2.2.2. Efectos de la temperatura en la germinación de semillas	26
2.2.3. Luminosidad en la germinación de semillas	26
2.2.4. Bandas de espectro lumínico	27
2.3. Definiciones conceptuales	30

2.3.1.	Delostoma integrifolium D. Don	30
2.3.2.	Semillas.....	30
2.3.3.	Árboles semilleros	30
2.3.4.	Germinación.....	30
2.3.5.	Luminosidad	31
2.3.6.	Temperatura en la germinación	31
CAPITULO III METODOLOGÍA		32
3.1.	Tipo, diseño, nivel y enfoque de investigación.....	32
3.1.1.	Tipo de investigación.....	32
3.1.2.	Nivel de investigación.....	32
3.1.3.	Diseño de la investigación	32
3.1.4.	Recolección de semillas de los sectores La Palma y Los Lanches del bosque La Palma	34
3.1.5.	Secado de las semillas.....	34
3.1.6.	Selección de semillas	34
3.1.7.	Germinación de semillas.....	34
3.2.	Ubicación	37
3.3.	Población, muestra y muestreo	38
3.3.1.	Población.....	38
3.3.2.	Muestra	38
3.3.3.	Muestreo	38
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.4.1.	Técnicas	38
3.4.2.	Instrumentos.....	39
3.5.	Hipótesis	39

3.6.	Operacionalización de variables	40
3.7.	Procedimiento de análisis de datos	41
3.8.	Aspectos éticos.....	42
CAPITULO IV RESULTADOS.....		43
4.1.	Características del fruto y semilla de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don del sector la Palma y los Lanches del bosque La Palma.	43
4.2.	Porcentaje de germinación de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.	44
4.3.	Analizar el índice de velocidad de germinación (IVG) de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.....	49
4.4.	Contrastación de hipótesis	54
4.5.	Discusiones	55
4.5.1.	Características del fruto y semilla de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don del sector la Palma y Los Lanches del bosque La Palma.....	55
4.5.2.	Porcentaje de germinación de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.	56
4.5.3.	Índice de velocidad de germinación (IVG) de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.	57
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		59
5.1.	Conclusiones	59
5.2.	Recomendaciones	60
CAPITULO VI REFERENCIAS.....		61
CAPITULO VII ANEXOS.....		70
1.1.1.	SUPUESTOS ANOVA.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	23
Tabla 2 Combinaciones experimentales del diseño factorial 3x2.....	34
Tabla 3 Total de semillas por combinación experimental	35
Tabla 4 Fórmulas para el cálculo de IVG y porcentaje de germinación.....	36
Tabla 5 Operacionalización de variables	40
Tabla 6 Caracterización del fruto de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don del sector la Palma y Los Lanches del bosque La Palma.....	43
Tabla 7 Caracterización de la semilla de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don del sector la Palma y Los Lanches del bosque La Palma.....	44
Tabla 8 Resultados del modelo lineal generalizado binomial para la germinación de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	48
Tabla 9 Resultados de medias marginales para la probabilidad de germinación por factor ...	49
Tabla 10 Promedio del Índice de Velocidad de Germinación (IVG) por tratamiento.....	50
Tabla 11 ANOVA tipo III para el IVG (modelo factorial)	52
Tabla 12 Comparaciones múltiples del IVG por combinación de sector, temperatura y luminosidad.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Espectro electromagnético	28
Figura 2 Diseño de investigación.....	33
Figura 3 Mapa de ubicación de los sectores del bosque La Palma.....	37
Figura 4 Comportamiento de la germinación de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por cada combinación experimental en el sector la Palma	45
Figura 5 % de germinación de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por cada combinación experimental en el sector la Palma.....	46
Figura 6 Comportamiento de la germinación de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por cada combinación experimental en el sector los Lanches.....	47
Figura 7 % de germinación de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por combinación experimental en el sector los Lanches	48
Figura 8 Distribución del Índice de Velocidad de Germinación (IVG) de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don por tratamiento	51
Figura 9 Interacción triple del índice de velocidad de germinación (IVG) según sector, temperatura y luminosidad.....	53

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de la temperatura y la luminosidad sobre la germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don, especie nativa de importancia ecológica presente en el distrito de Chota, Cajamarca. La investigación es de tipo experimental, se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo factorial $2 \times 3 \times 2$ (sector $\times$ temperatura $\times$ luminosidad), con seis combinaciones temperatura–luminosidad (T1–T6) por sector (12 combinaciones en total) y cuatro repeticiones por combinación. Para el porcentaje de germinación (%G) se ajustó un modelo lineal generalizado binomial, evidenciándose efecto significativo de la luminosidad ($p < 0,001$): la germinación fue mayor en luz que en oscuridad; temperatura, sector e interacciones no fueron significativas ($p > 0,05$). Descriptivamente, T2 (luz + 20 °C) presentó los valores más altos de %G. Para el índice de velocidad de germinación (IVG) se aplicó ANOVA factorial (Tipo III), encontrándose interacción significativa sector $\times$ temperatura $\times$ luminosidad ($p < 0,05$), por lo que el IVG dependió de la combinación específica de factores. Se concluye que la luminosidad es un factor determinante para el porcentaje de germinación y que la velocidad de germinación varía según la combinación de factores.

Palabras clave: germinación, índice de velocidad, temperatura, luminosidad, *Delostoma integrifolium* D. Don.

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the effect of temperature and light condition on the germination of *Delostoma integrifolium* D. Don seeds, a native species of ecological importance found in the district of Chota, Cajamarca. The research was experimental in nature. A completely randomised design with a 2×3×2 factorial arrangement (sector × temperature × light) was applied, with six temperature–light combinations (T1–T6) per sector (12 combinations in total) and four replicates per combination. A generalised binomial linear model was fitted for the germination percentage (%G), showing a significant effect of light ($p < 0.001$): germination was higher in light than in darkness; temperature, sector and interactions were not significant ($p > 0.05$). Descriptively, T2 (light + 20 °C) had the highest %G values. For the germination speed index (GSI), factorial ANOVA (Type III) was applied, finding a significant interaction between sector×temperature×light intensity ($p < 0.05$), meaning that the GSI depended on the specific combination of factors. It is concluded that light is a determining factor for the germination percentage and that the germination speed varies according to the combination of factors.

Keywords: germination, speed index, temperature, light, *Delostoma integrifolium* D. Don.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Las semillas constituyen uno de los factores más importantes en la propagación y supervivencia de las especies arbóreas y arbustivas. Según Sarandón (2020), la semilla es considerada un reservorio de vida capaz de transmitir los caracteres que garantizan la continuación de una especie. A lo largo de los años, las especies han estado susceptibles a cambios drásticos en la naturaleza o a las afectaciones producidas por la interacción hombre – naturaleza, estos aspectos han venido limitando el proceso emergente de semillas y, en consecuencia, el normal desarrollo de las especies forestales de origen natural (Klupczyńska y Pawłowski, 2021).

Especies como *Delostoma integrifolium* D. Don han sido afectadas durante los últimos años por actividades como la deforestación y otras formas de intervención antrópica en su hábitat natural (Barboza, 2021). Esta especie nativa, conocida comúnmente como babilla, teterete o navajuelo, pertenece a la familia de las *Bignoniaceae* y se encuentra únicamente en América del Sur (desde Venezuela hasta Perú); presenta alturas de hasta 10 m, diámetros de 30 cm, amplitud de copa entre 7 a 14 m, follaje denso, adaptabilidad a zonas húmedas, secas y muy húmedas, y una longevidad media entre 36 a 60 años; su utilidad es básicamente para leña, cercos vivos, uso ornamental y para elaboración de herramientas de uso agrícola (Mahecha et al., 2012). Asimismo, ha demostrado un gran potencial como forraje (Alva et al., 2020).

El Perú es un país con una ubicación geográficamente privilegiada que le permite contar con una gran variedad de especies de flora y fauna; el territorio nacional se encuentra en el centro de la Cordillera de los Andes y cuenta con diversidad de bosques distribuidos a lo largo de la zona altoandina; la especie *Delostoma*

integrifolium D. Don se encuentra mayormente en las regiones de Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huánuco y San Martín, en altitudes entre 1500 y 3000 m.s.n.m. (Vásquez & Rojas, 2022). Sin embargo, estas regiones han evidenciado pérdidas progresivas de biodiversidad como consecuencia de la tala ilegal, incendios, agricultura migratoria, ganadería y construcción de carreteras; todo esto ha contribuido a la reducción del número de individuos de la especie en estudio (Noblecilla, 2020). Según Arce (2019), esto se debe principalmente a factores institucionales, ideológicos, legales y políticos que perpetúan la separación entre sociedad y naturaleza; por lo cual, la degradación forestal sigue siendo dominada por los intereses humanos.

En la región de Cajamarca, esta especie es conocida como babilla o campanilla y según Barboza et al. (2021) se encuentra en el Parque Nacional de Cutervo, en los bosques montanos de Cachil en Contumazá, en el bosque La Palma de la provincia de Chota y en el bosque Monteseco de Santa Cruz. Sin embargo, estos ecosistemas vienen siendo degradados por la deforestación y la reducción progresiva del número de individuos. Entre ellos, uno de los más afectados es el bosque La Palma, particularmente en el sector los Lanches, donde se han registrado hasta 30 especies forestales, de las cuales, 11 no presentan ocurrencia en la categoría de regeneración natural, incluyendo *Delostoma integrifolium* D. Don (Barboza, 2021).

La regeneración natural de algunas especies, principalmente de origen nativo depende mucho de los procesos pregerminativos, los cuales, actualmente se ven limitados por las condiciones climáticas, como el déficit hídrico, elevadas temperaturas y suelos descubiertos (Solh & Ginkel, 2014), además de otros factores antrópicos como políticas ambientales, tala indiscriminada y el sobrepastoreo (Javed et al., 2013). Asimismo, según Achicanoy y López (1972) las semillas demandan niveles adecuados de oxígeno, humedad, luz y temperatura para llevar a cabo el proceso de germinación.

Sin embargo, para muchas especies, es necesario además que se presenten condiciones específicas de luminosidad para que esta etapa tenga éxito; se ha constatado que la luz no desempeña su influencia de manera individual, sino que es la interacción entre temperaturas particulares y la presencia de luz lo que propicia el proceso de germinación.

En ecosistemas montanos, la disponibilidad de luz es altamente variable debido a la cobertura vegetal, la estacionalidad y la estructura del dosel, lo que influye directamente en la activación o inhibición de la germinación (Quevedo et al., 2015). Según Li et al. (2022), la luz es una de las señales ambientales más importantes para las plantas, ya que tiene un fuerte impacto en el crecimiento y el desarrollo.

En este contexto, las semillas de numerosas especies nativas solo germinan cuando reciben una intensidad, duración o calidad específica de luz, mientras que otras lo hacen únicamente en condiciones de oscuridad (Bączek, 2022; Liu et al., 2022). Según De Wit et al. (2016), la luz no actúa de manera aislada, sino que su efecto depende de la interacción con la temperatura, debido a que ambos factores regulan la actividad de fotorreceptores como los fitocromos y criptocromos, los cuales determinan si la germinación se iniciará o será inhibida. Por ello, y considerando la importancia de la especie *Delostoma integrifolium* D. Don, y la limitada información respecto a las condiciones de temperatura y luminosidad requeridas para su germinación, se realizó la presente investigación.

1.2. Justificación

La semilla es una etapa importante en el ciclo de vida de la planta, ya que condiciona la regeneración, el reclutamiento de nuevos individuos y el establecimiento de poblaciones (Borokini et al., 2025).

Desde una perspectiva ecológica, el éxito de la regeneración depende en gran medida de que las condiciones ambientales sean adecuadas para que ocurran procesos como la germinación y el establecimiento de plántulas, debido a que sin una regeneración exitosa las especies no logran persistir (Rosbakh et al., 2018).

Según Yuan y Wen (2018), la temperatura y la luz son factores que regulan la germinación; además la interacción entre ambos puede modificar tanto la velocidad como el porcentaje de germinación, con efectos variables según la especie. La temperatura a la que se registra el porcentaje máximo de germinación tiende a diferir entre especies forestales, por lo tanto, es importante comprender claramente la respuesta de germinación de estas.

Por otro lado, el requerimiento de luz de dichas semillas actúa como un mecanismo que determina dónde y cuándo tiene lugar la germinación, y es importante para la supervivencia de las especies forestales, ya que evita que se agoten las reservas de semillas almacenadas, debido a que algunas semillas germinan igualmente bien con luz y oscuridad, mientras que otras germinan mejor solo con luz u oscuridad.

En ese contexto, la presente investigación buscó identificar las mejores condiciones de luz y temperatura en condiciones de laboratorio para la germinación de las semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don, con el fin de que la información generada pueda ser utilizada para optimizar estrategias de manejo, conservación y restauración de esta especie en el bosque La Palma.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo influyen la temperatura y la luminosidad en la germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don del bosque La Palma, Conchán, Chota, Cajamarca?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia de la temperatura y luminosidad en la germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don en el distrito de Chota, Cajamarca.

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los frutos y semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don recolectados en los dos sectores (La Palma y Los Lanches) del bosque La Palma del distrito de Conchán, Cajamarca.
- Determinar el porcentaje de germinación de *Delostoma integrifolium* D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.
- Analizar el índice de velocidad de germinación (IVG) de *Delostoma integrifolium* D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Madrid (2023) evaluó la germinación de semillas de *Phytelephas aequatorialis Spruce* utilizando tres tratamientos térmicos; el estudio fue de tipo experimental donde utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con temperaturas de 30, 40 y 50 °C por 30 minutos, la muestra del experimento fue de 528 semillas divididas en tres tratamientos (T2, T3 y T4) y un testigo. Obtuvo para el testigo valores de 5,87% de germinación (%G) en un tiempo promedio de germinación (TPG) de 148 días, con un índice de velocidad de germinación (IVG) por día de 0,17; en el T2 obtuvo 6,25% G, 122 de TPG y un IVG de 0,18; para el T3 obtuvo 6,44% G, 127 de TPG y un IVG de 0,19; mientras en el T4 obtuvo 4,17% G, 140 de TPG y un 0,12 de IVG. Concluye que la temperatura de 40°C que pertenece al T3 fue la más óptima alcanzando el mayor %G.

Wang et al. (2023) analizaron la variación fenotípica en las hojas, frutos y semillas de *Eucommia ulmoides*, un árbol relicto endémico de China con alto valor medicinal e industrial, la investigación es experimental de enfoque descriptivo y comparativo, con una muestra de 117 árboles femeninos en 10 poblaciones naturales. Obtuvieron como resultados que los frutos presentaron un diámetro vertical promedio de 32,22 mm y horizontal de 11,66 mm, con un peso promedio de 8,41 g por cada 100 frutos; mientras que las semillas mostraron forma alargada con un diámetro vertical de 13,05 mm y lateral de 1,17 mm. Concluyeron que existen variaciones significativas dentro y entre poblaciones, siendo las semillas más estables que las hojas en cuanto a variación fenotípica, además revelaron que las diferencias en tamaño de órganos

vegetales estaban fuertemente correlacionadas con factores climáticos como la temperatura y precipitación anual.

Bhatnagar y Kumari (2023) estudiaron la morfología del fruto y la semilla de *Buchanania lanzan* Spreng. (familia Anacardiaceae), la investigación fue aplicada de tipo descriptivo y experimental, recolectaron frutos en el bosque de Yellapur (India). Obtuvieron como resultados que los frutos son drupas indehiscentes, globosos, de color verde al inicio, luego cereza y finalmente negros al madurar; miden en promedio 1,11 cm de largo por 0,70 cm de ancho y pesan 0,33 g con un contenido de humedad de 15–18 %. Las semillas de color marrón claro, su longitud promedio es de 0,69 cm y el ancho de 0,41 cm, con un peso de 0,58 g y 10–12 % de humedad. Concluyeron que las características morfológicas del fruto y la semilla, especialmente la presencia de un endocarpo duro, la corta viabilidad y la sensibilidad a la desecación, explican su baja regeneración natural y justifican su condición de especie vulnerable, siendo urgente su conservación.

