



Efecto de la salinidad sobre la germinación de cultivares de hortalizas en condiciones *in vitro*

Salinity effect on the germination of vegetables cultivars under *in vitro* conditions

✉ Marisel Ortega García*, Yoania Ríos Rocafull, Yarelis Ortiz Nuñez,
Lianne Fernández Granda, José Francisco Gil Vidal

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”, R INIFAT. Calle 188 No. 38754 entre 397 y Linderos, Santiago de las Vegas, Boyeros. La Habana, Cuba.

RESUMEN: La salinización de los suelos en la actualidad es uno de los problemas más graves que enfrenta la agricultura, ya que afecta significativamente la producción de alimentos; por esta razón se hace necesario el estudio de cultivares tolerantes a estas condiciones para su inclusión a los esquemas productivos del país. El estudio tuvo como objetivo seleccionar por su tolerancia a la salinidad, diferentes cultivares de hortalizas: Tomate (*Solanum lycopersicum* L.); Lechuga: (*Lactuca sativa* L.); Col china: (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt; Acelga china: (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis* (L.) Hanelt; Brócoli: (*Brassica oleracea* var. *Italica*: Tropical F-8; Zanahoria: (*Daucus carota* L.) y Rábano: (*Raphanus sativus* L.). Se estudió en condiciones *in vitro* la tolerancia de 13 cultivares de hortalizas frente a diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) (50 mM, 150 mM, 200 mM), para este fin se determinó: el porcentaje de germinación (PG) y el índice de velocidad de germinación (IVG) de las semillas según describe el índice Maguire. De los cultivos estudiados se seleccionaron como promisorios la Col china: N-100, Acelga china: Aniela, Brócoli: Tropical F-8, Lechuga: Chile 1185-3, Rábano: PS9 y C 88, por presentar mayor porcentaje de germinación a valores entre 50-200 mM de NaCl, por lo que constituyen materiales promisorios para ser utilizados en agroecosistemas afectados por esta condición. Todas ellos mostraron diferencias en el índice de velocidad de germinación de semillas. El resto de los cultivares no toleraron los rangos de salinidad que se evaluaron en el estudio.

Palabras claves: semillas, tolerancia, estrés salino.

ABSTRACT: Soil salinization is currently one of the most serious problems facing agriculture, since it significantly affects food production; for this reason, it is necessary to study cultivars tolerant to these conditions for their inclusion in the country's production schemes. The study aimed to select different vegetables cultivars for their tolerance to salinity: of vegetables: Tomato (*Solanum lycopersicum* L.); Lettuce: (*Lactuca sativa* L.); Chinese cabbage: (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt; Chinese beet: (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis* (L.) Hanelt; another of Broccoli: (*Brassica oleracea* var. *Italica*); Carrot: (*Daucus carota* L.) and Radish: (*Raphanus sativus* L.). The tolerance of 13 vegetables cultivars to different concentrations of sodium chloride (NaCl) (50 mM, 150 mM, 200 mM), was studied under *in vitro* conditions. For this purpose, the following were determined: the germination percentage (PG) and the germination speed index (IVG) of the seeds as described by the Maguire index. Of the crops studied the bean cultivars vegetables Chinese cabbage: N-100 Chinese beet: Aniela, another of Broccoli; Lettuce Chile 1185-3 and radish: PS9 and C 88, to present bigger germination percentage to values among 50-200 mM of NaCl, by showing the best results in terms of germination percentage and germination speed index, which is why they constitute promising materials to be used in agroecosystems affected by this condition. The rest of the cultivars didn't tolerate the ranges of salinity that were evaluated in the study.

Key words: seeds, tolerance, saline stress.

*Autor para correspondencia. mariselortega9@gmail.com

Recibido: 26/10/2023

Aceptado: 10/01/2024

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores: **Conceptualización:** Marisel Ortega García. **Investigación:** Marisel Ortega García, José Francisco Gil Vidal. **Metodología:** Marisel Ortega García, Yoania Ríos Rocafull. **Supervisión:** Lianne Fernández Granda, Yarelis. Ortiz Nuñez.

Escritura del borrador inicial: Marisel Ortega García. **Escritura y edición final:** Marisel Ortega García. Curación de datos: Marisel Ortega García, José Francisco Gil Vidal.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

El cambio climático y la gravedad de fenómenos meteorológicos extremos, entre ellos sequías y olas de calor, son condiciones que favorecen un incremento de las aguas subterráneas para consumo y riego, lo que propicia se agote en mayor medida el manto freático y facilite las filtraciones de sal en el suelo (1). Por otra parte, la falta de nutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en suelos con estas características limita aún más su fertilidad (2). La salinidad provoca del mismo modo grandes perjuicios, que restringen de manera total o parcial el adecuado crecimiento de los cultivos (3). A nivel mundial se estima que aproximadamente 830 millones de hectáreas (ha) tienen problemas de salinización, lo que corresponde a más del 6 % de la superficie total mundial y alrededor del 20 % cultivable total (4).

