



DOSIS Y TIEMPOS DE IMBIBICIÓN DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL DE ALGODÓN (*Gossypium barbadense* L.)[†]

[DOSE AND IMBIBITION TIMES OF HYDROGEN PEROXIDE IN GERMINATION AND INITIAL GROWTH OF COTTON (*Gossypium barbadense* L.)]

Arturo Morales-Pizarro^{1*}, Doris Rondoy-Castro¹, Pierina Escobedo-Huancas¹, Esther Durand-Montejo¹, Angie Veramatus-Mendoza¹, Jonathan Juárez-Vilchez¹, Henry Morochó-Romero^{1,2}, Roger Chanduvi-García¹, Marcos Quiroz-Calderón¹, Mariano Calero-Merino¹ and Ricardo Peña-Castillo¹

¹ Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura, Perú. Email: dmoralesp@unp.edu.pe

² Dirección de Supervisión y Monitoreo en las Estaciones Experimentales Agrarias, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Av. La Molina, 1981, Lima. Perú.

*Corresponding author

SUMMARY

Background: Cotton is a crop of great socioeconomic interest in the textile industry in Peru, however, it is sown directly in the field where it presents irregular germination. **Objective:** To evaluate the effect of four doses of hydrogen peroxide and two imbibition times on the germination and initial growth of cotton. **Methodology:** The commercial hydrogen peroxide CP (H_2O_2 at a concentration of 3 g 100 mL⁻¹) was used in the treatments: T0 (control- distilled water), T1 (10% CP), T2 (30% CP), T3 (50% CP), T4 (100% CP) subjected to 6 and 12 h of imbibition. Germination evaluations were made: germination percentage (GP), germination speed (GS), germination index (GI), Biometry: seed weight (SW), stem length (ST), number of leaves (NL) and root length (RL). Stem biomass: fresh weight (SFW) and dry weight (SDW), and root biomass: fresh weight (RFW) and dry weight (RDW). **Results:** T3-6 h improved germination variables. T1-6 h improved biometry and biomass variables. SW presented a negative correlation with NL. NL was positively correlated with SDW. SDW was positively correlated with SFW. Also, SFW with RL, RDW and RFW. RL with RDW. RDW with RFW and ST. The RFW with ST. **Implications:** The use of H_2O_2 increases germination and biomass of cotton seedlings. **Conclusion:** T3-6 h improved germination variables. However, T1-6 h improved biometry and biomass variables.

Key words: cotton; biometry; germination; hydrogen peroxide; seedlings.

RESUMEN

Antecedentes: El algodón es un cultivo de gran interés socioeconómico en la industria textil en Perú, sin embargo, se siembra directamente en campo donde presenta una germinación heterogénea. **Objetivo:** Evaluar el efecto de cuatro dosis de peróxido de hidrógeno y dos tiempos de imbibición, en la germinación y desarrollo inicial de algodón. **Metodología:** Se usó el peróxido de hidrógeno comercial PC (H_2O_2 a concentración 3 g 100 mL⁻¹) en los tratamientos: T0 (testigo-agua destilada), T1 (10% PC), T2 (30% PC), T3 (50% PC), T4 (100% PC) sometidos a 6 y 12 h de imbibición. Se hicieron evaluaciones de germinación: porcentaje de germinación (PG), velocidad de germinación (VG), índice de germinación (IG), Biometría: peso de semilla (PS), longitud del tallo (LT), número de hojas (NH) y longitud de raíz (LR). Biomasa de tallo: peso fresco (PFT) y seco (PST), y biomasa de raíz: peso fresco (PFR) y seco (PSR). **Resultados:** El T3-6 h mejoró las variables de germinación. El T1-6 h mejoró las variables de biometría y biomasa. El PS presentó una correlación negativa con NH. EL NH presentó correlación positiva con PST. El PST con PFT. Así también, PFT con LR, PSR y PFR. La LR con PSR. EL PSR con PFR y LT. El PFR con LT. **Implicaciones:**

[†] Submitted June 3, 2024 – Accepted January 7, 2025. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5660>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = Arturo Morales-Pizarro: <https://orcid.org/0000-0003-3966-6689>; Doris Rondoy-Castro: <https://orcid.org/0000-0002-7726-865X>; Pierina Escobedo-Huancas: <https://orcid.org/0009-0003-1900-4829>; Esther Durand-Montejo: <https://orcid.org/0009-0000-7525-082X>; Angie Veramatus-Mendoza: <https://orcid.org/0009-0000-3221-0465>; Jonathan Juárez Vilchez: <https://orcid.org/0009-0003-1566-2023>; Henry Morochó-Romero: <https://orcid.org/0000-0002-1520-2372>; Roger Chanduvi-García: <https://orcid.org/0000-0002-6061-3007>; Marcos Quiroz-Calderón: <https://orcid.org/0000-0001-8543-8236>; Mariano Calero-Merino: <https://orcid.org/0000-0002-7354-4813>; Ricardo Peña-Castillo: <http://orcid.org/0000-0001-9366-4962>

El uso de H_2O_2 incrementa la germinación y biomasa de plántulas de algodón. **Conclusión:** El T3-6 h mejoró las variables de germinación. Sin embargo, el T1-6 h mejoró las variables de biometría y biomasa.

Palabras clave: algodón; biometría; germinación; peróxido de hidrógeno; plántulas.

INTRODUCCIÓN

El algodón (*Gossypium barbadense* L.) es un cultivo que pertenece a la familia Malvaceae, orden Malvales (López Medina *et al.*, 2020; MINAM, 2020), se cultiva en más de 80 países en el mundo, ocupando el 2.5% del área agrícola (Martínez-Reina *et al.*, 2015), la demanda de este cultivo se ha incrementado gradualmente desde el año 1950, con una tasa creciente del 2% (Dos Santos-Guaraldo *et al.*, 2023). Perú, es considerado un país algodónero, siendo la variedad Pima G. *barbadense* la de mayor demanda a nivel nacional e internacional por la alta calidad de su fibra (fibra extralarga y extrafina) para la elaboración de prendas de vestir de marcas reconocidas (Reyes-More, 2014). En el 2021, Perú incrementó su producción un 39.7% respecto a la campaña del 2020, siendo los principales mercados de destino: Alemania (29.7%), Ecuador (27.5%), China (23.9%), Japón (8.9%) y Colombia (6.2%). Este cultivo es de suma importancia para las agroexportaciones del país, su producción se centra en las regiones de Ica con 38%, Piura con 16% y Lima con 9.9% (Agraria, 2022).