Ramos et al. (2021) estudiaron la germinación de semillas de *Prosopis pallida* y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. a diferentes temperaturas; estudio de tipo y diseño experimental, trabajaron con 40 tratamientos del arreglo trifactorial (dos especies, cinco temperaturas, cuatro tiempos de exposición y un testigo), las temperaturas fueron de 60, 80, 100, 150 y 200 °C y los tiempos de 0,5; 1,0; 5,0 y 10,0 minutos. Obtuvieron que el mayor %G para las semillas de *P. pallida* fue con la temperatura de 60 °C y tiempo de 1 minuto; mientras que las semillas de la especie *P. juliflora* germinaron mayormente a temperatura de 60 °C y tiempos de 0,5 y 5 minutos; las semillas de las dos especies mostraron un %G de hasta 80% en un tiempo máximo de 22 días. Concluyeron que la temperatura óptima es de 60 °C y los tiempos de exposición en promedio es 1 minuto, valores mayores a los mencionados limitan el %G.

Porras et al. (2020) evaluaron los efectos de la luz sobre la germinación de semillas de champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P); estudio experimental con un DCA, realizaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno y tomaron como unidad experimental una caja Petri con 35 semillas, los tratamientos fueron sometidos a cuatro formas de cobertura (sin luz, luz roja, luz azul y un testigo). Obtuvieron que el tratamiento con luz roja arrojó el mayor porcentaje germinativo ($57,85 \pm 2,22\%$) y valores parecidos experimentaron los tratamientos con luz azul o blanca, en cambio, el tratamiento sin luz expresó el menor porcentaje ($45,71 \pm 0,90\%$), el tiempo promedio de germinación fue de 52 días y las semillas más frescas evidenciaron una viabilidad germinativa del 93,74%. Con esto concluyen que la luz es un factor determinante en la germinación de semillas que producen porcentajes significativos y viables.

Valverde et al. (2019) estudiaron la germinación de semillas de *Crescentia alata* en diferentes condiciones de temperatura, luminosidad y almacenamiento con el objetivo de establecer las condiciones óptimas de germinación; estudio experimental donde utilizaron cinco tratamientos: tres con temperaturas constantes de 15, 20 y 30 °C y dos con alternancia de temperatura entre el día y la noche, de 20 a 30 °C y de 25 a 30 °C, hicieron 20 repeticiones por tratamiento y cada uno con 20 semillas. La mayor germinación se obtuvo a los 21 días con temperaturas de 15 y 20 °C y porcentajes de 74 y 70% respectivamente; a los 22 días el porcentaje de germinación de los tratamientos expuestos a la luz alcanzaron hasta el 90%, mientras que los tratamientos expuestos a la oscuridad la germinación después fue de 32% a temperatura ambiente, 89% a 5 °C y 92% a 15° C. Concluyen que las mejores condiciones para germinar semillas de *C. alata* es a 30 ° C y expuestas a la luz y separadas la pulpa del fruto, además, el almacenamiento debe hacerse a temperaturas bajas (5 y 15 °C), bajo estas condiciones el poder de germinación se mantiene al 90% aproximadamente.

2.1.2. Nacionales

Díaz (2023) caracterizó la morfología del fruto y semillas de *Clusia pseudomangle* Planch & Triana (lalush) en Chalamarca – Chota, la investigación de tipo exploratoria, descriptiva y experimental, evaluaron 300 frutos recolectados de árboles sanos para observar sus características externas e internas. Obtuvo como resultado que los frutos son carnosos de color verde claro a verde amarillento medio, con un tamaño promedio de 33,7 mm de largo y 27,63 mm de diámetro, peso promedio de 16,58 g y 9 semillas por fruto. Las semillas estaban envueltas en un arilo anaranjado con cuatro hilos, su testa era rugosa, de forma oblonga y color rosa anaranjado medio a marrón medio; presentaban un endospermo externo, embrión axial y un peso de 0,03 a 0,04 g, con un tamaño promedio de 6,56 mm de largo por 2,79 mm de diámetro. Concluyó que existe variabilidad morfológica en los frutos y semillas de *C. pseudomangle*.

Niño et al. (2020) evaluaron el efecto de la luz sobre la germinación de las semillas de *Amaranthus hybridus* L.(bledo) con el propósito de determinar los procesos germinativos bajo ciertos estímulos, estudio experimental con una unidad muestral de 5 500 semillas; realizaron tres experimentos: E1 (efecto de luz), cuatro tratamientos (luz roja, luz azul, sin luz y luz solar) con cuatro repeticiones cada una. Obtuvieron como resultados que el mayor %G fue en ausencia de luz ($56,75\% \pm 2,4$), mientras que el valor más bajo se obtuvo con luz solar ($1,25\% \pm 0,48$). Concluyeron que las semillas de bledo muestran una fotoblastia negativa.

López et al. (2018) analizaron el impacto de la luz en la germinación de las semillas de *Pterocarpus rohrii Vahl* con la finalidad de establecer las condiciones de luz óptimas, estudio experimental con unidad muestral de 300 semillas, utilizaron dos tratamientos (luz y oscuridad) con cinco repeticiones cada una. Obtuvieron valores germinativos para los tratamientos en luz de 53,3% a 73,3%, mientras que en oscuridad los valores oscilaron de 66,7% a 83,3%. Concluyeron que la luz tiene menor efecto en la germinación de semillas de *Pterocarpus rohrii Vahl*, mientras que, la oscuridad es significativamente más influyente.

2.1.3. Locales

Barboza et al. (2021) evaluaron la influencia de diferentes sustratos en la germinación y crecimiento de *D. integrifolium* con el objetivo de determinar el mejor sustrato, realizó un diseño DCA de cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Encontraron valores germinativos de 75% en el T1 (suelo agrícola), 93% para T2 (suelo agrícola+ arena de río (2:1), 94% en el T3 (suelo agrícola + arena de río + humus de lombriz (2: 1 :1)), 92,5% para T4 (arena de río+ humus de lombriz (1:1)) y 70,8% en T5 (suelo agrícola+ humus de lombriz (1:1)). Concluyen que los tratamientos T2, T3 y T4 poseen mejores condiciones para la germinación de semillas de *D. integrifolium*.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Delostoma integrifolium* D. Don

Fue descrito por David Don en el año 1823, de allí se le atribuye el nombre; comúnmente se conoce como “teterete” o “navajuelo”; esta planta es originaria de Sudamérica y se encuentra distribuida en una amplia región que abarca desde Venezuela hasta Perú; esta especie puede crecer en diferentes tipos de climas, desde zonas secas hasta húmedas y muy húmedas, a altitudes que oscilan entre los 1500 y los 3000 msnm (Mahecha et al., 2012).

2.2.1.1. Clasificación taxonómica

Taxonómicamente, la *Delostoma integrifolium* D. Don, según Uribe (2009); Cuatrecasas (2012) citados en Loya (2014), manifiestan que esta especie tiene la clasificación taxonómica siguiente:

Tabla 1

Clasificación taxonómica de Delostoma integrifolium D. Don

Clasificación	Descripción
Reino	Plantae
División	Fanerogamae
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Scrophulariales
Familia	Bignoniaceae
Género	<i>Delostoma</i>
Especie	<i>D. integrifolium</i>
Epíteto específico	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don

Nota. (Loya , 2014).

2.2.1.2. Características de *Delostoma integrifolium* D. Don.

- a. Hábito:** El *Delostoma integrifolium* D. Don es una planta nativa que puede alcanzar alturas de hasta 15 metros; su tronco tiende a ser retorcido, y su ramificación es opuesta, lo que contribuye a la formación de una copa que puede variar desde amplia hasta globosa, dependiendo de las condiciones de crecimiento (Minga & Verdugo, 2016).

En cuanto a las ramas jóvenes de esta planta, presentan una diversidad de formas que van desde teretes (cilíndricas) hasta subanguladas (ligeramente angulares). La superficie de estas ramas puede variar desde estar prácticamente sin pelos (glabrescentes) hasta tener una fina pilosidad (pubérulas); esta especie se caracteriza por la ausencia de zonas glandulares entre los pecíolos de las hojas, lo que es un rasgo distintivo y de relevancia botánica. Además, las pseudoestípulas, que son estructuras parecidas a pequeñas hojas en la base de los pecíolos, también se encuentran ausentes en esta planta (Instituto de Ciencias Naturales [ICN], 2017).

- b. Flores:** Se encuentran dispuestas en racimos terminales que generalmente agrupan de 2 a 4 flores. El cáliz, la parte de la flor que rodea su base, adopta una forma de campana y su longitud oscila entre 1 y 1,5 centímetros; por otro lado, la corola es tubular y tiene forma campanulada, con unas dimensiones que varían entre 5 y 7 centímetros de longitud y un diámetro de 2 a 3 centímetros (Minga & Verdugo, 2016).

Los pecíolos, que son las estructuras que conectan las hojas al tallo, tienen una longitud que varía de 1,5 a 6 centímetros y pueden presentar pelos; las láminas de las hojas tienen una forma que puede ser elíptica, oblongoelíptica u obovada, y tienen una textura cartácea, lo que significa que son firmes y coriáceas. La base de las hojas puede ser redondeada, obtusa o truncada, mientras que el ápice puede

variar desde obtuso hasta agudo o incluso mostrar una subacuminación muy pronunciada (ICN, 2017).

- c. **Fruto:** Este se presenta en forma de cápsula, con dimensiones que varían entre 7 y 9 centímetros de longitud y de 2,5 a 3 centímetros de ancho; la forma de esta cápsula suele ser elíptica u ovado-elíptica, y se encuentra achatada de manera paralela al septo, lo que le confiere una apariencia característica; cuando la cápsula se seca, tiende a adquirir un color negruzco, lo que la distingue en su estado maduro, la superficie del fruto puede mostrar una ligera pilosidad glandular o bien estar prácticamente desprovista de pelos, lo que se conoce como glabrescente (Loya, 2014).
- d. **Semilla:** Estas poseen unas dimensiones que oscilan entre 1,5 y 2 centímetros de largo y de 3,2 a 4 centímetros de ancho; estas semillas son notablemente delgadas y presentan una característica ala que las rodea; esta ala se distingue por ser hialino-membranosa, lo que significa que es transparente y tiene una textura de membrana delgada; el cuerpo de la semilla en sí tiene un color marrón; la presencia de este tipo de semillas aladas es una adaptación que muchas plantas utilizan para facilitar su dispersión (Cerna, 2022).
- e. **Distribución ecológica:** La especie nativa tiene una distribución ecológica notablemente amplia en la región andina, siendo nativa de este territorio, ha sido registrada desde Venezuela hasta Perú, lo que demuestra su presencia en una extensa área geográfica (Padilla & Tenecela, 2024). En el contexto de nuestro país, se encuentra principalmente en la región interandina, habitando en altitudes que oscilan entre los 1500 y 3000 msnm (Abanto, 2017).
- f. **Propagación:** Se lleva a cabo principalmente a través de semillas; estas pueden ser recolectadas en los meses de noviembre y diciembre, lo que constituye el período

óptimo para este proceso; este método de propagación permite la reproducción y dispersión de la especie, contribuyendo así a su preservación y expansión en su entorno natural (Minga y Verdugo, 2016).

2.2.2. Efectos de la temperatura en la germinación de semillas

El efecto de la temperatura en el proceso de germinación de las semillas es un fenómeno complejo que se puede explicar a través de su influencia directa en el metabolismo y la velocidad de germinación, así como en el porcentaje de emergencia de las plántulas (Belmehdi et al., 2018).

La temperatura es un factor crítico que influye en la velocidad y eficacia de estas reacciones bioquímicas; Cuando las temperaturas son demasiado bajas, la actividad enzimática disminuye, lo que ralentiza el metabolismo y la velocidad de germinación de las semillas. Por otro lado, temperaturas excesivamente altas pueden desnaturalizar las enzimas, inactivándolas y afectando negativamente la capacidad de la semilla para germinar (Burescu et al., 2015).

- a. Imbibición de las semillas:** Es un proceso físico, básicamente relacionado con las propiedades coloidales de sus componentes y las diferencias en el potencial de agua entre la semilla y el entorno externo (Pompelli et al., 2023).
- b. Reacciones bioquímicas y metabolismo:** La temperatura también influye en las reacciones bioquímicas que regulan el metabolismo durante la germinación; diversas enzimas y procesos metabólicos involucrados en la activación y movilización de nutrientes en la semilla dependen de temperaturas específicas para funcionar de manera óptima (Bhatt et al., 2022).

2.2.3. Luminosidad en la germinación de semillas

La luz desencadena y regula una serie de procesos morfogénicos en las plantas, que comienza con la activación de la germinación de las semillas y abarca el desarrollo

de las plántulas hasta la producción de flores y semillas; este complejo proceso depende en gran medida de la interacción de las plantas con diversos fotorreceptores que capturan la energía lumínica en diferentes longitudes de onda (Hidalgo, 2008).

Para iniciar este ciclo, las semillas deben percibir la luz a través de diversos fotorreceptores, siendo el fitocromo, el criptocromo y el fotoreceptor algunos de los protagonistas clave en este proceso. El fitocromo tiene la capacidad de absorber luz en las regiones del espectro rojo y rojo lejano, mientras que el criptocromo se activa con la luz en la región azul y ultravioleta de onda larga. Por su parte, el fotoreceptor es sensible a la luz ultravioleta de longitud de onda corta (Marín, 2016).

Una vez que estas señales luminosas son captadas por los fotorreceptores, se desencadenan respuestas bioquímicas y fisiológicas que impulsan la germinación de las semillas y guían el desarrollo de las plántulas. Estos procesos de percepción lumínica son fundamentales para la formación adecuada de clorofila, el pigmento esencial en la fotosíntesis, que a su vez es vital para la producción de energía y nutrientes para la planta (Arnica, 2018).

Un componente crucial en esta secuencia es la fotoclorofilina a, la cual absorbe la luz en las regiones roja y azul del espectro. Una vez que esta fotoclorofilina a es reducida, se transforma en clorofila a, desencadenando el proceso fotosintético que permite a las plantas capturar la energía lumínica y convertirla en energía química utilizable (Manrique, 2003).

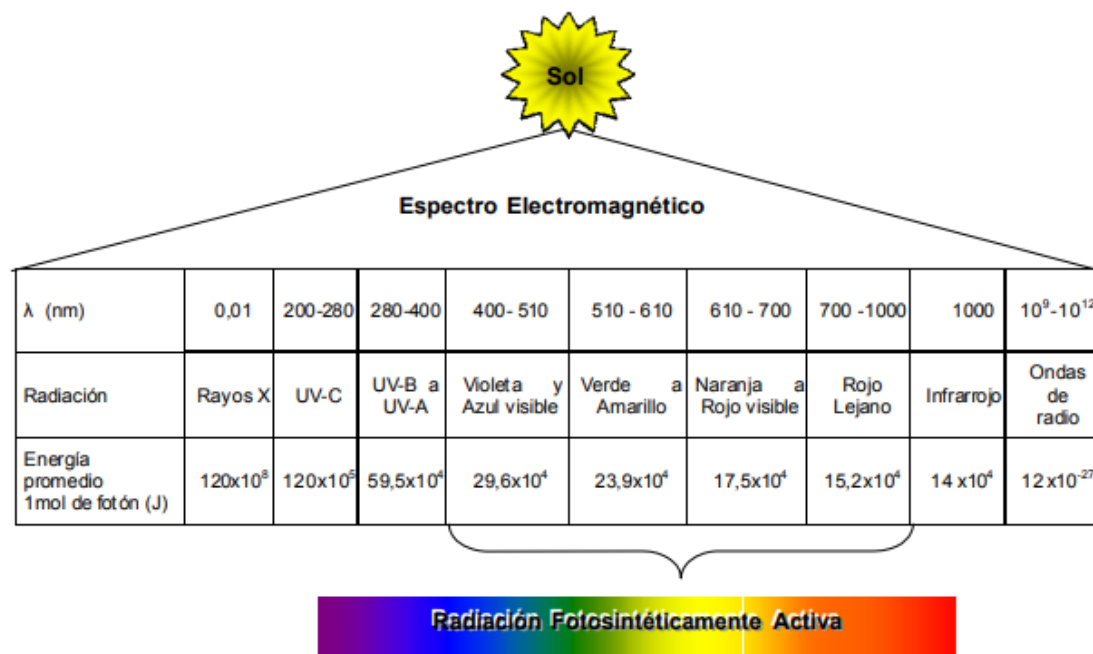
2.2.4. *Bandas de espectro lumínico*

La germinación de las semillas es un proceso crítico en el ciclo de vida de las plantas, influenciado por una variedad de factores ambientales, entre ellos la luz. La luz, como fuente de energía lumínica, juega un papel clave en la regulación de la germinación a través de la percepción de diferentes longitudes de onda en el espectro

lumínico. Diversos fotorreceptores presentes en las semillas y en las plántulas son responsables de detectar estas longitudes de onda y desencadenar respuestas fisiológicas y bioquímicas (Faccini & Puricelli, 2006).