En Cuba, el 14,9 % de la superficie agrícola está afectada por la salinidad y sodicidad y se estima que el 15 % o más del área bajo riego corre el peligro de salinizarse (5), por lo que el estrés salino constituye una amenaza creciente para el desarrollo de la agricultura en el país, ya que afecta significativamente su productividad (6). Fenómeno que limita el desarrollo de cultivos hortícolas, ya que ocasiona alteraciones tanto en el crecimiento de las plantas, como en la baja absorción y distribución de los nutrientes a sus diferentes órganos (7). Aspecto que atenta contra la seguridad alimentaria y el incremento de la producción de hortalizas en el país. Para contribuir a esta problemática se evalúa la posibilidad de producir hortalizas a pequeña escala, con en el uso de patios y organopónicos disponibles y a mayor escala con la entrega de tierras en usufructo, entre otras vías. Estos sistemas familiares de hortalizas en los últimos años han constituido una alternativa significativa para satisfacer demandas nutricionales, tanto en zonas rurales como urbanas (8).

No obstante, se impone como tarea a los problemas de salinización de los suelos, la búsqueda de cultivares con mayor tolerancia a este tipo de estrés, que permitan producir una diversidad de cultivos en estos ambientes (9). Por todos estos aspectos el presente estudio tiene como objetivo seleccionar por su tolerancia a la salinidad, diferentes cultivares de hortalizas: Tomate (*Solanum lycopersicum* L.); Lechuga: (*Lactuca sativa* L.); Col china: (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt; Acelga china: (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis* (L.) Hanelt; Broccoli: (*Brassica oleracea* var. *Italica*); Zanahoria: (*Daucus carota* L.) y Rábano: (*Raphanus sativus* L.)

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico: En el estudio se utilizaron 14 cultivares: Tomate (*Solanum lycopersicum* L.): cultivares T60, M 44 y FL-5; Lechuga: (*Lactuca sativa* L.): cultivares BSS13, Fomento 95 y Chile 1185-3; Col china: (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt: cultivar N-100; Acelga china: (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis* (L.) Hanelt: cultivares aniel y PK-7; Broccoli: (*Brassica oleracea*

var. *Italica*) cultivar tropical F-8; Zanahoria: (*Daucus carota* L.): cultivares B5 y NK-6 y Rábano: (*Raphanus sativus* L.): cultivares PS9 y C 88, procedentes del Banco Central de Germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”, INIFAT.

Ensayo para evaluar tolerancia a diferentes valores de cloruro de sodio (NaCl) bajo condiciones controladas: las semillas de cada uno de las hortalizas utilizadas en el experimento se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 4 % durante 15 min y se lavaron tres veces con agua destilada estéril. La unidad experimental correspondió a las placas de Petri de vidrio de 140 cm de diámetro y 20 cm de alto, con papel de filtro humedecido con agua destilada sobre el fondo de las placas. Se emplearon 25 semillas (unidad experimental) de cada cultivar en el interior de las placas. Se aplicaron a cada placa 25 mL de distintas soluciones de cloruro de sodio (NaCl) (50 mM, 150 mM, 200 mM) (milimoles), y un tratamiento Testigo con 0 mM donde se solamente adicionó agua destilada estéril. Las placas fueron dispuestas siguiendo un arreglo experimental completamente aleatorizado, a una temperatura de 25 °C y una humedad del 80 %. Por cada variante se realizaron tres repeticiones.

Se contaron las semillas germinadas diariamente desde su establecimiento hasta la estabilización, con los datos obtenidos se determinó:

Porcentaje de germinación (PG): el experimento se controló durante 15 días y se consideró como semillas germinadas la aparición de la radícula mayor o igual a 2 mm. Para el cálculo de los porcentajes de germinación por tratamiento donde se empleó la ecuación (10).

$$PG(\%) = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

Índice Velocidad de Germinación (IVG): representa la velocidad de germinación calculada a través de un tiempo ponderado de germinación acumulada. Donde G es el porcentaje de plántulas que germinaron durante el intervalo de tiempo t (11,12).