El algodón se cultiva en las regiones áridas y semiáridas en el mundo (Bhanuprakash y Yogeesha, 2016), regiones en las que se produce estrés biótico resultado de la actividad humana, plagas y enfermedades, y estrés abiótico causado por el déficit hídrico, salinidad de los suelos, temperatura, entre otros (De Groot *et al.*, 2018; Dos Santos-Guaraldo *et al.*, 2023); estas condiciones afectan de forma directa e indirecta la imbibición y germinación de las semillas, así como, el desarrollo del cultivo en general, limitando de esta manera la calidad y producción de la fibra de algodón (Bhanuprakash y Yogeesha, 2016; De Groot *et al.*, 2018).

En la actualidad se usan estimulantes a base de minerales, productos biológicos y químicos que acondicionan y aceleran los procesos fisiológicos y bioquímicos en la germinación de las semillas y su tolerancia al estrés biótico y abiótico (Batista *et al.*, 2018; De Groot *et al.*, 2018). La germinación de la semilla es un factor determinante en el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas (Wojtyla *et al.*, 2016). La germinación de la semilla empieza con la absorción del agua; el cual desencadena una serie de procesos metabólicos como: la respiración celular, biogénesis de la mitocondria y reparación del ADN dando como resultado la germinación de las semillas mediante el alargamiento de la radícula (Bewley *et al.* 2013).

El H_2O_2 es una molécula reactiva relacionada a una respuesta al estrés de origen biótico o abiótico (Wojtyla *et al.*, 2016). Esta molécula es un subproducto de la actividad fotosintética; la cual es eliminada por los mecanismos antioxidantes (enzimático y no enzimático) de defensa de la planta. Además, plantas tratadas con concentraciones adecuadas de H_2O_2 exógeno responden en forma positiva en su aclimatación, como resultado de la producción de carbohidratos y proteínas (Veloso *et al.*, 2021). La regulación del H_2O_2 en la semilla mediante la maquinaria oxidativa celular juega un papel importante en la velocidad de germinación, previniendo de esta manera el daño oxidativo; mediante la oxidación selectiva de proteínas y ARNm (Bailly *et al.*, 2008; Mhamdi y Van Breusegem, 2018). Asimismo, Bahin *et al.* (2011) indican que la aplicación exógena de H_2O_2 influye en la activación y en la biosíntesis del ácido giberélico (AG_3) en las semillas, regulando de esta manera el equilibrio hormonal posterior a su germinación. Además, semillas de algodón bajo estrés hídrico y salino tratadas con H_2O_2 muestran una respuesta positiva en la germinación y desarrollo del cultivo (Dos Santos-Guaraldo *et al.*, 2023).

Los agricultores del noroeste del Perú hidratan de forma tradicional sus semillas seleccionadas y recolectadas de la campaña anterior durante 24 h; lo cual, podría ser una de las causas de un irregular germinación y mortandad de plántulas en su estado inicial. Por otra parte, el H_2O_2 es comercializado en el Perú y es de fácil adquisición; el cual actuaría como un escarificante químico en la germinación de las semillas. Por lo mencionado, se planteó en esta investigación evaluar el efecto de peróxido de hidrógeno a cuatro dosis y dos tiempos de imbibición en la germinación de semillas y desarrollo inicial de algodón en la variedad Fundeal 6.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio, y obtención de semillas y producto comercial

La investigación se realizó en el laboratorio del Departamento de Morfofisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Piura, con coordenadas 5°11'40.2" S, 80°37'58.2" O a 30 msnm; durante los meses de enero a marzo del 2023.

Las semillas de algodón Variedad comercial Fundeal 6 (*Gossypium barbadense* L.), fueron proporcionadas por la EEA (Estación Experimental Agraria) El Chira-INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). Se

adquirió el producto comercial (PC) agua oxigenada etiquetado como: 10 volúmenes (peróxido de hidrógeno 3 g 100 mL⁻¹), Laboratorio ALKOFARMA E.I.R.L. Jirón Víctor Li Carrillo 521, Lima 15103.

Fase de Laboratorio

Desinfección y tratamiento de las semillas

Las semillas fueron desinfectadas por inmersión en alcohol al 70% durante 5 segundos y colocadas sobre papel toalla estéril para su secado. Las semillas fueron inmersas durante 6 h y 12 h en los tratamientos con agua destilada (AD) y peróxido de hidrógeno comercial (PC): T0 (testigo-AD), T1 (10% PC), T2 (30% PC), T3 (50% PC), T4 (100% PC). Las semillas tratadas fueron lavadas con agua destilada y colocadas dentro de placas Petri conteniendo papel toalla humedecido con agua destilada a razón de 20 semillas por repetición (1 repetición = 1 placa de Petri), cada tratamiento presentó 5 repeticiones siguiendo la metodología planteada por Morales-Pizarro *et al.* (2023). Se estableció un Diseño Completamente a la Azar (DCA) con cuatro tratamientos y un testigo a dos tiempos de imbibición, evaluando las siguientes variables.

Tasa de imbibición (TI)

Las semillas de cada tratamiento fueron pesadas cada 2 horas, se usó la metodología de Escobar-Álvarez *et al.* (2021), quienes expresan la TI en porcentaje de aumento del peso de semillas (absorción de agua), respecto al peso inicial.

Variables de germinación

Porcentaje de germinación (PG). Fue determinado mediante la fórmula propuesta por Morales y Camacho (1985): $PG = (GA/S) * 100$; GA es la germinación acumulada; S es semillas totales. Se consideró una semilla germinada aquella que presenta una longitud > 2 mm de radícula, la evaluación se realizó durante 7 días.

Velocidad de germinación (VG). Se evaluó mediante la fórmula propuesta por Maguire (1962), donde: $VG = N/T$, donde N es número de semillas germinadas, T tiempo de germinación

Índice de germinación (IG). Se calculó mediante la fórmula propuesta por Scott *et al.* (1984) donde $IG = \Sigma(T_i * N_i) / S$ donde T_i tiempo de germinación después de la siembra, N es número de semillas germinadas el día “i” y S es semillas totales.

Fase de Vivero

Las semillas tratadas con los diferentes tratamientos y tiempos de imbibición fueron sembradas en envases plásticos de 16 oz (473 mL) conteniendo sustrato 1:1 (arena: humus) esterilizado con 3 lavados con agua hirviendo a 100 °C. Se sembraron dos semillas por envase, posterior a su emergencia se dejó una plántula por envase. A los 10 días después de la siembra se evaluó: Biometría: longitud del tallo (LT), número de hojas verdaderas (NH); y Biomasa: peso fresco (PF) y seco (PS) de la parte tallo (T) y raíz (R). Se utilizó un Diseño bloques Completamente a la Azar (DCA) con 5 repeticiones por tratamiento, cada repetición presentó 20 plántulas. Se evaluaron 25 plántulas al azar por tratamiento para el análisis estadístico.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($p < 0.05$) mediante el programa estadístico Statgraphics centurion 16. Además, para las variables evaluadas en la fase vivero se ejecutó el análisis de correlación mediante el software R-versión 3.12 (R Core Team, 2020) y el “análisis multivariado de componentes principales” (ACP) (Galecio-Julca *et al.*, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de Imbibición (TI)

En la TI, se observó que el mayor porcentaje de absorción de agua se dio en las primeras 6 h, alcanzando cierta estabilidad a partir de las 6 a 12 h. Los tratamientos T0 (68.13 %) y T1 (59.57%) alcanzaron la mayor TI en las primeras 4 h. Sin embargo, los tratamientos T2 (53.93%), T3 (50.59%) y T4 (46.07%) alcanzaron su mayor TI a las 6 h (Figura 1). Además, se observó que, a mayor dosis de peróxido de hidrógeno, se reduce la absorción de agua en las semillas de algodón.