Figura 1

Espectro electromagnético



Nota. (Lee et al., 2011).

2.2.4.1. Fitocromos

Son fotorreceptores que absorben preferentemente la luz del espectro rojo y rojo lejano; la relación entre la proporción de estos espectros (R:FR) puede influir tanto en la germinación y crecimiento de las semillas y plántulas respectivamente. Una relación R:FR baja (luz roja disminuida en relación con la roja lejana) puede indicar la presencia de vegetación circundante y provocar respuestas como la elongación de las plántulas para competir por la luz. (Bao et al., 2024).

La transformación del fitocromo inactivo en fitocromo activo generalmente ocurre en respuesta a la luz roja, mientras que la inversa tiene lugar en presencia de luz roja lejana. Cada una de estas formas de fitocromo corresponde a sus puntos máximos de absorción lumínica. Esta conversión bidireccional está vinculada a la promoción o supresión de la germinación, y puede ser influenciada o regulada por diversos factores ambientales como la temperatura o el termoperíodo (Hidalgo, 2008).

- a. **Criptocromos:** Son fotorreceptores sensibles a la luz en la región azul y ultravioleta de onda larga (Mazzella, 2001).
- b. **Fotoreceptores UV:** Sensibles a la luz ultravioleta (UV) de longitud de onda corta también pueden desencadenar respuestas en la germinación y el crecimiento de las plantas; la exposición a la luz UV puede afectar la morfología de las plántulas, la acumulación de pigmentos y la producción de compuestos protectores contra el estrés (Lee et al., 2011).
- c. **Fotoperiodismo:** La duración relativa de la exposición a la luz y a la oscuridad (fotoperíodo) también puede afectar la germinación; las plantas pueden requerir una duración mínima de luz u oscuridad para iniciar la germinación, lo que está relacionado con la adaptación de las plantas a las estaciones y la optimización de su crecimiento y reproducción (Mazzella, 2001).

2.3. Definiciones conceptuales

2.3.1. *Delostoma integrifolium* D. Don

Es una especie arbórea de la familia de las Bignoniaceae, conocida también como yalomán o cholán morado, llega a medir hasta 15 m de altura y se adapta en zonas con altitudes de 1000 a 3000 m.s.n.m., se adaptan de preferencia en las zonas altoandinas de Perú hasta Venezuela. Especie utilizada en la madera, artesanías, leña, forraje y también como planta ornamental (Minga y Verdugo, 2015).

2.3.2. *Semillas*

Las semillas son consideradas como fuentes de vida, con capacidad de propagar las especies forestales, en su estructura contiene concentración de nutrientes y la capacidad absorbente de agua, estas dos características permiten que las semillas germinen y emerja las raíces, posteriormente la aparición del tallo hasta formar las plántulas (Morales & Cano, 2012).

2.3.3. *Árboles semilleros*

Un árbol semillero es aquel que reúne las características más óptimas que permitan mantener la genética de las especies forestales; estas especies deben demostrar dominancia en crecimiento y desarrollo por sobre los otros individuos de la misma especie (Valladolid et al., 2017).

2.3.4. *Germinación*

Es un proceso en el cual se inicia el crecimiento del embrión en estado pasivo durante el proceso de maduración de las semillas, el activador es el agua y la humedad que da principio a la aparición de las raíces y la elongación de los tallos (Doria, 2010).

2.3.5. *Luminosidad*

Cantidad de luz natural disponible en un determinado ambiente o que incide sobre una superficie específica, como puede ser el suelo de un bosque o las hojas de una planta; esta luz natural proviene principalmente del sol y es un factor ambiental crítico que influye en muchos procesos biológicos y ecológicos, incluida la fotosíntesis en plantas, el crecimiento vegetativo, y los ciclos de vida de diversas especies (Gonçalves et al., 2012).

2.3.6. *Temperatura en la germinación*

Influyen en los procesos germinativos de las plantas, las semillas bajo condiciones de temperatura óptima suelen reducir el tiempo durante el proceso germinativo y el mejor crecimiento y desarrollo de una plántula (Lemos et al., 2018).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo, diseño, nivel y enfoque de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo experimental debido a que se manipularon las variables de temperatura y luminosidad para evaluar su influencia en la germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don. Asimismo, tiene un enfoque cuantitativo, porque los resultados fueron expresados mediante datos numéricos, como el porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación, los cuales permitieron contrastar la hipótesis planteada.

3.1.2. Nivel de investigación

Es explicativo, debido a que explica cómo las condiciones de temperatura y luminosidad influyen en la germinación de las semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don.

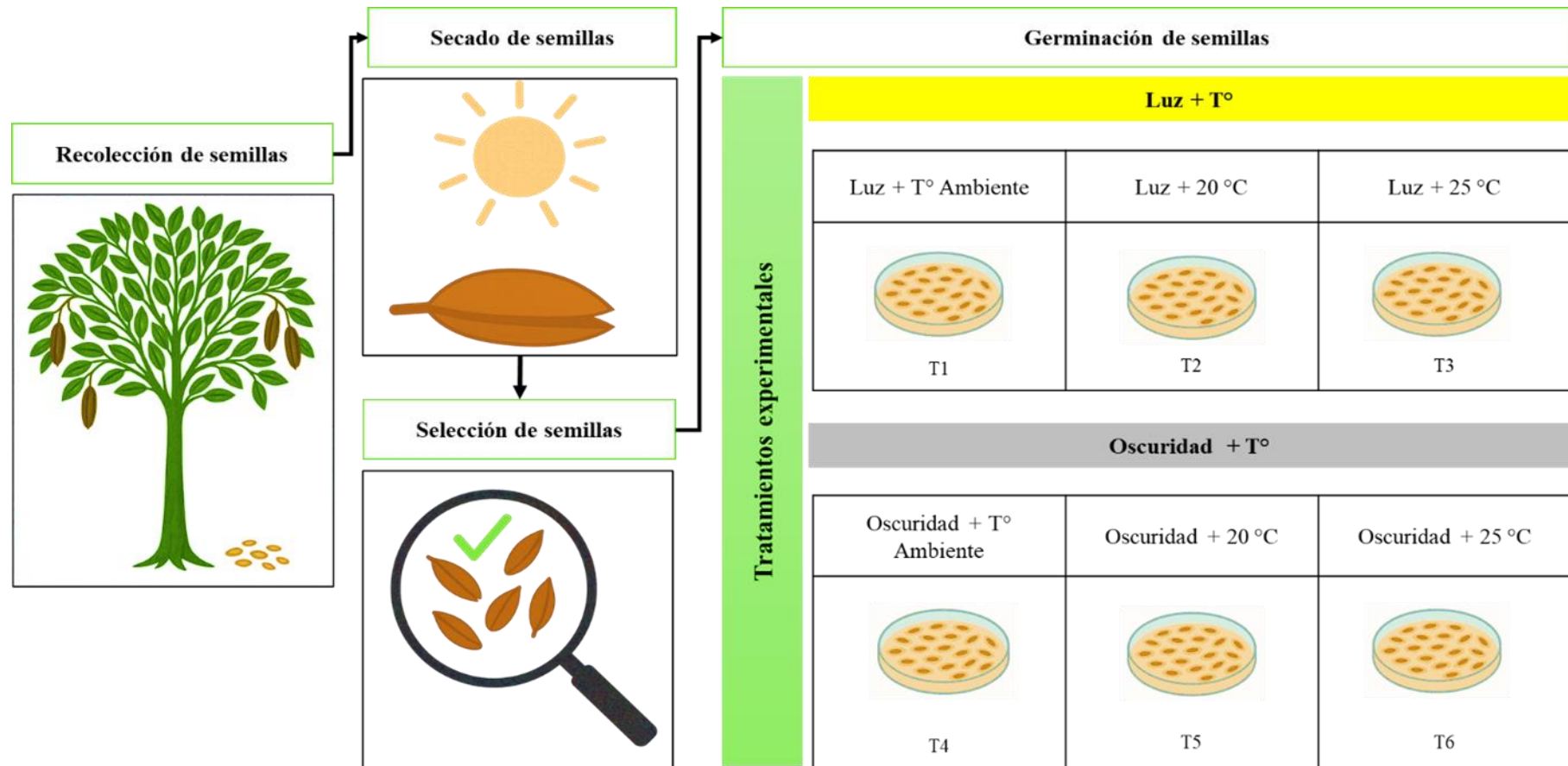
3.1.3. Diseño de la investigación

La investigación es de diseño experimental, debido a que se realizó la manipulación deliberada de las variables independientes: temperatura (20 °C, 25 °C y temperatura ambiente) y luminosidad (presencia o ausencia de luz) (Hernández et al., 2014), para observar su efecto sobre la variable dependiente (germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don). Asimismo, se consideró el sector de procedencia de las semillas (La Palma y Los Lanches) como factor de clasificación.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial $2 \times 3 \times 2$ (Sector $\times$ Temperatura $\times$ Luminosidad), generándose 12 combinaciones experimentales, con 4 repeticiones por combinación.

Figura 2

Diseño de investigación



Nota. DCA con arreglo factorial 2×3×2 (Sector de procedencia × Temperatura × Luminosidad). Los tratamientos correspondieron a las seis combinaciones Temperatura×Luminosidad (T1–T6), aplicadas a semillas provenientes de dos sectores (La Palma y Los Lanches). En total se evaluaron 6 combinaciones por sector (12 combinaciones en total), con 4 repeticiones por combinación y sector.

3.1.4. *Recolección de semillas de los sectores La Palma y Los Lanches del bosque La Palma*

Se seleccionaron cuatro árboles por cada sector, para ello se tuvo en cuenta criterios de calidad fenotípica y sanitaria, tales como madurez reproductiva, vigor aparente, copa bien conformada, ausencia de síntomas visibles de plagas o enfermedades, daños mecánicos severos o malformaciones, así como disponibilidad de frutos maduros. Los frutos fueron recolectados manualmente en estado de madurez fisiológica, descartándose aquellos inmaduros, dañados, infestados o con signos de deterioro.

3.1.5. *Secado de las semillas*

Se dejaron secar los frutos a temperatura ambiente por 15 días.

3.1.6. *Selección de semillas*

Se eligieron aquellas semillas libres de plagas o alguna enfermedad, luego se midió el largo y ancho de las semillas seleccionadas.

3.1.7. *Germinación de semillas*

La germinación se realizó a nivel de laboratorio mediante un DCA con arreglo factorial (Temperatura: 20 °C, 25 °C y ambiente; Luminosidad: luz y oscuridad), aplicado en semillas provenientes de dos sectores (La Palma y Los Lanches). La combinación de temperatura y luminosidad definió seis tratamientos (T1–T6).

Tabla 2

Combinaciones experimentales del diseño factorial 3x2

Codificación	Temperatura	Luminosidad
T1	Ambiente	Luz
T2	20 °C	Luz
T3	25 °C	Luz
T4	Ambiente	Oscuridad
T5	20 °C	Oscuridad
T6	25 °C	Oscuridad

La germinación se realizó en placas Petri, donde cada placa constituyó una unidad experimental con 25 semillas. Para cada sector de procedencia (La Palma y Los Lanches) se establecieron los seis tratamientos con cuatro repeticiones por tratamiento. La asignación de las placas a las condiciones de temperatura y luminosidad se efectuó al azar dentro de las cámaras de germinación, manteniendo constante el número de semillas por unidad experimental.

En total, por cada sector se evaluaron 600 semillas (6 tratamientos $\times$ 4 repeticiones $\times$ 25 semillas), y 1200 semillas en conjunto (dos sectores). El detalle del número de semillas por tratamiento y sector se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3

Total de semillas por combinación experimental

Sector	Tratamiento	N° de repeticiones	N° de semillas en cada placa Petri	N° Total de semillas por tratamiento
La Palma	T1	4	25	100
	T2	4	25	100
	T3	4	25	100
	T4	4	25	100
	T5	4	25	100
	T6	4	25	100
Los Lanches	T1	4	25	100
	T2	4	25	100
	T3	4	25	100
	T4	4	25	100
	T5	4	25	100
	T6	4	25	100
Total				1200

Se calculó el porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación (IVG), empleando las fórmulas de la Tabla 4.

Tabla 4

Fórmulas para el cálculo de IVG y porcentaje de germinación

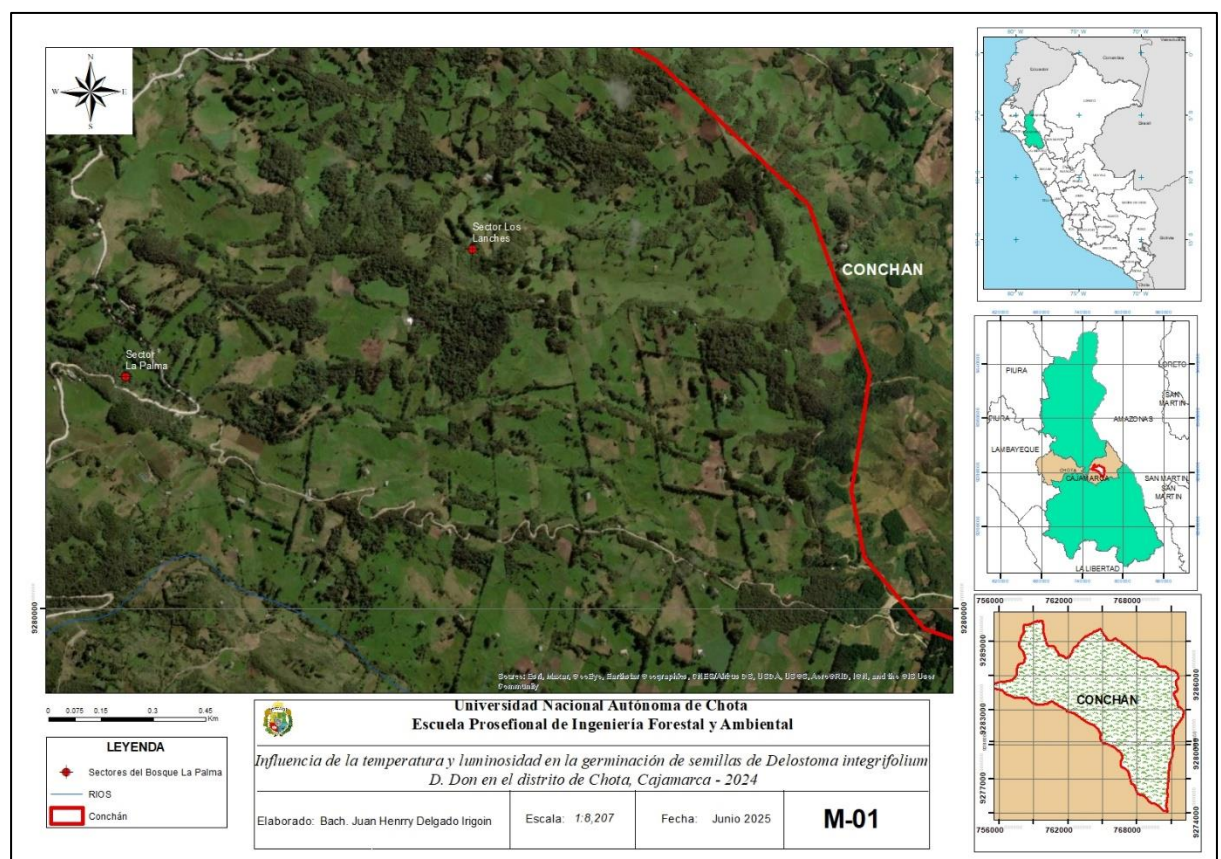
Fórmula	Descripción
Índice de Velocidad de Germinación (IVG): $IVG = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{T_i}$	G_i = Número de semillas germinadas en el día i T_i = Número de días transcurridos desde la siembra hasta el día i n= Número total de días de evaluación
Porcentaje de germinación (%G): % G= (Sg/Ss) *100	Sg = Semillas germinadas Ss = Total de semillas sembradas.