Diseño experimental y análisis estadístico: los resultados (PG, IVG) fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con pruebas de Rangos Múltiples de Duncan (5 % de probabilidad de error) para detectar las diferencias entre las medias de los tratamientos. Se empleó para ello el Programa STATGRAPHIS Plus versión 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los resultados obtenidos, se apreciaron diferencias significativas entre especies y cultivares, con una reducción en los porcentajes de germinación en algunos genotipos a medida que aumentaron los niveles de salinidad. En cuanto al porcentaje de germinación (PG), en el tratamiento con 0 mM casi todos los cultivares estudiados mostraron un 100 % de germinación, lo que demuestra la calidad de las semillas utilizadas en el ensayo,

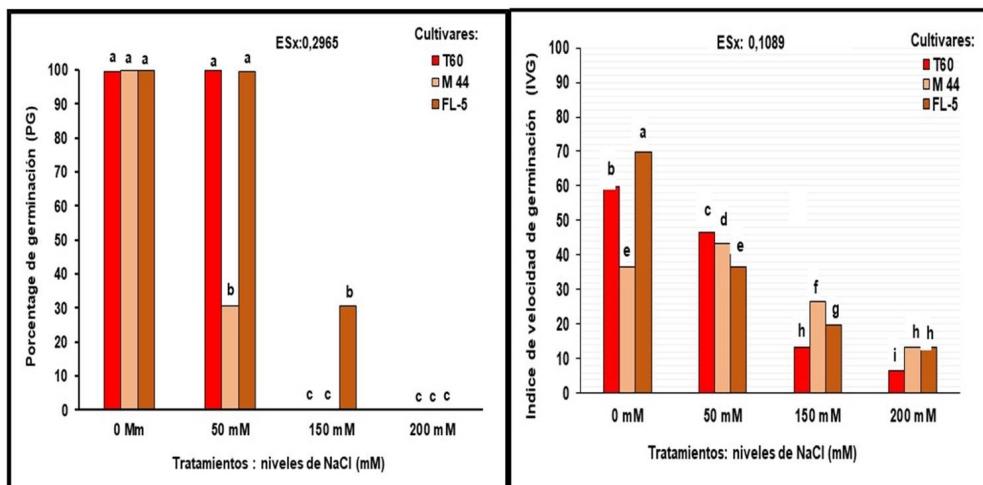


Figura 1. Porcentaje de germinación (PG) e Índice de velocidad de germinación (IVG) de cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.): T60, M 44 y FL-5, bajo concentraciones de NaCl (50 mM, 150 mM, 200 mM) y un testigo absoluto.

a excepción de la zanahoria NK-6, que solamente alcanzó el 80 % en este indicador. En el índice de velocidad de germinación se destacan los tres cultivares de lechuga evaluados y el rábano C-88. Aunque al estudiar el nivel de NaCl de 50 mM sobresale el comportamiento de la acelga china con el cultivar PK- 7, con diferencias significativas con respecto al resto de las hortalizas trabajadas.

En la Figura 1. se muestran los resultados en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en cuanto al porcentaje de germinación (PG), en el tratamiento con 0 mM los tres cultivares mostraron un 100 % de germinación y al utilizar dosis de 50 mM de NaCl mostraron resultados superiores T60 y FL-5 con respecto al M 44 con diferencias significativas entre ellos. En los restantes niveles de sal evaluados no se mostró respuesta favorable en ninguno de ellos, solamente en el caso de FL-5 donde germinaron el 30 % de las semillas a 150 mM de NaCl, lo que de igual forma se considera muy bajo. Para el índice de velocidad de germinación (IVG) se aprecia cómo se destaca en el tratamiento control con 0 mM el cultivar FL-5 y consecutivamente T60 y en 50 mM T60, M 44 y FL-5, en ese orden, con diferencias significativas entre ellos. No obstante, este indicador denota como la velocidad de germinación de los cultivares evaluados en sentido general es relativamente baja, lo que pudiera deberse a diferentes factores como por ejemplo las concentraciones de sal, a medida que estas aumentaron disminuyó considerablemente el IVG, entre otros aspectos que pudieron haber incidido en estos resultados. Por lo que solamente T60 y FL-5 pudieran recomendarse para suelos con un nivel de salinidad moderado, en otras condiciones de mayor severidad estos cultivares no serían de interés para continuar estudios de este tipo.

Estudios donde se evaluó el efecto frente al estrés salino en semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en distintas concentraciones, se observó que el índice de germinación disminuyó significativamente (13). De igual forma, otros autores al evaluar el impacto de este cultivo a una concentración de 50 mM de NaCl en el cultivar Florada describen como también se redujo la tasa de germinación en 14 % respecto al control (14).