Arroyo *et al.* (2021) mencionan que una buena germinación de las semillas de algodón se relaciona en forma directa con la capacidad hidrofílica de las semillas y su mayor tasa de imbibición. Además, el peso de la semilla alcanzado se ve influenciado directamente por la capacidad de absorción y la concentración de biomasa de la semilla (Xiao *et al.*, 2019). Los resultados, indican que a medida que se incrementa la concentración de H₂O₂, el peso de las 20 semillas se reduce en las primeras 6 h; no obstante, a las 12 h no se presentan diferencias en la TI. La reducción de la TI a las 6 h de imbibición pudo haber sido por efecto del H₂O₂ aplicado a la semilla, ya que se ha documentado que la aplicación de H₂O₂ provoca la oxidación de la membrana lipídica en las semillas; lo

cual, reduciría la imbibición de la semilla a mayor concentración de H_2O_2 (Dong *et al.*, 2023). Por otra parte, Mei y Song (2008) observaron en semillas de *Zea mays*, un incremento exponencial del peso de las semillas en las primeras 6 h de imbibición. Ruesta-López *et al.* (2024) indican que semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* S.) alcanzaron su máxima absorción de agua en las 9 h. Sin embargo, Paiva *et al.* (2006) obtuvieron una mayor absorción del agua en semillas de caoba (*Swietenia macrophylla*) en los primeros 30 minutos, como resultado de la capacidad de la cubierta seminal de almacenar agua.

Variables de germinación

En el PG, el T3 a 6 h de imbibición presentó el mayor valor con 100% PG respecto a los demás tratamientos. Además, los tratamientos imbibidos (hidratados) durante 12 h el tratamiento T0 fue significativamente superior con 75% de PG (Tabla 1). Asimismo, se puede observar que a un mayor tiempo de imbibición el PG se reduce.

El H_2O_2 incrementa el porcentaje de germinación de semillas de algodón mediante la regulación del ABA (ácido abscísico- $C_{15}H_{20}O_4$) y la biosíntesis del ácido giberélico (AG- $C_{19}H_{22}O_6$) (Kong *et al.*, 2017). No obstante, un mayor tiempo de imbibición (12 h) y concentración H_2O_2 reduce significativamente el PG. Resultados similares fueron presentados por Dolatabadian *et al.* (2008) reduciendo el PG de semillas de girasol (*Helianthus annuus* L.) a mayor concentración de H_2O_2 . Por otro lado, semillas de algodón (*G. hirsutum* L.) cultivar comercial SCRC41 sometidas a 24 h de imbibición con agua destilada y H_2O_2 presentaron un PG entre 80% y 85% respectivamente, como resultado de la biosíntesis de ácido giberélico (Kong *et al.*, 2017). Asimismo, semillas de chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz

y Pav.) tratadas con H_2O_2 a 20% durante 15 minutos incrementaron hasta en un 50% el PG respecto al testigo; sin embargo, a una menor concentración entre 15% y 10% H_2O_2 durante 15 minutos de imbibición el PG se reduce a 40% y 26% respectivamente (Merino-Valdés *et al.*, 2018). Semillas de guisante tratadas con 10 y 20 mM H_2O_2 durante 24 h de imbibición obtuvieron el 100 % PG a 36 h superando al con 70% PG (Barba-Espin *et al.*, 2010). Por otro lado, Santhy *et al.* (2014) menciona que la hidratación de semillas permite la activación de enzimas antioxidantes como: la peroxidasa y catalasa, lo cual, reduce la formación de malonaldehídos en semillas tratadas con H_2O_2 mejorando de esta manera la germinación de semillas de algodón. El efecto positivo del H_2O_2 en los parámetros de germinación (PG.VG e IG) es influenciado por la liberación de O_2 , el cual incrementa la respiración mitocondrial y desencadena una serie de reacciones metabólicas (Katzman *et al.*, 2001).

En la VG, el T0, T1 y T2 con 6 h de imbibición mostraron los mayores valores de VG sin diferencias significativas, siendo significativamente superior a los demás tratamientos. Sin embargo, los tratamientos imbibidos durante 12 h el T0 presentó el mayor valor. No obstante, su VG fue menor a 6 h de imbibición. Estos resultados difieren de los obtenidos por Morales-Pizarro *et al.* (2023) quienes al imbibir semillas de papaya con agua destilada durante 24 h mejoraron la VG y observaron que el tiempo de imbibición se redujo. Merino-Valdés *et al.* (2018) indican que el H_2O_2 oxida los compuestos inhibidores de la germinación (fenoles, alcaloides) presentes en la cubierta de la semilla, de esta manera acelera los parámetros de germinación (PG.VG e IG). Semillas de cebada tratadas con H_2O_2 redujeron el contenido de ácido abscísico (ABA) endógeno mejorando la VG (Wang *et al.*, 1998).

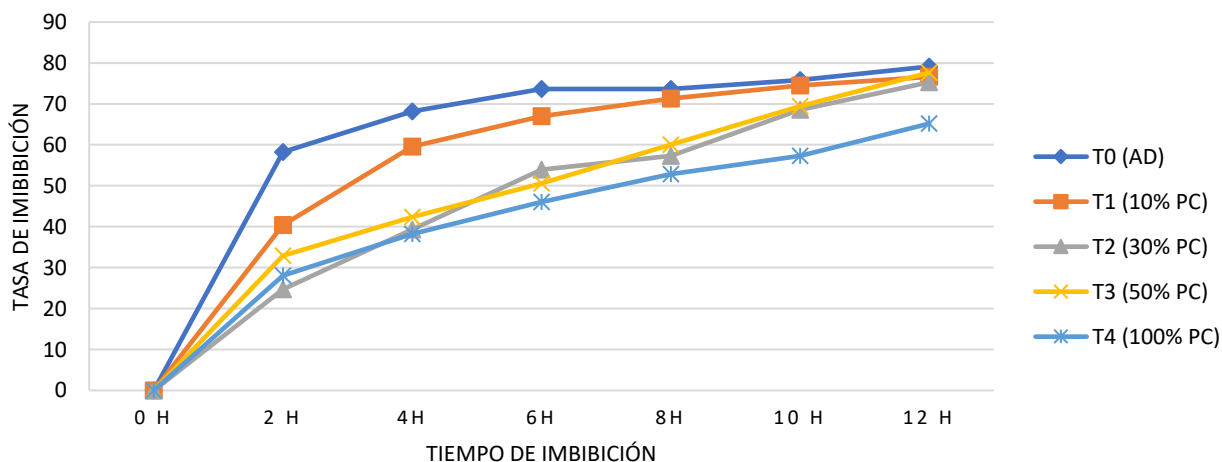


Figura 1. Curva de tasa de imbibición de semillas de algodón (*Gossypium barbadense* L.) tratadas con AD (agua destilada) y PC (peróxido de hidrógeno comercial).

