CAPÍTULO III. GERMINACIÓN Y VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS DE PALMA IMPERIAL (*Roystonea oleracea*) RECOLECTADAS EN LOS HUMEDALES DE LA ISLA SANTAY

Resumen

Esta investigación tuvo la finalidad de estudiar la germinación y viabilidad de las semillas de la palma imperial (*R. oleracea*) del humedal Isla Santay, para determinar si esta fase de desarrollo puede ser la más adecuada para el manejo y control de la expansión de la palma en la isla. Se propuso un diseño bloques completamente al azar, dónde los tratamientos fueron las condiciones en que germinaron las semillas (control o laboratorio y campo o natural), cada condición contenía 20 bloques (bandejas) y cada bloque contenía 20 semillas, tabulando 400 semillas por condición y 800 semillas en total por la investigación. Se evaluó el porcentaje de germinación, porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de mortalidad de semillas germinadas y no germinadas y longitud de radícula; realizando un registro semanal durante un periodo de 4 meses. Los resultados se analizaron mediante las pruebas U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis, con el fin de demostrar si existían diferencias significativas entre los grupos. Se determinó un porcentaje medio de germinación semanal hasta S13 de 6,95 % para la condición control y 3,6 % para la condición natural. El mayor porcentaje de germinación en la condición control fue 24,5 % a los 70 días (S10), y en la condición natural fue 8,25 % a los 91 días (S13). La condición control resultó el tratamiento significativamente mayor en todas las variables de estudio. Se concluye que la viabilidad y germinación de las semillas de *R. oleracea* se ven influenciadas por las condiciones del ambiente y el estado de madurez de la semilla.

Palabras clave: *endospermo, sobrevivencia, mortalidad, natural, radícula*

1. Introducción

El potencial de la palma imperial (*Roystonea oleracea*), como planta invasora, es una problemática que ha sido sujeto de investigación en varios países como Brasil, Panamá, Guyana, Trinidad y recientemente desde hace 10 años, en Ecuador.

Una amenaza identificada, es el efecto negativo en el reclutamiento de plántulas de otras especies; debido a que las estructuras vegetativas de la palma imperial caen al suelo, se acumulan por su lenta descomposición, y modifican las condiciones de microhábitats (Zucaratto & Dos Santos, 2014). En los humedales de la Isla Santay, sitio determinado como vulnerable ante el potencial de invasión de la palma imperial (Herrera et al., 2017), puede estar ocurriendo el desplazamiento de especies nativas, como las especies de mangle de la zona, lo cual podría estar favorecido por los atributos biológicos de esta palma exótica, como la germinación de las semillas y su viabilidad.

Nascimento et al. (2013) estudiaron la estructura de la población de la palma *R. oleracea* en el humedal de un bosque atlántico brasileño. Los resultados demostraron que esta especie exótica tiene el potencial de convertirse en una planta invasora, especialmente cerca de los humedales; por tanto, recomiendan monitorear a los individuos reproductores para su futuro control o erradicación, de ser necesario.

Según Herderson et al. (citado en Zucaratto & Dos Santos, 2014) es común en especies invasoras como la *R. oleracea*, la combinación de alta productividad, altas tasas de germinación y dispersión de semillas por los animales. Describen que la germinación de esta palma ocurre 70 días después de la caída de la fruta. Maciel (2001) afirma que la inflorescencia de esta especie ocurre de febrero a abril, los frutos se producen de junio a agosto, y la germinación ocurre 60 días después de la dispersión.

Bonadie (1998) estudió la ecología del bosque de palmeras de *R. oleracea* en el pantano de Nariva (Trinidad), considerado un sitio Ramsar; indica que en este bosque la especie *R. oleracea* se desarrolló en condiciones de bajos niveles de agua, baja salinidad y un hidroperíodo que permitió la germinación de semillas y

el establecimiento de plántulas de la palma durante la estación húmeda temprana de la zona.

En Ecuador, no existen todavía reportes específicos sobre la germinación y viabilidad de semillas de la palma *R. oleracea*; sin embargo; Ayala et al. (2016) indica que el incremento de la presencia de *R. oleracea* en la Isla Santay puede deberse a varias características biológicas de la palma, como la viabilidad y dispersión de sus semillas. Herrera et al. (2017) indican que la naturalización de *R. oleracea* en los humedales de la isla Santay se podría haber facilitado por la alta presión de propágulo; además plantean que la historia de introducción, las características de la especie y la susceptibilidad climática de la región, pueden generar un proceso de invasión por *R. oleracea* en humedales del Ecuador.

Varios autores detallan las características de la germinación de semillas de la familia *Arecaceae* (palmas). Broschat (1994) afirma que las palmeras tienen una germinación lenta e irregular, perdiendo viabilidad rápidamente cuando se deshidratan. La germinación ideal de las semillas de palmas ocurre si se recolectan los frutos cuando están completamente maduros, se les quita el mesocarpio carnoso y se mantienen a temperaturas de 30-35 °C.

Meerow & Broschat (2004) señalan que más del 25 % de todas las especies de palmas requieren más de 100 días para germinar y tienen menos del 20 % de germinación. La razón principal de esto es que las semillas de la mayoría de las especies contienen embriones pequeños o inmaduros que deben completar su desarrollo antes de que pueda ocurrir la germinación.

Sánchez-Zuñiga et al. (2019) argumentan que la dormancia de las semillas también provoca una germinación muy lenta, además de que la hidratación del embrión es esencial que se produzca la germinación; sin embargo, existen barreras físicas que impiden el desarrollo del embrión, como la existencia de un endocarpio pétreo que afecta a la emergencia de las plántulas.

La germinación de semillas de la familia Arecaceae (palmas) ha sido sujeto de estudio en varias investigaciones. Muñoz et al. (1992) monitorearon la germinación de *R. regia* en condiciones de control por cinco meses registrando datos diariamente, reporta que a una temperatura de 30 °C a los 93 días obtuvo

un porcentaje de germinación de 0,61 %, semillas vivas no germinadas 82,25 % y muertas 17,14 %.

Pivetta et al. (2013) estudió los efectos de la temperatura y maduración en la germinación de semillas de *R. regia;* detectó que cuando se siembran semillas de frutos maduros (negros) a una temperatura de 35 °C, es más alta la velocidad y tasa de germinación (99,7 %). Bunker (citado en Maciel, 2001), estudió la germinación y emergencia de *R. regia*, reportó que las semillas frescas germinaron en un 78 %.

Maciel (2001) estudió la germinación y emergencia de la *R. oleracea* en función del fruto y semilla bajo condición de invernadero, mantuvo un umbráculo cubierto de polipropileno (80 % de sombra), temperatura promedio de 26 °C y 70 % de humedad relativa. En sus resultados indica que sólo el 1 % de las semillas frescas de *R. oleracea* germinaron en un periodo de seis semanas después de la siembra, en tanto que la mayoría germinó transcurridas 35 semanas de sembradas. Este autor afirma que las semillas de *Roystone*a poseen una corta viabilidad, menor a un año.

Bermeo y Hernández-Rosas (2016) registraron porcentajes de germinación, sobrevivencia y mortalidad de semillas de *R. oleracea* basados en un ensayo bajo condiciones controladas donde se monitorearon 50 semillas.

Sabiendo que las semillas tienen la función de multiplicar y perpetuar especies, es esencial estudiar su fase de germinación, por ser un evento fundamental en el ciclo de vida de las plantas gimnospermas y angiospermas (Suárez & Melgarejo, 2010). El estudio de la germinación de las semillas de una planta es clave para la interpretación de la dinámica de la vegetación natural y perturbada, diseño de estrategias de restauración ecológica y capacidad para siembra en campo (Rodríguez et al., 2008; Llambí et al., 2013).

Los estudios de germinación determinan la calidad de la semilla; sin embargo, en muchos casos, los resultados obtenidos en campo difieren de los obtenidos bajo condiciones controladas en invernadero (Rodríguez et al., 2008). Es necesario identificar los periodos de tiempo en que las semillas tardan en germinar, la proporción de semillas que germinan y el tiempo en que las semillas

permanecen “latentes” y viables, por ello, se realizará el ensayo en condiciones de vivero (condición de control), y en condiciones de campo para comparar el potencial de germinación de las semillas de *R. oleracea* según los factores ambientales.

En el caso de plantas invasoras exóticas, como *R. oleracea*, determinar esta capacidad, en conjunto con otras investigaciones, ayuda a identificar la fase más adecuada de la especie para el control de su expansión en los humedales de Santay, y resolver finalmente la problemática del uso de los espacios ocupados originalmente por plantas nativas.

La recuperación del hábitat natural del humedal Ramsar de Isla Santay, es de gran relevancia, ya que este ecosistema es el hábitat de varias especies de animales que se encuentran bajo régimen de protección por la legislación del Ecuador, así como es sitio transitorio para aves migratorias en busca de alimento (Jaramillo et al., 2008). Además de la Isla Santay, hay otros cinco humedales RAMSAR en la costa ecuatoriana susceptibles climáticamente al establecimiento de la especie exótica (Herrera et al., 2017).

Este capítulo tiene por objeto el estudio de la germinación y viabilidad de las semillas de la palma imperial (*R. oleracea)* recolectadas en los humedales de la Isla Santay, para determinar si esta fase de desarrollo, puede ser la más adecuada para el manejo y control de la expansión de la palma, disminuyendo el impacto de la misma sobre la vegetación autóctona de la isla, contribuyendo con la toma de decisiones para la conservación de las especies nativas.

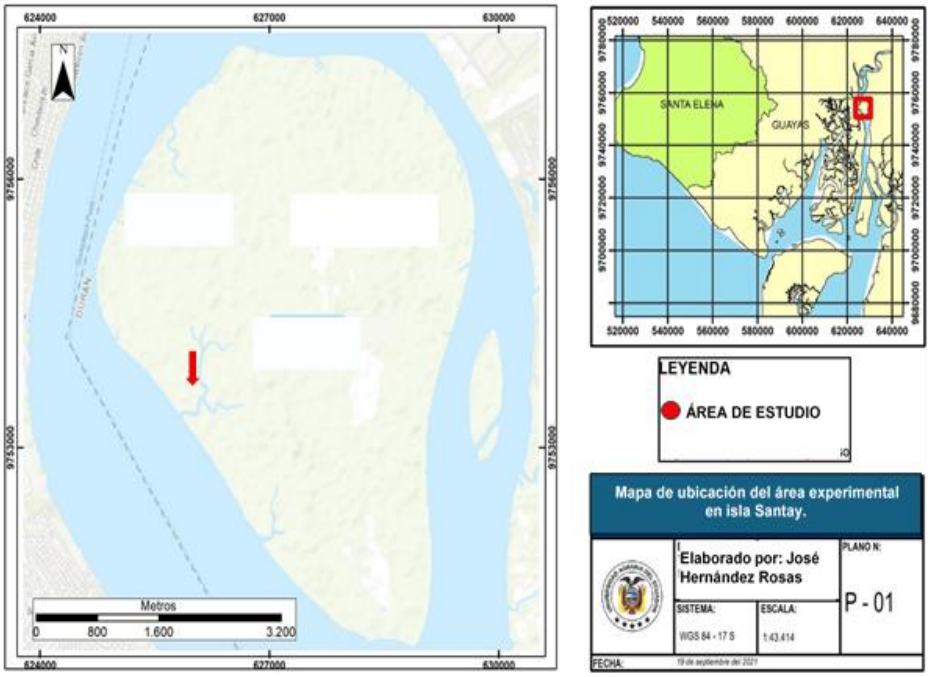
2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

La investigación se desarrolló parcialmente en la Isla Santay, ubicada en el curso del Río Guayas y frente a la ciudad de Guayaquil, en un área de Bosque Denso de Palmas, cuyas coordenadas fueron: 02°13'32.04"S, 079°52’00.30"W, como se muestra en el mapa cartográfico de la Figura 45.

