

# CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE CULTIVARES DE PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUUM* L.) SOMETIDOS A ESTRÉS INDUCIDO POR NaCl

## Morphological characterization of pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars under NaCl-induced salinity stress

Maribel M. Ramírez Vega<sup>1\*</sup>, Amelia Capote Rodríguez<sup>1</sup>, María de los Ángeles Torres Mederos<sup>1</sup>,  
 Alfredo Socorro García<sup>1</sup>, Yannin Lorenzo Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Recursos Fitogenéticos y Semillas, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). MINAG. Calle 188 No. 38754 e/397 y Linderos, Santiago de las Vegas, Boyeros. La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Técnico Medio del Departamento de Recursos Genéticos y Microbianos, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). Cuba. E-mail: [yanninlr@gmail.com](mailto:yanninlr@gmail.com)

**RESUMEN:** La obtención de plantas tolerantes a la salinidad requiere de un proceso complejo de mejoramiento genético, por lo que es urgente evaluar el germoplasma disponible para identificar genotipos con buen comportamiento ante el estrés salino. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la respuesta de tres cultivares comerciales de pimiento (*Capsicum annuum* L.) sometidos a estrés salino inducido por NaCl durante la fase de germinación. Se estudiaron semillas de tres cultivares (´Español - 16´, ´Tropical CW - 3´ y ´Verano - 1´), las que se pusieron a germinar en placas Petri con soluciones salinas de 50, 100, 150 y 200 mM de NaCl. Como control se utilizó agua destilada estéril. Las variables evaluadas incluyeron longitud del hipocótilo y la radícula, altura de la planta, masa fresca y masa seca total. Los datos se procesaron mediante un ANOVA bifactorial y la comparación de medias mediante la prueba de mínima diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ). Se calculó la inhibición del crecimiento con base en la masa fresca y la masa seca, se aplicaron ecuaciones de regresión y se estimó el Índice de Tolerancia Relativa para cada indicador. Los resultados mostraron que las variables morfológicas se afectaron significativamente, con diferencias entre cultivares y tratamientos. El cultivar ´Verano-1´ presentó el mejor comportamiento frente a la salinidad, y se identificó la longitud de la radícula como un posible indicador para la selección temprana de genotipos tolerantes.

**Palabras claves:** evaluación, salinidad, tolerancia.

**ABSTRACT:** The development of salt-tolerant plants requires a complex genetic improvement process, making it urgent to evaluate the available germplasm to identify genotypes with good performance under salt stress. This study aimed to characterize the response of three commercial pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) subjected to salinity stress induced by NaCl during the germination phase. Seeds of three cultivars (´Español-16´, ´Tropical CW-3´, and ´Verano-1´) were germinated in Petri dishes with saline solutions of 50, 100, 150, and 200 mM NaCl. Sterile distilled water was used as control. The evaluated variables included hypocotyl and radicle length, plant height, fresh mass, and total dry mass. Data were processed using two-factor ANOVA, and differences between the means were compared with the least significant difference test ( $p \leq 0.05$ ). Growth inhibition was calculated based on fresh and dry mass, regression equations were applied, and the Relative Tolerance Index was estimated for each indicator.

\*Correspondencia a: [maribelmramirezvega@gmail.com](mailto:maribelmramirezvega@gmail.com)

Recibido: 07/07/2025

Aceptado: 14/11/2025

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:** Maribel M. Ramírez Vega: **Curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, software, supervisión, validación, visualización redacción- borrador original, redacción - revisión y edición.** Amelia Capote Rodríguez: **Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, software, supervisión, validación, visualización, redacción - borrador original, redacción -revisión y edición.** María de los Ángeles Torres Mederos: **Redacción - revisión y edición.** Alfredo Socorro García: **Curación de datos, análisis formal, metodología, software, validación.** Yannin Lorenzo Rodríguez: **Curación de datos, recursos, metodología.**



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/>



The results showed that morphological variables were significantly affected, with differences between cultivars and treatments. The 'Verano - 1' cultivar showed the best performance under salinity, and radicle length was identified as a possible indicator for the early selection of tolerant genotypes.