3.2.Ubicación

La investigación se realizó en condiciones controladas de temperatura y luminosidad en el distrito de Chota, región Cajamarca. Asimismo, las semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don fueron recolectadas de los relictos boscosos (sector la Palma y Los Lanches) del bosque La Palma, ubicado en la parte sur del distrito de Chota y Conchán, provincia de Chota, región de Cajamarca.

Figura 3

Mapa de ubicación de los sectores del bosque La Palma



3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población es el conjunto total de elementos con características comunes sobre los que se desea hacer inferencias (Condori, 2020), en esta investigación la población estuvo conformada por 8 árboles de *Delostoma integrifolium* con presencia de frutos maduros, seleccionados en los sectores La Palma y Los Lanches del bosque La Palma, distrito de Conchán y Chota.

3.3.2. Muestra

Según Hossan et al. (2023) una muestra es una subunidad representativa del total poblacional que permite obtener información válida y transferible al grupo mayor, dentro de límites definidos. La muestra estuvo conformada por 1200 semillas seleccionadas intencionalmente de árboles con frutos maduros y en buen estado fitosanitario.

3.3.3. Muestreo

Se empleó un muestreo no probabilístico intencional, el cual consiste en seleccionar unidades muestrales con base en criterios definidos por el investigador, tales como sanidad, madurez y accesibilidad de los frutos (Hernández et al., 2014).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Se empleó la observación y experimentación como técnicas de recolección de datos, debido a que se realizó una observación directa y sistematizada de los experimentos que se realizaron sobre las semillas para observar su comportamiento en diferentes temperaturas y en la luz y oscuridad.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron fueron las fichas de registro (Anexo 1) en las cuales se anotaron todos los datos sobre el número de semillas germinadas por día, que posteriormente fueron procesados.

3.5. Hipótesis

- **H₁:** El porcentaje de germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don sí está influenciado por la temperatura y luminosidad.
- **H₀:** El porcentaje de germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don no está influenciado por la temperatura y luminosidad.

3.6. Operacionalización de variables

En la Tabla 5 se muestra la operacionalización de variables de la presente investigación.

Tabla 5

Operacionalización de variables

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumentos
Problema general: ¿Cómo influye la temperatura y luminosidad en la germinación de semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don en Chota, Cajamarca - 2024?	Objetivo general: Evaluar la influencia de la temperatura y luminosidad en la germinación de semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don en Chota, Cajamarca - 2024.	H ₁ : El porcentaje de germinación de semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don sí está influenciado por la temperatura y luminosidad. H ₀ : El porcentaje de germinación de semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don no está influenciado por la temperatura y luminosidad.	Variable independiente: Condiciones de temperatura y luminosidad	Temperatura	Ambiente 20 °C 25 °C	Observación	Guía de observación
	Objetivos específicos - Caracterizar los frutos y semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don recolectados en los dos sectores (La Palma y Los Lanches) del bosque La Palma del distrito de Conchán, Cajamarca. - Determinar el porcentaje de germinación de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad. - Analizar el índice de velocidad de germinación (IVG) de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.		Variable dependiente: Germinación de semillas de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Luminosidad Porcentaje de germinación	Luz permanente Oscuridad %		
				Índice de velocidad de germinación (IVG)	$IVG = \Sigma (Gi / Ti)$, donde Gi es el número de semillas germinadas en el día i y Ti el tiempo transcurrido.		

3.7. Procedimiento de análisis de datos

Para el procesamiento de datos se empleó estadística inferencial y descriptiva, por lo que se realizó gráficos y tablas de los datos obtenidos en la germinación de las semillas de *Delostoma integrifolium*, mediante el cálculo de medidas de tendencia central y dispersión, así como la representación gráfica de los resultados.

Para evaluar el efecto de los factores sobre el %G se ajustó un Modelo Lineal Generalizado (GLM) con distribución binomial y enlace logit, empleando como respuesta el número de semillas germinadas respecto al total sembrado por unidad experimental (repetición). El modelo incluyó los efectos principales de Sector, Temperatura, Luminosidad y sus interacciones (Sector×Temperatura, Sector×Luminosidad, Temperatura×Luminosidad y la interacción triple Sector×Temperatura×Luminosidad). La significancia de los términos se evaluó mediante pruebas de razón de verosimilitud (χ^2), luego, se estimaron medias marginales y comparaciones por niveles del factor significativo.

El IVG se calculó por unidad experimental (repetición), para analizarlo se aplicó un ANOVA factorial 2×3×2 (Tipo III) con el modelo: Sector × Temperatura × Luminosidad. Se verificaron los supuestos del modelo mediante el análisis de residuos (normalidad y homogeneidad de varianzas). Dado que puede presentarse interacción entre factores, cuando se detectaron interacciones significativas (en especial la interacción triple), la interpretación se realizó a nivel de combinaciones Sector×Temperatura×Luminosidad, mediante medias marginales estimadas y comparaciones múltiples con ajuste de Tukey.

3.8. Aspectos éticos

La realización de la investigación se llevó a cabo siguiendo los lineamientos éticos que han sido establecidos para la investigación científica, con el propósito de asegurar la integridad y el debido respeto hacia los individuos que participan, así como hacia el entorno natural y la comunidad de científicos involucrados.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Características del fruto y semilla de *Delostoma integrifolium* D. Don del sector la Palma y los Lanches del bosque La Palma.

La especie arbórea *Delostoma integrifolium* D. Don presenta características similares en ambos sectores del bosque, como se observa en la Tabla 6, los frutos poseen una forma de cápsulas alargadas, dehiscencia por dos valvas, tipo vaina, y son de color marrón oscuro en su madurez; en cuanto a la relación largo-ancho de la vaina fue intermedia, con valores de 3,5 cm en el sector la Palma y 3,75 cm en el sector de los Lanches.

Tabla 6

Caracterización del fruto de Delostoma integrifolium D. Don del sector la Palma y los Lanches del bosque La Palma.

Descriptores	Sector la Palma	Sector los Lanches
Forma del fruto	Cápsula alargada, dehiscente por dos valvas, tipo vaina.	Cápsula alargada, dehiscente por dos valvas, tipo vaina.
Color del fruto	Marrón oscuro	Marrón oscuro
Relación largo y ancho de la vaina	Intermedia (3,5)	Intermedia (3,75)

Respecto a la semilla de la especie *Delostoma integrifolium* D. Don también presentan características homogéneas en ambos sectores, como se observa en la Tabla 7 la semilla de esta especie tiene una forma elíptica y es de color marrón; además las dimensiones promedio del largo y ancho (1 cm x 1 cm) fueron similares en ambos sectores del Bosque La Palma, esto indica una estabilidad fenotípica entre poblaciones cercanas.

Tabla 7

Caracterización de la semilla de Delostoma integrifolium D. Don del sector la Palma y del bosque La Palma.

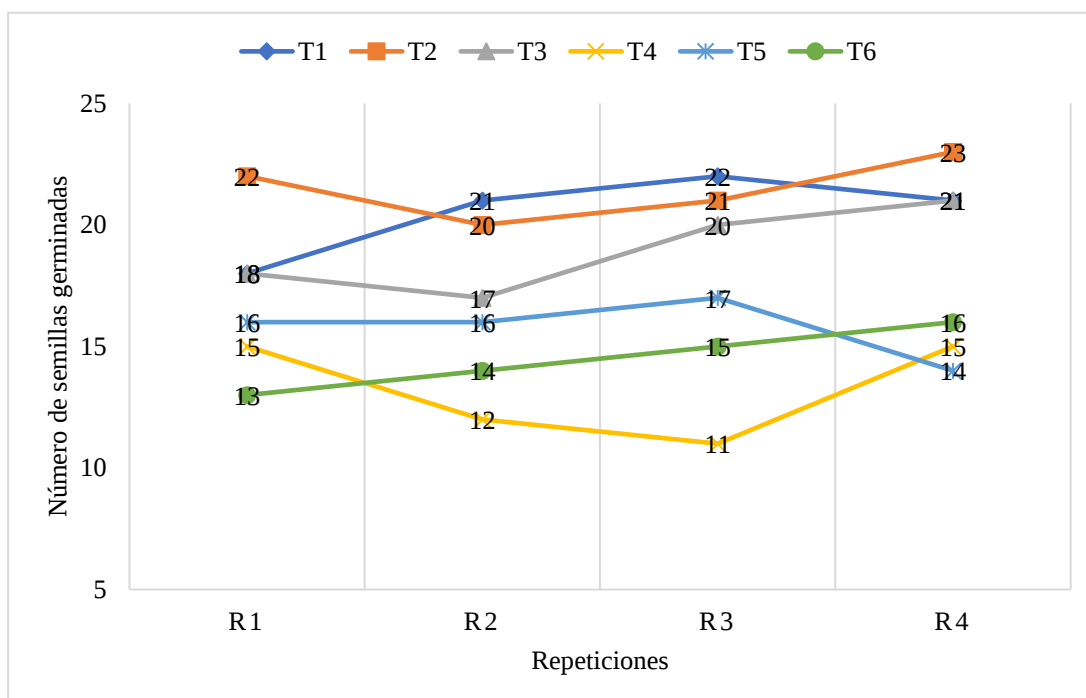
Descriptores	Sector la Palma	Sector los Lanches
Forma de la semilla	Elíptica	Elíptica
Color de la semilla	Marrón	Marrón
Ancho de la semilla	1 cm	1 cm
Largo de la semilla	1 cm	1 cm

4.2. Porcentaje de germinación de *Delostoma integrifolium* D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.

En la Figura 4 se observa que en el sector la Palma, los tratamientos T1 (luz + temperatura ambiente) y T2 (luz + 20 °C) mostraron los valores más altos de germinación por repetición, alcanzando 22 y 23 semillas germinadas respectivamente, seguidos del T3 (luz + 25 °C), con 21 semillas germinadas en R4; por otro lado los tratamientos aplicados bajo oscuridad (T4, T5 y T6) registraron una tendencia descendente, especialmente T4 (oscuridad + temperatura ambiente), que fue el de menor germinación en todas las repeticiones, alcanzando valores entre 11 y 15 semillas; estos resultados confirman que la luz es un factor determinante en la activación del proceso germinativo.

Figura 4

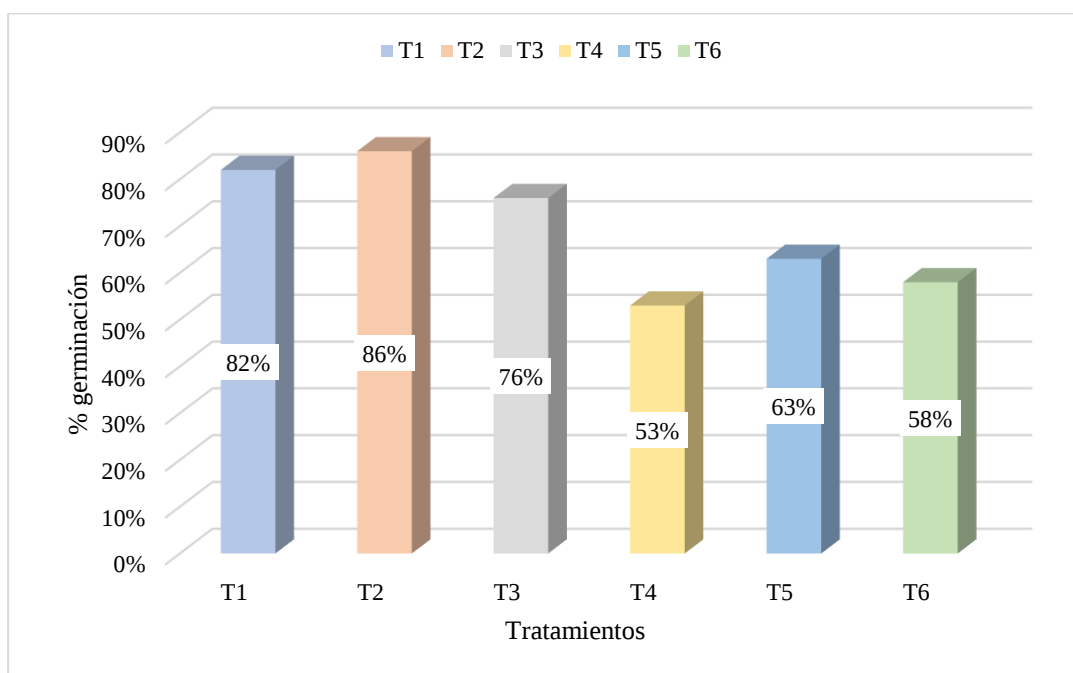
Comportamiento de la germinación de Delostoma integrifolium D. Don por cada combinación experimental en el sector la Palma



En la Figura 5 se muestra que en el sector la Palma, el tratamiento T2 alcanzó el mayor porcentaje de germinación con un 86 %, seguido de T1 con 82 % y T3 con 76 %; estos tres tratamientos pertenecen a los realizados bajo condiciones de iluminación; a diferencia de los realizados bajo condiciones de oscuridad que presentaron menores porcentajes.

Figura 5

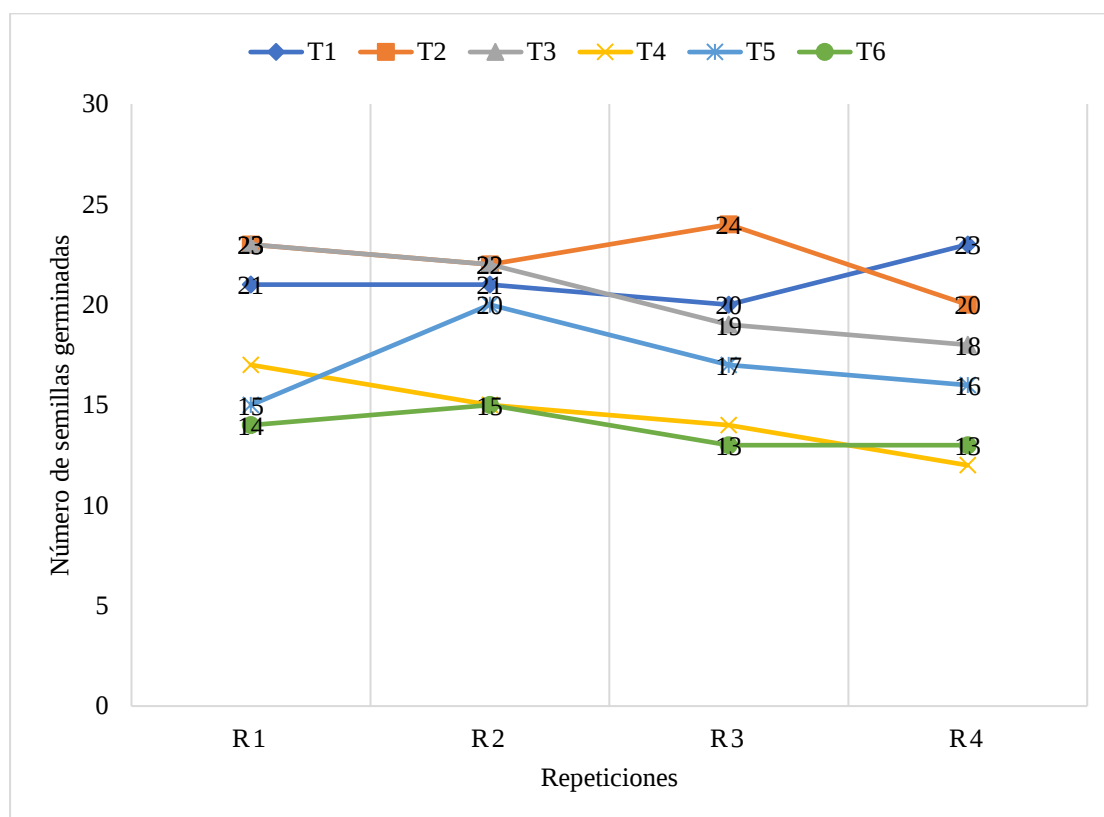
% de germinación de Delostoma integrifolium D. Don por cada combinación experimental en el sector la Palma



La Figura 6 muestra que en el sector los Lanches, los tratamientos con luz (T1, T2 y T3) evidenciaron mejores resultados, que los realizados bajo condiciones de oscuridad. El tratamiento T2 (luz + 20 °C) se mantuvo como el más efectivo a lo largo de las repeticiones, alcanzando valores consistentes entre 20 y 24 semillas germinadas, seguidos de los T1 y T3 con un total de semillas germinadas que va entre 18 a 21 y de 17 a 21, respectivamente. En los tratamientos en condiciones de oscuridad (T4, T5 y T6) mostraron menor eficiencia germinativa, destacando T4 (oscuridad + temperatura ambiente), cuyo número de semillas germinadas fue el más bajo (11 a 15 semillas germinadas).