Figura 45

Ubicación del Área de Estudio



Nota. Fuente: elaboración propia (2025).

2.2. Diseño experimental

En esta investigación experimental, se desarrollaron ensayos bajo condiciones naturales (campo) y bajo condiciones controladas (laboratorio). Se realizaron observaciones semanalmente durante cuatro meses del número de semillas germinadas, a partir del que se estimaron los porcentajes (%) de germinación, sobrevivencia, mortalidad de las germinadas y de las no germinadas y longitud de la radícula (mm).

El experimento realizado bajo condición controlada o de laboratorio, se ejecutó en un área de la Universidad Agraria del Ecuador, adaptada para este fin, manteniendo constante el ambiente de germinación, en cuanto a la temperatura ($\overline{\boldsymbol{T}} = \mathbf{27}$℃), humedad ($\overline{\boldsymbol{HR}} = \mathbf{85}\%$) y luz natural indirecta imitando las condiciones del sotobosque en campo.

Figura 46

Umbráculo artesanal para experimentos de germinación en campo



Nota. Fuente: Páez (2020).

La condición natural se realizó en una zona del sendero Huaquillas en isla Santay, donde se construyó un pequeño umbráculo artesanal de 7x10 m^2, cubierto con malla sarán de 4x20 m^2 (Figura 46), protegiendo las semillas de los insectos e imitando las condiciones de luz bajo las condiciones naturales del Bosque Denso de Palmas, con temperatura y humedad ambiental.

En cada condición se establecieron 20 bandejas de 1200 cm2 y en cada una se colocaron 20 semillas de la palma *Roystonea oleracea* (Tabla 15).

Tabla 15

Diseño experimental

Condición	Bandejas	Semillas por bandeja	Total de semillas
Control (Laboratorio)	20	20	400
Natural (Umbráculo)	20	20	400
		Total de semillas	800

Nota. Fuente: Páez (2020).

2.3. Métodos y técnicas

2.3.1. Recolección de frutos

En el sendero Huaquillas (Isla Santay) se estableció una zona de recolección de frutos entre tres palmas seleccionadas colocando una trampa con malla sarán de 4x20 m^2, sostenida a 1 m de altura (Figura 47). La trampa se mantuvo por un periodo de siete días y se recolectó un total de 2980 frutos entre tres palmas.

Figura 47

Trampa para recolección de frutos



Nota. Fuente: Páez (2020).

2.3.2. Selección de semillas

Para la selección de semillas se aplicó la prueba de flotación en laboratorio, basada en la flotación de los frutos en agua descartando los que flotan, ya que sus semillas no han desarrollado el embrión están vacías y flotan en el agua (Capisto, Germinación de las semillas de palma, 2019).

Posterior a este proceso, a los frutos se les retiro la pulpa mecánicamente, liberando la semilla de sustancias que normalmente inhiben la germinación, finalmente se seleccionaron 800 semillas para la experimentación.

2.3.3. Experimento de germinación de semillas

En los experimentos de germinación se emplearon 20 bandejas etiquetadas, donde se colocaron en cada una de ellas 20 semillas sobre papel absorbente siguiendo un patrón regular como se muestra en la Figura 48, tanto bajo condición controlada como la natural.

Figura 48

Disposición de las semillas en las bandejas de germinación



Nota. Condición natural (a), condición controlada (b). Fuente: Páez (2020).

Bajo la condición experimental de control (laboratorio) se mantuvo la humedad mediante riego manual con 25 ml de agua cada dos días. En el caso de la condición experimental de campo (umbráculo), se aplicó el mismo procedimiento sólo durante la época de sequía, ya que en época de lluvia la humedad se mantenía por las constantes precipitaciones en la zona, volviéndose necesario controlar el exceso de humedad. En ambos tratamientos se cambió el papel absorbente de las bandejas cada tres.

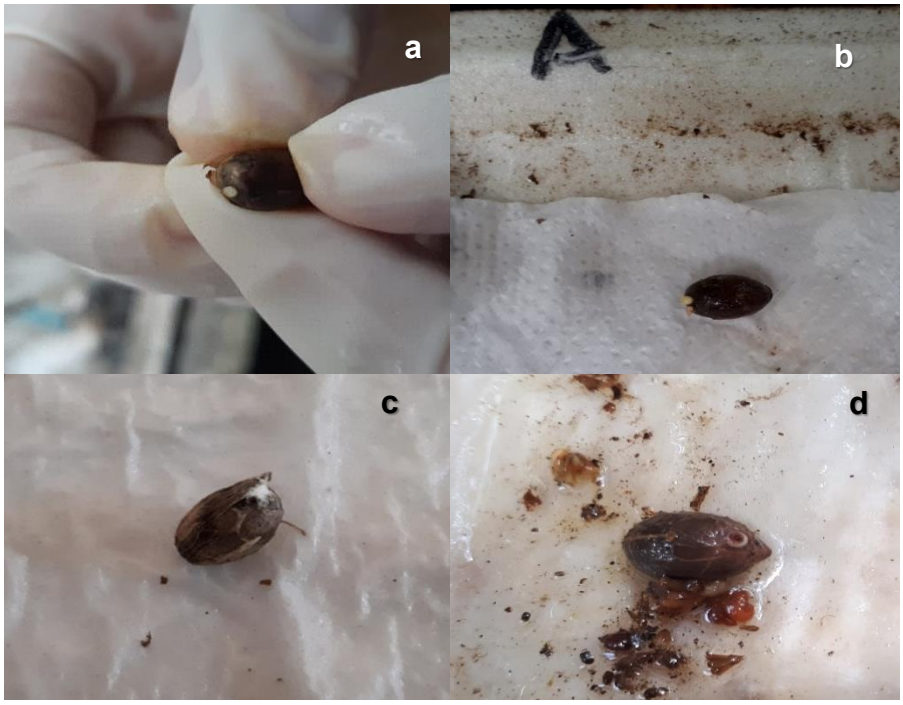
2.3.4. Monitoreo de germinación

Se llevó a cabo un registro semanal durante cuatro meses (16 y 13 semanas), cuantificando el número de semillas germinadas teniendo como criterio la emergencia de la radícula (Figura 49a y 49b). Además, se determinó el número de semillas muertas tanto germinadas como no germinadas por la aparición evidente de señales de putrefacción o crecimiento anómalo de hongos y/o bacterias en la superficie (testa) de las semillas (Figura 49c y 49d).

A partir del número de semillas germinadas en cada observación, se estimó el porcentaje de germinación, y con el número de semillas germinadas vivas, el número de semillas germinadas muertas y muertas sin germinar, se estimaron los porcentajes de sobrevivencia y mortalidad respectivos. Finalmente, la viabilidad de las semillas se determinó mediante el porcentaje total de germinación de estas.

Figura 49

Apariencia de las semillas bajo monitoreo



Nota. Imagen mostrando en las semillas emergencia de la radícula en los experimentos de laboratorio o control (a) y de campo o natural (b), y semillas muertas bajo experimentos de laboratorio (c) y de campo (d). Fuente: Páez (2020).

2.3.5. Estimación de parámetros

En cuanto a la determinación de los valores de las variables germinación, mortalidad y sobrevivencia por bandeja o réplica se emplearon las siguientes ecuaciones:

El Porcentaje de Germinación (%G) y Porcentaje de Mortalidad de Semillas Germinadas (%MSG) se determinaron a través de las siguientes ecuaciones:

$$\% G = \frac{(SG) * 100}{N} \quad \text{y} \quad \% MSG = \frac{(SGM) * 100}{N}$$

Dónde: *SG:* Número de semillas germinadas en cada bandeja

SGM: Número de semillas germinadas muertas en cada bandeja

N: Número total de semillas (20)

El porcentaje de Sobrevivencia de las semillas germinadas (%S) se determinó mediante:

$$\% S = \frac{S_{act.}}{(G_{ant.} + S_{ant.} + M_{act.})} * 100$$

Dónde: $S_{act.}$: Total de semillas sobrevivientes de la semana actual

$S_{ant.}$: Total de semillas sobrevivientes de la semana anterior

$G_{ant.}$: Total de semillas germinadas de la semana anterior

$M_{ant.}$: Total de semillas muertas de la semana actual

El porcentaje de Mortalidad de las semillas (%M) se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$\% M = \frac{M_{act.}}{(G_{ant.} + S_{ant.})} * 100$$

Dónde: $M_{act.}$: Total de semillas muertas de la semana actual

$S_{ant.}$: Total de semillas sobrevivientes de la semana anterior

$G_{ant.}$: Total de semillas germinadas de la semana anterior

2.4. Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó a través de estadística descriptiva e inferencial, caracterizando y relacionando las variables mediante contraste de hipótesis (Romero et al., 2009).

2.4.1. Estadística descriptiva

La estadística descriptiva se basó en la determinación de medidas de tendencia central como la media, mediana y moda, además de medidas de dispersión como la varianza y la desviación estándar.

2.4.2. Estadística inferencial

La estadística inferencial se basó en pruebas no paramétricas, por tratarse de datos provenientes de conteo (no poseen distribución normal). Se aplicaron dos tipos de test, Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney a un nivel de significancia de 0.05.

Kruskal-Wallis: Se aplicó este análisis comparativo con el fin de encontrar diferencias significativas entre las 20 bandejas de cada condición (natural y control). La comparación se basa en la hipótesis nula H_0 de que k muestras independientes provienen de poblaciones idénticas (Walpole et al., 2012).

Se plantearon las siguientes hipótesis de dos colas para esta prueba:

H_0: $Me_1 = Me_2 = Me_{3...} M_x$

H_a: $Me_1 \neq Me_2 \neq Me_{3...} M_x$

La hipótesis nula indica que las medianas (Me) de los grupos son todas iguales y la hipótesis alternativa indica que las medianas de los grupos no son todas iguales. La hipótesis nula se aceptó o rechazó conforme al p-valor comparado con el valor de significancia ($\alpha = 0.05$), es decir:

p-valor $< \alpha$: Se acepta H_0 y se rechaza H_a

p-valor $\geq \alpha$: Se rechaza H_0 y se acepta H_a

En los casos que se presentó diferencia significativa, se realizó la comparación de a pares para determinar qué tan significativamente difieren las valores por semana.

U de Mann-Whitney: Esta prueba permitió comparar las muestras de condiciones de campo (grupo 1) y laboratorio (grupo 2) mediante sus medianas, con el fin de demostrar si existen diferencias significativas entre los grupos (Rivas et al., 2013).

Se plantearon las siguientes hipótesis de dos colas para esta prueba:

H_0: $Me_1 = Me_2$

H_a: $Me_1 \neq Me_2$

La hipótesis nula indica que la media del grupo 1 (condición de campo) es igual a la media del grupo 2 (condición laboratorio), y en la hipótesis alternativa indica que la media del grupo 1 no es igual a la media del grupo 2. De los dos valores calculados se escogió el menor del estadístico U_{cal} y se comparó con el valor del estadístico U_{cri} obtenido en las tablas correspondientes. Estableciendo un valor de significancia de $\alpha = 0.05$, se evaluó:

$U_{cal} < U_{cri}$: Se acepta Ho y se rechaza Ha

$U_{cal} \geq U_{cri}$: Se rechaza Ho y se acepta Ha

Lo deseable dentro de la investigación fue que la germinación y viabilidad de las semillas de *R. oleracea* en condiciones de campo y laboratorio difieran significativamente, es decir, que se rechace la hipótesis nula.