**Keywords:** evaluation, salinity, tolerance.

## INTRODUCCIÓN

La sequía, la salinidad y las temperaturas extremas son los principales tipos de estrés que causan efectos adversos en el crecimiento y la productividad agrícola. La salinidad, provocada por el mal manejo de los agroecosistemas y por el cambio climático, trae como consecuencia serios problemas al disminuir la disponibilidad de alimentos a escala mundial. La salinidad de los suelos es un problema global que afecta a la agricultura, debido a que provoca disminución del rendimiento de los cultivos de hasta un 50 %, y se genera principalmente por acciones humanas como deforestación, agricultura y sobrepastoreo (SADER, 2021). A nivel mundial, se estima que aproximadamente 830 millones de hectáreas tienen problemas de salinización, lo que corresponde a más del 6 % de la superficie total mundial y alrededor del 20 % del área cultivable total (Courel, 2019). Este fenómeno muestra una tendencia a aumentar en los próximos años, incluyendo al territorio cubano, donde ONEI (2021) reporta que más de un millón de hectáreas de suelos agrícolas se encuentran afectadas, lo que representa el 14,9 % del área cultivable.

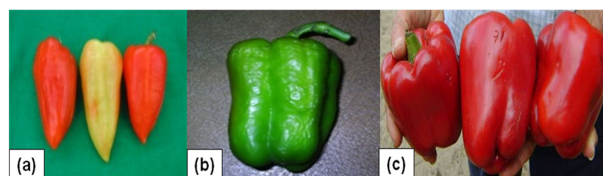
La acumulación excesiva de sales en el suelo puede provocar baja absorción de agua, deficiencia de nutrientes y toxicidad en las plantas (SADER, 2021); lo anterior conlleva a que las plantas sufran una serie de modificaciones a nivel morfológico (reducción del tamaño de brotes y raíces, clorosis), fisiológico (inhibición de la fotosíntesis, cierre de los estomas, bajo potencial osmótico, reducción del contenido de agua), y bioquímico (incremento de la generación de especies reactivas del oxígeno, cambios en la actividad de enzimas antioxidantes, incremento en la cantidad de prolina, desbalance de minerales). Esta serie de cambios conducen a una menor acumulación de biomasa y a la reducción de la productividad de los cultivos (Hasanuzzaman, 2022).

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una de las principales hortalizas que se consumen a nivel mundial; sin embargo, su establecimiento enfrenta serios problemas al reducir sus rendimientos cuando se siembra o trasplanta en suelos con problemas de salinidad (Kang et al., 2020).

Diversos autores señalan que las altas concentraciones de sales en los suelos constituyen uno de los principales factores que limitan el crecimiento y productividad de los cultivos (Rouphael et al., 2018). También existen antecedentes que han demostrado el efecto de la salinidad sobre la limitación del crecimiento de las plantulas en condiciones *in vitro* (Charbonier et al. 2021; Tarraza 2023). Considerando la tendencia progresiva al aumento de la salinización de los suelos, este estudio tuvo como objetivo caracterizar la respuesta de tres cultivares comerciales de pimiento (*Capsicum annuum* L.) sometidos a estrés salino inducido por NaCl durante la fase de germinación, con el interés de seleccionar los genotipos más tolerantes, como una de las alternativas para mitigar el efecto negativo de la salinidad sobre el desarrollo y la productividad del cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Química del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). Se emplearon semillas de los cultivares comerciales de pimiento (*Capsicum annuum* L.): 'Verano - 1', 'Español - 16' y 'Tropical CW - 3' (Figura 1), los cuales poseen un alto grado de tolerancia a las enfermedades que más atacan al pimiento en Cuba (Rodríguez et al., 2011).