Figura 6

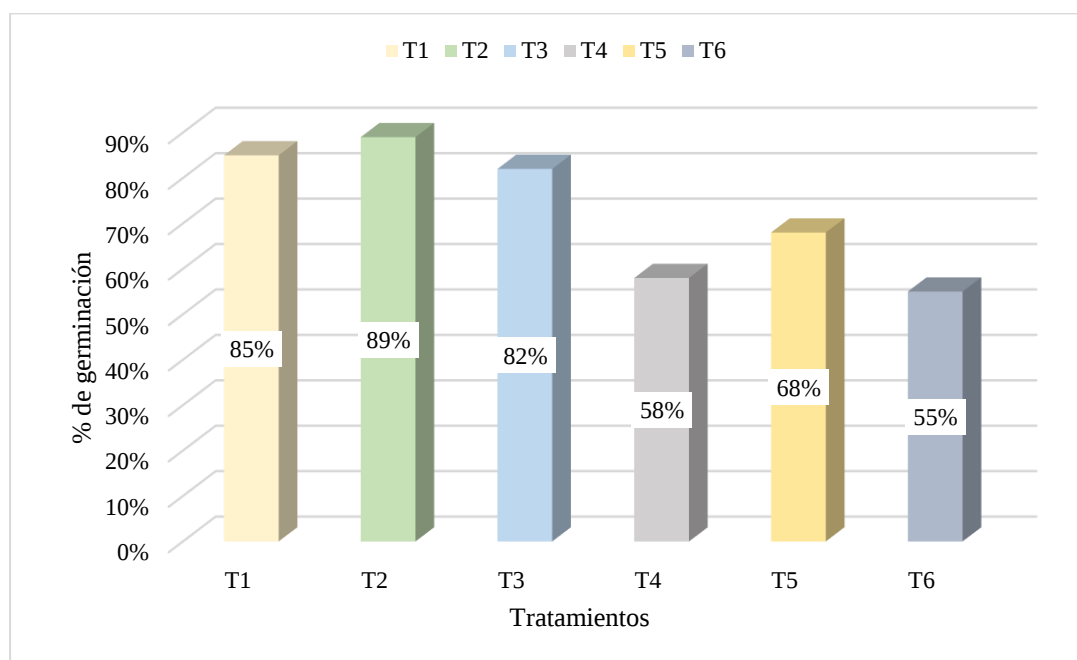
Comportamiento de la germinación de Delostoma integrifolium D. Don por cada combinación experimental en el sector los Lanches



En la Figura 7 se muestra que en el sector los Lanches, el tratamiento T2 (luz + 20 °C) alcanzó el mayor porcentaje de germinación con un 89 %, seguido de T1 (luz + temperatura ambiente) con 85 % y T3 (luz + 25 °C) con 82 %. Estos valores destacan que la combinación de luz con temperaturas entre 20 °C y 25 °C promueve condiciones óptimas para la germinación. Por otro lado, los tratamientos en oscuridad (T4, T5 y T6) mostraron valores inferiores: T4 obtuvo el porcentaje más bajo con 58 %.

Figura 7

% de germinación de Delostoma integrifolium D. Don por combinación experimental en el sector los Lanches



Para evaluar los efectos de la temperatura y luminosidad por sector se empleó un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución binomial, considerando como factores el tratamiento (combinaciones de temperatura y luminosidad), el sector de procedencia de las semillas y su interacción, el cual mostró que la luminosidad tuvo un efecto significativo en la germinación ($p < 0.001$), mientras que el sector, la temperatura y las interacciones no fueron significativas (Tabla 8).

Tabla 8

Resultados del modelo lineal generalizado binomial para la germinación de Delostoma integrifolium D. Don.

Fuente de variación	χ^2	gl	p-valor
Sector	0,412	1	0,521
Temperatura	3,325	2	0,190
Luminosidad	14,321	1	< ,001***
Sector $\times$ Temperatura	0,081	2	0,960

Sector × Luminosidad	0,011	1	0,918
Temperatura × Luminosidad	1,765	2	0,414
Sector × Temperatura × Luminosidad	0,628	2	0,730

Nota. LR χ^2 = estadístico de razón de verosimilitud.

Además, según la Tabla 9, las medias marginales estimadas sobre la probabilidad de germinación, indican que, en promedio, la germinación fue mayor en luz que en oscuridad y que las diferencias entre sectores y temperaturas no fueron estadísticamente significativas.

Tabla 9

Resultados de medias marginales para la probabilidad de germinación por factor

Factor	Nivel	Probabilidad	EE	IC 95%	
				LI	LS
Sector	La Palma	0,713	0,0196	0,673	0,750
Sector	Los Lanches	0,751	0,0191	0,712	0,786
Temperatura	20 °C	0,785	0,0221	0,739	0,826
Temperatura	25 °C	0,690	0,0242	0,640	0,735
Temperatura	Ambiente	0,716	0,0243	0,666	0,761
Luminosidad	Luz	0,837	0,0153	0,805	0,865
Luminosidad	Oscuridad	0,593	0,0202	0,553	0,632

4.3. Analizar el índice de velocidad de germinación (IVG) de *Delostoma integrifolium*

D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.

En la Tabla 10 se observa el promedio del IVG de *Delostoma integrifolium* D. Don en cada tratamiento y sector. En el sector la Palma, el tratamiento T2 (luz + 20 °C) presentó el mayor IVG con un valor de 1,140; seguido por T3 (luz + 25 °C) con 1,120, y T1 (luz + temperatura ambiente) con 0,969, evidenciando que las condiciones de luz combinadas con temperaturas controladas favorecieron una germinación más rápida; por el contrario, los tratamientos en oscuridad como T4 (oscuridad + temperatura

ambiente) registraron el IVG más bajo (0,658), lo cual indica que la ausencia de luz reduce la velocidad de emergencia de las plántulas.

En el sector los Lanches, esta tendencia se intensificó y se obtuvo en el T3 un IVG más alto con 1,480, seguido por T2 (1,320) y T1 (1,030), mientras que T4 nuevamente mostró uno de los valores más bajos (0,721); esto demuestra que, independientemente del sector, la luz es un factor clave en la estimulación de la germinación rápida, mientras que las condiciones de oscuridad limitan significativamente la velocidad del proceso.

Tabla 10

Promedio del Índice de Velocidad de Germinación (IVG) por tratamiento

Sector	Tratamiento	Promedio IVG
La Palma	T1	0,969
La Palma	T2	1,140
La Palma	T3	1,120
La Palma	T4	0,658
La Palma	T5	0,841
La Palma	T6	0,846
Los Lanches	T1	1,030
Los Lanches	T2	1,320
Los Lanches	T3	1,480
Los Lanches	T4	0,721
Los Lanches	T5	0,997
Los Lanches	T6	0,786

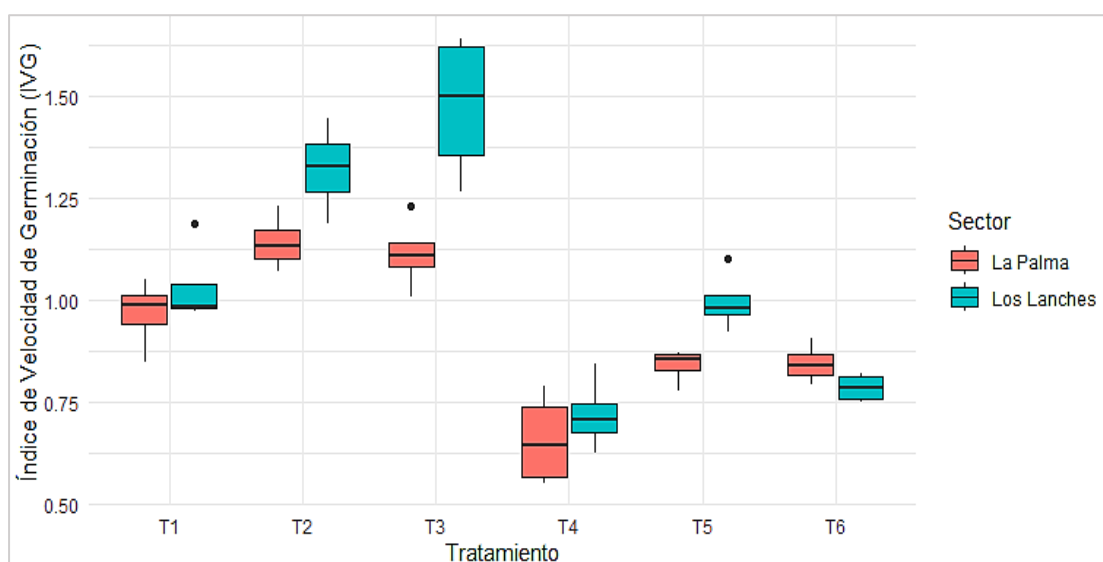
La Figura 8 muestra que los tratamientos T2 (luz + 20 °C) y T3 (luz + 25 °C) presentaron los mayores IVG en ambos sectores, siendo considerablemente superiores en Los Lanches; específicamente, el tratamiento T3 (luz + 25 °C) en Los Lanches

alcanzó el valor más alto, con una mediana en torno a 1,5; lo que indica una germinación más rápida bajo condiciones de mayor temperatura y presencia de luz.

Por otro lado, los tratamientos bajo oscuridad (T4, T5 y T6) presentaron los menores IVG, especialmente en el tratamiento T4 (oscuridad + temperatura ambiente), evidenciando que tanto la ausencia de luz como una temperatura no controlada reducen notablemente la velocidad de germinación. Asimismo, las diferencias entre sectores indican que el entorno de Los Lanches favoreció ligeramente una mayor velocidad de germinación en casi todos los tratamientos. Este comportamiento podría estar asociado a condiciones microambientales como mayor humedad, características del sustrato o mejor control térmico, aspectos también reportados por Valverde et al. (2019), quienes destacaron que temperaturas de 30 °C bajo condiciones de luz optimizan la germinación de *Crescentia alata*.

Figura 8

Distribución del Índice de Velocidad de Germinación (IVG) de Delostoma integrifolium D. Don por tratamiento



Para evaluar el efecto de los factores sobre el IVG se aplicó un ANOVA factorial, en el que se evidenció que hubo efectos significativos de sector, temperatura y luminosidad sobre el IVG, así como interacciones de orden superior, incluyendo la interacción triple Sector $\times$ Temperatura $\times$ Luminosidad ($p = ,005$) (Tabla 11). Debido a esta interacción, la interpretación se centra en las combinaciones específicas de factores.

Tabla 11

ANOVA tipo III para el IVG (modelo factorial)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	F	p-valor
Sector	0,0653	1	7,1728	0,011082
Temperatura	0,0698	2	3,8314	0,031006
Luminosidad	0,1812	1	19,8914	7,72e-05
Sector $\times$ Temperatura	0,0901	2	4,9463	0,012649
Sector $\times$ Luminosidad	0,0006	1	0,0646	0,800883
Temperatura $\times$ Luminosidad	0,0019	2	0,1025	0,902884
Sector $\times$ Temperatura $\times$ Luminosidad	0,1121	2	6,1528	0,005029
Residual	0,3279	36		

Las comparaciones múltiples de medias marginales estimadas mostraron que el mayor IVG ocurrió en Los Lanches a 25 °C con luz (media = 1,478), seguido de Los Lanches a 20 °C con luz (1,323). Los valores más bajos se observaron principalmente en condiciones de oscuridad, destacando La Palma en ambiente con oscuridad (0,658) (Tabla 12).

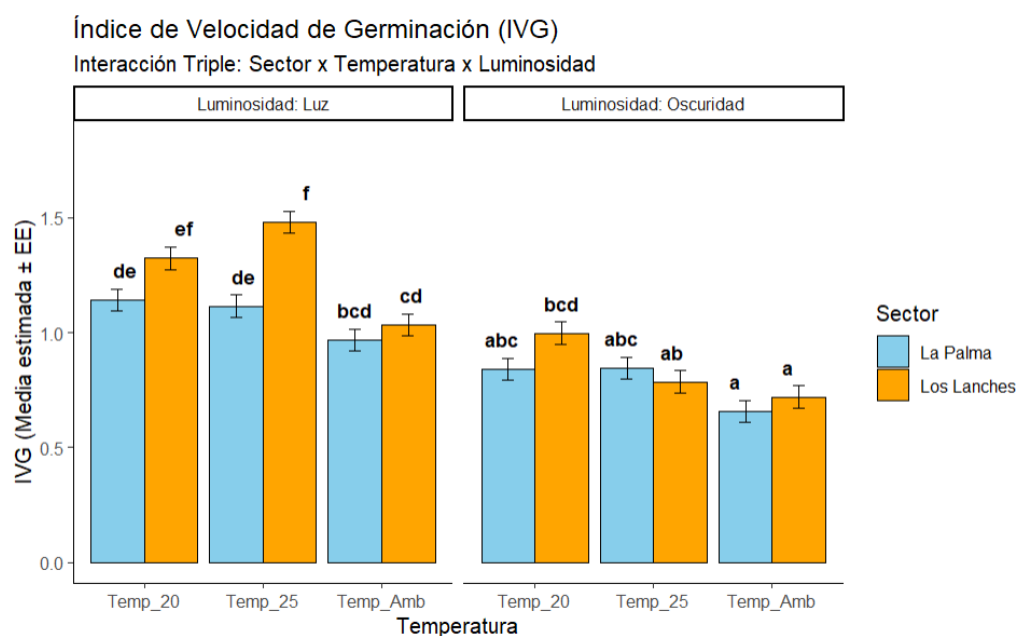
Tabla 12

Comparaciones múltiples del IVG por combinación de sector, temperatura y luminosidad

Sector	Temp.	Luz	IVG (emmean)	EE	IC 95% (LI–LS)	Grupo
La Palma	Ambiente	Oscuridad	0.658	0.0477	0.512–0.804	a
Los Lanches	Ambiente	Oscuridad	0.721	0.0477	0.575–0.866	a
Los Lanches	25 °C	Oscuridad	0.786	0.0477	0.640–0.931	ab
La Palma	20 °C	Oscuridad	0.841	0.0477	0.695–0.987	abc
La Palma	25 °C	Oscuridad	0.846	0.0477	0.700–0.992	abc
La Palma	Ambiente	Luz	0.969	0.0477	0.823–1.114	bcd
Los Lanches	20 °C	Oscuridad	0.998	0.0477	0.852–1.143	bcd
Los Lanches	Ambiente	Luz	1.034	0.0477	0.888–1.179	cd
La Palma	25 °C	Luz	1.115	0.0477	0.970–1.261	de
La Palma	20 °C	Luz	1.142	0.0477	0.996–1.288	de
Los Lanches	20 °C	Luz	1.323	0.0477	1.177–1.468	ef
Los Lanches	25 °C	Luz	1.478	0.0477	1.332–1.624	f

Figura 9

Interacción triple del índice de velocidad de germinación (IVG) según sector, temperatura y luminosidad.