Tabla 1. Análisis de germinación de semillas de algodón (*Gossypium barbadense* L.).

Tratamientos	PG		VG		IG	
	6 h	12 h	6 h	12 h	6 h	12 h
T0 (AD)	91.67±2.89 ab	75.00± 8.66 a	18.33±0.57 a	7.50±0.86 a	0.92±0.02 b	1.50±0.17 a
T1 (10% PC)	95.00±5.00 ab	43.33±2.88 b	18.66±6.18 a	7.33±2.88 ab	0.93±0.05 b	0.57±0.20 b
T2 (30% PC)	86.67±7.63 b	38.33±5.77 b	17.00±1.73 a	3.83±0.57 ab	0.85±0.08 b	0.76±0.11 b
T3 (50% PC)	100.00±0.0 a	41.67±5.77 b	10.00±0.28 b	4.16±0.57 ab	2.00±0.0 a	0.83±0.11 b
T4 (100% PC)	96.67±6.03 ab	35.00±8.66 b	9.66±0.28 b	3.15±0.86 b	1.93±0.05 a	0.87±0.26 b

AD: agua destilada; PC (peróxido de hidrógeno comercial); PG: porcentaje de germinación; VG: velocidad de germinación; IG: índice de germinación; h: horas

En el IG, los tratamientos T3 con 2 y T4 con 1.93 de IG a 6 h de imbibición presentaron los mayores valores siendo significativamente superior a los demás tratamientos, mientras que a 12 h el T0 fue superior con 1.5 de IG. En la Tabla 1, se observa que a mayor concentración de H₂O₂ los valores de IG se incrementan. Hajihashemi *et al.*, (2020) indican que semillas de quinua tratadas con H₂O₂ mejoran el IG y la VG. Asimismo, Dos Santos *et al.* (2024) demostraron que semillas tratadas exógenamente con H₂O₂ y ácido salicílico mejoran el PG, IG en condiciones de estrés salino. Nuestros resultados difieren a los obtenidos por Tania *et al.* (2021) en semillas de cebada tratadas con la menor concentración 0,1 mM H₂O₂ durante 30 minutos el cual incrementa el IG; sin embargo, a mayor dosis se reduce. Además, Yao *et al.* (2024) indican que semillas de trigo sarraceno tártaro (*Fagopyrum tataricum*) tratadas con dosis de 5–10 mmol L⁻¹ H₂O₂ mejoraron el IG, VG frente a la solución salina 50 mmol L⁻¹ NaCl durante siete días; no obstante, a menor dosis (0.1–0.5 mmol L⁻¹ H₂O₂) y mayor dosis (50–100 mmol L⁻¹ H₂O₂) estas variables disminuyen, concluyendo que una dosis adecuada de H₂O₂ mejora el vigor de las semillas.

Biometría de planta

En el NH, tanto a las 6 y 12 h de imbibición; los tratamientos T1, T2, T3 y T4, presentaron los mejores resultados. En la LT, los tratamientos T1 y T3 a 6 h de imbibición presentaron los mayores valores con 14.60 y 14.80 cm respectivamente, siendo significativamente superior a los demás tratamientos. A las 12 h de

imbibición, los tratamientos no presentaron diferencias significativas con valores entre 12.70 a 14.80 cm. En la LR, el tratamiento T1 con 20.20 cm presentó el mayor valor a 6 h de imbibición, siendo significativamente superior a los demás tratamientos. Sin embargo, a 12 h de imbibición los tratamientos no presentaron diferencias significativas con valores entre 4.31 a 6.00 cm (Tabla 2).

En este estudio el significativo desarrollo del NH, LT y LR, se ve influenciado por la capacidad que tiene el H₂O₂ de promover la biosíntesis de ácido giberélico en los tejidos vegetales (Kong *et al.*, 2017). Semillas de algodón (*G. hirsutum*) tratadas con H₂O₂ (80 mM) incrementaron la longitud del brote y de la raíz en un 25% y 40% respecto al testigo (Santhy *et al.*, 2014). Por otra parte, semillas de girasol (*Helianthus annuus*) tratadas con 1 y 3% de H₂O₂ incrementó la longitud de raíces, brotes; asimismo, estimuló el desarrollo radicular (Dolatabadian *et al.*, 2008). Merino-Valdés *et al.* (2018) trataron semillas de chile manzano (*C. pubescens*) con H₂O₂ a 20% durante 15 minutos incrementando significativamente la altura de planta, número de hojas verdaderas, diámetro del tallo en respecto al testigo.

Biomasa

En el PFT, el tratamiento T1 a 6 h de imbibición fue significativamente superior a los demás tratamientos con 2.31 cm. A las 12 h, el T1 (2.07 cm) presentó el mayor valor seguido de T3 (1.82 cm). En el PST, los Tratamientos T1 y T4 con 0.17 g a 6 h de imbibición no presentaron diferencias significativas siendo superiores a los demás tratamientos. Sin embargo, a 12

Tabla 2. Análisis biométrico de plantas de algodón (*Gossypium barbadense* L.).

Tratamientos	NH		LT (cm)		LR (cm)	
	6.00 h	12.00 h	6.00 h	12.00 h	6.00 h	12.00 h
T0 (AD)	1.90±0.31 b	1.60±0.51 b	12.50±2.17 b	12.701.68± a	9.40±7.80 b	5.43±1.69 a
T1 (10% PC)	2.00±0.0 ab	1.90±0.31 ab	14.60± 0.77 a	14.48±1.28 a	20.20±2.29 a	6.00±3.30 a
T2 (30% PC)	2.00±0.0 ab	2.00±0.0 a	13.60±1.41 ab	12.18±2.17 a	13.80±9.81 ab	4.99±4.64 a
T3 (50% PC)	2.30±0.48 a	2.00±0.0 a	14.80±1.18 a	12.75±1.53 a	10.58±9.33 ab	4.31±2.28 a
T4 (100% PC)	2.00±0.48 ab	2.00±0.0 a	11.72±1.84 b	14.23±2.23 a	9.53±8.032 b	5.25±4.69 a

AD: agua destilada; PC (peróxido de hidrógeno comercial); NH: número de hojas; LT: longitud del tallo; LR: longitud de raíz; h: horas.

h de imbibición T1 con 0.16 g fue significativamente superior. En el PFR, el tratamiento T1 con 63.30 mg a 6 h de imbibición y 56.78 mg a 12 h de imbibición respectivamente, fueron superiores a los demás tratamientos. Asimismo, T1 en el PSR, fue significativamente superior a los demás tratamientos con 19 mg a 6 h imbibición y 13.0 mg a 12 h de imbibición, mostrando una mayor de biomasa seca a 6 h imbibición (Tabla 3).