3. Resultados

El tiempo de monitoreo de los ensayos fue diferente para cada experimento, desde un período de 17 semanas bajo condiciones controladas hasta 13 semanas bajo condiciones naturales.

3.1. Germinación de las semillas de *R. oleracea*

3.1.1. Variabilidad de la Germinación

En la Figura 50 se presenta la variabilidad de la germinación en las réplicas de los dos ensayos realizados.

La condición control presentó mayores valores de semillas germinadas por bandeja. En la condición de control se presentaron semillas germinadas a los 63 días (S9), la variabilidad de la germinación entre bandejas para cada observación a lo largo del tiempo fue baja (ver Figura 50-A).

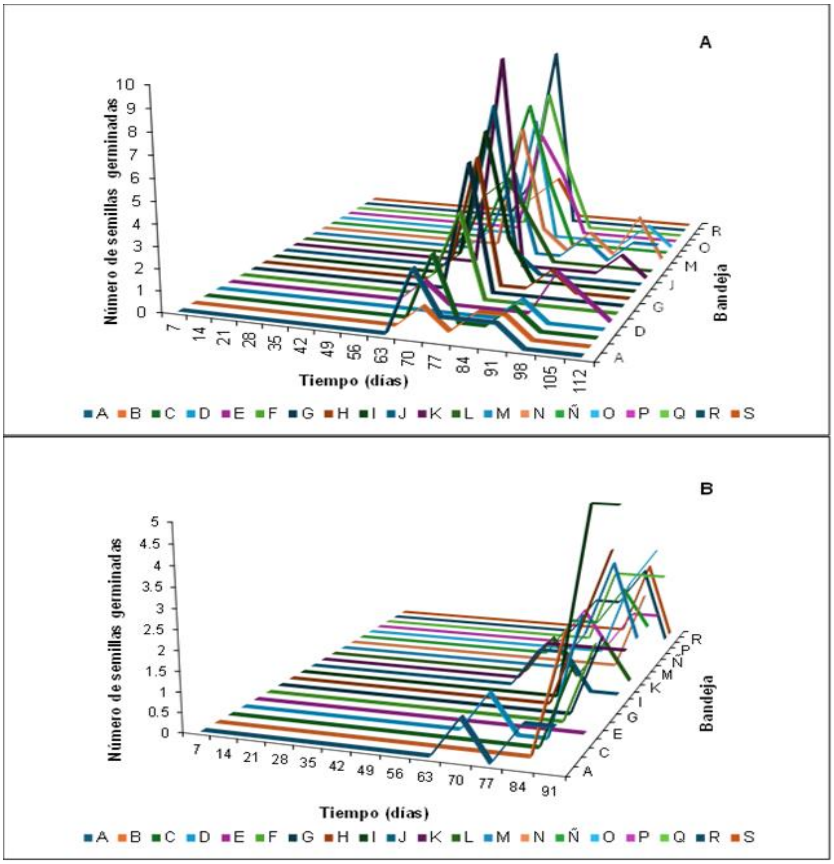
De igual forma sucede en la condición natural, que presentó semillas germinadas a los 70 días (S10), la variabilidad de germinación entre bandejas para cada observación a lo largo del tiempo fue baja (ver Figura 50-B).

Del total de semillas germinadas, el mayor valor registrado en el experimento bajo condiciones controladas fue 13 semillas (bandeja Ñ) y, en el experimento bajo condiciones naturales fue 10 semillas (bandeja I). El menor número de

semillas germinadas en lo experimentos bajo control y natural fueron una y ninguna respectivamente.

Figura 50

Variabilidad de germinación de las semillas



Nota. Experimento de laboratorio (A) y de campo (B). Fuente: Páez (2020).

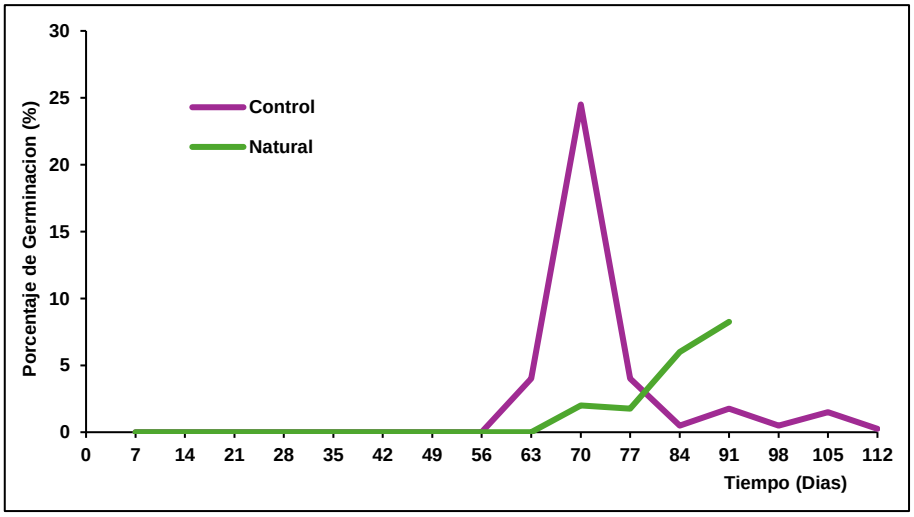
3.1.2. Comparación de la Germinación por Condición Experimental

En la Figura 51 se observa el porcentaje de germinación durante el período de observación en cada una de las condiciones experimentales. A los 63 días de los ensayos se observaron las primeras semillas germinadas bajo condiciones controladas, y a los 70 días bajo condiciones naturales.

Se observó en el experimento bajo condiciones controladas los mayores porcentajes de germinación desde el día 63 hasta el día 77 con un máximo de 24,5 % a los 70 días, y a partir del día 84 hasta el día 94, se presentaron los mayores porcentajes de germinación en el experimento bajo condiciones naturales con un máximo de 8,25 % a los 91 días.

Figura 51

Porcentaje de germinación de semillas

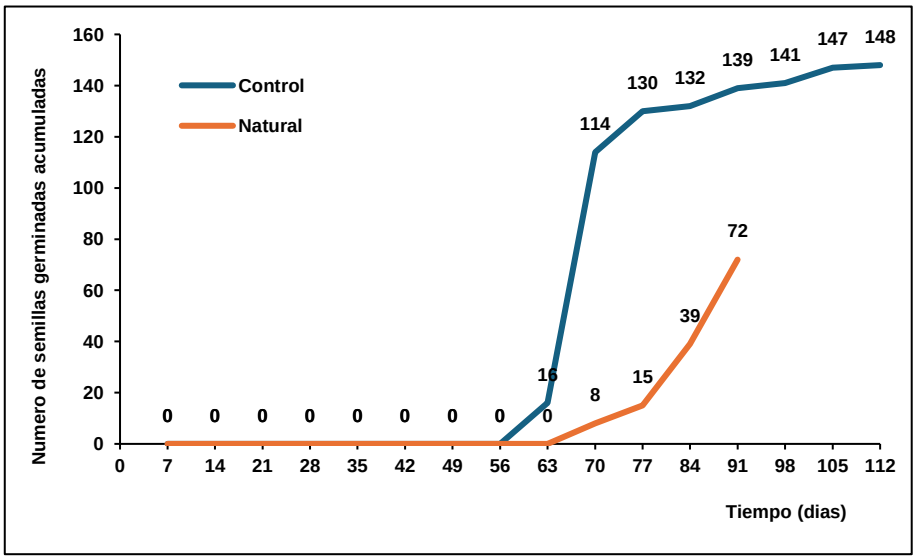


Nota. Fuente: Páez (2020).

En el experimento bajo condiciones controladas, el número total de semillas germinadas acumuladas fue de 148 en la decimosexta semana y de 139 semillas a la treceava semana con un promedio de 6,95 semillas, mientras que en el experimento desarrollado en condiciones naturales para la treceava semana se obtuvo un total acumulado de 72 semillas con un promedio de 3,6 semillas (Figura 52).

Figura 52

Número de semillas germinadas acumuladas



Nota. Fuente: Páez (2020).

En la Tabla 16 se presentan los resultados de la comparación del número de semillas germinadas bajo las condiciones experimentales de control (laboratorio y natural (campo), mediante la prueba estadística no paramétrica U Mann-Whitney.

Tabla 16

Comparación del número de semillas germinadas entre ensayos

GRUPO	n	$\bar{X}$	SD	W	p (2 colas)
Control	20	7.4	3.3	540	0.0004
Natural	20	3.6	2.19		

Nota. Replicas (n), Media (*X*), Desviación Estándar (*SD*), Estadístico Mann-Whitney (*W*), Probabilidad (*p*). Fuente: elaboración propia (2025).

La hipótesis estadística planteada en esta comparación fue:

Ho: Las medias de los grupos comparados son iguales

H1: Las medias de los grupos comparados son diferentes.

El promedio del número de semillas germinadas bajo las condiciones experimentales de laboratorio (control) y campo (natural) son diferentes significativamente al obtener que la probabilidad de que ambas medias sean iguales es de *p*: 0,0004, la cual es menor al nivel de significancia preestablecido *p*: 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

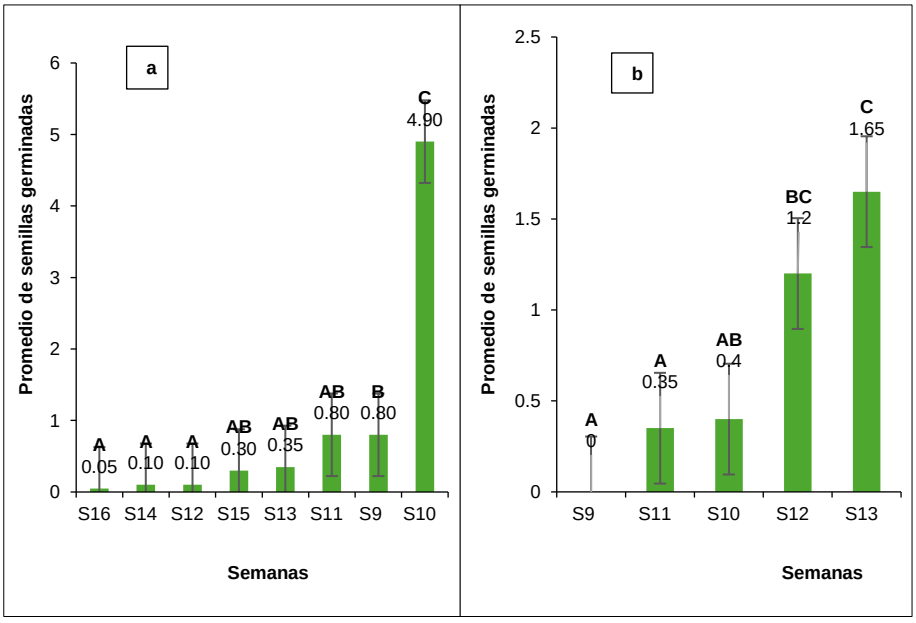
3.1.3. Comparación de la germinación en el tiempo

Las diferencias del número de semillas germinadas a lo largo del tiempo (semanas) para el experimento bajo condiciones controladas o de laboratorio se realizaron a partir de la semana 9 hasta la semana 16 con un total de 8 grupos, mientras que para el experimento bajo condiciones naturales o de campo se realizaron a partir de la semana 9 hasta la semana 13 con un total de 5 grupos. Cada grupo presentó 20 réplicas (n=20), y la comparación se realizó mediante la prueba Kruskal-Wallis con una probabilidad de 0,0001. En la Figura 53 tenemos el resultado de la prueba de comparación el nivel de diferencia significativa representado por la letra o combinación de letras colocada sobre la barra.