4.4. Contrastación de hipótesis

4.4.1. Porcentaje de germinación (%G)

Para la contrastación del %G se utilizó el GLM binomial presentado en la Tabla

8. Con fines de contrastación estadística se plantearon subhipótesis por factor:

- H_{0a} (Temperatura): la temperatura no influye en el %G. H_{1a} : la temperatura influye en el %G.
- H_{0b} (Luminosidad): la luminosidad no influye en el %G. H_{1b} : la luminosidad influye en el %G.
- H_{0c} : La interacción temperatura $\times$ luminosidad no influye en el %G, H_{1c} : La interacción temperatura $\times$ luminosidad influye en el %G.

Según el GLM (Tabla 8), la luminosidad mostró efecto significativo sobre el %G ($p < 0,001$), por lo que se rechaza H_{0b} y se respalda H_{1b} . En cambio, la temperatura no presentó efecto significativo ($p = 0,190$), por lo que no se rechaza H_{0a} (no hay evidencia estadística suficiente para afirmar efecto de temperatura en %G). Asimismo, la interacción Temp $\times$ Lum no fue significativa ($p = 0,414$), por lo que no se rechaza H_{0c} ; esto indica que la ventaja de germinar bajo luz respecto a oscuridad se mantuvo de forma consistente a lo largo de las temperaturas evaluadas.

En términos de la hipótesis general de investigación formulada como temperatura y luminosidad influyen en el %G, los resultados confirman la influencia de la luminosidad (Tabla 9) pero no se evidenció efecto de la temperatura en el rango evaluado.

4.4.2. Índice de velocidad de germinación (IVG)

Para el IVG se aplicó el ANOVA factorial (Tabla 11), dado que la interacción triple Sector×Temp×Lum fue significativa ($p = 0,005$), para ello primero se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk ($W = 0,981$, $p = 0,626$) y la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene ($F(11, 36) = 1.57$, $p = 0,150$); ambas pruebas cumplieron los supuestos. La contrastación e interpretación se realizó a nivel de combinaciones (Tabla 11), pues el efecto de temperatura y luminosidad sobre el IVG depende del sector.

- H_0 (IVG): no existen diferencias en IVG entre las combinaciones Sector×Temp×Lum.
- H_1 (IVG): existen diferencias en IVG entre combinaciones Sector×Temp×Lum.

Con base en la interacción triple significativa (Tabla 11), se rechaza H_0 y se concluye que el comportamiento del IVG varía según la combinación de factores. Las comparaciones múltiples (Tabla 12) mostraron el mayor IVG en Los Lanches–25 °C–Luz (IVG = 1,478; grupo f) y el menor IVG en La Palma–Ambiente–Oscuridad (IVG = 0,658; grupo a).

4.5. Discusiones

4.5.1. Características del fruto y semilla de *Delostoma integrifolium* D. Don del sector la Palma y Los Lanches del bosque La Palma.

Los resultados mostraron que los frutos de la especie en estudio presentan una morfología igual entre los sectores La Palma y Los Lanches, caracterizándose por ser cápsulas alargadas, dehiscentes por dos valvas y de color marrón oscuro en estado de madurez. Según La Flora Mundial en Línea (WFO, 2025) y Gentry (1992), estas

características encontradas concuerdan con las reportadas en los descriptores taxonómicos para el género *Delostoma* y, en general, para la familia Bignoniaceae, en la cual predominan frutos capsulares dehiscentes adaptados a la dispersión anemócora.

La similitud en la forma, color y tipo de dehiscencia del fruto entre ambos sectores sugiere una estabilidad morfológica de la especie a nivel local, lo cual es esperable considerando la cercanía geográfica y la similitud de condiciones ecológicas del Bosque La Palma. Wang et al. (2023), afirma que estudios morfológicos en especies arbóreas han señalado que cuando las poblaciones se desarrollan bajo condiciones ambientales similares, las variaciones fenotípicas en frutos suelen ser mínimas.

En relación con las dimensiones del fruto, la relación largo-ancho de la vaina mostró valores intermedios y cercanos entre sectores (3,5 y 3,75), lo que indica que no existe una diferenciación marcada en la conformación del fruto. Según Bhatnagar y Kumari (2023), este patrón ha sido reportado en otras especies forestales donde el tamaño del fruto se mantiene relativamente constante dentro de una misma unidad ecológica, aun cuando exista variabilidad genética intraespecífica.

4.5.2. Porcentaje de germinación de *Delostoma integrifolium* D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.

Los resultados indicaron que el tratamiento T2 (luz + 20 °C) registró los porcentajes más altos de germinación tanto en el sector la Palma (86 %) como en Los Lanches (89 %), sin embargo, el análisis GLM binomial evidenció efecto significativo únicamente de la luminosidad, mientras que la temperatura, el sector y sus interacciones no fueron significativos.

Estos resultados son similares a los encontrados por Valverde et al. (2019) quienes señalaron que la exposición a la luz, combinada con temperaturas moderadas,

incrementa significativamente el porcentaje de germinación en semillas de *Crescentia alata*, especie arbórea perteneciente a la familia de las Bignoniáceas. De igual manera, Porras et al. (2020) demostraron que la luz constituye un factor determinante en la activación germinativa, al observar mayores porcentajes de germinación en tratamientos expuestos a distintas longitudes de onda, en comparación con condiciones de oscuridad.

La superioridad germinativa observada en los tratamientos con luz puede explicarse desde el punto de vista fisiológico, ya que la radiación lumínica actúa como señal ambiental que activa los sistemas de fitocromos, desencadenando procesos metabólicos asociados a la síntesis de enzimas hidrolíticas necesarias para la movilización de las reservas del embrión (Bewley et al., 2013). En este sentido, las semillas de *Delostoma integrifolium* muestran un comportamiento compatible con luz, dado que la ausencia de esta redujo notablemente el porcentaje de germinación en los tratamientos T4, T5 y T6.

4.5.3. Índice de velocidad de germinación (IVG) de *Delostoma integrifolium* D. Don en diferentes temperaturas y luminosidad.

Se evidenció que el IVG de la especie en estudio estuvo significativamente influenciado por el tratamiento, el sector de procedencia y la interacción tratamiento × sector, lo que indica que la rapidez del proceso germinativo responde de manera diferencial a las condiciones combinadas de temperatura y luminosidad, así como a la procedencia del material reproductivo.

En ambos sectores evaluados, los tratamientos desarrollados bajo condiciones de luz, particularmente T2 (luz + 20 °C) y T3 (luz + 25 °C), presentaron los valores más altos de IVG, lo que demuestra que estas combinaciones no solo incrementan el

porcentaje de germinación, sino que además aceleran el proceso germinativo. Este comportamiento concuerda con lo señalado por Valverde et al. (2019), quienes reportaron que temperaturas intermedias asociadas a condiciones de luz favorecen una germinación más rápida en especies arbóreas de la familia Bignoniaceae, al estimular procesos fisiológicos asociados al metabolismo inicial de la semilla.

La mayor velocidad de germinación observada en los tratamientos con luz puede explicarse desde un enfoque fisiológico, ya que la radiación lumínica actúa como señal ambiental que activa el sistema de fitocromos, promoviendo la síntesis de enzimas responsables de la movilización de reservas y el crecimiento inicial del embrión. Según Bewley et al. (2013), este proceso reduce el tiempo requerido para la emergencia de la radícula, lo cual se traduce en valores más elevados de IVG, tal como se evidenció en el presente estudio.

Por el contrario, los tratamientos desarrollados bajo condiciones de oscuridad (T4, T5 y T6) presentaron los valores más bajos de IVG, especialmente el tratamiento T4 (oscuridad + temperatura ambiente), lo que indica que la ausencia de luz, combinada con temperaturas no controladas, retrasa significativamente la germinación. Resultados similares fueron reportados por Niño et al. (2020), quienes señalaron que, en especies sensibles a la luz, la oscuridad prolonga el tiempo de emergencia, reduciendo la velocidad germinativa aun cuando el porcentaje final de germinación pueda no ser nulo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó que, en los tratamientos con luz y temperatura controlada, se obtuvo mejores resultados germinativos, lo que indica que la presencia de luz constituye un factor determinante para favorecer la germinación de las semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don.
- Los frutos y semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don provenientes de los sectores La Palma y Los Lanches mostraron características morfológicas similares, con semillas elípticas de color marrón y frutos tipo cápsula.
- Se determinó que la luminosidad influyó significativamente en el porcentaje de germinación, siendo mayor bajo luz que en oscuridad, mientras que temperatura y sector no mostraron efectos significativos.
- Se determinó que el índice de velocidad de germinación fue mayor en los tratamientos con luz y temperatura controlada, siendo el tratamiento T3 (sector los Lanches + luz + 25 °C) el más eficiente a diferencia de los tratamientos en oscuridad que presentaron los valores más bajos.

5.2. Recomendaciones

- A los responsables de viveros forestales se recomienda utilizar temperaturas entre 20 °C y 25 °C con exposición a la luz como condiciones óptimas para la germinación de *Delostoma integrifolium* D. Don en viveros y programas de conservación.
- A los responsables de viveros forestales, se recomienda evitar condiciones de oscuridad durante la germinación, ya que estas limitan tanto el porcentaje como la velocidad de emergencia de plántulas de esta especie.
- A las entidades académicas e investigadores se recomienda replicar este estudio en otras regiones altoandinas con condiciones ecológicas distintas, para validar la estabilidad del comportamiento germinativo de la especie.

CAPITULO VI

REFERENCIAS

- Abanto, F. (2017). *Evaluación del efecto de tres sustratos en la emergencia de la Delostoma integrifolium D. Don (Bignoniaceae) de dos localidades de la provincia de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <https://surl.li/gooqcd>
- Achicanoy , H., & López, G. (1972). Influencia de la luz sobre la germinación de semillas de maleza de clima frío. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 4(2), 17-37. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6191616>
- Alva, D., Martínez, G. A., & Medina, W. (2020). Potencial forrajero de *Clusia pseudomangle* Planch. & Triana (Clusiaceae) y *Delostoma integrifolium* D. Don (Bignoniaceae). *Arnaldoa*, 2(587 - 594), 27. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.272.27210>
- Arce, R. (2019). Aproximaciones a la filosofía forestal de la sustentabilidad del manejo forestal en Perú. *Revista Forestal del Perú*, 34(2), 113-131. <https://doi.org/10.21704/rfp.v34i2.1322>
- Arnica, H. (2018). *Influencia de la temperatura y luz artificial en la maduración de la fresa en Arequipa, 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Obtenido de <https://surl.lu/cnqyex>
- Bączek, R. (2022). An Interplay of Light and Smoke Compounds in Photoblastic Seeds. *Plants*, 11(13), 1773. <https://doi.org/10.3390/plants11131773>
- Bao, Y., Liu, X., Feng, C., Niu, M., Liu, C., Wang, H., & Xia, X. (2024). Light and light signals regulate growth and development in woody plants. *Forests*, 15(3), 523. <https://doi.org/10.3390/f15030523>

- Barboza, Y. (2021). *Influencia de diferentes sustratos en la germinación y crecimiento de Delostoma integrifolium D. Don en vivero, Chota – Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Belmechdi, O., El Harsal, A., Benmoussi, M., Laghmouvi, Y., Skali, N., & Abrini, J. (2018). Effect of light, temperature, salt stress and pH on seed germination of medicinal plant *Origanum elongatum*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 16, 126-131. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.07.032>
- Bewley, D., Hilhorst, H., Bradford, K., & Nonogaki, H. (2013). Seeds . En *Physiology of Development, Germination and Dormancy, 3rd Edition*. Springer Nature.
- Bhatnagar, S., & Kumari, R. (2023). Morphological and anatomical studies of *Buchanania lanzan* Spreng. fruit and seed (Anacardiaceae) and the factors causing its extinction. *Vegetos*, 36, 1366-1376. <https://doi.org/10.1007/s42535-022-00510-3>
- Bhatt, A., Mercedes, M., Yu, X., Yu, D., & Niu, Y. (2022). Effect of temperature, light and storage on seed germination of *Salvia plebeia* R.Br., *Leonurus japonicus* Houtt., *Mosla scabra* (Thunb.) C.Y.Wu & H.W.Li and *Perilla frutescens* (L.) Britton. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 31, 100402. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2022.100402>
- Borokini, I., France, M. D., Harmon, D., Shoemaker, K., Weisberg, P., & Peacock, M. (2025). Seed biology and regeneration niche of the threatened cold desert perennial *Ivesia webberi* A. Gray. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1568951. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1568951>
- Burescu, L., Cachita, D., & Craciun, C. (2015). The Effect of Different Wavelengths LED Light on the Growth of Spruce (*Picea abies* L) Plantlets. *Romanian Biotechnological Letters*, 20(6), 11025-11034. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08525>

- Carranza , C. (2022). *Germinación y crecimiento inicial de Myrcianthes rhopaloides (Kunt) Mc Vaugh (chilimar) en diferentes sustratos, Chota, Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Cerna, L. (2022). *Uso de Trichoderma spp. como promotor de crecimiento de tres especies forestales a nivel de vivero en la provincia de Pichincha*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/77577e59-d949-4b4a-9220-1583f500e37f/content>
- Condori, P. (2020). *Universo, población y muestra*. Creative Commons. Obtenido de <https://www.aacademica.org/cporfirio/18>
- De Wit, M., Keuskamp, D., Bongers, F., Hornitschek, P., Gommers, C., Reinen, E., & Pierik, R. (2016). Integration of phytochrome and cryptochrome signals determines plant growth during competition for light. *Current Biology*, 26(24), 3320-3326.
- Diaz , W. (2023). *Estudio de la morfología y germinación de las semillas de Clusia pseudomangle Planch & Triana (lalush), Chalamarca - Chota* . [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74-85.
- Faccini , D., & Puricelli, E. (2006). Efecto de la temperatura y de la luz sobre la germinación de *Nicotiana longiflora* Cavanilles y *Oenothera indecora* Camb. *Agriscientia*, 23(1), 15-21.
- Gentry. (1992). *Flora Neotropica Bignoniaceae: Part II (Tribe Tecomeae)*. Organization for Flora Neotropica.

