

EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA GERMINACIÓN DE PAPAYA (*Carica papaya* L.) VARIEDAD CRIOLLA

EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF GIBERELIC ACID ON THE GERMINATION OF PAPAYA (*Carica papaya* L.) VARIETY CRIOLLA

Arturo Morales Pizarro^{1a,2*}, Angie Aracely Rivas Chero^{1b}, Ana Claudia Zapata Córdova^{1c}, Eleyda García Guevara^{1d}, Madai Ruesta López^{1e} y Ricardo Peña-Castillo^{1f}

^{1a} Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura, Perú
<https://orcid.org/0000-0003-3966-6689>

^{1b} Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura, Perú
<https://orcid.org/0000-0002-6754-3144>

^{1c} Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura, Perú
<https://orcid.org/0009-0007-9557-0389>

^{1d} Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura, Perú
<https://orcid.org/0009-0002-6725-1800>

^{1e} Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura, Perú
<https://orcid.org/0000-0001-9366-4962>

^{1f} Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura, Perú
<https://orcid.org/0000-0002-0754-3783>

² Estación Experimental Agraria Vista Florida. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Carretera Chiclayo a Ferreñafe km. 8 Picsi, Chiclayo, Perú

* Autor para correspondencia dmoralesp@unp.edu.pe

RESUMEN

La papaya (*Carica papaya* L.) es un fruto tropical de gran interés socio-económico en Perú. Su principal forma de propagación es mediante semillas, las cuales presentan una gran desuniformidad en la germinación. El objetivo fue evaluar tres dosis de ácido giberélico (AG_3) y dos tiempos de imbibición en la germinación de semillas de papaya 'Criolla'. La investigación se realizó en el departamento de Morfofisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Piura ($5^{\circ}10'33''$ S, $80^{\circ}37'17''$ O, 30 m.s.n.m) de febrero a marzo de 2023. Se utilizó un diseño completo al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, con 20 semillas por repetición. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y la Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher ($p < 0,05$), utilizando el software estadístico Stagraphics versión 19. Los tratamientos fueron: T0 (testigo: agua), T1 ($150 \text{ mg L}^{-1} AG_3$), T2 ($200 \text{ mg L}^{-1} AG_3$), y T3 ($250 \text{ mg L}^{-1} AG_3$), durante 12 y 24 h de imbibición. Los parámetros evaluados fueron: porcentaje de germinación (PG), velocidad de germinación (VG), primer día de germinación (PDG) e índice de germinación (IG). Las semillas tratadas por 24 h de imbibición y a mayor concentración de AG_3 , mejoraron el PG en 72,5%, la velocidad de germinación con 1,26 semillas germinadas por día, y el índice de germinación con 8,3, y redujeron el tiempo de inicio de germinación a 6 días. Se concluye que el tratamiento con 250 mg L^{-1} de AG_3 durante 24 h de imbibición mejoró las variables evaluadas en las semillas de papaya 'Criolla'.

Palabras clave: ácido giberélico, bioestimulante, germinación, imbibición, papaya.

ABSTRACT

Papaya (*Carica papaya* L.) is a tropical fruit of great socio-economic interest in Peru. It is mainly propagated by seeds, which present a great non-uniformity in germination. The objective was to evaluate three doses of gibberellic acid (GA_3) and two imbibition times on the germination of Criollo variety papaya seeds. The research was carried out at the Department of Plant Morphophysiology of the National University of Piura ($5^{\circ}10'33''$ S, $80^{\circ}37'17''$ W, 30 m.a.s.l.) from February to March 2023. A complete randomized design was used with four treatments and four replications, with 20 seeds per replication. Data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Fisher's Least Significant Difference (LSD) test ($p < 0.05$), using the statistical software Stagraphics version 19. The treatments were: T0 (control: water), T1 ($150 \text{ mg L}^{-1} GA_3$), T2 ($200 \text{ mg L}^{-1} GA_3$), and T3 ($250 \text{ mg L}^{-1} GA_3$), for 12 and 24 h imbibition. The following parameters were evaluated: germination percentage (GP), germination speed (GS), first day of germination (FDG), and germination index (GI). The seeds treated for 24 h of imbibition and at a higher concentration of GA_3 improved the GP by 72.5%, germination speed with 1.26 seeds germinated per day, germination index with 8.3, and reduced the germination time to 6 days. It is concluded that the treatment of 250 mg L^{-1} of GA_3 during 24 h of imbibition improved the evaluated variables of 'Criollo' papaya seeds.

Keywords: gibberellic acid, biostimulant, germination, imbibition, papaya.

INTRODUCCION

La papaya (*C. papaya* L.) pertenece a la familia Caricaceae, cuyo centro de origen se encuentra en el trópico americano, y se cultiva en muchas zonas tropicales y subtropicales del mundo (Fundora-Sánchez et al., 2021). La papaya es uno de los frutales más consumidos dentro de los mercados nacionales e internacionales, debido a su excelente valor nutricional (vitaminas A y C), industrial (enzima papaína), gastronómico y medicinal (Salvador-Figueroa et al., 2005; Suárez-Quiroz et al., 2013).