**Figura 1.** Variedades comerciales de pimiento (*Capsicum annuum* L.). (a) cv. 'Verano-1'; (b) cv. 'Español-16' y (c) cv. 'Tropical CW-3'

### Características de las variedades utilizadas

Las principales características de los tres cultivares de pimiento estudiados fueron descritas por Fernández et al., en 2014.

‘**Tropical CW-3**’. Presenta buena calidad para condiciones tropicales, con frutos rojos de 3 a 4 lóbulos. En Cuba, produce más del 75 % de los frutos aptos para el mercado de exportación, con un peso entre 175 a 420 gramos, con longitud de 7,5 a 9 cm y diámetro de 7,4 a 8,8 cm. Tiene un pericarpio de 0,4 a 0,6 cm de grosor. La planta es de buena cobertura foliar con una altura de 55 a 65 cm. Presenta un alto grado de tolerancia al Virus del Grabado del Tabaco (TEV) y a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.

‘**Español-16**’. Es muy productivo, acampanado, de color rojo brillante, con alto grado de rusticidad. Extiende su producción al inicio del verano. El fruto pesa entre 49 y 80 gramos, con una longitud entre 10 y 16 cm, diámetro de 6,0 a 8,5 cm, y grosor del pericarpio de 0,3 a 0,6 cm. Las plantas tienen una altura entre 55 a 65 cm. Presenta tolerancia a enfermedades producidas por virus y bacterias.

‘**Verano-1**’. La planta es pequeña de 45 a 50 cm de alto, porte erecto, poco ramificada. Los frutos en su forma son cónicos alargados, de color amarillo, que en la madurez alcanzan el color naranja. Se adapta a las condiciones del verano. Es resistente a *Xanthomonas campestris* pv., *Erwinia amylovora* y *Colletotrichum gloeosporoides*.

Las semillas, de los tres cultivares, se obtuvieron del Banco Central de Germoplasma del INIFAT, y se les realizó una prueba de germinación cuyos resultados mostraron el 60 % de semillas viables.

**Desinfección.** Las semillas se lavaron con detergente y se enjuagaron con agua corriente, posteriormente se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 2 % durante 15 minutos y se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril.

**Tratamientos de salinidad.** Las semillas se sembraron en placas Petri (9 cm de diámetro), con papel de filtro humedecido con 3 ml de soluciones salinas a diferentes concentraciones (50, 100, 150 y 200 mM) de cloruro de sodio (NaCl), correspondientes a conductividades eléctricas promedio de 2,3; 4,55; 6,06 y 8,53 mS/cm, respectivamente. Como control se utilizó agua destilada estéril (5,4  $\mu$ S/cm).

**Condiciones experimentales.** Se utilizaron 750 semillas en total (25 semillas por placas, con dos réplicas por tratamiento en las tres variedades). El experimento se desarrolló en condiciones controladas a temperatura de  $25 \pm 2$  °C y humedad relativa de 60 %, con un fotoperiodo de 16 horas de oscuridad y 8 horas de luz diarias.

**Indicadores evaluados.** A los 14 días, en 10 plántulas, seleccionadas al azar, de cada tratamiento, se evaluaron la longitud del hipocótilo (cm), la longitud de la radícula (cm) y la altura de la planta (cm) con una regla milimetrada, así como la masa fresca y masa seca total (g) utilizando una balanza analítica de precisión de 0,01 g.

Se calculó la inhibición del crecimiento sobre la base de la masa fresca y masa seca en ausencia de sales (EC) y en presencia de sales (ES), según la fórmula descrita por Marín (1999):

$$I(\%) = 100 (EC - ES / EC)$$

Se realizaron los análisis de regresión con ajustes de curvas para cada indicador medido y los niveles de salinidad en cada variedad.

Con los datos del tratamiento control y el tratamiento con 150 mM de NaCl se determinó el Índice de Tolerancia Relativa (ITR) de cada una de las variedades según Fernández (1992), utilizando la ecuación  $ITR = (Tc * Ts) / (Tc)^2$ , donde Tc = Tratamiento control y Ts = Tratamiento salino.