En el experimento bajo condiciones de laboratorio (Figura 53a), el número de semillas germinadas en la décima semana (S10) fue significativamente mayor al número de semillas germinadas en el resto de semanas con una media de 4,9 semillas germinadas. El número de semillas germinadas en las semanas 12, 14 y 16 son significativamente iguales y menor al número de semillas germinadas en el resto de semanas con una media de 0,05, 0,10 y 0,10 semillas germinadas respectivamente.

Figura 53

Comparación del número de semillas germinadas en el tiempo



Nota. Bajo condiciones de laboratorio (a), de campo(b). Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05). Fuente: Páez (2020).

Asimismo, en el experimento bajo condiciones de campo (Figura 10b), el número de semillas germinadas en la treceava semana (S13) fue significativamente mayor al número de semillas germinadas del resto de semanas con una media de 1,65 semillas germinadas. En la novena (S9) y onceava (S11) semana el número de semillas germinadas fueron similares y menores al número de semillas germinadas del resto de semanas con una media de 0 y 0,35 semillas germinadas respectivamente.

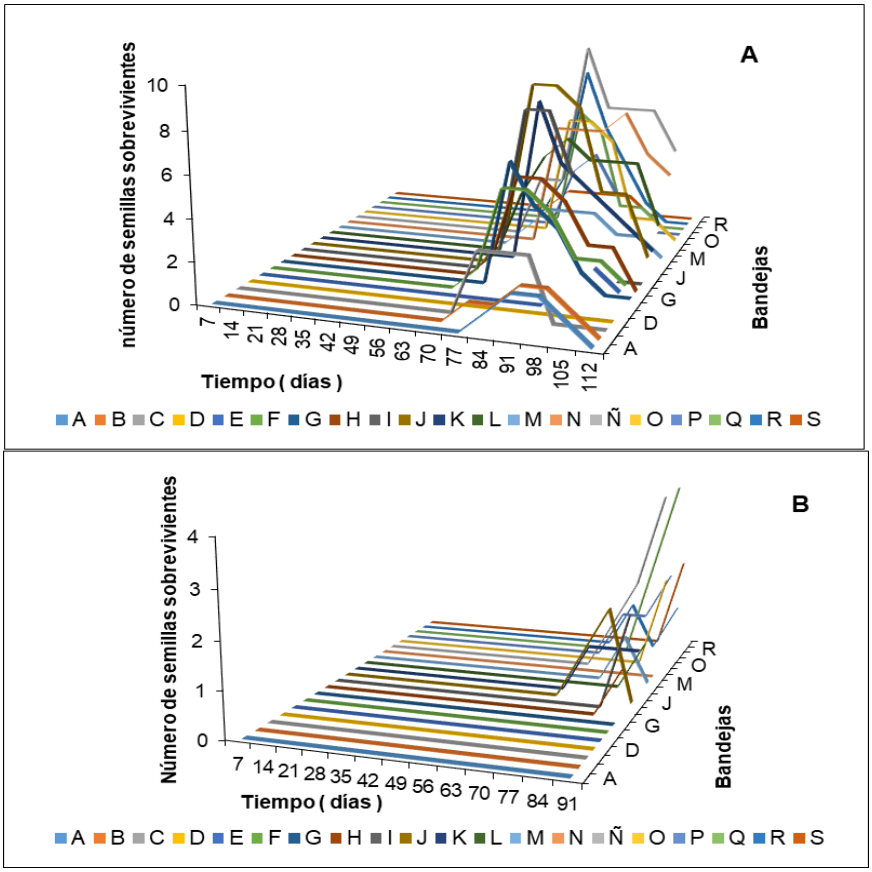
3.2. Sobrevivencia de las semillas germinadas de *R. oleracea*

3.2.1. Variabilidad de la sobrevivencia de semillas germinadas

En la Figura 54, se presenta la variabilidad de la sobrevivencia de las semillas germinadas en las réplicas de los ensayos. El experimento bajo condiciones controladas presentó mayores valores de germinación, sin embargo, la sobrevivencia de las semillas germinadas fue baja alcanzando alta mortalidad. La variabilidad de la sobrevivencia entre bandejas en cada observación a lo largo del tiempo fue baja en la condición de control (Figura 54A). Se observa que la sobrevivencia de las semillas germinadas tiende a disminuir con el tiempo.

Figura 54

Variabilidad de la sobrevivencia de las semillas



Nota. Experimento de laboratorio (A), campo (B). Fuente: Páez (2020).

La sobrevivencia de las semillas germinadas a lo largo del tiempo presenta una mayor variabilidad en el experimento bajo condiciones de campo (Figura 54B), desde la falta de germinación y por ende de sobrevivencia desde la bandeja A

hasta la G, luego, se observó que la sobrevivencia de las semillas germinadas aumenta en el resto de las bandejas con el tiempo.

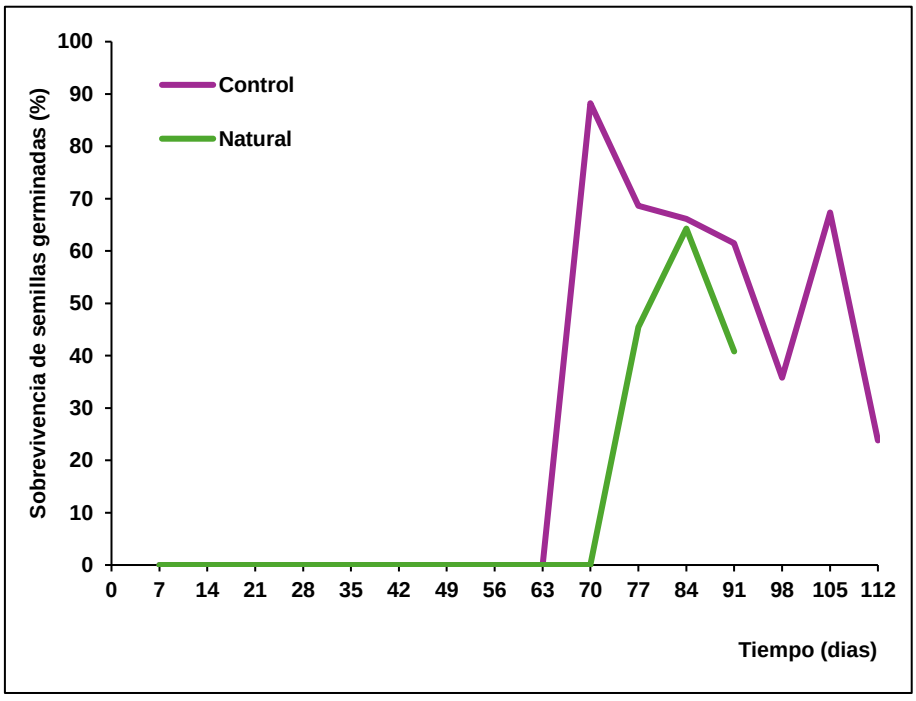
En el experimento bajo condiciones de laboratorio o control, el mayor número de semillas sobrevivientes se obtuvo en la bandeja Ñ con 10 semillas a los 84 días (S12) y, de la condición experimental de campo o natural fueron cuatro semillas en la bandeja Ñ y Q a los 91 días (S13).

3.2.2. Comparación de la sobrevivencia entre condiciones experimentales

En la Figura 55 se muestra el porcentaje de sobrevivencia durante el periodo de observación en cada una de las condiciones experimentales. A los 70 días del ensayo (S10) se observó el inicio de la germinación con un alto porcentaje de semillas sobrevivientes en el experimento realizado bajo condiciones controladas, mientras que bajo condiciones naturales esta situación se presentó a los 77 días (S11). En el ensayo bajo condiciones controladas se presentaron mayores porcentajes de sobrevivencia.

Figura 55

Porcentaje de sobrevivencia de semillas germinadas



Nota. Fuente: Páez (2020).

Se determinó un porcentaje de sobrevivencia hasta la treceava semana (S13) de 61,47 % bajo condiciones controladas y de 40,82 % bajo condiciones naturales. El mayor porcentaje de sobrevivencia alcanzado fue de 88,24 % a los 70 días en condiciones controladas y de 64,15 % a los 84 días bajo condiciones de campo.

En la Tabla 17 se presentan los resultados de la comparación del número de semillas sobrevivientes bajo las condiciones experimentales de control (laboratorio y natural (campo), mediante la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney.

Tabla 17

Comparación de la sobrevivencia de semillas entre ensayos

GRUPO	n	$\bar{X}$	SD	W	p (2 colas)
Control	20	17	11,89	540	0,0001
Natural	20	1,2	2,05		

Nota. Replicas (n), Media (*X*), Desviación Estándar (*SD*), Estadístico Mann-Whitney (*W*), Probabilidad (*p*). Fuente: elaboración propia (2025).

La hipótesis estadística planteada en esta comparación fue:

Ho: Las medias de los grupos comparados son iguales

H1: Las medias de los grupos comparados son diferentes.

El promedio del número de semillas germinadas sobrevivientes bajo las condiciones experimentales de laboratorio (control) y campo (natural) son diferentes significativamente al obtener que la probabilidad de que ambas medias sean iguales es de *p*: 0,0001, la cual es menor al nivel de significancia preestablecido *p*: 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

3.2.3. Comparación de la sobrevivencia en el tiempo

Las diferencias de la sobrevivencia del número de semillas germinadas a lo largo del tiempo (semanas) para el experimento bajo condiciones controladas o laboratorio se realizó a partir de la décima semana hasta la dieciseisava semana con un total de seis grupos, mientras que para el experimento bajo condiciones naturales o campo se realizó a partir de la onceava semana hasta la treceava semana con un total de tres grupos. Cada grupo presentó 20 réplicas (n=20), y

la comparación se realizó mediante la prueba Kruskal-Wallis con una probabilidad de 0,0001 y de 0,1020 para la condición de control y de campo respectivamente.

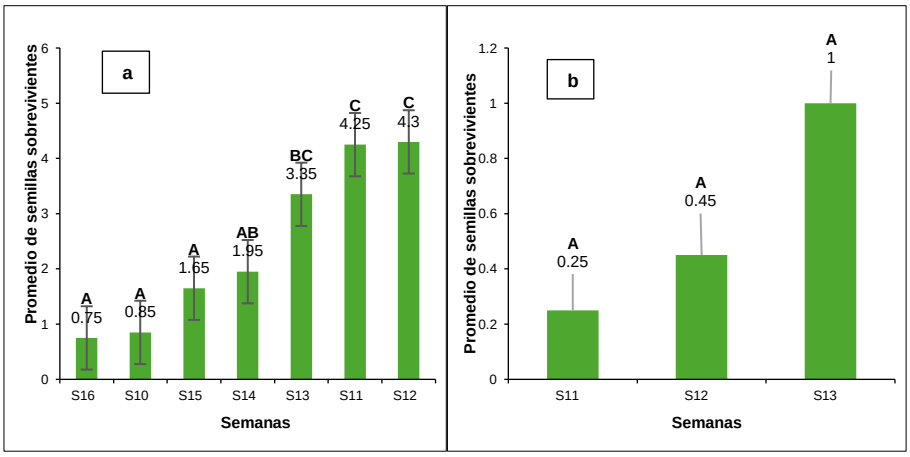
El resultado de la prueba de comparación del nivel de diferencia significativa del promedio del número de semillas germinadas sobrevivientes, representado por la letra o combinación de letras colocada sobre la barra, se presenta en la Figura 56.