Nuestros resultados se corroboran con los obtenidos anteriormente por otros autores (15) quienes observaron que la tasa de germinación de semillas de tomate cv 'Río Grande, disminuyó de manera significativa en comparación con el tratamiento control al incrementar las concentraciones de NaCl. De igual forma, lo refieren (16), no solamente en la germinación de este cultivo, sino también manifiestan que la salinidad afectó los otros procesos metabólicos y fotosintéticos en este cultivo.

En los resultados obtenidos (Figura 2) en el porcentaje de germinación en la col china: N-100, la acelga china: Aniela y PK- 7 y el Brócoli: Tropical F-8, se aprecia 100 % de germinación en el tratamiento con 0 mM para los cuatro cultivares. Conducta que se mantiene para todos ellos a 50 mM de NaCl. Estos resultados sin diferencias significativas entre ellos se mantienen de igual forma a las concentraciones 150 y 200 mM de NaCl en los cultivares N-100 y Aniela. En estas mismas concentraciones, aunque con resultados inferiores a estos le continua el cultivar Tropical F-8. En el caso de PK- 7 los resultados fueron inferiores al resto con el 60 % de la germinación a 150 mM de NaCl y a 200 mM no logró germinación. En cuanto al índice de velocidad de germinación la mejor respuesta fue la de la col china (N-100), que se destaca con respecto al resto de los cultivares en este indicador con un 95 % de germinación a tenores de 50 mM de NaCl, tendencia que se mantiene a 0 mM. Aunque, es de destacar que los mejores resultados por su integralidad fueron los de la col china (N-100) y de la acelga china (Aniela), los que pudieran ser de utilidad para estudios de este tipo.

El buen comportamiento en sentido general de todos estos cultivares puede deberse a mecanismos de tolerancia frente al estrés, casi exclusivos de la familia Brassicaceae donde se destaca la síntesis de metabolitos como los glucosinolatos (GSL s) (17). Sobre este tema se encuentra bien documentado la correlación que existe al aumentar los niveles de sal, se produce de igual forma un incremento de la producción de estos metabolitos, lo que permite mayor tolerancia a la salinidad a las especies de plantas que pertenecen a esta familia (18).

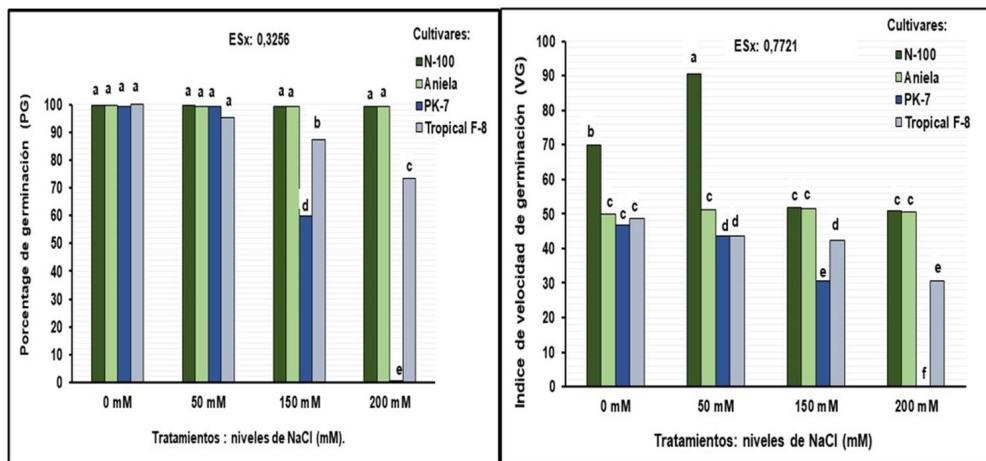


Figura 2. Porcentaje de germinación (PG) e Índice de velocidad de germinación (IVG) de cultivares de Col china: (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt: N-100; Acelga china: (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis* (L.) Hanelt: Aniela y PK-7 y en Brócoli: *Brassica oleracea* var. *Italica*: Tropical F-8, bajo concentraciones de NaCl (50 mM, 150 mM, 200 mM) y un testigo absoluto.

Referente a estudios sobre otras especies de la familia Brassica, en este caso la berza (*Brassica oleracea* capitata L.) se describe de igual manera como los altos tenores de sal inhiben la germinación y el crecimiento del mismo (19).

En la Figura 3 se muestran los resultados en el cultivo de la lechuga: (*Lactuca sativa* L.), en la misma en el porcentaje de germinación (PG), a concentraciones de 0 mM a 150 mM de NaCl sobresalen los tres cultivares trabajados. No obstante, se sobresale con respecto al resto hasta 200 mM el cultivar Chile 1185-3. Orientación que se mantiene al analizar el índice de velocidad de germinación, por lo que se considera el cultivar más prometedor para extender sus resultados. Aunque, el resto de los cultivares estudiados también muestran resultados positivos que los colocan en una posición favorable para este tipo de estudios.