En el mundo, el 52,2% de la producción de papaya se centra en el continente asiático con 5.303.471,5 toneladas (t), seguido de América con 3.584.972,4 t (35,3%), África con 1.256.544,4 t (12,4%) y Oceanía con 15.584,1 t (0,2%). Asimismo, los países con mayor producción de papaya son: India con 3.564.348,2 t, Brasil con 1.459.777,2 t y México con 782.059,9 t (FAO, 2021). En el Perú, el 2022 presentó una producción nacional de papaya de 170.890,3 t con una superficie agrícola 11.285 hectáreas (ha). Las regiones con mayor producción en el país son: Ucayali con 60.929,6 t, San Martín con 26.897 t, Loreto con 16.426 t y Amazonas 12.568 t (SIEA, 2022).

Este cultivo se propaga a través de semillas; siendo de suma importancia una etapa de almácigo en su propagación para la obtención de plántulas sanas y vigorosas; las cuales son un determinante en la producción y la calidad del cultivo (Loayza et al., 2023). Sin embargo, la propagación sexual mediante el uso de semillas generalmente se ve afectada por la dormancia fisiológica de las semillas (Pooja y Honnabyraiah, 2022). Por lo cual, es necesario el uso de bioestimulantes como

tratamientos pre germinativos que estimulen la germinación de las semillas (Nicasio-Arzeta et al., 2011). El uso de hormonas exógenas como el ácido giberélico son de gran interés para mejorar la germinación y el desarrollo de plántulas (Cavusoglu y Sulusoglu, 2015). Asimismo, esta molécula bioactiva genera una mayor tolerancia de las semillas a las condiciones de estrés biótico y abiótico que limitan su germinación. El ácido giberélico actúa como promotor de la inducción enzimática, la extensión del embrión, y permite una mejor imbibición de las semillas (Cavusoglu y Sulusoglu, 2015); además, la movilización de sustancias de reserva, alargamiento del hipocótilo (Kucera et al., 2005; Loayza et al., 2023). Por otro lado, Araújo et al. (2016) mencionan que la germinación de las semillas es un factor importante en el desarrollo de las plantas; las cuales se relacionan en forma directa con la hidratación de las semillas (imbibición), desencadenando una serie de reacciones metabólicas y la respiración celular e iniciando el desarrollo embrionario, incrementando de esta manera el porcentaje de germinación. Semillas de papaya var. Maradol tratadas con ácido giberélico incrementaron la emergencia y crecimiento inicial de plántulas de papaya; no obstante, las semillas tratadas con KNO_3 (nitrato de potasio) no presentaron resultados significativos (Andrade-Rodríguez et al., 2008). Además, Oliveira et al. (2010) evaluaron el efecto del ácido giberélico (AG_3) a 0, 250, 500, 750 y 1000 mg L^{-1} en la germinación de semillas de chirimoya, cuyos resultados reportaron que 750 mg L^{-1} de AG_3 incrementó la velocidad y el porcentaje de germinación. De igual manera, Saldívar-Iglesias et al. (2010) estudiaron el efecto de diferentes dosis (0, 50, 100,

150, 200 y 250 mg L⁻¹) de AG₃ en la germinación de semillas de *Jaltomata procumbens* durante 12 y 24 h de imbibición; cuyos resultados indican que 250 mg L⁻¹ de AG₃ mejoró el porcentaje de germinación, velocidad de germinación y tiempo de germinación independiente del tiempo de imbibición. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres dosis de ácido giberélico-AG₃ (150, 200 y 250 mg L⁻¹) incluido un tratamiento testigo (agua) y dos tiempos de imbibición (12 y 24 h) en la germinación de semillas de papaya (*C. papaya* L.) 'Criolla'.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El experimento se realizó en el laboratorio del Departamento Académico de Morfofisiología Vegetal, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú (5°10'33"S; 80°37'17"O; 30 m.s.n.m.) durante los meses de febrero a marzo del 2023.

Producto comercial

En este experimento se usó el producto comercial MEGABIG (ácido giberélico 40 g L⁻¹, ARIS INDUSTRIAL S.A. Av. Industrial 491. Lima - Perú).

Recolección y tratamientos de las semillas

Se recolectaron semillas de frutos frescos maduros de papaya (*C. papaya* L.) variedad criolla, procedentes del mercado central de Piura. Se seleccionaron frutos grandes, redondos, sin deformaciones y libre de enfermedades. Las semillas recolectadas fueron lavadas con agua de grifo para retirar el mucílago o sarcotesta (arilo) que las recubre. Posterior, las semillas fueron colocadas dentro de un envase de 500 ml de capacidad conteniendo 400 mL agua destilada, eliminando aquellas semillas que flotaban (Salvador-Figueroa et al., 2005); las semillas inmersas fueron colocadas en papel toalla para su secado a temperatura ambiente durante 6 h; seguido, se realizó la desinfección de las semillas con alcohol 70% durante 5 segundos, y se colocaron sobre papel toalla estéril para su secado a temperatura ambiente 25±2 °C durante 10 minutos.