Resultados similares fueron reportados por Santhy *et al.* (2014) quienes indican que semillas tratadas con H_2O_2 incrementaron su peso fresco y seco de las plántulas en 10% y 30% respectivamente. Además, Dolatabadian *et al.* (2008) indican que aplicaciones de H_2O_2 al 1% y 3% incrementaron el peso seco total de la planta y de los brotes en girasol; no obstante, el peróxido de hidrógeno a 5% redujeron estas variables. Asimismo, Romero-Romero y López Delgado (2009) incrementaron el peso de tubérculos, y el contenido de almidón mediante aplicaciones foliares de peróxido de

hidrógeno. Por otro lado, Ozaki *et al.* (2009) demostraron que aplicaciones de H_2O_2 dirigidas al suelo en bajas concentraciones (< 20 mM) incrementa la actividad fotosintética y el contenido de azúcares en frutos. Semillas de chile manzano (*C. pubescens*) tratadas con H_2O_2 a 20% durante 15 minutos incrementaron el peso fresco y seco de las plántulas en más de 20% respecto al testigo (Merino-Valdés *et al.*, 2018).

Análisis de componentes principales (ACP)

En el ACP, permitió la formación de 2 nuevos componentes (dimensiones) que explican el 79.1 % de la variabilidad del estudio: el componente 1 explicó el 56.8% de la variación acumuladas, mientras que el componente 2 explicó el 22.3% de la variación. Se observaron la formación de dos clústeres por el grado de interacción de las variables evaluadas. El Cluster 1 agrupó a las variables: PSR, PFR, PFT, LR, LT, y el Cluster 2 agrupó: NH, PST y PS (Figura 2).

Tabla 3. Análisis biomasa.

Tratamientos	PFT (g)		PST (g)		PFR (mg)		PSR (mg)	
	6 h	12 h	6 h	12 h	6 h	12 h	6 h	12 h
T0(AD)	1.66±0.24 c	1.52±0.33 bc	0.13±0.02 b	0.11±0.02 b	18.67±5.63 c	29.50±6.54 b	10.7±6.0 bc	8.2±1.54 b
T1(10% PC)	2.31±0.28 a	2.07±0.25 a	0.17±0.03 a	0.16±0.0 a	63.30±19.22 a	52.2±20.55 a	19.0±6.21 a	13.9±4.84 a
T2(30% PC)	1.84±0.18 bc	1.64±0.39 bc	0.15±0.02 ab	0.14±0.05 ab	35.50±7.76 bc	40.6±16.07 ab	12.4±2.79 bc	7.1±3.31 b
T3(50% PC)	2.04±0.32 ab	1.82±0.22 ab	0.16±0.03 ab	0.14±0.04 ab	43.90±29.99 ab	29.80±10.55 b	15.30±6.69 ab	7.0±2.53 b
T4(100% PC)	1.82±0.33 bc	1.33±0.27 c	0.17±0.02 a	0.13±0.02 ab	24.70±7.31 bc	31.0±14.36 b	8.40±2.63 c	6.5±3.34 b

AD: agua destilada; PC (peróxido de hidrógeno comercial); PFT: peso fresco de tallo; PST: peso seco de tallo; PFR; peso fresco de la raíz; PSR: peso seco de raíz; h: horas.

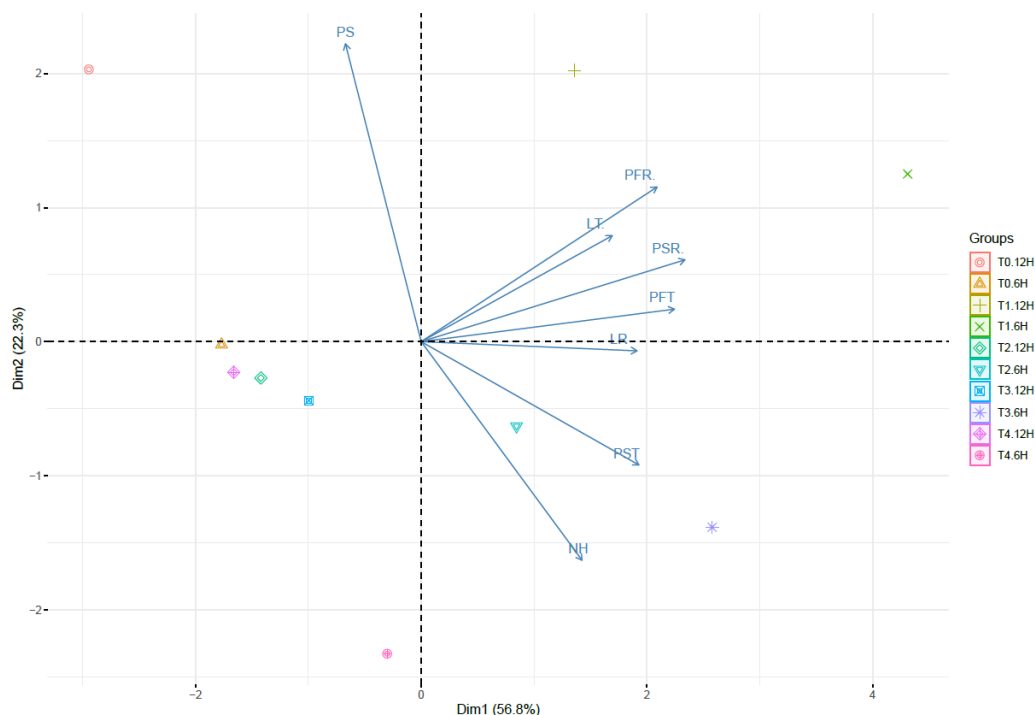


Figura 2. Análisis de componentes principales “ACP” y parámetros evaluados en el estudio: PS: peso de semilla; PSR: peso seco de raíz (g); PFR: peso fresco de raíz (g); PFT: peso fresco del tallo (g); PST: peso seco del tallo (g); LR: longitud de raíz (cm) LT: longitud de tallo (cm); NH: número de hojas.