Concerniente a esto un autor describe como en estudios realizados en la etapa de germinación de *Lactuca sativa* L encontraron que la longitud de la pláumula y la radícula disminuyeron cuando aumentó el nivel de salinidad (20).

En la presente investigación los resultados obtenidos fueron satisfactorios en dos de los cultivares estudiados, lo que denota el potencial de los mismos.

En los resultados alcanzados en los cultivares de rábano (*Raphanus sativus* L.): PS9 y C-88, se aprecia que en el porcentaje de germinación (PG), con 0 mM ambos mostraron un 100 % de germinación, lo que se mantiene al evaluarlos frente a los tres niveles de NaCl investigados (Figura 4), por lo que se consideran de interés para futuros trabajos. Al evaluar el índice de velocidad de germinación se aprecian diferencias entre ellos tanto a 0 mM como a las tres concentraciones de NaCl valoradas, aunque a 0 mM predomina C-88 con diferencias significativas en las tres concentraciones, por lo que no se descarta el trabajo con ninguno de ellos.

Por otra parte, se evaluó el comportamiento fisiológico de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) sometidas a estrés por salinidad, donde se muestra que las mismas no mostraron tolerancia a este tipo de estrés (21). De igual forma destacan la influencia negativa que ejercen los tratamientos salinos en este cultivo (22). Nuestros resultados difieren

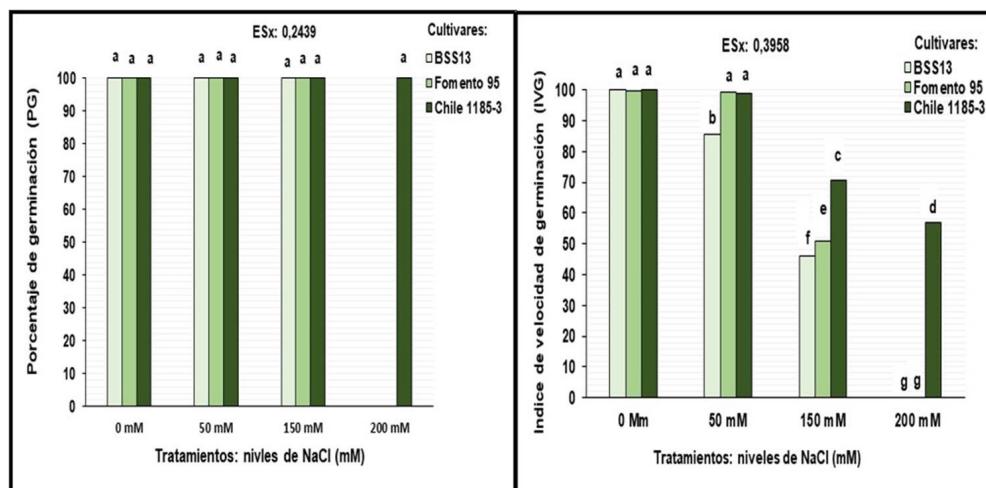


Figura 3. Porcentaje de germinación (PG) e Índice de velocidad de germinación (IVG) de cultivares de Lechuga: (*Lactuca sativa* L.): BSS13, Fomento 95 y Chile 1185-3, bajo concentraciones de NaCl (50 mM, 150 mM, 200 mM) y un testigo absoluto.

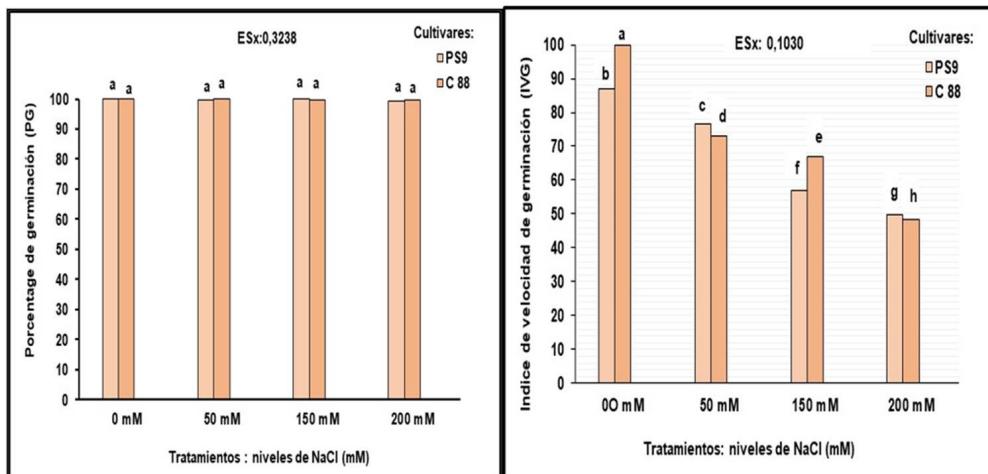


Figura 4. Porcentaje de germinación (PG) e Índice de velocidad de germinación (IVG) de cultivares de rabano (*Raphanus sativus* L.): cultivares PS9 y C 88, bajo concentraciones de NaCl (50 mM, 150 mM, 200 mM) y un testigo absoluto