Las semillas fueron sumergidas en los diferentes tratamientos: T0 (testigo: agua destilada), T1 (150 mg L⁻¹ AG₃), T2 (200 mg L⁻¹ AG₃), T3 (250 mg L⁻¹ AG₃) durante 12 y 24 h de imbibición o hidratación. Las semillas tratadas fueron colocadas dentro de placas de Petri conteniendo papel toalla humedecido con agua destilada; agrupando 20 semillas por placa de Petri (repetición), cada tratamiento contenía

4 repeticiones. La germinación de semillas se evaluó durante 15 días a 27±3 °C.

Parámetros evaluados

Porcentaje de germinación (PG). Se calculó siguiendo la fórmula de propuesta por Brown y Mayer (1988), $PG = [(N^\circ \text{ semillas germinadas}) / (N^\circ \text{ semillas sembradas})] \times 100$. Se determinó semilla germinada cuando la radícula alcanzó una longitud ≥ 2 mm.

Velocidad de germinación (VG). Se calculó la VG mediante la fórmula de Maguire (1962): $VG = \sum (\text{número de semillas germinadas el día} / \text{tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla})$.

Primer día de germinación (PDG). Se evaluó a partir del inicio de la germinación (Gutiérrez-Gutiérrez et al., 2022).

Índice de germinación (IG). Se calculó el IG mediante la fórmula propuesta por Scott et al. (1984): $IG = \sum (\text{número de semillas germinadas el día} \times \text{número de días después de la siembra}) / \text{total de semillas germinadas}$.

Diseño y Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completo al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, con 20 semillas por repetición. Los datos obtenidos se analizaron mediante un ANOVA y una Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher ($p < 0,05$). Para dicho análisis se utilizó el software estadístico Stagraphics, versión 19 (Morales Pizarro et al., 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de germinación (PG)

El porcentaje de germinación no presenta diferencias significativas entre los tratamientos cuyos valores se encuentran entre el 30 y 37,5% tratadas durante 12 h de imbibición (Tabla 1; Fig. 1). No obstante, a las 24 h de imbibición, el tratamiento con mayor porcentaje de germinación fue el T3 con 72,5±2,9% siendo significativamente superior a los demás tratamientos (Tabla 1, Fig. 2).

El PG se incrementó en más del 25% a mayor dosis y tiempo de imbibición de las semillas. Resultados similares fueron obtenidos por Salvador-Figueroa et al. (2005) en semillas de papaya embebidas en agua a 12, 24, 72, 96 y 120 h con un porcentaje creciente de plántulas emergidas entre 12, 31, 60, 92 y 97%, respectivamente durante 20 d. Asimismo, Constantino et al. (2010) obtuvieron 84,72% de germinación en semillas de papaya variedad Maradol tratadas con AG₃ (500 ppm) durante 1 h. Por otro lado, semillas de 10

Tabla 1. Porcentaje de germinación de semillas de papaya (*C. papaya* L.) 'Criolla' durante 12h y 24 h de imbibición.

Table 1. Germination percentage of papaya seeds (*C. papaya* L.) 'Criolla' during 12h and 24 h of imbibition.

Tratamientos	Porcentaje de germinación (PG)	
	12 h	24 h
T0	30,0 ± 5,8 b	37,5 ± 2,9 c
T1	36,3 ± 2,5 ab	38,8 ± 2,5 c
T2	37,5 ± 5,0 a	53,8 ± 4,8 b
T3	37,5 ± 2,9 a	72,5 ± 2,9 a

Los datos se analizaron mediante un ANOVA (Análisis de Varianza), y una Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher ($p < 0,05$). Letras distintas para los valores de una misma columna indican diferencias significativas. T0 (testigo: agua destilada), T1 (150 mg L⁻¹ AG₃), T2 (200 mg L⁻¹ AG₃), T3 (250 mg L⁻¹ AG₃); AG₃: Ácido giberélico.