Análisis de correlación- AC

En el análisis de correlación entre las variables evaluadas (Figura 3), el PS presentó correlación negativa con el NH ($r = -0.68$; $p \leq 0.001$), lo que demuestra que mayor PS, hay un menor NH. EL NH presentó correlación positiva con PST ($r = 0.66$; $p \leq 0.001$) indicando la relación directa y dependiente entre el NH y el PST. El PFT presentó correlación positiva con las variables LR ($r = 0.68$; $p \leq 0.001$), PSR ($r = 0.87$; $p \leq 0.001$) y PFR ($r = 0.82$; $p \leq 0.001$) mostrando que el PFT es determinado por LR, PSR y PFR. El PST mostró correlación positiva con PFT ($r = 0.79$; $p \leq 0.001$) lo que indica que el PST determina PFT. La LR presentó correlación positiva con PSR ($r = 0.83$; $p \leq 0.001$) indicando la relación directa entre estas variables. El PFR exhibió correlación positiva con LT ($r = 0.74$; $p \leq 0.001$) expresando una estrecha relación directa entre estas variables. EL PSR obtuvo correlación positiva con las variables PFR ($r = 0.89$; $p \leq 0.001$) y LT ($r = 0.74$; $p \leq 0.001$) demostrando que el PSR es determinado por PFR y LT

Raphael *et al.* (2017) encontraron en semillas de algodón una correlación positiva entre el peso de la semilla y la longitud de la plántula ($r=0.57$), así como, con el peso seco de la plántula ($r=0.56$); incrementando o reduciendo en relación con la temperatura a 30 °C. Por otro lado, Hussain *et al.* (2019) sostienen que un buen sistema radicular influye positivamente en el crecimiento y desarrollo del cultivo, así como en su rendimiento. Asimismo, Chakma *et al.* (2021) mencionan que el buen desarrollo radicular de las plántulas durante la etapa de emergencia influye en forma directa en el desarrollo y crecimiento de las plantas y su respuesta al estrés de origen abiótico. Además, Yao *et al.* (2024) obtuvieron en semillas de trigo sarraceno tártaro una correlación positiva ente la longitud de brote con el peso fresco del brote ($r=0.97$) y la longitud de la raíz ($r=0.74$). Así como, en el peso fresco del brote y la longitud de raíz ($r=0.81$). Por otro lado, Cardoza-Viera *et al.* (2024) obtuvieron una relación directa entre el área foliar, número de hojas y peso del tallo en maíz.

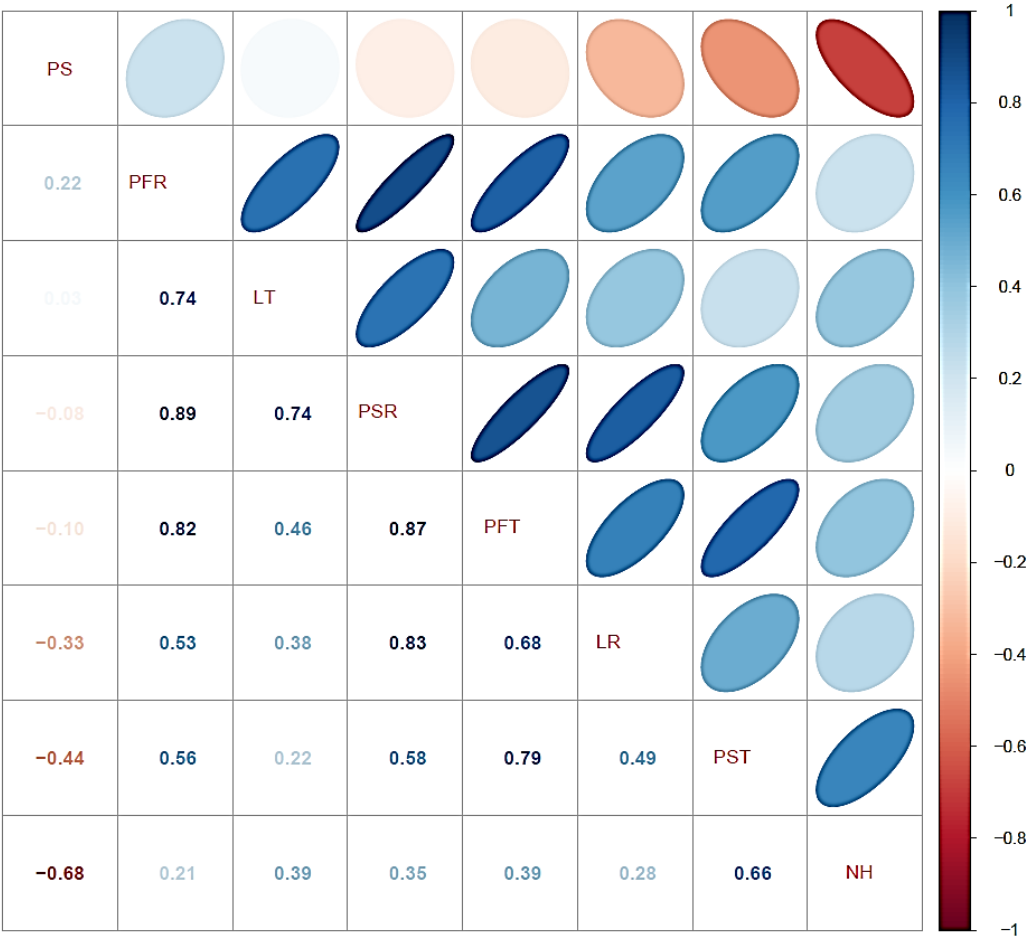


Figura 3. Análisis de correlación y parámetros evaluados en el estudio: PS: peso de semilla; PSR: peso seco de raíz (g); PFR: peso fresco de raíz (g); PFT: peso fresco del tallo (g); PST: peso seco del tallo (g); LR: longitud de raíz (cm) LT: longitud de tallo (cm); NH: número de hojas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos 6 h de imbibición mejora las variables evaluadas. En cuanto al uso del H₂O₂ a una concentración de 30% v/v de peróxido comercial mejora las variables de germinación. Sin embargo, la aplicación del 10% de peróxido comercial mejora las variables de biometría y biomasa analizadas. Este trabajo permitirá fortalecer y orientar la investigación y transferencia de tecnología a los agricultores algodoneiros del Perú.

Funding. All authors declare not having received any funding in the development of our research.

Conflict of interest. All authors declare not having any conflict of interest in this article that has affected the performance of the same.

Compliance with ethical standards. Do not apply

Data availability. Data is available with the corresponding author upon reasonable request.