- Gonçalves, J., Melo, E., Silva, C., Ferreira, M., & Justino, G. (2012). Estratégias no uso da energia luminosa por plantas jovens de *Genipa spruceana* Steyererm submetidas ao alagament. *Acta Botanica Brasilica*, 26(2), 391-398. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000200014>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. 6ª ed. Mc Graw Hill Education.
- Hidalgo, J. (2008). *Efecto de la luz roja sobre la germinación de semillas de Swietenia macrophylla* G. King. "caoba" y *Ca/ycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schuman "capirona". [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/items/d1f4347e-c501-4bf3-a52a-53373d63c3f1>
- Hossan, D., Dato, Z., & Siah, N. (2023). Research Population and Sampling in Quantitative Study. *International Journal of Business and Technopreneurship*, 13(3), 209-222.
- Instituto de Ciencias Naturales. (18 de 12 de 2017). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Instituto de Ciencias Naturales: <http://www.biovirtual.unal.edu.co/floradecolombia/es/description/308/>
- Javed, S., Anis, M., Khan, P., & Aref, I. (2013). In vitro regeneration and multiplication for mass propagation of *Acacia ehrenbergiana* Hayne: a potential reclaiment of denude arid lands. *Agroforestry Systems* , 87(3), 621-629. <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9583-8>
- Klupczyńska, E., & Pawłowski , T. (2021). Regulation of Seed Dormancy and Germination Mechanisms in a Changing Environment. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 1357. <https://doi.org/10.3390/ijms22031357>

- Lee, M., Urbina, D., & Pinto, M. (2011). Fotorreceptores y respuestas de plantas a señales lumínicas. *Fisiología Vegetal*, 18, 1-10.
- Lemos, H., Almeida, B., Do Nascimento, B., Dos Santos, C., & Medeiros, S. (2018). Germinación y emergencia de lechuga a temperaturas elevadas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(3), 677-684. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i3.7720>
- Li, Z., Sheerin, D., Von, E., Stahl, M., & Hiltbrunner, A. (2022). The phytochrome interacting proteins ERF55 and ERF58 repress light-induced seed germination in *Arabidopsis thaliana*. *Nature Communications*, 13(1), 165. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29315-3>
- Liu, Q., Li, Z., Zhang, M., Dong, S., Yang, P., Zhang, J., & Loades, E. (2022). Systematic analysis of photo/sko-regulated germination and post-germination development of shallow photodormant seeds in *Nicotiana tabacum* L. *Molecular Basis of Seed Germination and Dormancy*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1042981>
- López, Z., López, E., & Gil, A. (2018). Efecto de la luz en la germinación de semillas de *Pterocarpus rohrii* Vahl. *Ciencia para el Desarrollo*, 21(4), 417-419. <https://doi.org/10.17268/sciendo.2018.046>
- Loya, D. (2014). *Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación de Yalomán (Delostoma integrifolium D. Don)*. Quito, Pichincha. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. Obtenido de <https://surl.li/czrucm>
- Loya, D. (2014). *Evaluación de medios de cultivo para la micropopagación de Yalomán (Delostoma integrifolium D. Don)*, Quito, Pichincha. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/71902499.pdf>

- Madrid, L. (2023). *Evaluación de la germinación de semillas de Phytalephas aequatorialis Spruce bajo tres tratamientos térmicos*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5311>
- Mahecha, G., Ovalle, H., Camelo, J., Roza, L., & Barrero, L. (2012). *Catálogo de flora del Valle de Aburrá*. Obtenido de Universidad EIA: <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/248>
- Manrique, E. (2003). Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz. *Ecosistemas*, 12(1), 1-11.
- Marín, L. (2016). *Estudio de la influencia de diferentes longitudes de onda de luz LED en la germinación de una orquídea Encyclia sp.* [Tesis de pregrado, Universidad Federal da Integrao Latino - Americana]. Obtenido de <https://surl.li/dgpesw>
- Mazzella, M. (2001). *Interacción entre fitocromos y criptocromos en el control del crecimiento y desarrollo de Arabidopsis thaliana*. [Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires]. Obtenido de https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3342_Mazzella.pdf
- Minga, D., & Verdugo, A. (2016). *Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca*. Imprenta Don Bosco. Cuenca. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8784>
- Morales, M., & Cano, J. (2012). Semillas sintéticas, el campo del futuro. *Ciencia y Desarrollo*, 38(258), 16-21.
- Niño, J., Moreno, D., Ruiz, H., Balaguera, H., & Magnitskiy, H. (2020). Luz, giberelinas y profundidad de siembra inciden sobre la germinación de semillas de *Amaranthus hybridus* L. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 23(3). <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1545>

- Noblecilla, M. (2020). Efectos de la pérdida de bosque sobre los roedores cricétidos en Carpish, Huánuco, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 27(4), 499-508. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i4.17211>
- Padilla , J., & Tenecela, J. (2024). *Evaluación de métodos de almacenamiento de semillas de cinco especies forestales nativas en la provincia de Imbabura*. Universidad Técnica del Norte.
- Pompelli, M. F., Jarma-Orozco, A., & Rodriguez-Páez, L. (2023). Imbibition and Germination of Seeds with Economic and Ecological Interest: Physical and Biochemical Factors Involved. *Sustainability*, 15, 5394. <https://doi.org/10.3390/su15065394>
- Porras, Y., Pedreros, M., Reyes, W., & Balaguera, H. (2020). Efecto de la luz sobre la germinación de semillas champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P.). *Ciencia y agricultura*, 17(2). <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n2.2020.10979>
- Quevedo, A., Schwarzkopf, T., García , C., & Jerez , M. (2015). Ambiente de luz del sotobosque de una selva nublada andina: estructura del dosel y estacionalidad climática. *Bioogía Tropical*, 64(4). <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i4.21861>
- Ramos, M., Ugalde, J., Medranda, J., Estévez, I., & Manríquez, T. (2021). Efecto de la temperatura en la germinación de semillas de las especies *prosopis pallida* (Humb & Bonpl. ex Willd.) Kunth y *Prosopis Juliflora* (SW.) DC . *Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(6), 21-32. <https://doi.org/10.47230/unesciencias.v5.n6.2021.559>
- Rosbakh, S., Pacini, E., Nepi, M., & Poschlod1, P. (2018). An Unexplored Side of Regeneration Niche: Seed Quantity and Quality Are Determined by the Effect of Temperature on Pollen Performance. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01036>

- Sarandón , S. J. (2020). *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable*. Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/109141/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Solh, M., & Ginkel, M. (2014). Drought preparedness and drought mitigation in the developing world's drylands. *Weather and Climate Extremes*, 3, 62-66. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2014.03.003>
- Valladolid, J., León, M., & Paredes, D. (2017). Selección de árboles semilleros en plantaciones forestales de la Península de Santa Elena. Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(2), 105-110.
- Valverde, K., Morales, C., & García, E. (2019). Germinación de semillas de *Crescentia alata* (Bignoniaceae) en distintas condiciones de temperatura, luminosidad y almacenamiento. *Biología Tropical*, 67(2), 120-131. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i2supl.37211>
- Vásquez, R., & Rojas, R. (2022). Catálogo de las especies forestales maderables de la Amazonía y la Yunga Peruana. *Revista Forestal del Perú*, 37(3), 5-138. <https://doi.org/10.21704/rfp.v37i3.1956>
- Wang, C., Gong, H., Feng, M., & Tian , C. (2023). Phenotypic Variation in Leaf, Fruit and Seed Traits in Natural Populations of *Eucommia ulmoides*, a Relict Chinese Endemic Tree. *Forests*, 14(3), 462. <https://doi.org/10.3390/f14030462>
- WFO. (2025). *La Flora Mundial en Línea*. Obtenido de WFO: <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000782137>

Yuan, X., & Wen, B. (2018). Seed germination response to high temperature and water stress in three invasive Asteraceae weeds from Xishuangbanna, SW China. *PLoS ONE*, 13(1), e0191710. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191710>

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de registro de datos



Registro de germinación de semillas por unidad experimental (placa Petri)

Título de la investigación Influencia de la temperatura y luminosidad en la germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don en el distrito de Chota, Cajamarca - 2024

Investigador Juan Henry Delgado Irigoin

Especie *Delostoma integrifolium* D. Don

Sector	Tratamiento	Repetición	Nº de semillas germinadas
La Palma	T1	1	18
La Palma	T1	2	21
La Palma	T1	3	22
La Palma	T1	4	21
La Palma	T2	1	22
La Palma	T2	2	20
La Palma	T2	3	21
La Palma	T2	4	23
La Palma	T3	1	18
La Palma	T3	2	17
La Palma	T3	3	20
La Palma	T3	4	21
La Palma	T4	1	15
La Palma	T4	2	12
La Palma	T4	3	11
La Palma	T4	4	15
La Palma	T5	1	16
La Palma	T5	2	16
La Palma	T5	3	17
La Palma	T5	4	14
La Palma	T6	1	13
La Palma	T6	2	14
La Palma	T6	3	15
La Palma	T6	4	16
Los Lanches	T1	1	21
Los Lanches	T1	2	21
Los Lanches	T1	3	20

Registro de germinación de semillas por unidad experimental (placa Petri)

Título de la investigación Influencia de la temperatura y luminosidad en la germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don en el distrito de Chota, Cajamarca - 2024

Investigador Juan Henry Delgado Irigoin

Especie *Delostoma integrifolium* D. Don

Sector	Tratamiento	Repetición	Nº de semillas germinadas
Los Lanches	T1	4	23
Los Lanches	T2	1	23
Los Lanches	T2	2	22
Los Lanches	T2	3	24
Los Lanches	T2	4	20
Los Lanches	T3	1	23
Los Lanches	T3	2	22
Los Lanches	T3	3	19
Los Lanches	T3	4	18
Los Lanches	T4	1	17
Los Lanches	T4	2	15
Los Lanches	T4	3	14
Los Lanches	T4	4	12
Los Lanches	T5	1	15
Los Lanches	T5	2	20
Los Lanches	T5	3	17
Los Lanches	T5	4	16
Los Lanches	T6	1	14
Los Lanches	T6	2	15
Los Lanches	T6	3	13
Los Lanches	T6	4	13

Anexo 2: Panel fotográfico

Fotografía 1.

Recolección de semillas de Delostoma integrifolium D.Don en el bosque montano La Palma



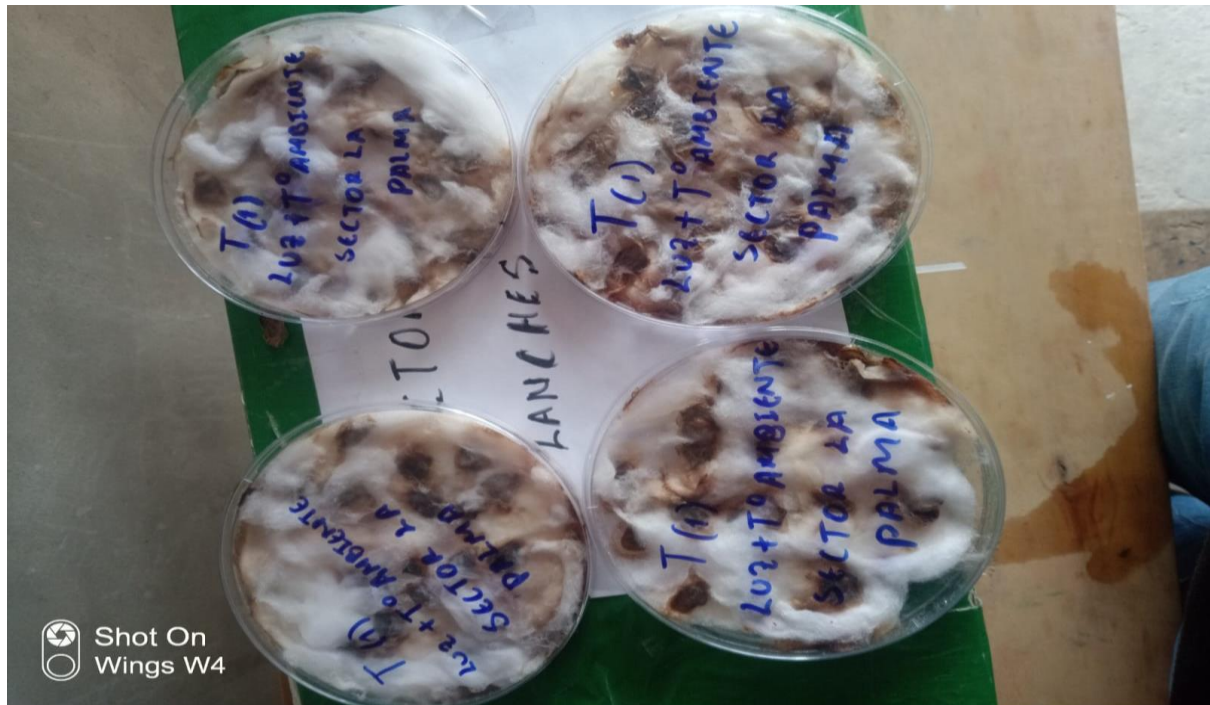
Fotografía 2

Secado de semillas de Delostoma integrifolium D.Don



Fotografía 3

Siembra de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don bajo el tratamiento T1 (luz + temperatura ambiente) en el sector la Palma.



Fotografía 4

Germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don bajo el tratamiento T1 en el sector la Palma.



Fotografía 5

Siembra de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T2 (luz + 20 °C) en el sector la Palma.



Fotografía 6

Germinación de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T2 (luz + 20 °C) en el sector la Palma.



Fotografía 7

Siembra de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T3 (luz + 25 °C) en el sector la Palma.



Fotografía 8

Germinación de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T3 (luz + 25 °C) en el sector la Palma.



Fotografía 9

Siembra de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don bajo el tratamiento T4 (Oscuridad + temperatura ambiente) en el sector la Palma.



Fotografía 10

Germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don bajo el tratamiento T4 (Oscuridad + temperatura ambiente) en el sector la Palma.



Fotografía 11

Siembra de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T5 (Oscuridad + 20 °C) en el sector la Palma.



Fotografía 12

Germinación de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T5 (Oscuridad + 20 °C) en el sector la Palma.



Fotografía 13

Siembra de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don bajo el tratamiento T6 (Oscuridad + 25 °C) en el sector la Palma.



Fotografía 14

Germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don bajo el tratamiento T6 (Oscuridad + 25 °C) en el sector la Palma.



Fotografía 15

Siembra de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T1 (luz + temperatura ambiente) en el sector los Lanches



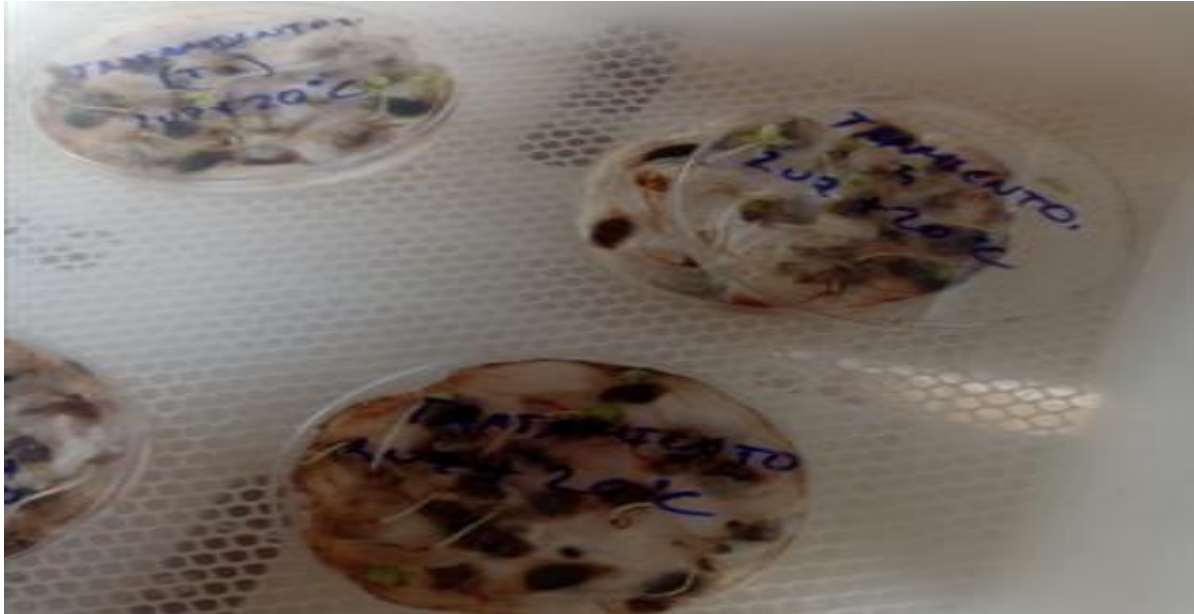
Fotografía 16

Germinación de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T1 en el sector los Lanches



Fotografía 17

Siembra de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don bajo el tratamiento T2 (luz + 20 °C) en el sector los Lanches



Fotografía 18

Germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don bajo el tratamiento T2 (luz + 20 °C) en el sector los Lanches