de estos estudios, ya que los cultivares cubanos que se evaluaron mostraron una respuesta positiva frente a los diferentes niveles de salinidad, por lo que resultan atractivos para su empleo en suelos con este tipo de condición.

En la Figura 5 se muestran los resultados en el cultivo de la zanahoria: (*Daucus carota* L.) en el porcentaje de germinación (PG), en este caso en los tratamientos con 0 mM y 50 mM de NaCl muestra los mejores resultados el cultivar B5 con un 100 % de germinación con diferencias significativas con respecto a NK-6. Tendencia que se mantiene en el resto de las concentraciones, aunque con valores muy bajos de este indicador (20 - 30 %). Se aprecia la misma tendencia en el índice de velocidad de germinación, aunque, se destaca ligeramente B5 con valores muy bajos en todos los casos, por lo que no se proponen estos cultivares para estudios con altos tenores de salinidad.

Referente a esto se describe como la salinidad afecta directamente a las células vegetales inhibiendo la germinación y crecimiento de diferentes cultivos, lo que puede estar ocasionado por diferentes procesos como la

homeostasis celular entre otros, lo que limita la capacidad fotosintética de las mismas debido a la restricción del suministro de CO₂ (23).

Del mismo modo en trabajos donde se manejan otras hortalizas, se define como en algunos estudios al exponer semillas a soluciones isosmóticas crecientes de NaCl detectaron mayores porcentajes de germinación (24), aunque, en otros casos los efectos por este concepto resultan negativos (25).

Los resultados obtenidos en la presente investigación constituyen una importante contribución, ya que facilitan la selección de cultivares promisorios para realizar este tipo de trabajos en agroecosistemas afectados por la salinidad y de esta forma incrementar la diversidad de hortalizas para la alimentación y la agricultura en el país. Mucho más, si se conoce la gran variabilidad que muestran los cultivos frente a las concentraciones de sal, resultado de gran valor que permite conocer los atributos de estos y proponerlos para estudios de este tipo.

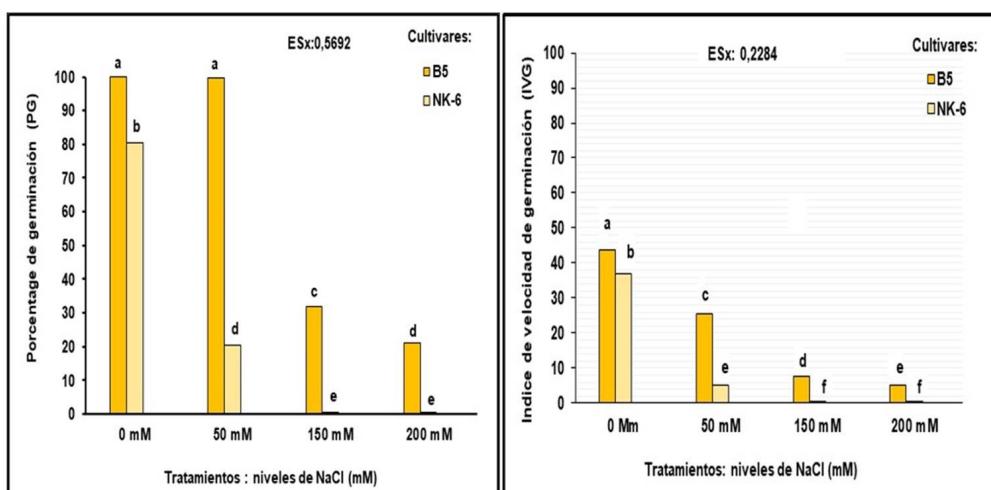


Figura 5. Porcentaje de germinación (PG) e Índice de velocidad de germinación (IVG) de cultivares de Zanahoria: (*Daucus carota* L.): B5 y NK-6, bajo concentraciones de NaCl (50 mM, 150 mM, 200 mM) y un testigo absoluto

Tabla 1. Cultivares tolerantes a niveles de cloruro de sodio (NaCl) de 50-200 mM, según porcentaje de germinación (PG)