En el ensayo bajo condiciones controladas (Figura 56a), el número promedio de las semillas germinadas sobrevivientes de la onceava y doceava semanas fueron significativamente mayor al resto de semanas con una media de 4,25 y 4,3 semillas sobrevivientes respectivamente. El número promedio de las semillas germinadas sobrevivientes en las semanas 10, 15 y 16, son similares y menores al resto, con una media de 0,85, 1,65 y 0,75 semillas sobrevivientes respectivamente.

Las medias del número de semillas germinadas sobrevivientes en el ensayo bajo condiciones de campo (Figura 56b) no presentaron diferencias significativas, sin embargo, en la treceava semana se presentó el mayor número promedio de semillas germinadas sobrevivientes (n=1), mientras que en la onceava semana se obtuvo el menor promedio de semillas germinadas sobrevivientes (n=0,25).

Figura 56

Comparación de la sobrevivencia de semillas germinadas en el tiempo



Nota. Bajo condiciones de laboratorio (a), de campo(b). Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05). Fuente: Páez (2020).

3.3. Mortalidad de las semillas de *R. oleracea*

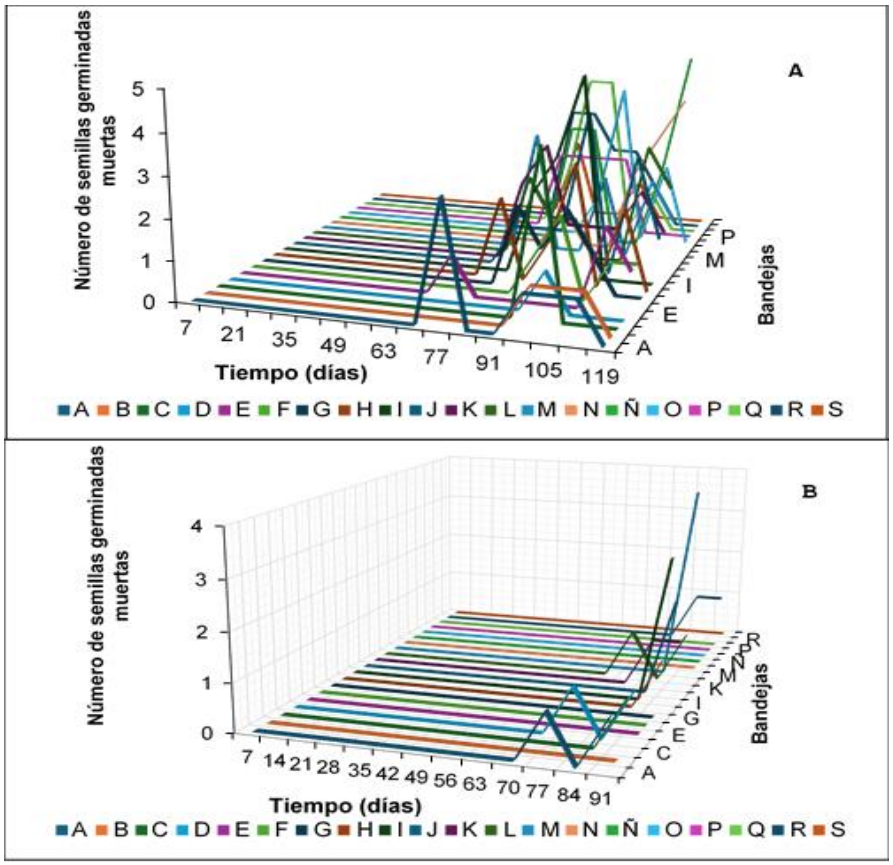
3.3.1. Variabilidad de la mortalidad de semillas germinadas

En la Figura 57, se presenta la variabilidad en las réplicas de la mortalidad de las semillas germinadas en los experimentos realizados. Bajo condiciones experimentales controladas se registró la mayor mortalidad de semillas germinadas a partir de los 70 días (S10), manteniéndose baja la variabilidad de la mortalidad entre réplicas a lo largo del tiempo (Figura 57A), mientras que bajo condiciones experimentales de campo se evidencian semillas germinadas muertas a partir de los 77 días (S11), también con poca variabilidad entre replicas a lo largo del tiempo (Figura 57B).

Del total de semillas germinadas muertas, se registró el mayor número bajo condiciones experimentales controladas con 13 semillas en una de sus réplicas (Ñ) y de cuatro semillas (réplica M) bajo condiciones experimentales de campo.

Figura 57

Variabilidad de la mortalidad de semillas germinadas



Nota. Experimento de laboratorio (A) y de campo (B). Fuente: Páez (2020).

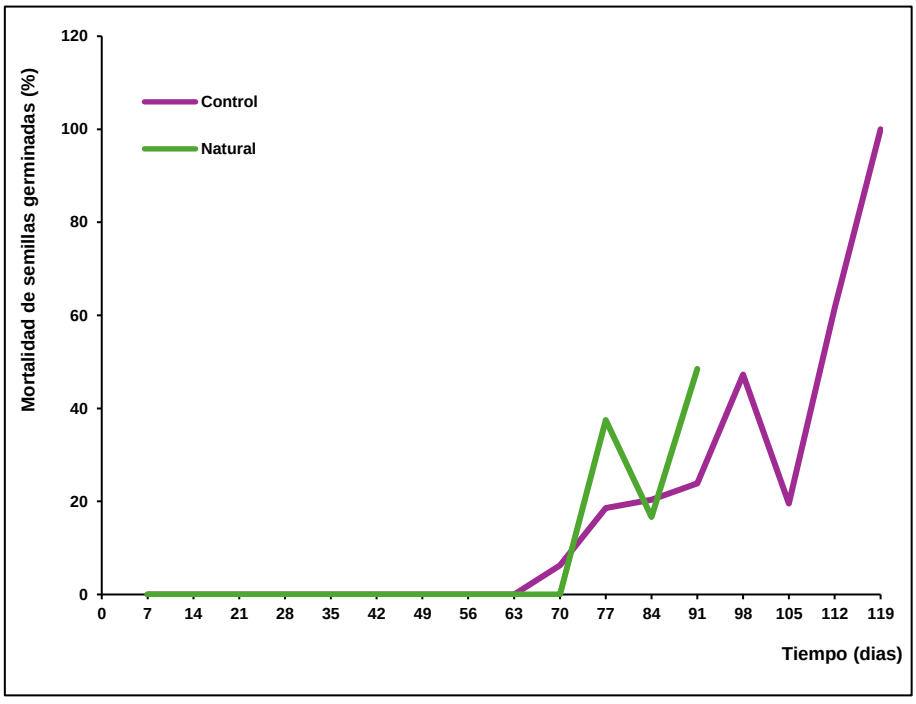
3.3.2. Comparación de la mortalidad de semillas germinadas

El porcentaje de mortalidad de semillas germinadas bajo condiciones experimentales de laboratorio y campo durante el período de observación se muestran en la Figura 58. A los 70 y 77 días del ensayo (S10, S11) se observaron las primeras semillas germinadas muertas bajo condiciones de laboratorio y campo respectivamente, con un mayor porcentaje de mortalidad de semillas germinadas en el ensayo bajo condiciones de campo.

A los 119 días (S17) en el ensayo bajo condiciones de laboratorio (control) se registraron el 100 % de mortalidad de las semillas germinadas, mientras que en el experimento bajo condiciones de campo (natural) a los 91 días (S13) la mortalidad de semillas alcanzó el 48,4 % y no se pudo continuar con las observaciones debido a problemas logísticos no controlados. El menor porcentaje de mortalidad fue 6,25 % a los 70 días (S10), y 16,76 % a los 84 días (S12), bajo condiciones de laboratorio y de campo, respectivamente.

Figura 58

Porcentaje de mortalidad de semillas germinadas

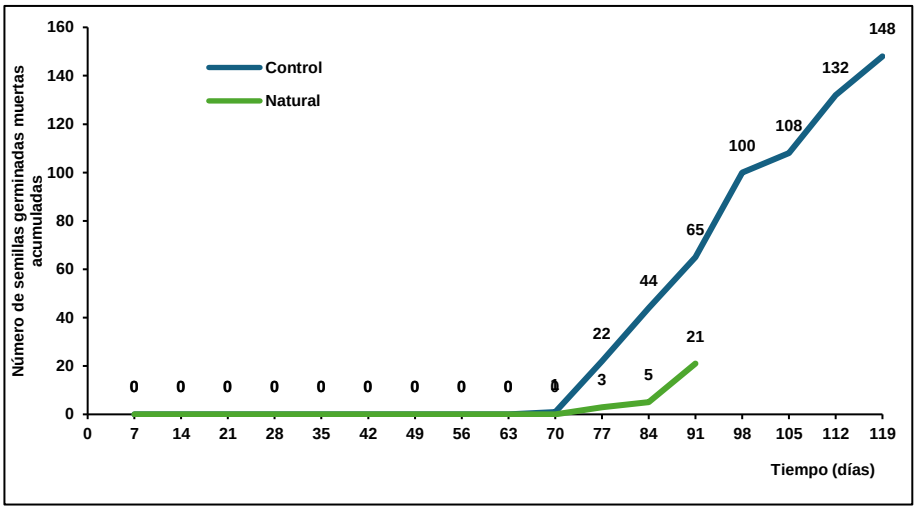


Nota. Fuente: Páez (2020).

En el experimento bajo condiciones controladas, el número total de semillas germinadas muertas acumuladas fue de 148 a los 119 días (S17) y de 65 semillas a los 91 días (S13) con un promedio de 8,71 semillas, mientras que en el experimento desarrollado en condiciones naturales para la treceava semana (91 días) se obtuvo un total acumulado de 21 semillas muertas con un promedio de 3,0 semillas (Figura 59).

Figura 59

Número de semillas germinadas muertas acumuladas en el tiempo



Nota. Fuente: Páez (2020).

En la Tabla 18 se presentan los resultados de la comparación del número de semillas muertas bajo las condiciones experimentales de control (laboratorio) y naturales (campo), mediante la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney.

Tabla 18

Comparación de la mortalidad de semillas germinadas entre ensayos

GRUPO	n	$\bar{X}$	SD	W	p (2 colas)
Control	20	7.4	3.3	597	0.0001
Natural	20	1.05	1.23		

Nota. Replicas (n), Media (*X*), Desviación Estándar (*SD*), Estadístico Mann Whitney (*W*), Probabilidad (*p*). Fuente: elaboración propia (2025).

La hipótesis estadística planteada en esta comparación fue:

Ho: Las medias de los grupos comparados son iguales

H1: Las medias de los grupos comparados son diferentes.