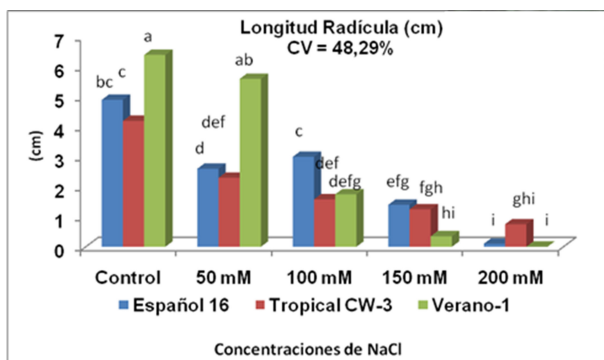
**Diseño y análisis estadístico.** Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial A x B, donde A = cultivares y B = niveles de salinidad. Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA) y la comparación entre las medias se realizó por la prueba de mínima diferencia significativa para  $p \leq 0,05$ , usando el Paquete de Diseños Experimentales FAUANL, versión 2.5, 1994 (Olivares Sáenz, 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto de la salinidad sobre los indicadores morfológicos de pimiento (*Capsicum annuum* L.)

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre los factores estudiados (concentraciones de NaCl y cultivares) y su interacción para cada indicador evaluado. En la Figura 2 se muestra el comportamiento de la longitud de la radícula en las tres variedades de *Capsicum annuum* L. sometidas a condiciones de estrés salino inducido por NaCl.

Se observa que a medida que aumentó la concentración de NaCl disminuyó la longitud de la radícula en las tres variedades estudiadas,

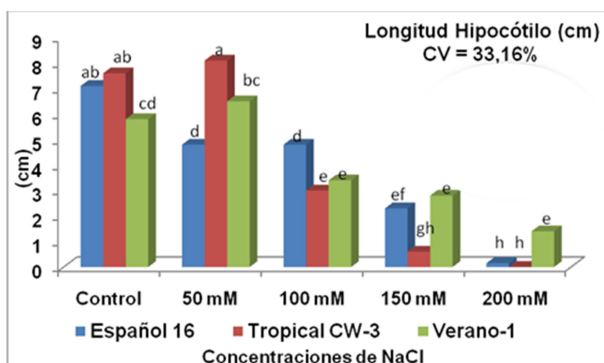


**Figura 2.** Comportamiento de la longitud de la radícula de plántulas de tres cultivares de *Capsicum annuum* L. a los 14 días de exposición a diferentes concentraciones de NaCl. (Letras iguales no difieren significativamente para  $p < 0,05$ )

con diferencias significativas entre ellas. A la concentración de 200 mM, la disminución de la longitud de la radícula fue acentuada.

Los resultados obtenidos son similares a los de Farouk y Al-Huqail (2022) quienes mencionan que el efecto de las sales en las raíces de las plantas siempre resulta en un menor crecimiento de estos órganos, hecho que puede afectar el crecimiento general de la planta al reducirse el volumen de suelo que pueden explorar sus raíces. Tarraza (2023) también encontró un efecto limitante de la salinidad sobre la longitud de la radícula de semillas de cebolla germinadas *in vitro*.

En relación con el crecimiento de la longitud del hipocótilo, los resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos y se evidencia la susceptibilidad que presenta este indicador al aumento de la salinidad, en todos los cultivares (Figura 3).