Toleran hasta 200 mM de NaCl	
Col china (<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>pekinensis</i> (Lour.) Hanelt.	N-100
Acelga china (<i>Brassica rapa</i> L. subsp. <i>chinensis</i> (L.) Hanelt.	Aniela
Brócoli: <i>Brassica oleracea</i> var, <i>Italica</i>	Tropical F-8;
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	Chile 1185-3
Rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.)	PS9
	C 88
Toleran hasta 150 mM de NaCl	
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	BSS13
	Fomento 95
Toleran hasta 50 mM de NaCl	
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	T60
	FL-5
Acelga china (<i>Brassica rapa</i> L. subsp. <i>chinensis</i> (L.) Hanelt.	PK-7
Zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.)	B5
Intolerantes a NaCl	
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	M 44
Zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.)	NK-6

CONCLUSIONES

- El germoplasma estudiado mostró alta variabilidad genética en cuanto a su nivel de tolerancia a la salinidad, con diferencias entre porcentaje de germinación e índice de velocidad de germinación.
- De los 14 cultivares estudiados cinco fueron tolerantes a 200 mM la más alta concentración estudiada, dos a 150 mM y cuatro a 50 mM de NaCl, lo que denota sus potencialidades para continuar estudios. Solamente dos cultivares no toleraron los rangos de NaCl estudiados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Programa “Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba” por el financiamiento para el proyecto Código PS211LH003-039 “Empleo de la diversidad de recursos fitogenéticos y microbianos para favorecer la adaptabilidad de los cultivos en agroecosistemas salinos” que sirvió de base para realizar la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Hassani A, Azagic A, Shokri N. Global predictions of primary soil salinization under changing climate in the 21 St century. *Nature com Munications* (2021), 12:6663). <https://doi.org/10.38/s4146-021-26907-3>
- Casas, N., & Galvan, A. Eficiencia de las enmiendas orgánicas en la recuperación de suelos salinos en el distrito de San Vicente De Cañete-Lima, (2019). Retrieved from papers2://publication/uuid/45D7E632-B571-4218-9E47-8B4457FEA9D3
- Bronwyn JB, Vera Estrella R, Balderas E, Pantoja O. Mecanismos de tolerancia a la salinidad en plantas. *Biotecnología* [Internet]. [citado 5 de abril de 2020]; 2007, 14:263-72. Available from: http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_23.pdf
- Courel, G. Guía de estudio. Suelos Salinos y Sódicos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, (2019). 53(9), 1689-1699. Retrieved from [file:///C:/Users/User/Downloads/Suelos Salinos y sódicos \(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Suelos Salinos y sódicos (2).pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “Día Mundial del Suelo: la FAO pone de manifiesto la amenaza de la salinización del suelo para la seguridad alimentaria mundial” 22 de dic. De 2021, (2021, dic. 22). Disponible en: <https://www.fao.org/global-soilpartnership/resources/highlights/detail/es/c/1461054/>
- Egamberdieva, D., Wirth, S., Bellingrath-Kimura, S.D., Mishra, J., Arora, N.K. Salt-Tolerant Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Enhancing Crop Productivity of Saline Soils. *Frontier Microbiology*. (2019). 10:2791 <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02791>
- Abiala MA, Abdelrahman M, Burritt DJ, Tran LP. Salt stress tolerance mechanisms and potential applications of legumes for sustainable reclamation of salt-degraded soils. *Land Degrad Dev*; (2018). 29(10):3812-22. DOI: <https://doi.org/10.1002/lrd.3095>
- Blanes Jiménez J, Pabón Balderas EA. Qnas Soñí (hombres del agua) Chipaya: Entre tradición y tecnología, hacia un municipio resiliente [Internet]. La Paz: Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios; 2018 [citado 22 de mayo de 2020]. 182 p. Recuperado a partir de: <https://chipaya.org/wp-content/uploads/2018/10/chipaya-1994.pdf>
- Shahid MA, Sarkhosh A, Khan N, Balal RM, Ali S, Rossi L. Insights into the physiological and biochemical impacts of salt stress on plant growth and development. *Agronomy*; (2020). 10(7):938. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10070938>
- Calone R, Sanoubar R, Lambertini C, Speranza M, Antisari LV, Vianello G. Salt tolerance and Na allocation in Sorghum bicolor under variable soil and water salinity. *Plants*; (2020), 9(5): 561. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9050561>
- Maguire, J. D. Speed of germination, aid in selection and evaluation of seedling emergence vigor. *Crop*