El promedio del número de semillas germinadas muertas bajo las condiciones experimentales de laboratorio (control) y campo (natural) son diferentes significativamente al obtener que la probabilidad de que ambas medias sean iguales es de *p*: 0,0001, la cual es menor al nivel de significancia preestablecido *p*: 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

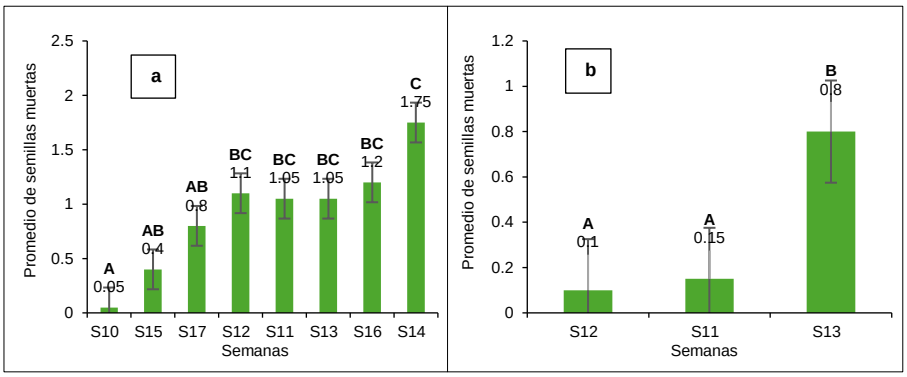
3.3.3. Comparación de la mortalidad de semillas germinadas en el tiempo

Las diferencias del número de semillas germinadas muertas a lo largo del tiempo (semanas) para el experimento bajo condiciones controladas o de laboratorio se realizaron a partir de la décima semana hasta la dieciséptima semana con un total de ocho grupos, mientras que para el experimento bajo condiciones naturales o de campo se realizaron a partir de la undécima semana hasta la treceava semana con un total de tres grupos. Cada grupo presentó 20 réplicas (n=20), y la comparación se realizó mediante la prueba Kruskal-Wallis con una probabilidad de 0,0003 y de 0,0045 para la condición de control y de campo respectivamente.

En la Figura 60 se observa el resultado de la prueba de comparación, el nivel de diferencia significativa representado por la letra o combinación de letras colocada sobre la barra.

Figura 60

Comparación del número de semillas germinadas muertas en el tiempo

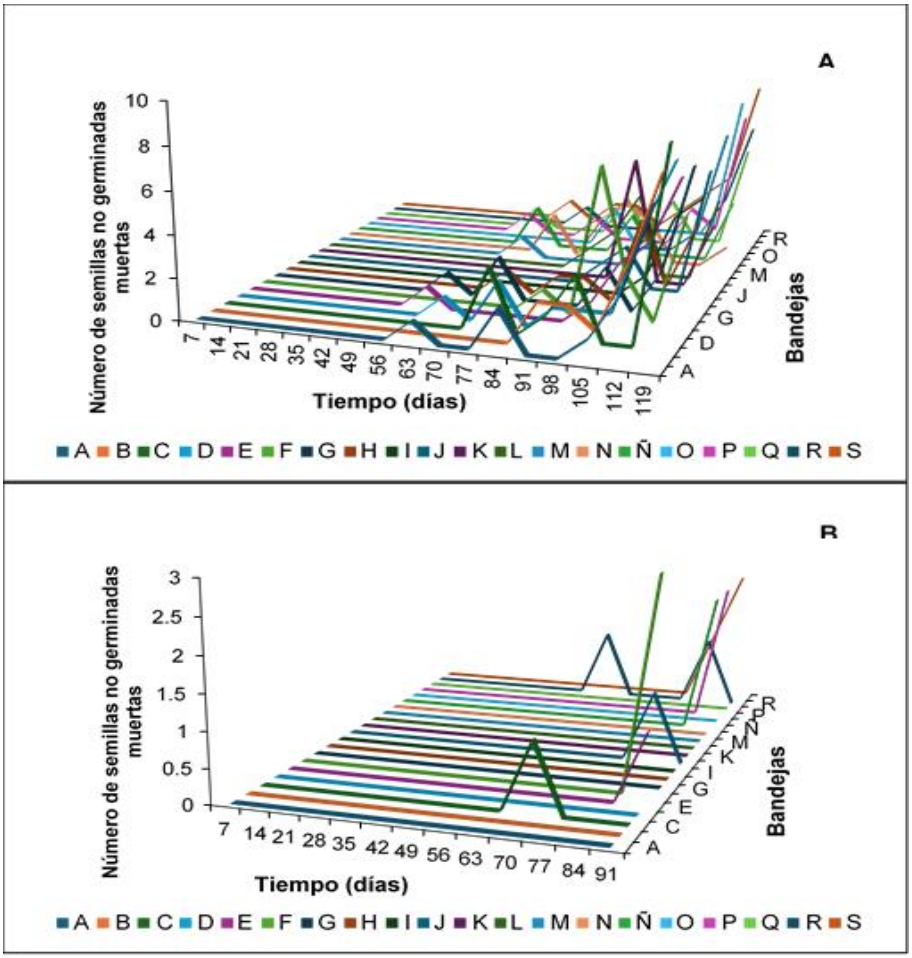


Nota. Bajo condiciones de laboratorio (a), de campo (b). Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05). Fuente: Páez (2020).

En el ensayo bajo condiciones controladas (Figura 60a), el número promedio de semillas germinadas muertas de la catorceava semana fue significativamente mayor al resto de semanas con una media de 1,75 semillas sobrevivientes, presentándose un segundo número de semillas germinadas muertas en la dieciseisava, onceava, doceava y treceava semana con promedios de 1,2, 1,1, 1,05 y 1,05 respectivamente. El número promedio de las semillas germinadas muertas en las semanas 17 y 15, son similares con una media de 0,6, 0,4 respectivamente y por último con el menor número de semillas germinadas muertas de 0,05 en la décima semana.

Figura 61

Variabilidad de la mortalidad de semillas no germinadas



Nota. Experimento de laboratorio (A) y de campo (B). Fuente: Páez (2020).

El promedio del número de semillas germinadas muertas en el ensayo bajo condiciones de campo (Figura 60b) presentó diferencias significativas a lo largo

del tiempo de observación, en la treceava semana se presentó el mayor número promedio de semillas germinadas muertas con un promedio de 0,8 semillas, mientras que en la onceava y doceava semana se obtuvo el menor promedio de semillas germinadas muertas con 0,15 y 0,1 semillas.

3.3.4. Variabilidad de la mortalidad de semillas no germinadas

La variabilidad de la mortalidad en función de las bandejas (réplicas) se representa en la Figura 61. Bajo condiciones experimentales controladas, se registró la mayor mortalidad de semillas no germinadas a partir de los 56 días (Figura 61A, S7), momento en el que también se registró mortalidad de semillas no germinadas bajo condiciones de campo (Figura 61B).

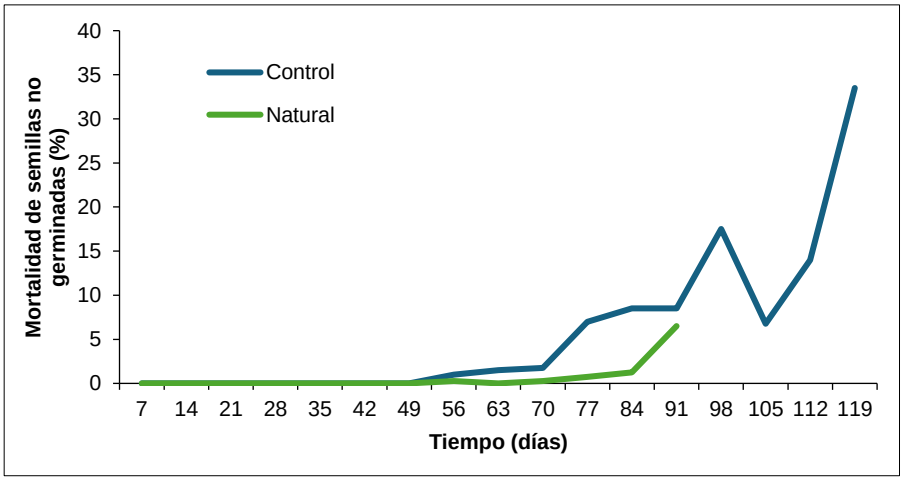
Del total de semillas sin germinar muertas, el mayor número se obtuvo bajo condiciones experimentales controladas, con 19 semillas en una de sus réplicas (G), y de tres semillas (réplicas F y S) bajo condiciones experimentales de campo.

3.3.5. Comparación de mortalidad de semillas no germinadas por condición

El porcentaje de mortalidad de semillas no germinadas bajo condiciones experimentales de laboratorio y campo durante el período de observación se muestra en la Figura 62.

Figura 62

Porcentaje de mortalidad de semillas no germinadas



Nota. Fuente: Páez (2020).

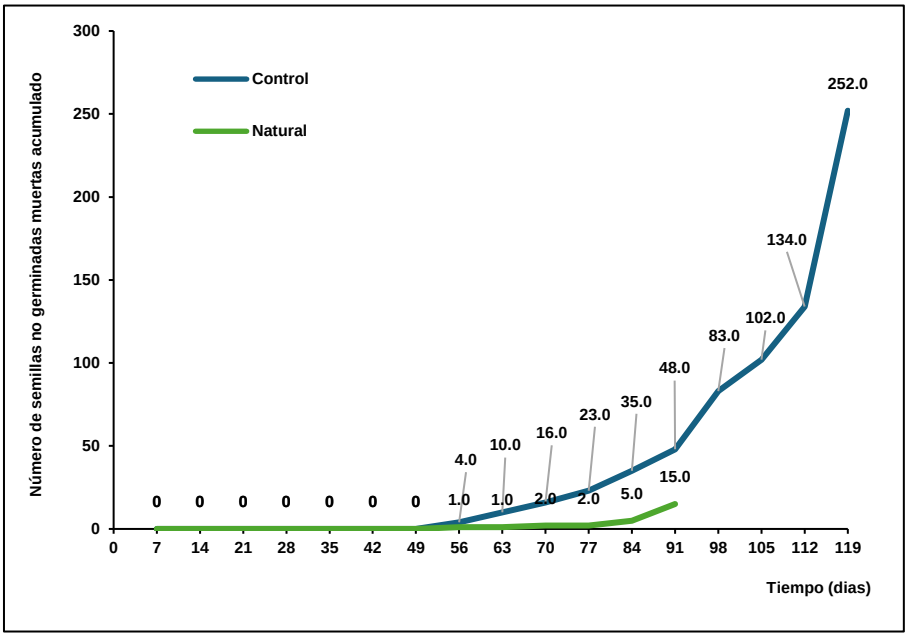
A los 56 días del ensayo (S8) se observaron las primeras semillas no germinadas muertas bajo ambas condiciones, con un mayor porcentaje de mortalidad de semillas no germinadas en el ensayo bajo condiciones de campo.

A los 119 días (S17) en el ensayo bajo condiciones de laboratorio (control) se registró un 29,5 % de mortalidad de las semillas no germinadas, mientras que en el experimento bajo condiciones de campo (natural) a los 91 días (S13) la mortalidad de semillas no germinadas alcanzo el 2,5 %. El menor porcentaje de mortalidad fue 1 % a los 56 días (S10) y 0 % a los 63 y 77 días (S9 y S11), bajo condiciones de laboratorio y de campo respectivamente.

En el experimento bajo condiciones controladas, el número total de semillas no germinadas muertas acumuladas fue de 252 a los 119 días (S17) y de 48 semillas a los 91 días (S13) con un promedio de 14,82 semillas, mientras que en el experimento desarrollado en condiciones naturales para la treceava semana (91 días) se obtuvo un total acumulado de 15 semillas muertas con un promedio de 1,16 semillas (Figura 63).