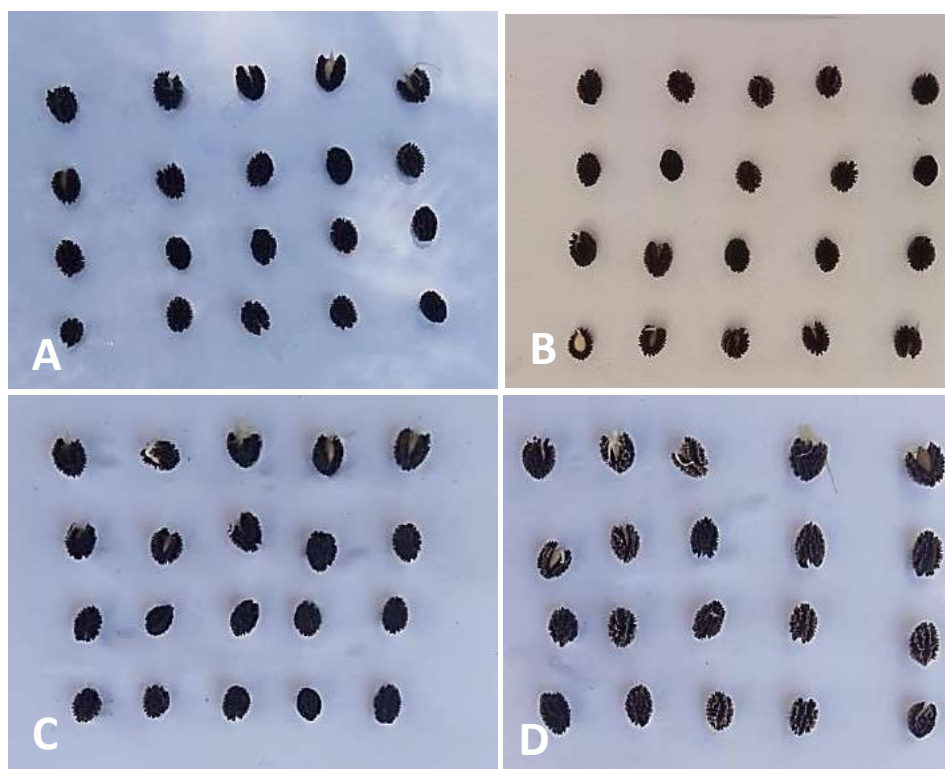


Fig. 1. Germinación de semillas de papaya en tratamientos con ácido giberélico (AG₃) durante 12 horas. A) T0 (testigo: agua destilada); B) T1 (150 mg L⁻¹ AG₃); C) T2 (200 mg L⁻¹ AG₃); D) T3 (250 mg L⁻¹ AG₃).

Fig. 1. Germination of papaya seeds in treatments with gibberellic acid (GA₃) for 12 h. A) T0 (control: distilled water); B) T1 (150 mg L⁻¹ GA₃); C) T2 (200 mg L⁻¹ GA₃); D) T3 (250 mg L⁻¹ GA₃).

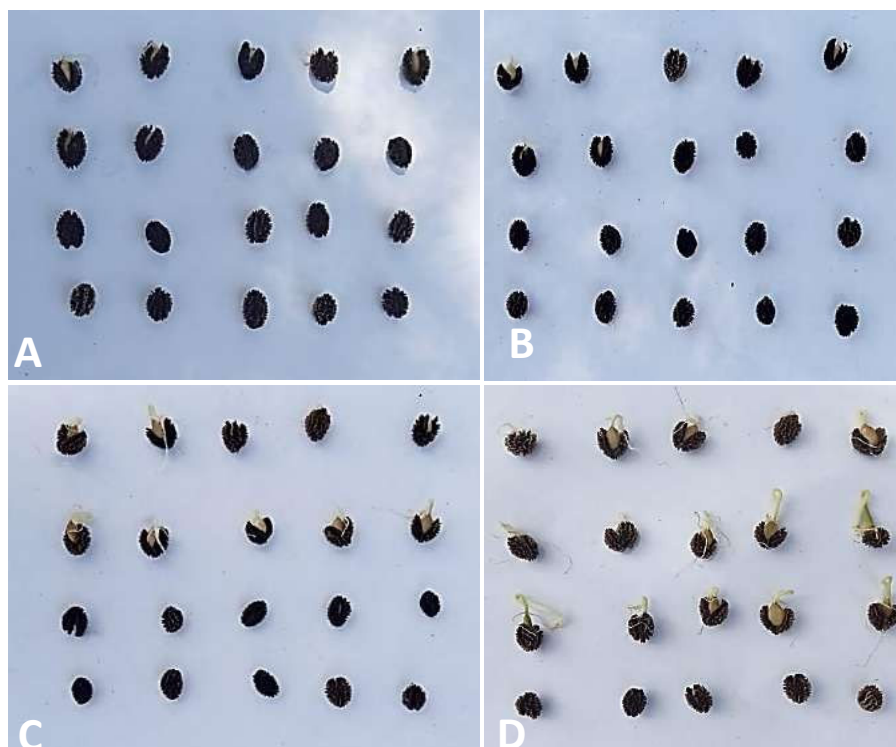


Fig. 2. Germinación de semillas de papaya en tratamientos con ácido giberélico (AG_3) durante 24 horas. A) T0 (testigo: agua destilada); B) T1 ($150 \text{ mg L}^{-1} AG_3$); C) T2 ($200 \text{ mg L}^{-1} AG_3$); D) T3 ($250 \text{ mg L}^{-1} AG_3$).