Author contribution statement (CRediT). **D. Rondoy-Castro**- Methodology, Supervision., **P. Escobedo-Huancas**- Supervision, Validation., **E. Durand-Montejo**- Methodology, Validation., **A. Veramatus-Mendoza** - Methodology, Supervision., **J. Juárez-Vilchez** - Methodology, Supervision., **H. Morocho-Romero**¹- Writing – review & editing, **R. Chanduvi-García** – Conceptualization, Data curation., **M. Quiroz Calderón** – Data Curation, Editing., **M. Calero-Merino**- Writing – review & editing, editing., **Ricardo Peña-Castillo** - Conceptualization, Data curation., **A. Morales-Pizarro** – Formal analysis, Conceptualization, methodology, Writing – review & editing

REFERENCES

- Agraria., 2022. Exportaciones peruanas de algodón alcanzaron los US\$ 1.66 millones en 2021, mostrando un incremento de 39.7%. <https://www.agraria.pe/index.php/noticias/exportaciones-peruanas-de-algodon-alcanzaron-los-us-1-66-mil-27218#:~:text=En%202021%20las%20exportaciones%20de,39.7%25%20respecto%20al%20a%C3%B1o%20previo>
- Arroyo, E., De Navascues, P., Gómez-Ramírez, A., Molina, R., Perea, Á., García, J.L. and López-Santos, C., 2021. Factors triggering germination in plasma-activated cotton seeds: water imbibition vs. reactive species' formation. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 54(32), pp. 325205. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6463/abf6fc/meta>
- Bahin, E., Bailly, C., Sotta, B., Kranner, I., Corbineau, F. and Leymarie, J., 2011. Crosstalk between reactive oxygen species and hormonal signalling pathways regulates grain dormancy in barley. *Plant, Cell And Environment*, 34(6), pp. 980-993. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2011.02298.x>
- Bailly, C., El-Maarouf-Bouteau, H. and Corbineau, F., 2008. From intracellular signaling networks to cell death: the dual role of reactive oxygen species in seed physiology. *Comptes Rendus Biologies*, 331(10), pp. 806-814. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2008.07.022>
- Barba-Espin, G., Diaz-Vivancos, P., Clemente-Moreno, M.J., Albacete, A., Faize, L., Faize, M. and Hernández, J.A., 2010. Interaction between hydrogen peroxide and plant hormones during germination and the early growth of pea seedlings. *Plant, Cell & Environment*, 33(6), pp. 981-994. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2010.02120.x>
- Batista, T.B., Binotti, E.D.C., Binotti, F.F.D.S., Sá, M.E.D. and Silva, T.A.D., 2018. Priming of brachiaria seeds with different sugar sources and concentrations. *Revista Caatinga*, 31, pp. 843-849. <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n406rc>
- Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.M.W. and Nonogaki, H., 2013. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy. New York, NY: Springer. <https://doi.org/10.1017/S0960258513000287>
- Bhanuprakash, K. and Yogeesha, H. S., 2016. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Abiotic Stress Physiology of Horticultural Crops*, pp. 103-117. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2725-0_6
- Cardoza-Viera, A., Arévalo-Valladolid, D., Javier-Alva, J., Peña-Castillo, R., Chanduvi-García, R., Quiroz-Calderón, M. and Morales-Pizarro, D.A., 2024. Sustratos Orgánicos Alternos en la Germinación y Crecimiento Inicial de Plántulas de Maíz (*Zea mays* L.) en Condiciones de Vivero. *Revista Terra Latinoamericana*, 42. <https://doi.org/10.28940/terra.v42i0.1867>

- Chakma, S.P., Chileshe, S.M., Thomas, R. and Krishna, P., 2021. Cotton seed priming with brassinosteroid promotes germination and seedling growth. *Agronomy*, 11(3), pp. 566. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030566>
- De Groot, G.J., Hundt, A., Murphy, A.B., Bange, M.P. and Mai-Prochnow, A., 2018. Cold plasma treatment for cotton seed germination improvement. *Scientific Reports*, 8(1), pp. 14372. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32692-9>
- Dolatabadian, A. and Sanavy, S.A.M.M., 2008. Effect of the ascorbic acid, pyridoxine and hydrogen peroxide treatments on germination, catalase activity, protein and malondialdehyde content of three oil seeds. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 36(2), pp. 61-66. <http://dx.doi.org/10.15835/nbha36270>
- Dong, Z., Huang, J., Qi, T., Fu, Q., Meng, A. and Fu, Y., 2023. Effects of Plant Regulators on the Seed Germination and Antioxidant Enzyme Activity of Cotton under Compound Salt Stress. *Plants*, 12(24), pp. 4112. <https://doi.org/10.3390/plants12244112>
- Dos Santos-Guaraldo, M.M., Pereira, T.M., Dos Santos, H.O., De Oliveira, T.L., Pereira, W.V.S. and Von Pinho, E. V.D.R., 2023. Priming with sodium nitroprusside and hydrogen peroxide increases cotton seed tolerance to salinity and water deficit during seed germination and seedling development. *Environmental and Experimental Botany*, 209, pp. 105294. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2023.105294>
- Dos Santos, I.S., de Jesús, O.N., Sampaio, S.R., Gonçalves, Z.S., Soares, T.L., De Santana Ferreira, J.R. and Lima, L.K.S., 2024. Salt tolerance strategy in passion fruit genotypes during germination and seedling growth and spectrophotometric quantification of hydrogen peroxide (H₂O₂). *Scientia Horticulturae*, 338, pp.113818. <https://doi.org/10.3390/seeds1020008>
- Escobar-Álvarez, J.L., Ramírez-Reynoso, O., Saguilán P.C., Gutiérrez-Dorado, R., De los Ángeles Maldonado-Peralta, M. and Valenzuela-Lagarda J.L., 2021. Viabilidad y germinación en semillas de maíz criollo del estado de Guerrero. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(2), pp. 1-10. <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2963>
- Galecio-Julca, M., Neira-Ojeda, M., Chanduvi-García, R., Peña-Castillo, R., Álvarez-Bernaola, L. A., Granda-Wong, C. and Morales-Pizarro, A., 2023. Efecto de la eficacia de los microorganismos nativos y la composta en tres pisos altitudinales en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad INIA 415-Pasankalla. *Terra Latinoamericana*, 41. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1622>
- Hajhashemi, S., Skalicky, M., Brestic, M. and Pavla, V., 2020. Cross-talk between nitric oxide, hydrogen peroxide and calcium in salt-stressed *Chenopodium quinoa* Willd. At seed germination stage. *Plant Physiology and Biochemistry*, 154, pp. 657-664. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.07.022>
- Hussain, A., Zahir, Z.A., Ditta, A., Tahir, M. U, Ahmad, M., Mumtaz, M.Z. and Hussain, S., 2019. Production and Implication of Bio-Activated Organic Fertilizer Enriched with Zinc-Solubilizing Bacteria to Boost up Maize (*Zea mays* L.) Production and Biofortification under Two Cropping Seasons. *Agronomy*, 10 (1), pp. 39. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010039>
- Katzman, L.S., Taylor, A. G. and Langhans, R.W., 2001. Seed Enhancements to Improve Spinach Germination. *HortScience*, 36(5), pp. 979-981. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.36.5.979>
- Kong, X., Luo, Z., Zhang, Y., Li, W. and Dong, H., 2017. Soaking in H₂O₂ regulates ABA biosynthesis and GA catabolism in germinating cotton seeds under salt stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39, pp. 1-10. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-016-2299-z>
- López Medina, S.E., Mostacero León, J., Quijano Jara, C.H., Gil Rivero, A.E. and Rabanal Che Leon, M.F., 2020. caracterización del fruto semilla y fibra de *Gossypium raimondii* Ulbrich, ecotipo algodón silvestre. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), pp. 11-18. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_ar:t:1219
- Maguire, J.D., 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, pp. 176-177. DOI: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Martínez-Reina, A. M, Hernández, B. and María J., 2015. La competitividad del algodón