Figura 63

Número de semillas no germinadas muertas acumuladas en el tiempo



Nota. Fuente: Páez (2020).

En la Tabla 19 se presentan los resultados de la comparación del número de semillas muertas bajo las condiciones experimentales de control (laboratorio y

natural (campo), mediante la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney.

La hipótesis estadística planteada en esta comparación fue:

Ho: Las medias de los grupos comparados son iguales

H1: Las medias de los grupos comparados son diferentes.

Tabla 19

Comparación de la mortalidad de semillas no germinadas entre ensayos

GRUPO	n	$\bar{X}$	SD	W	p (2 colas)	
Control	20	12,6	3,3	610	<0,0001	
Natural	20	0,75	1,07			

Nota. Replicas (n), Media (*X*), Desviación Estándar (*SD*), Estadístico Mann-Whitney (*W*), Probabilidad (*p*). Fuente: elaboración propia (2025).

El promedio del número de semillas no germinadas muertas bajo las condiciones experimentales de laboratorio (control) y campo (natural) son diferentes significativamente al obtener que la probabilidad de que ambas medias sean iguales es de *p*: <0,0001, la cual es menor al nivel de significancia preestablecido *p*: 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

3.3.6. Comparación de la mortalidad de semillas no germinadas en el tiempo

El número de semillas no germinadas muertas a lo largo del tiempo (semanas) para el experimento bajo condiciones controladas o laboratorio se observó a partir de la octava semana hasta la diecisieteava semana con un total de diez grupos, mientras que para el experimento bajo condiciones naturales o campo se realizó a partir de la novena semana hasta la treceava semana con un total de seis grupos. Cada grupo presentó 20 réplicas (n=20), y la comparación se realizó mediante la prueba Kruskal-Wallis con una probabilidad de 0,0001 y de 0,0022 para la condición de control y de campo respectivamente.

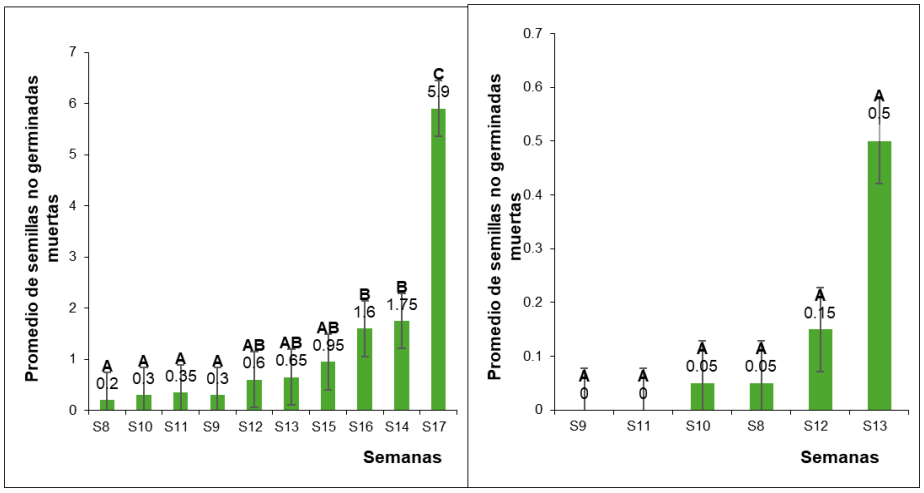
El resultado de la prueba de comparación del número promedio de semillas no germinadas muestras en función del nivel de diferencia significativa

representado por la letra o combinación de letras colocada sobre la barra se puede observar en la Figura 64.

En el ensayo bajo condiciones controladas (Figura 64a), el número promedio de las semillas germinadas muertas de la diecisieteava semana fue significativamente mayor al resto de semanas con una media de 5,9 semillas no germinadas muertas, presentándose un segundo grupo con un número promedio de semillas no germinadas muertas de 1,75 y 1,6 en la catorceava y dieciseisava semana. En este experimento tenemos como un tercer grupo diferente al resto, con 0,95, 0,65 y 0,6 semillas no germinadas muertas en promedio en la onceava, doceava y treceava semana respectivamente. El último grupo con un número promedio de semillas no germinadas muertas en las semanas 9, 11, 10 y 8, son similares con una media de 0,35, 0,3, 0,3 y 0,2 respectivamente.

Figura 64

Comparación del número de semillas no germinadas muertas en el tiempo



Nota. Bajo condiciones de laboratorio (a), de campo(b). Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Fuente: Páez (2020).

El promedio del número de semillas germinadas muertas en el ensayo bajo condiciones de campo (Figura 64b) no presentó diferencias significativas a lo largo del tiempo de observación. En la treceava semana se presentó el mayor número promedio de semillas no germinadas muertas con un promedio de 0,5 semillas.

3.3.7. Mortalidad total de semillas

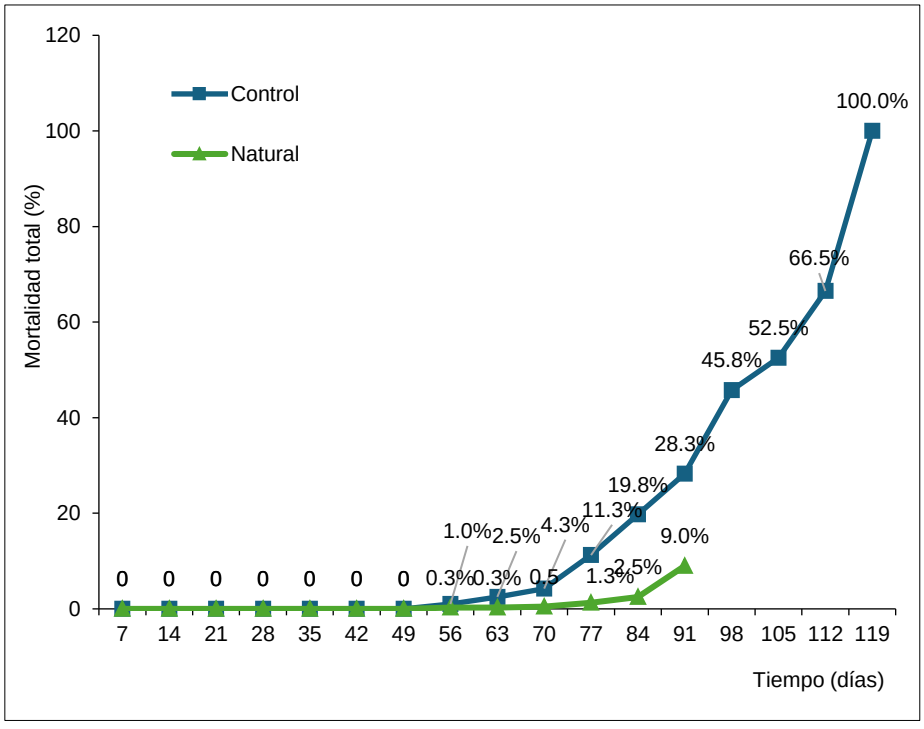
Se totalizó el número de semillas muertas germinadas y no germinadas, y se calculó el porcentaje total de semillas muertas por las 400 semillas de cada uno de los ensayos (Figura 65).

En el ensayo bajo condiciones de laboratorio o controladas se obtuvo mayores porcentajes de semillas muertas, registrando las primeras semillas muertas a los 56 días (S8), alcanzando 100% de semillas muertas a los 119 días (S17).

La mortalidad de semillas en el experimento bajo condiciones de campo, considerando semillas germinadas y no germinadas, también se inició a los 56 días (S8) con un 0,8 % del total de semillas, y aumentó hasta el 9 % a los 91 días (S13). (Figura 65). A partir de la semana 14, no fue posible continuar registrando los porcentajes de mortalidad.

Figura 65

Porcentaje de mortalidad total



Nota. Fuente: Páez (2020).

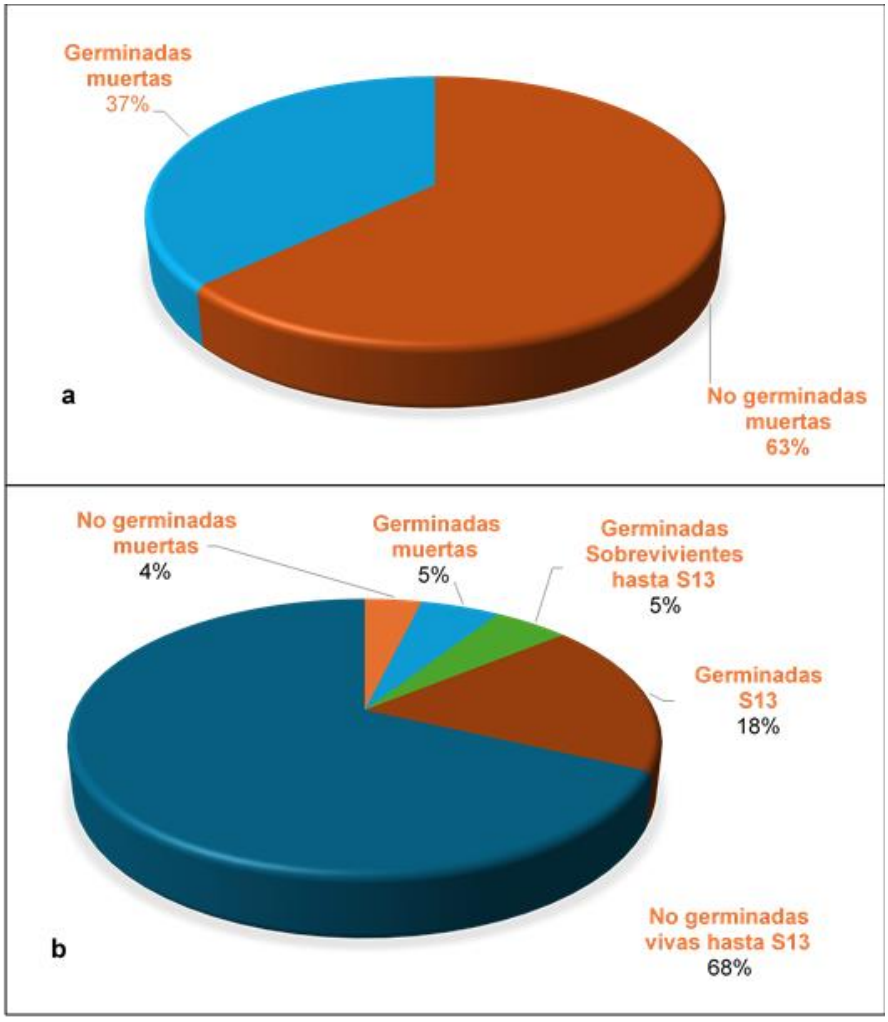
3.4. Semillas germinadas, sobrevivientes vivas y muertas totales

Los porcentajes totales de las 400 semillas monitoreadas en el ensayo bajo condiciones controladas reflejan 100% de semillas muertas de las cuales 37 % germinaron (Figura 66a).

Los porcentajes totales de las 400 semillas monitoreadas en el ensayo bajo condiciones de campo o naturales se presentan hasta la treceava semana (Figura 66b). Se determinó que el 5 % de las semillas germinaron y murieron, el 4 % de las semillas no germinaron y murieron, 21 % germinaron (5 % sobrevivieron), y el resto de semillas no germinaron y permanecieron vivas alcanzando el 68 % del total de semillas.