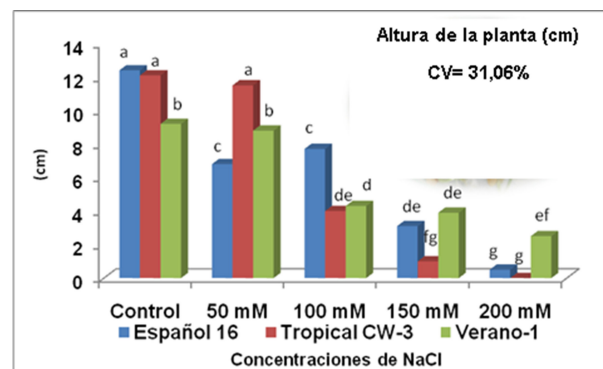


**Figura 3.** Comportamiento de la longitud del hipocótilo en plántulas de tres cultivares de *Capsicum annuum* L., a los 14 días de exposición a diferentes concentraciones de NaCl. (Letras iguales no difieren significativamente para  $p < 0,05$ )

El cultivar 'Verano-1' tuvo un mejor comportamiento en el tratamiento de mayor concentración salina (200 mM), al mostrar un valor de 1,4 cm de longitud del hipocótilo, con diferencias significativas con las variedades 'Español-16' (0,15 cm) y 'Tropical CW-3', en las cuales se inhibe totalmente el crecimiento.

Este resultado concuerda con lo expresado por Chico-Ruiz et al. (2009) que al evaluar el efecto de la salinidad en la germinación de semillas y el crecimiento del hipocótilo de *Solanum pimpinifolium* "tomatillo silvestre" demostraron que la longitud del hipocótilo disminuyó al ser expuestas a una concentración salina de 100 mM de NaCl con respecto a una concentración menor.

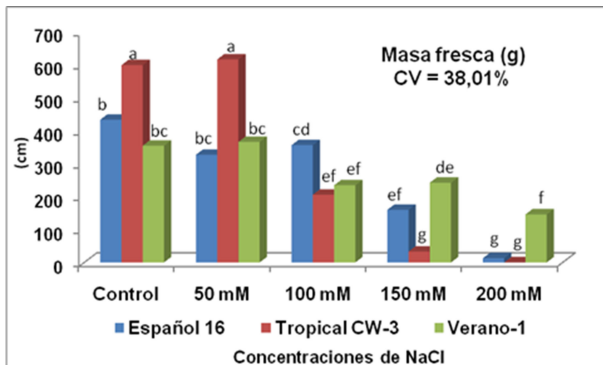
En relación con el indicador altura de la planta, se observa un comportamiento similar al resto de los indicadores, resultando en una disminución progresiva del crecimiento con el aumento de la concentración salina hasta los 200 mM (Figura 4). Estos resultados concuerdan con los planteados por Ortega et al. (2025) en estudios sobre el efecto de la salinidad sobre la germinación de diferentes genotipos de tomate. Se observa que el cultivar 'Verano-1' muestra mejor comportamiento ante la mayor concentración de NaCl (2,5 cm de altura), mientras que en el cultivar 'Tropical CW-3' se inhibe totalmente la altura la plántula.



**Figura 4.** Evaluación de la altura en plántulas de tres cultivares de *Capsicum annuum* L., a los 14 días de exposición a diferentes concentraciones de NaCl (Letras iguales no difieren significativamente para  $p < 0,05$ )

Estos resultados concuerdan con lo descrito por Cabrera et al. (2025) quienes plantean que uno de los primeros efectos fisiológicos que provoca el estrés salino en las plantas es la reducción del crecimiento debido a una disminución en la capacidad de absorción de agua.

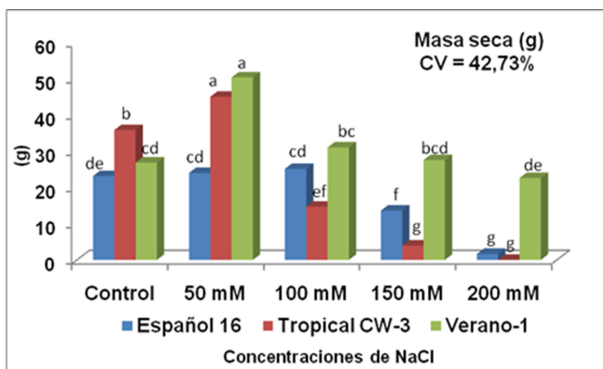
De modo general en la masa fresca total se mostraron diferencias significativas entre las tres variedades, a medida que se incrementó la dosis de NaCl (Figura 5).