Fig. 2. Germination of papaya seeds in treatments with gibberellic acid (GA_3) for 12 h. A) T0 (control: distilled water); B) T1 ($150 \text{ mg L}^{-1} GA_3$); C) T2 ($200 \text{ mg L}^{-1} GA_3$); D) T3 ($250 \text{ mg L}^{-1} GA_3$).

variedades de papaya tratadas con 200 ppm de AG_3 durante 12 h presentaron un promedio de germinación de 56,5% (Bhattacharya et al., 2001). De la misma manera, Parab et al. (2017) trataron semillas de papaya de la variedad solo con AG_3 a 100 y 200 ppm durante 12 h obteniendo 52 y 55% de germinación, respectivamente. Por otro lado, Saldívar-Iglesias et al. (2010) observaron en semillas de *Jaltomata procubems* tratadas con 120, 200 y 250 mg L^{-1} de AG_3 un incremento del PG a mayor dosis de AG_3 con 61,2; 66,6 y 87%, respectivamente. Por otro lado, Hernández Amasifuen et al. (2019) concluyen que la combinación de un fotoperiodo de 16 h de luz y 1 mg L^{-1} de AG_3 en semillas de *Capsicum annuum* 'Papri King' incrementaron el PG en 97,8%. No obstante, Amador-Alfárez et al. (2013) encontraron que concentraciones de AG_3 a 125, 250 y 500 mg L^{-1} no influyeron significativamente en el PG de *Ferocactus histrix* con valores entre 38,6; 37,4 y 33,8%, respectivamente. Sin embargo, Vásquez et al. (2019) mostraron que concentraciones de 500, 1.000 y 1.500 mg L^{-1} de AG_3 redujeron el PG, respecto al testigo.

Velocidad de germinación (VG)

Los tratamientos T2 y T3 fueron significativamente superiores a los demás tratamientos con $0,63 \pm 0,09$ y $0,63 \pm 0,06$ semillas germinadas por día, respectivamente a 12 h de imbibición; mientras, que las semillas imbibidas a 24 h de imbibición en el T3 mostró una VG de $1,26 \pm 0,08$ semillas germinadas por día; siendo significativamente superior a los demás tratamientos (Tabla 2).

La VG se incrementó en proporción al aumento de AG_3 y al tiempo de imbibición. Dicho incremento en la VG se debe activación de la enzima alfa-amilasa, la cual cataliza la transformación del almidón en carbohidratos simples, liberándose de esta manera energía química; siendo empleada en el desarrollo embrionario (Anjanawe et al., 2013). Estos resultados difieren a los obtenidos por Parab et al. (2017), quienes obtuvieron en semillas de papaya una tasa de germinación de 0,028 con 100 y 200 ppm durante 35 días.

Por otro lado, Arellano-Rodríguez et al. (2016) observaron en semillas de moringa (*Moringa*

Tabla 2. Evaluación de la velocidad de germinación, primer día de germinación e índice de germinación, durante 12 y 24 h de imbibición.**Table 2. Evaluation of germination speed, first day of germination and germination index, during 12 and 24 h of imbibition.**

Trat.	VG		PDG		IG	
	12 h	24 h	12 h	24 h	12 h	24 h
T0	0,50±0,09 b	0,67±0,07 c	9,00±0,00 a	9,00±0,00 a	3,06±0,69 b	4,20±0,30 c
T1	0,60±0,05 ab	0,65±0,05 c	9,00±0,00 a	9,00±0,00 a	4,40±0,30 ab	4,60±0,30 c
T2	0,63±0,09 a	0,89±0,08 b	8,75±0,50 a	8,00±0,00 b	4,50±0,60 a	6,50±0,60 b
T3	0,63±0,06 a	1,26±0,08 a	8,50±0,58 a	6,00±0,00 c	4,50±0,40 a	8,30±0,50 a

Los datos se analizaron mediante un ANOVA (Análisis de Varianza), y una Prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher ($p < 0,05$). Letras distintas para los valores de una misma columna indican diferencias significativas. Trat.: Tratamiento, T0 (testigo: agua destilada), T1 (150 mg L⁻¹ AG₃), T2 (200 mg L⁻¹ AG₃), T3 (250 mg L⁻¹ AG₃); AG₃: Ácido giberélico. VG= Velocidad de germinación, PDG= Primer día de germinación, IG= índice de germinación.