Figura 66

Porcentajes totales de semillas germinadas, sobrevivientes vivas y muertas



Nota. Bajo condiciones de laboratorio (a), de campo(b). Fuente: Páez (2020).

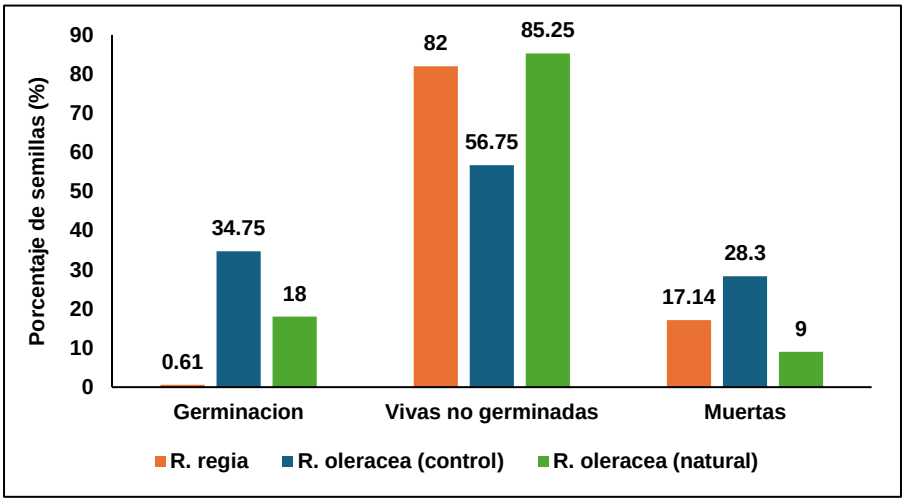
4. Discusión

En el presente estudio, bajo condiciones controladas, se presentó el mayor porcentaje de germinación, iniciando a los 63 días (S9) con 4 % llegando hasta el 37 % a los 112 días (S16), mientras que bajo condiciones naturales inicia a los 70 días (S10) con 2 %, llegando al 8,26 % a los 91 días (S13).

Muñoz et al. (1992) estudiaron a *Roystonea regia* bajo condiciones controladas, obteniendo en la treceava semana menores porcentajes de germinación a registrados en este estudio con *R. oleracea*. En cuanto al porcentaje de semillas vivas no germinadas bajo condiciones controladas fue menor al obtenido bajo condiciones naturales y este último fue similar al obtenido por Muñoz et al. (1992). En cuanto a la mortalidad total, Muñoz et al. (1992), con *R. regia*, obtuvieron mayores porcentajes que los encontrados en el presente experimento bajo condiciones controladas (Figura 67).

Figura 67

Comparación de los porcentajes de semillas



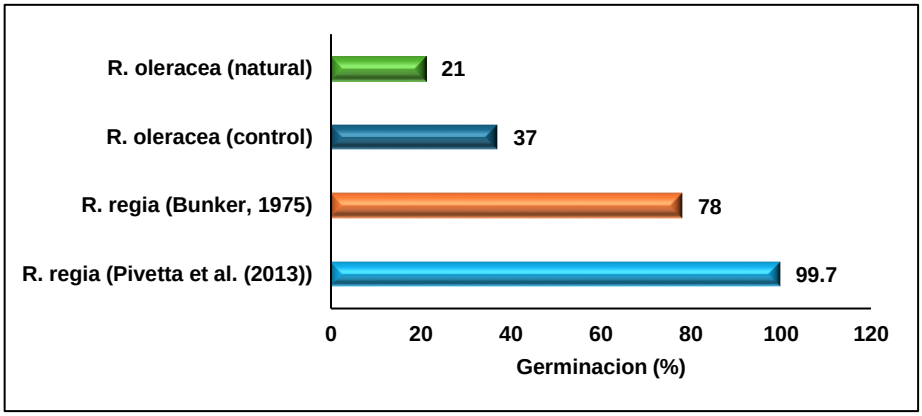
Nota. R. regia (Muñoz et al., 1992), *R. oleracea* (control, natural). Fuente: Páez (2020).

Pivetta et al. (2013) y Bunker (1975, citado en Maciel, 2001) estudiaron la germinación de *R. regia* bajo condiciones controladas a una temperatura de 35 °C, obteniendo un porcentaje total de germinación mayor al encontrado en el presente estudio de *R. oleracea* (Figura 68).

El mayor porcentaje de germinación en el ensayo bajo condiciones controladas fue 24,5 % a los 70 días (S10), y bajo condiciones naturales fue 8,25 % a los 91 días (S13), coincidiendo con lo reportado por Meerow & Broschat (2004) que indica que más del 25 % de todas las especies de palmas tienen menos del 20 % de germinación. Además, Maciel (2001) y Zucaratto y Dos Santos (2014) indican que la germinación de la palma *R. oleracea* ocurre de 60 a 70 días después de caída del fruto, similar a los resultados aquí presentados.

Figura 68

Comparación de germinación con Pivetta et al. (2013) y Bunker (1975)



Nota. Fuente: Páez (2020).

R. oleracea es una especie exótica que tiene el potencial de convertirse en una planta invasora, especialmente cerca de los humedales (Nascimento et al., 2013), siendo este el caso, como lo reportan Herrera et al. (2017), quienes señalan que este humedal RAMSAR presenta una temperatura promedio anual de 35 °C y una precipitación promedio total de 1113 mm.

Broschat (1994) afirma que la germinación ideal de las semillas de palmas ocurre si se recolectan los frutos cuando están completamente maduros, se les quita el mesocarpio carnoso y se mantienen a temperaturas de 30-35 °C, protocolo que se ejecutó en este estudio, sin embargo, el porcentaje de germinación en las condiciones de campo (naturales) fue bajo, a pesar de que ambientalmente isla Santay es propicia para el desarrollo de esta especie, pero la presencia de períodos sin lluvia pudo influir en la baja germinación de estas semillas, ya que la hidratación del embrión es esencial para que se produzca la germinación (Sánchez-Zúñiga et al., 2019).

Según Broschat (1994) esta pobre germinación es propia de las palmas cuyas semillas pierden viabilidad rápidamente cuando se deshidratan. Cabe indicar que, aunque los porcentajes de germinación resultaron elevados en el ensayo bajo condiciones de laboratorio, los porcentajes de mortalidad también fueron elevados, mientras que bajo condiciones de campo ocurrió lo contrario.

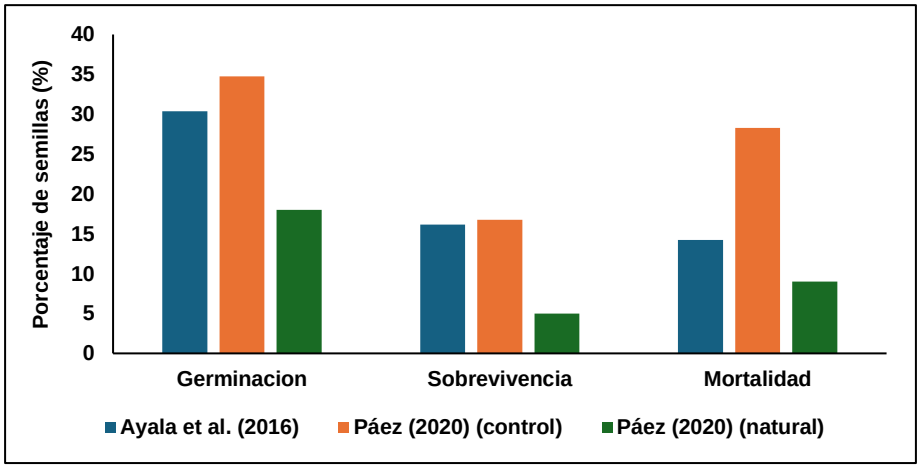
Los diferentes intervalos de germinación de las semillas de *R. oleracea,* según Meerow y Broschat (2004), son producto de que las semillas requieren mayor tiempo para completar su desarrollo antes de que pueda ocurrir la germinación.

Los resultados del estudio se compararon con los resultados de Ayala et al. (diciembre, 2016), quienes monitorearon la misma especie bajo condiciones controladas. En cuanto a la germinación, Ayala et al. (diciembre, 2016) obtuvieron valores de germinación semanal a partir de los 14 días (S2), siendo su porcentaje más elevado 17,5 % a los 21 días (S3) y lo demás valores en mayoría se mantuvieron por debajo del 2 %.

En este estudio se registró germinación siete semanas después de lo reportado por Ayala et al. (diciembre, 2016), así como un porcentaje de germinación mayor en el ensayo bajo condiciones controladas y menor en el ensayo bajo condiciones naturales en la treceava semana de experimentación (Figura 69).

Figura 69

Comparación de germinación con Ayala et al. (2016)



Nota. Fuente: Páez (2020).

La diferencia del inicio de la germinación en el tiempo de nuestros ensayos y los de Ayala et al. (2016) se debe posiblemente a que estos autores seleccionaron frutos maduros que se encontraban dispersos en el suelo de la isla Santay, mientras que los utilizados en el presente estudio fueron capturados mediante una trampa, caídos directamente de las palmas reproductivas, siendo más elevada la posibilidad de obtener semillas inmaduras y no viables.

En cuando a la sobrevivencia, Ayala et al. (2016) obtuvieron porcentajes por encima del 70 % a lo largo del tiempo, con 16,15 % de sobrevivencia de las semillas germinadas a las 13 semanas de observación; en cambio los porcentajes de sobrevivencia obtenidos en este estudio, fueron elevados al inicio disminuyendo con el tiempo en el ensayo bajo condiciones controladas, con 16,75 % de sobrevivencia de las semillas germinadas, mientras que los porcentajes de sobrevivencia de las semillas bajo condiciones naturales se mantenían constantes, con un 5 % de sobrevivencia en la treceava semana (Figura 69).

En cuanto a mortalidad, Ayala et al. (diciembre, 2016) obtuvieron el 19,44 % de mortalidad luego de 5 semanas, con un 14,23 % de mortalidad en la treceava semana, mientras que, en este estudio, los valores de mortalidad ascendieron hasta el 100 % y se encontraban en la treceava semana en 28,3 % y 9 % bajo condiciones de laboratorio y de campo respectivamente (Figura 69).

5. Conclusiones

La germinación de las semillas de *R. oleracea* observada a partir de la aparición de la radícula empieza a partir de los 90 días. Según el análisis estadístico, los mayores valores de germinación se presentan bajo condiciones controladas. El porcentaje de germinación promedio semanal bajo condiciones controladas fue del 6,96 %, llegando a germinar el 37 % del total de semillas, y bajo condiciones naturales fue de un 3,6 %, llegando a germinar el 8,25 % del total de semillas.

La sobrevivencia de las semillas germinadas de *R. oleracea*, según el análisis estadístico, es mayor en condiciones controladas durante las primeras semanas, a partir de la semana 13 en el ensayo realizado en el campo se presentó mayor cantidad de semillas sobrevivientes. El porcentaje de sobrevivencia promedio

semanal fue 71,13 % y 50,19 % bajo condiciones de laboratorio y de campo respectivamente.

La mortalidad de las semillas germinadas, según el análisis estadístico, es mayor bajo condiciones controladas. El porcentaje de mortalidad promedio semanal, fue 17,27 % llegando a morir el 100 % de las semillas en el ensayo de laboratorio, y 34,22 % de mortalidad promedio llegando a morir el 9 % del total de semillas en el ensayo de campo.