Fotografía 19

Siembra de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don bajo el tratamiento T3 (luz + 25 °C) en el sector los Lanches



Fotografía 20

Germinación de semillas de *Delostoma integrifolium* D. Don bajo el tratamiento T3 (luz + 25 °C) en el sector los Lanches



Fotografía 21

Siembra de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T4 (Oscuridad + temperatura ambiente) en el sector los Lanches



Fotografía 22

Germinación de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T4 (Oscuridad + temperatura ambiente) en el sector los Lanches



Fotografía 23

Siembra de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T5 (Oscuridad + 20 °C) en el sector los Lanches



Fotografía 24

Germinación de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T5 (Oscuridad + 20 °C) en el sector los Lanches



Fotografía 25

Siembra de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T6 (Oscuridad + 25 °C) en el sector los Lanches



Fotografía 26

Siembra de semillas de Delostoma integrifolium D. Don bajo el tratamiento T6 (Oscuridad + 25 °C) en el sector los Lanches



Anexo 3: Resultados complementarios del análisis estadístico

1. Semillas Germinadas

Análisis de devianza tipo III del modelo GLM binomial para porcentaje de germinación

Analysis of Deviance Table (Type III tests)

```
Response: cbind(Germinadas, Total - Germinadas)
              LR Chisq Df Pr(>Chisq)
Sector              0.4123  1  0.5208044
Temperatura         3.3246  2  0.1897001
Luminosidad        14.3209  1  0.0001541 ***
Sector:Temperatura   0.0806  2  0.9604978
Sector:Luminosidad   0.0106  1  0.9179735
Temperatura:Luminosidad 1.7653  2  0.4136883
Sector:Temperatura:Luminosidad 0.6281  2  0.7304862
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Sólo es significativo Luminosidad

1.1.Sector

No hay diferencias significativas

Sector	prob	SE	df	asympt.LCL	asympt.UCL
La Palma	0.713	0.0196	Inf	0.673	0.750
Los Lanches	0.751	0.0191	Inf	0.712	0.786

1.2.Temperatura

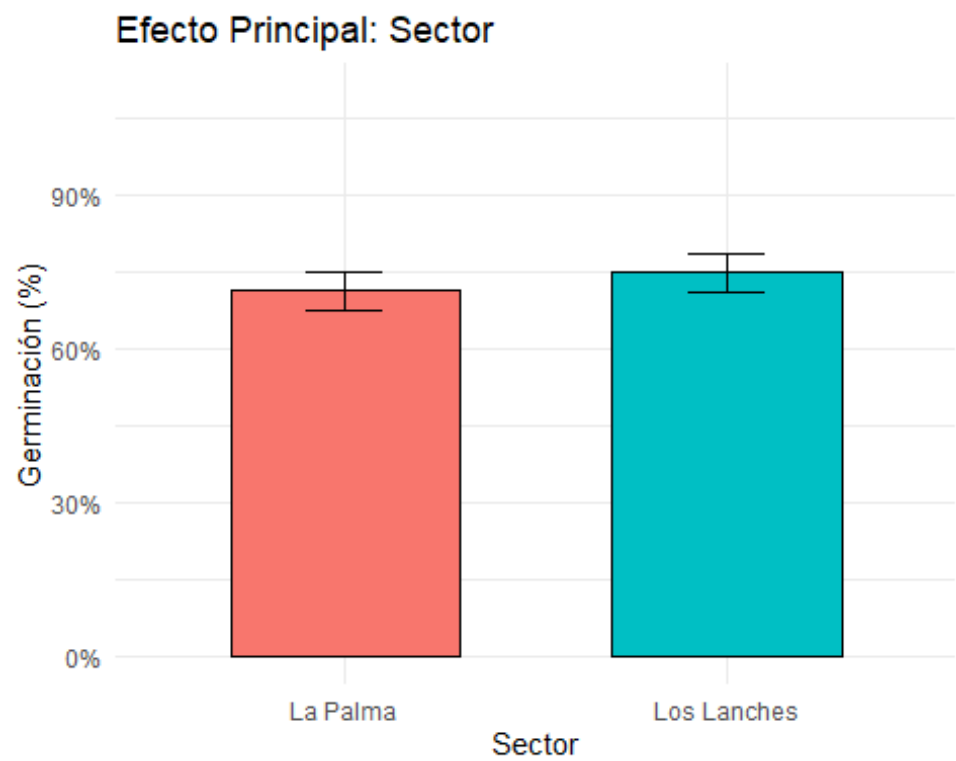
No hay diferencias significativas

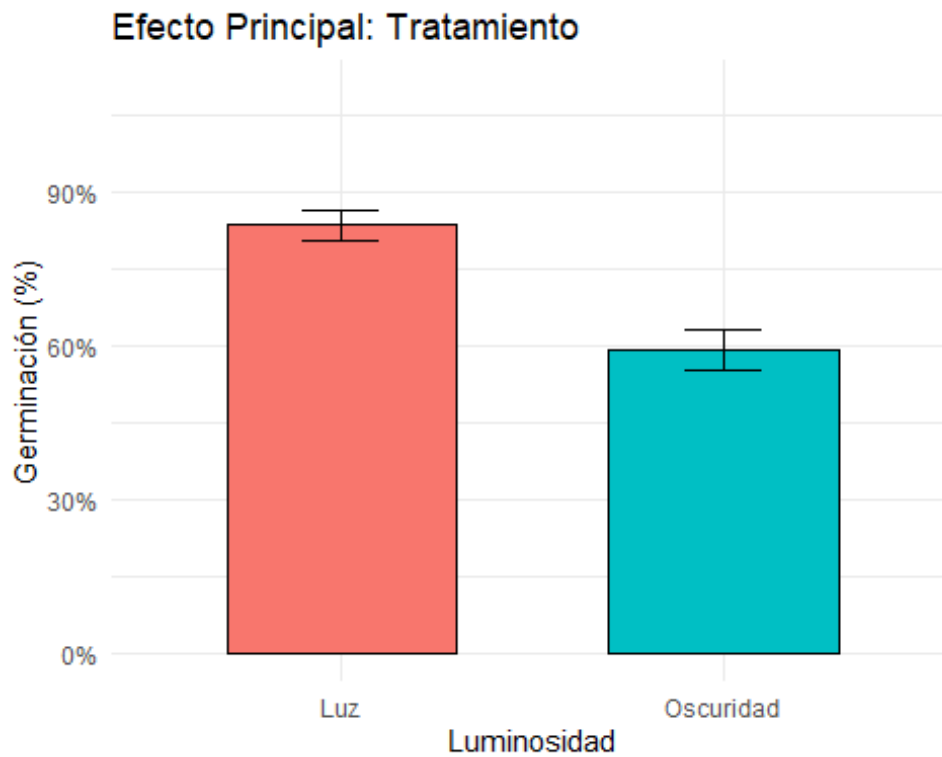
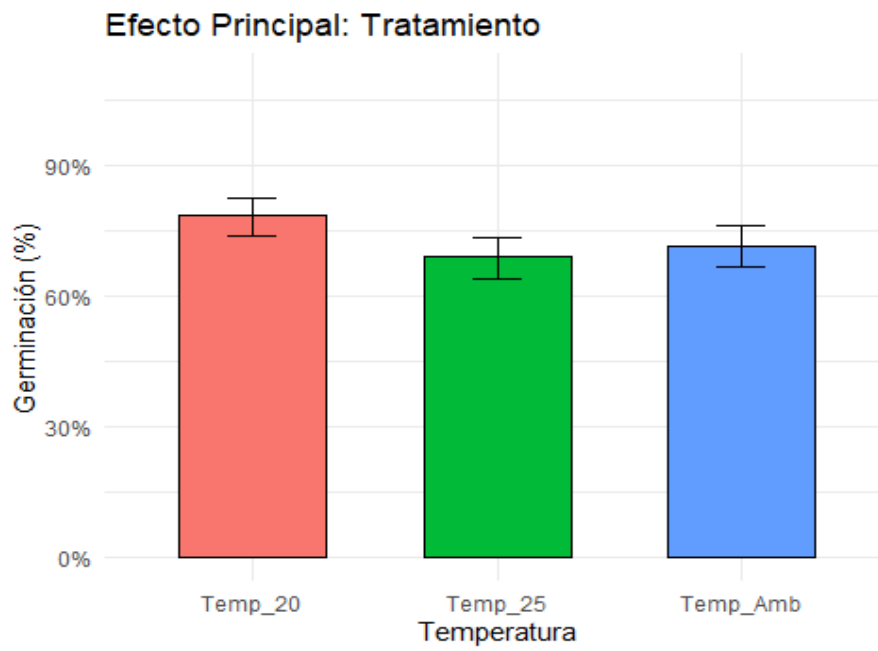
Temperatura	prob	SE	df	asympt.LCL	asympt.UCL
Temp_20	0.785	0.0221	Inf	0.739	0.826
Temp_25	0.690	0.0242	Inf	0.640	0.735
Temp_Amb	0.716	0.0243	Inf	0.666	0.761

1.3.Luminosidad

En este caso hay diferencias significativas

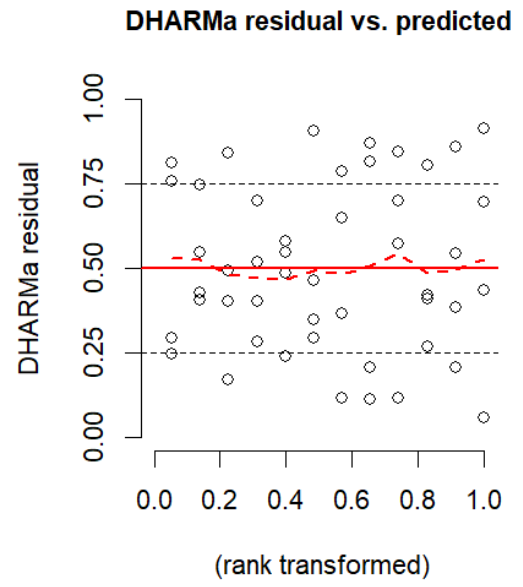
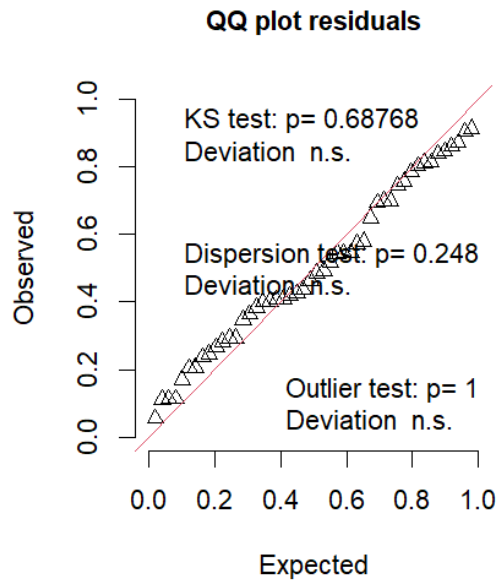
Luminosidad	prob	SE	df	asyp.LCL	asyp.UCL
Luz	0.837	0.0153	Inf	0.805	0.865
Oscuridad	0.593	0.0202	Inf	0.553	0.632





1.4.Supuestos

Se cumplen los supuestos de este GLM



2. IGV

--- ANOVA TIPO III (IVG - FACTORIAL CLÁSICO) ---

Anova Table (Type III tests)

Response: IVG

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
(Intercept)	5.2167	1	572.6571	< 2.2e-16	***
Sector	0.0653	1	7.1728	0.011082	*
Temperatura	0.0698	2	3.8314	0.031006	*
Luminosidad	0.1812	1	19.8914	7.72e-05	***
Sector:Temperatura	0.0901	2	4.9463	0.012649	*
Sector:Luminosidad	0.0006	1	0.0646	0.800883	
Temperatura:Luminosidad	0.0019	2	0.1025	0.902884	
Sector:Temperatura:Luminosidad	0.1121	2	6.1528	0.005029	**
Residuals	0.3279	36			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

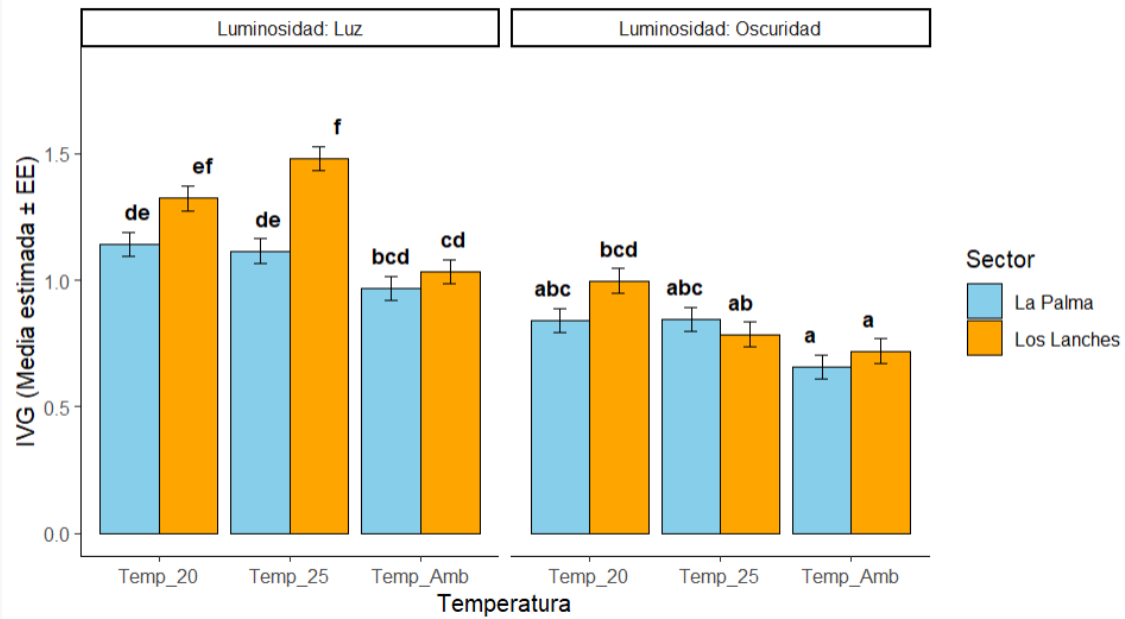
Para IGV existe triple interacción (p-value < 0.05)

--- COMPARACIONES MÚLTIPLES IVG ---

Sector	Temperatura	Luminosidad	emmean	SE	df	lower.CL	upper.CL	.group
La Palma	Temp_Amb	Oscuridad	0.658	0.0477	36	0.512	0.804	a
Los Lanches	Temp_Amb	Oscuridad	0.721	0.0477	36	0.575	0.866	a
Los Lanches	Temp_25	Oscuridad	0.786	0.0477	36	0.640	0.931	ab
La Palma	Temp_20	Oscuridad	0.841	0.0477	36	0.695	0.987	abc
La Palma	Temp_25	Oscuridad	0.846	0.0477	36	0.700	0.992	abc
La Palma	Temp_Amb	Luz	0.969	0.0477	36	0.823	1.114	bcd
Los Lanches	Temp_20	Oscuridad	0.998	0.0477	36	0.852	1.143	bcd
Los Lanches	Temp_Amb	Luz	1.034	0.0477	36	0.888	1.179	cd
La Palma	Temp_25	Luz	1.115	0.0477	36	0.970	1.261	de
La Palma	Temp_20	Luz	1.142	0.0477	36	0.996	1.288	de
Los Lanches	Temp_20	Luz	1.323	0.0477	36	1.177	1.468	ef
Los Lanches	Temp_25	Luz	1.478	0.0477	36	1.332	1.624	f

Índice de Velocidad de Germinación (IVG)

Interacción Triple: Sector x Temperatura x Luminosidad



1.1.1. SUPUESTOS ANOVA

Shapiro-Wilk normality test

```
data: residuals(mod_ivg)
W = 0.98111, p-value = 0.6256
```

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

	Df	F value	Pr(>F)
group	11	1.5715	0.1496
	36		