- colombiano frente a los principales países productores mediante el enfoque de costos de producción. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(2), pp. 189-215. Retrieved January 09, 2023, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062015000200005&lng=en&tlng=es.
- Mei, Y. and Song, S. 2008. Early morphological and physiological events occurring during germination of maize seeds. *Agricultural Sciences in China*, 7(8), pp. 950-957. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60134-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60134-0)
- Merino-Valdés, M., Andrés-Meza, P., Leyva-Ovalle, O.R., López-Sánchez, H., Murguía-González, J., Núñez-Pastrana, R. and Luis, J., 2018. Influencia de tratamientos pregerminativos en semillas de chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.). *Acta Agronómica*, 67(4), pp. 531-537. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n4.73426>
- Mhamdi, A. and Van Breusegem, F. 2018. Reactive oxygen species in plant development. *Development*, 145(15), pp. dev164376. <https://doi.org/10.1242/dev.164376>
- MINAM (Ministerio del ambiente)., 2020. Línea de base de la diversidad del algodón peruano con fines de bioseguridad. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1490457/Libro%20en%20PDF.pdf?v=1608670524>
- Morales, G., y Camacho, M., 1985. Formato y recomendaciones para evaluar germinación. II Reunión Nacional sobre plantaciones Forestales. INIF/SARH Publicación Especial, 48.
- Morales-Pizarro, A., Rivas-Chero, A.A., Zapata-Córdova, A.C., García-Guevara, E., Ruesta-López, M. and Peña-Castillo, R., 2023. Efecto de diferentes dosis de ácido giberélico en la germinación de papaya (*Carica papaya* L.) variedad criolla. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 39(3), pp. 392-400. <https://doi.org/10.29393/CHJAA39-35EDAM60035>
- Ozaki, K., Uchida, A., Takabe, T., Shinagawa, F., Tanaka, Y., Takabe, T. and Takabe, T., 2009. Enrichment of sugar content in melon fruits by hydrogen peroxide treatment. *Journal of plant physiology*, 166(6), pp. 569-578. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2008.08.007>
- Paiva, E., Lemos-Filho, J. and Oliveira, D., 2006. Imbibition of *Swietenia macrophylla* (Meliaceae) seeds: the role of stomata. *Annals of Botany*, 98(1), pp. 213-217. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcl090>
- R Core Team., 2020. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Raphael, J.P., Gazola, B., Nunes, J.G., Macedo, G.C. and Rosolem, C.A., 2017. Cotton germination and emergence under high diurnal temperatures. *Crop Science*, 57(5), pp. 2761-2769. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.03.0182>
- Reyes-More, P.M. 2014. El algodón Pima peruano: Cultivo y manejo agronómico. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1139/Libro%20Algodon.pdf>
- Romero-Romero, M.T. and López-Delgado, H.A., 2009. Ameliorative effects of hydrogen peroxide, ascorbate and dehydroascorbate in *Solanum tuberosum* infected by phytoplasma. *American Journal of Potato Research*, 86, pp. 218-226. <https://doi.org/10.1007/s12230-009-9075-1>
- Ruesta-López, M., Zurita-Chinguel, L., Lizano-Pintado, M., Delgado-Vite, M., Zapata-Durand, D., Jiménez-Castillo, J., Peña-Castillo, R., Galecio-Julca, M., Chanduvi-García, R., & Morales Pizarro, D., 2024. Biostimulant and imbibition times on passion fruit (*Passiflora edulis* s., passifloraceae) seed germination. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27(2), p.076. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.5199>
- Santhy, V., Meshram, M., Wakde, R. and Vijaya-Kumari, P.R., 2014. Hydrogen peroxide pretreatment for seed enhancement in cotton (*Gossypim hirsutum* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 9(25), pp. 1982-1989. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2013.7210>
- Scott, S., Jones, R. and Williams, W., 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, 24, pp. 1129-1199. https://www.researchgate.net/profile/AlmaOrozcoSegovia/publication/284666517_Metodos_de_analisis_de_datos_en_la_germinacion_de_semillas_un_ejemplo_Manfreda_brachystachya/links/56df0cfa08aee77a15fcefcf/Met

- [odosde-analisis-de-datos-en-la-germinacionde-semillas-un-ejemplo-Manfredabrachystachya.pdf](#)
- Tania, S.S., Rahaman, M.M., Rauf, F., Suborna, M.A., Humayun Kabir, M., Hoque, M.A. and Rhaman, M.S., 2021. Seed priming with salicylic acid (SA) and hydrogen peroxide (H_2O_2) improve germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum*) under salt stress. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 6(4), pp.60-69. <https://doi.org/10.9734/ajrcs/2021/v6i430127>
- Veloso, L.L.D.S.A., Capitulino, J.D., De Azevedo, C.A.V., Da Silva, A.A.R. and Gheyi, H.R., 2021. Application methods of hydrogen peroxide in soursop seedlings irrigated with saline water. *Comunicata Scientiae*, 12, pp.1-8. <https://doi.org/10.14295/cs.v12.3288>
- Wang, M., van der Meulen, R.M., Visser, K., Van Schaik, H.P., Van Duijn, B. and de Boer, A.H., 1998. Effects of dormancy-breaking chemicals on ABA levels in barley grain embryos. *Seed Science Research*, 8(2), pp.129-137. <http://doi.org/10.1017/S0960258500004025>
- Wojtyla, Ł., Lechowska, K., Kubala, S. and Garnczarska, M., 2016. Different modes of hydrogen peroxide action during seed germination. *Frontiers in Plant Science*, 7, pp. 66. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00066>
- Xiao, S., Liu, L., Wang, H., Li, D., Bai, Z., Zhang, Y. and Li, C., 2019. Exogenous melatonin accelerates seed germination in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *PloS one*, 14(6), pp. e0216575. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216575>
- Yao, X., Zhou, M., Ruan, J., Peng, Y., Yang, H., Tang, Y. and Cheng, J., 2021. Pretreatment with H_2O_2 alleviates the negative impacts of NaCl stress on seed germination of Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). *Plants*, 10(9), pp. 1784. <https://doi.org/10.3390/plants10091784>