**Figura 5.** Evaluación de la masa fresca en plántulas de tres cultivares de *Capsicum annuum* L., a los 14 días de exposición a diferentes concentraciones de NaCl. (Letras iguales no difieren significativamente para  $p < 0,05$ )

Los resultados muestran que el cultivar 'Verano-1' también mostró el mejor comportamiento ante la concentración de 200 mM de NaCl, al lograr un valor de 145,8 gramos de masa fresca en estas condiciones, con diferencias significativas con el resto de las variedades.

En cuanto a la masa seca total, los resultados indican que existieron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 6), disminuyendo los valores a medida que aumenta la concentración salina.



**Figura 6.** Evaluación de la masa seca en plántulas de tres cultivares de *Capsicum annuum* L., a los 14 días de exposición a diferentes concentraciones de NaCl. (Letras iguales no difieren significativamente para  $p < 0,05$ )

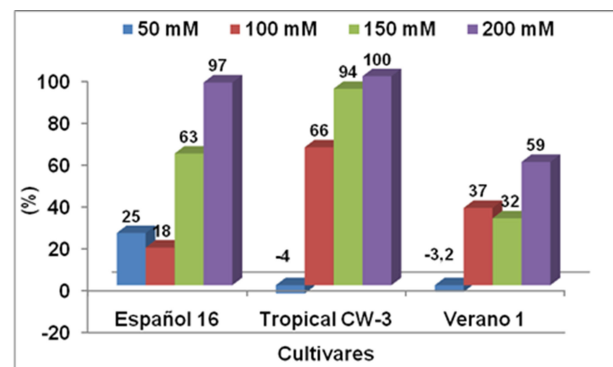
Se observa nuevamente que el cultivar 'Verano-1' mostró mejores resultados en el tratamiento de 200 mM de NaCl, al alcanzar un valor de 22,64 g de materia seca, con diferencias significativas con el resto de las variedades,

lo que demuestra un mejor comportamiento de este cultivar ante las condiciones de estrés inducido con NaCl.

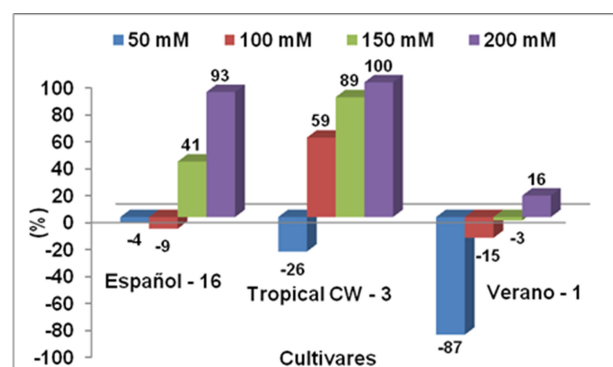
Datos similares fueron encontrados por Jaradat *et al.* (2004), donde al realizar un experimento con genotipos de cebada encontraron una correlación negativamente significativa entre el peso seco de la plántula y el número de raíces por plántula y la concentración de sales.

Por otra parte, estos resultados también concuerdan con lo expresado por Parés *et al.* (2008) quienes refieren que las variables de crecimiento vegetativo tales como: masa seca, altura de la planta y área foliar, entre otras, son severamente afectadas por la presencia de sales.

En las Figuras 7 y 8 se representa el comportamiento de los índices de inhibición del crecimiento sobre la base de la masa fresca y masa seca en ausencia de sales (EC) y en presencia de sales (ES).



**Figura 7.** Índice de inhibición del crecimiento de la masa fresca en plántulas de tres cultivares de *Capsicum annuum* L. sometidos a estrés salino.