- Science, (1962). 2,176-177. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/CS0020020176>
12. Zhao C, Zhang H, Song C, Zhu JK, Shabala S. Mechanisms of plant responses and adaptation to soil salinity. The innovation; (2020), 1(1):100017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2020.100017>
13. Tahir, M., Zafar, M. M., Imran, A., Hafeez, M. A., Rasheed, M. S., Mustafa, H. S. B., Ullah, A., Saad, H. M. & Mustafa, B. Response of tomato genotypes against salinity stress at germination and seedling stage. Nature and Science, (2018). 16(4), 10-17. <https://doi.org/10.7537/marsnsj160418.03>
14. Abdelaal KA, El Maghraby LM, Elansary H, Hafez YM, Ibrahim EI, El Banna M. Treatment of sweet pepper with stress tolerance-inducing compounds alleviates salinity stress oxidative damage by mediating the physio-biochemical activities and antioxidant systems. Agronomy; (2020). 10 (1):26. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10010026>
15. González, G. P.; Suárez, N. T. and Marín, J. O. Effect of salinity and seed salt priming on the physiology of adult plants of *Solanum Lycopersicum* cv. 'Río Grande'. Braz. J. Bot. (2020). 43(4):775-787. Doi: <https://doi.org/10.1007/s40415-020-00636-1>.
16. Aazami, M. A., Rasouli, F., & Ebrahimzadeh, A. Oxidative damage, antioxidant mechanism and gene expression in tomato responding to salinity stress under in vitro conditions and application of iron and zinc oxide nanoparticles on callus induction and plant regeneration. BMC Plant Biology, (2021). 21(1). <https://doi.org/10.1186/S12870-021-03379-7>
17. Oloyede OO, Wagstaff C, Methven L. Influence of cabbage (*Brassica oleracea*) accession and growing on myrosinase activity, glucosinolates and their hydrolysis products. Foods. (2021), 10 (12): 2903 <https://doi.org/10.3390/foods10122903>
18. Linic I, Samec D, Cruz J, Vugcic Bok V, Stran M, Salopek-Sondi B. Involvement of phenolic acids in short term adaptation to salinity stress is species specific among Brassicaceae. Plants (Basel), (2019), 8 (6): 155 <https://doi.org/10.3390/plants8060155>
19. Jamil, Kyeong Bo Lee M, Kwang Yong Jung, Deog Bae Lee, Mi Suk Han and Eui Shik Rha. Salt Stress Inhibits Germination and Early Seedling Growth in Cabbage (*Brassica oleracea* capitata L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, (2007), 10: 910-914. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.910.914>
20. Lesmes, R., A. Molano, D. Miranda y B. Chaves. Evaluation of salt (NaCl) concentrations in irrigation water on lettuce (*Lactuca sativa* L.) 'Batavia' growth. Rev. Colomb. Cienc. Hort. (2007), 1(2), 222-235. <https://doi.org/10.17584/rcch.2007v1i2.1163>
21. Shahid MA, Sarkhosh A, Khan N, Balal RM, Ali S, Rossi. Insights into the physiological and biochemical impacts of salt stress on plant growth and development. Agronomy; (2020), 10(7):938. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10070938>
22. De Sousa Basílio Ana Gabriela, Vieira de Sousa Leonardo, Larley da Silva Toshik, Gomes de Moura Joana, De Melo Gonçalves Anderson Carlos, De Melo Filho José Sebastião, Henrique Leal Ygor, Thiago Jardelino Dias. Morfofisiología del rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo estrés salino y tratamientos con ácido ascórbico. Agronomía Colombiana. (2018), 36(3), 257-265. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v36n3.74149>
23. Hameed, A., Ahmed, M. Z., Hussain, T., Aziz, I., Ahmad, N., Gul, B., & Nielsen, B. L. Effects of Salinity Stress on Chloroplast Structure and Function. Cells, (2021). 10(8). <https://doi.org/10.3390/CELLS10082023>
24. Estrada-Trejo, V., Lobato-Ortiz, R., García-de los Santos, G., Carrillo-Castañeda, G., Castillo-González, F., Contreras-Magaña, E., Ayala-Garay, O. J., De la O Olan, M. & Artola Mercadal, A. Diversidad de poblaciones nativas de jitomate para germinación en condiciones salinas. Revista mexicana de ciencias agrícolas, (2014), 5(6), 1067-1079. <https://doi.org/10.29312/remexca. v5i6.890>
25. Coca, A.; Carranza, C.; Miranda, D.; Rodríguez, M. NaCl effects on growth, yield and quality parameters in the onion (*Allium cepa* L.) under controlled phureja Juz. et Buk.). Agron. Colomb. (2012). 33(3), 322-329. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n3.50237>