oleífera), tratadas con 250 g L⁻¹ de AG₃, que generaron una VG de 7,4 semillas día⁻¹; asimismo, estos autores indican que el tratamiento pre-germinativo de semillas con AG₃ activa y homogeniza el proceso germinativo. Además, Saldívar-Iglesias et al. (2010) demostraron que la VG se incrementó respecto a la concentración de AG₃ en semillas de *Jaltomata procubens*, obteniendo los mayores valores con 250 mg L⁻¹ de AG₃, respecto a 50 y 100 mg L⁻¹ de AG₃. Por otro lado, Carranza et al. (2016) obtuvieron una VG de 6,55 semillas día⁻¹ en la especie badea (*Passiflora quadrangularis*) con la aplicación de 1.200 mg L⁻¹ de AG₃; estos mismos autores indican el efecto de las giberelinas en la germinación de las semillas, inhibiendo la acción del ácido abscísico, el cual actúa como un inhibidor de la germinación y el crecimiento del embrión. Por el contrario, Vásquez et al. (2019) indicaron, en el cultivo de mora, que altas concentraciones de 500, 1.000 y 1.500 mg L⁻¹ de AG₃ (ácido giberélico) redujeron significativamente la VG, respecto al testigo.

Primer día de germinación (PDG)

En el PDG los tratamientos en estudio no presentaron diferencias significativas con valores que se encuentran entre 8,50 a 9,00 días a 12 h de imbibición (Tabla 2). Sin embargo, a 24 h de imbibición el PDG inició a los 6 días en el tratamiento T3.

Las semillas tratadas con mayor concentración de AG₃ y tiempo de imbibición redujeron el PDG. Resultados similares fueron obtenidos por Parab et al. (2017), quienes completaron la germinación de las semillas de papaya en un menor tiempo (35 días) tratadas con 100 y 200 ppm de AG₃ frente a KNO₃-1% (70 días) y KNO₃-5% (50 días). Por otro lado, Barreto et al. (2007) redujeron el tiempo

de germinación de las semillas *Anacardium excelsum* mediante bioestimulantes de origen microbiano, cuyos valores se encuentran entre 5 y 8 días, comparadas con el testigo, cuyo inicio de germinación se presentó a los 12 días. No obstante, Meza y Bautista (2007) mencionan que semillas de *Psidium guajava* imbibidas durante 24 y 48 h inician su germinación a los 7 d, comparadas con el testigo sin imbibición, cuya germinación inició a los 8 d después de la imbibición.

Índice de germinación (IG)

Los tratamientos T2 (4,50±0,60) y T3 (4,50±0,40) no presentaron diferencias significativas entre sí. A 24 h, el tratamiento T3 fue significativamente superior a los demás tratamientos con 8,30±0,50 de IG (Tabla 2).

El IG presentó un incremento positivo a mayor concentración de AG₃ y a las 24 h de imbibición. Araiza et al. (2011) reportaron que el empleo de hormonas de crecimiento como el ácido giberélico es una alternativa factible para estimular la germinación y romper la latencia de semillas en *Capsicum annuum*, obteniendo un 100% de germinación con 400 mg L⁻¹ de AG₃ durante 20 h de imbibición. Asimismo, Prado-Urbina et al. (2015) destacaron que el uso de AG₃ incrementó significativamente el índice de germinación de variedades silvestres de *Capsicum* sp., cuyos valores de germinación superaron en un 92% al testigo. Además, Coa et al. (2014) demostraron que semillas de café tratadas con escarificación mecánica, combinada con inmersión en agua durante 24 y 48 h, mejoraron el IG con valores de 328,15 y 364,23, respectivamente.

CONCLUSIONES

Las semillas de papaya tratadas con la mayor dosis de 250 mg L⁻¹ de AG3 y tiempo de imbibición de 24 h incrementaron positivamente el PG hasta 72,5%; la VG con 1,26±0,08 semillas germinadas por día e IG con 8,30; asimismo, redujeron el PDG a 6 días. De esta manera, se observa que un mayor tiempo de imbibición favorece la hidratación de la semilla y por tanto el inicio de la germinación, siendo este tratamiento una alternativa potencial en la propagación de papaya variedad criolla.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Departamento Académico de Morfofisiología Vegetal perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, Perú, por haber facilitado los laboratorios para la ejecución del presente proyecto de investigación.

Conflictos de intereses

Los autores firmantes del presente trabajo de investigación, declaran no tener ningún conflicto de interés personal o económico con otras personas u organizaciones, que puedan influir indebidamente con el manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Amador-Alfárez, K.A., J. Díaz-González, S. Loza-Cornejo y E.Y. Bivián-Castro. 2013. Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de Ferocactus (Cactaceae). *Polibotánica* (35):109-131. <https://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n35/n35a7.pdf>
- Anjanawe, S.R., R.N. Kanpure, B.K. Kachouli, and D.S. Mandloi 2013. Effect of plant growth regulators and growth media on seed germination and growth vigour of papaya. *Annals of plant and soil research* 15(1): 31-34. <https://www.gkvsociety.com/control/uploads/effect-of-plant-growth-regulators-and-growth-media-on-seed-germination-growth-vigour-of-papaya.pdf>
- Andrade-Rodríguez, M., J.J. Ayala-Hernández, I. Alia-Tejagal, H. Rodríguez-Mendoza, C.M. Acosta-Durán y V. López-Martínez. 2008. Efecto de promotores de la germinación y sustratos en el desarrollo de plántulas de papayo. *Revista de la Facultad de Agronomía* 25(4): 617-635. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-78182008000400002&script=sci_arttext
- Araiza Lizarde, N., E. Araiza Lizarde y J. Martínez Martínez. 2011. Evaluación de la germinación y crecimiento de plántula de Chiltepín (*Capsicum annuum* L. variedad *glabriusculum*) en invernadero. *Revista Colombiana de Biotecnología* 13(2):170-175. <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v13n2/v13n2a16.pdf>
- Araujo, M. M. V., D.A. Fernandes, and E.C. Camili. 2016. Emergência e vigor de sementes de maracujá amarelo em função de diferentes disponibilidades hídricas. *Uniciência* 20(2): 82-87. <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2016v20n2p82-87>
- Arellano-Rodríguez, L.J., N. Carrizales-Mejía, E. Pimienta-Barrios y E. Rodríguez-Guzmán. 2016. Aplicación de productos químicos y homeopáticos durante el humedecimiento y secado de semilla de moringa sobre la germinación y emergencia. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias* 3(7): 1-4. https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol3num7/Revista_Ciencias_Naturales_V3_N7_1.pdf
- Bhattacharya, J., and S.S. Khuspe. 2001. In vitro and in vivo germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. *Scientia Horticulturae* 91(1-2): 39-49. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(01\)00237-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(01)00237-0)
- Barreto, D., N. Valero, A. Muñoz, y A. Peralta. 2007. Efecto de microorganismos rizosféricos sobre germinación y crecimiento temprano de *Anacardium excelsum*. *Zonas áridas* 11(1): 240-250. <http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/za11/pdfs/ZA11%2000%20art18.pdf>
- Brown, R., and D. Mayer. 1988. Representing cumulative germination. 1. A critical analysis of single-value germination indices. *Annals of Botany* 61(2): 117-125. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087534>
- Carranza, C., G. Castellanos, D. Deaza and D. Miranda. 2016. Effect of growth regulator application on the germination of badea (*Passiflora quadrangularis* L.) seeds under greenhouse conditions. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 10(2): 284-291. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5791>
- Cavusoglu, A., and M. Sulusoglu. 2015. The effects of exogenous gibberellin on seed germination of the fruit species. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 8(1): 06-09. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/417953>

- Coa Urbaz, M., J.R. Méndez Natera, R. Silva Acuña, and S. Mundarain Padilla. 2014. Evaluation of chemical and mechanical methods to promote the seed germination and production of match seedlings of coffee (*Coffea arabica*) var. Catuai Rojo. *Idesia (Arica)* 32(1): 43-53. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000100006>
- Constantino, M., R.G. Álvarez, J-D Álvarez-Solís, and G. Espín. 2010. The effect of biofertilisation and bioregulators on *Carica papaya* L. germination and growth. *Revista Colombiana de Biotecnología* 12(2): 103-115. https://www.researchgate.net/publication/262754879_Effect_of_biofertilization_and_bioregulators_on_germination_and_growth_of_Carica_papaya_L?enrichId=rgreq-791d0183e3d4add0f9052d7f3232a96e-XX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI2Mjc1NDg3OTtBUzoxMzU1MTMyNTIwNDQ4MDBAMTQwOTMyMDI4NTM1MQ%3D%3D&e1=1_x_2_&esc=publicationCoverPdf
- FAO. 2021. Cultivos y productos de ganadería. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Disponible en <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize> (Consulta 29 de julio 2023).
- Fundora-Sánchez, L.R., A. Delgado-Álvarez, J.A. Cabrera-Rodríguez, y G.M. Martín- Alonso. 2021. Efecto del bioproducto QuitoMax® en el cultivo del papayo (*Carica papaya* L.) en fase de vivero. *Cultivos Tropicales* 42(3): 3. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362021000300010&script=sci_arttext
- Gutiérrez, M.I., D. Miranda, y J.F. Cárdenas-Hernández. 2011. Efecto de tratamientos pregerminativos sobre la germinación de semillas de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) y cholupa (*Passiflora maliformis* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 5(2): 209-219. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-21732011000200005&script=sci_arttext
- Hernández Amasifuen, A.D., A.J. Pineda Lázaro, y H.B. Díaz Pillasca. 2019. Efecto de la luz y del ácido giberélico en la germinación in vitro de *Capsicum annuum* L. cv. 'Papri King'. *Biotecnología Vegetal* 19(3):165-170. <http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v19n3/2074-8647-bvg-19-03-165.pdf>
- Kucera, B., MA. Cohn, and G. Leubner-Metzger. 2005. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Science Research* 15(4): 281-307. <https://doi.org/10.1079/SSR2005218>
- Loayza, A.P., P. García-Guzmán, G. Carozzi-Figueroa, and D.E. Carvajal. 2023. Dormancy-break and germination requirements for seeds of the threatened Austral papaya (*Carica chilensis*). *Scientific Reports* 13(1): 17358. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-44386-y>
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* (2):176-177. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Meza, N., y D. Bautista. 2007. Morfología de semillas de guayabo (*Psidium guajava* L.), germinación y emergencia después del remojo en agua. *Revista de la Facultad de Agronomía* 24(1): 265-27. https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/supl_mayo_2007/v24supl46.pdf
- Morales, A., J. Javier, L. Álvarez, R. Peña, R. Chanduví, C. Granda, R. Mayta, D. Lindo y S. Condori. 2022. Control in vivo de *Phaeoacremonium parasiticum* con antagonistas nativos *Bacillus*, *Trichoderma* y actinomicetos y su efecto promotor de crecimiento en vid. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 25(3): 4213:116. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4232>
- Nicasio-Arzeta, S., M.E. Sánchez-Coronado, A. Orozco-Segovia, y A. Gamboa-de Buen. 2011. Efecto del preacondicionamiento y el sustrato salino en la germinación y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays*) raza Chalqueño. *Agrociencia* 45(2):195-205. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v45n2/v45n2a5.pdf>
- Oliveira, M.C., G. Ferreira, V.F. Guimarães, and G.B. Dias. 2010. Germinação de sementes de atemoia (*Annona Cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) cv 'Gefner' submetidas a tratamentos com ácido Giberélico (GA3) e ethephon. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32:544-554. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000062>
- Parab, A. M., Mathad, J. C, and K.V. Malshe. 2017. Effect of presoaking chemicals on germination and subsequent seedling growth of papaya (*Carica papaya*) Cv. Solo. *IJCS* 5(4): 1812-1816. https://www.researchgate.net/profile/Kiran-Malshe/publication/339310747_Effect_of_pre-soaking_chemicals_on_germination_and_subsequent_seedling_growth_of_papaya_Carica_papaya_L_cv_solo/links/5e4aa1a1a6fdccd965ad57a3/Effect-of-pre-soaking-chemicals-on-germination-and-subsequent-seedling-growth-of-papaya-Carica-papaya-L-cv-solo.pdf

- Pooja, G., and M. Honnabyraiah. 2022. Impact of pre-sowing seed treatments on germination and seedling growth of different fruit crops: a review. *Pharma Innovation Journal* 11: 470-478. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue4/PartG/11-3-413-531.pdf>
- Prado-Urbina, G., L.D. Lagunes-Espinoza, E. García-López, C.D. Bautista-Muñoz, W. Camacho-Chiu, F. Mirafuentes, y V.H. Aguilar-Rincón. 2015. Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pre-germinativos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 2(5): 139-149. <https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v2n5/v2n5a2.pdf>
- Saldívar-Iglesias, P., A. Laguna-Cerda, F. Gutiérrez-Rodríguez, y M. Domínguez-Galindo. 2010. Ácido giberélico en la germinación de semillas de *Jaltomata procumbens* (Cav.) J.L. Gentry. *Agronomía Mesoamericana* 21(2): 327-331. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v21n2/a12v21n2.pdf>
- Salvador-Figueroa, M., M.D.L. Adriano-Anaya y C. Becerra-Ortiz. 2005. Efecto del remojo en agua sobre la germinación de semillas de papaya var. Maradol. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 11(1):27-30. <https://www.redalyc.org/pdf/609/60912502004.pdf>
- Scott, S., R. Jones y W. Williams. 1984. Revisión de métodos de análisis de datos para la germinación de semillas. *Crop Science* 24(6):1192-1199. https://www.researchgate.net/profile/Alma-Orozco-Segovia/publication/284666517_Metodos_de_analisis_de_datos_en_la_germinacion_de_semillas_un_ejemplo_Manfreda_brachystachya/links/56df0cfa08aee77a15fcefcf/Metodos-de-analisis-de-datos-en-la-germinacion-de-semillas-un-ejemplo-Manfreda-brachystachya.pdf
- SIEA. 2022. Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector. Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA). Disponible en https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea_bi/index.html (Consulta 29 de julio 2023).
- Suárez, M. L., I. Mendoza, J.A. Monroy, J. de la Cruz, O. Angulo y O. González. 2013. Aislamiento, identificación y sensibilidad a antifúngicos de hongos fitopatógenos de papaya cv. Maradol (*Carica papaya* L.). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 14(2):115-124. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81329290004.pdf>
- Vásquez, W., P. Pupiales, P. Viteri, A. Sotomayor, C. Feican, D. Campaña, y W. Viera. 2019. Escarificación química y aplicación de ácido giberélico para la germinación de semillas de cultivares de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Interciencia* 44(3):161-166. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6898804>