**Figura 8.** Índice de inhibición del crecimiento sobre la masa seca en plántulas de tres cultivares de *Capsicum annuum* L. sometidos a estrés inducido por NaCl

En el caso de la masa fresca (Figura 7) se observa que a medida que aumentan las concentraciones salinas aumentan los índices de inhibición

del crecimiento, excepto para el caso en que las variedades 'Verano - 1' y 'Tropical CW - 3' son tratadas con 50 mM de NaCl, donde se estimula el crecimiento, lo que pudiera asociarse a una respuesta de la planta que favorece la absorción de agua debido al potencial osmótico.

Asimismo, se observa que el incremento de los porcentajes de inhibición está en dependencia del cultivar estudiado. En el caso de la variedad 'Español-16' se observa una disminución gradual del crecimiento a medida que aumenta la concentración de sales, llegando a un 97 % de inhibición en las plántulas sometidas a 200 mM de NaCl. Para la variedad 'Tropical CW-3' se observa que hay una mayor inhibición del crecimiento a partir de la concentración de 50 mM con una reducción de más del 50 % de la masa fresca total (66 %), resultando similar la respuesta a 150 y 200 mM de NaCl, lo que evidencia una mayor afectación por las condiciones salinas.

Diferente comportamiento se observa en la variedad 'Verano-1', al mostrar que en las concentraciones salinas de 50 y 200 mM de NaCl solamente se inhibe el crecimiento al 32 y 59 % respectivamente; lo que indica el mejor comportamiento de esta variedad ante el estrés salino inducido por NaCl.

Los resultados obtenidos permitieron demostrar que hay un marcado efecto del genotipo en la respuesta obtenida por el indicador masa fresca a altas concentraciones de sales.

En cuanto al índice de inhibición del crecimiento sobre la base de la masa seca en ausencia y en presencia de sales se observa un comportamiento diferenciado de los cultivares en estudio (Figura 8).

En el caso de la variedad 'Español-16' el crecimiento disminuye en las concentraciones de 150 mM y 200 mM (41 y 93 % respectivamente). Sin embargo, en el caso de la variedad 'Tropical CW-3' la afectación comienza a partir de la concentración de 100 mM de NaCl, en la cual se produce la disminución de más del 50 % del indicador (59 %), lo que pudiera apuntar a un mayor grado de susceptibilidad ante las condiciones salinas.

Por otra parte, la variedad 'Verano - 1' muestra que solamente a la concentración de 200 mM de NaCl disminuye un 16 % su contenido de materia seca, lo que evidencia un mejor comportamiento al mantener su capacidad de continuar acumulando masa seca bajo condiciones de estrés salino.

Al parecer la respuesta del pimiento a las condiciones de estrés salino está condicionada por el genotipo en estudio, ya que algunos autores plantean que el pimiento es relativamente tolerante a la salinidad (Chartzoulakis y Klapaki, 2000), mientras que otros plantean que para lograr un buen crecimiento no es conveniente que los iones cloruro y sodio sobrepasen de 8 mM (Alarcón, 1996).

### Identificación de indicadores para la selección temprana de genotipos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) tolerantes a la salinidad sódica

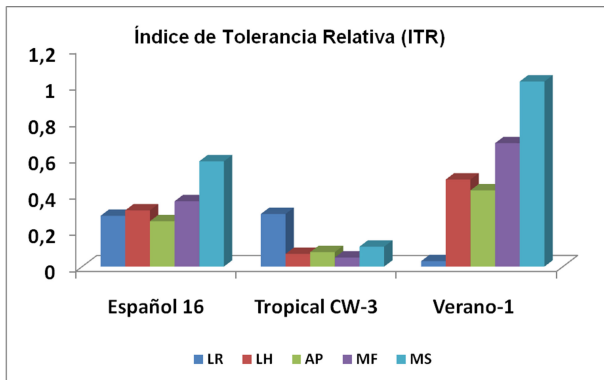
La Tabla 1 muestra las ecuaciones de regresión y los coeficientes de regresión para cada indicador evaluado. Se observa una correlación alta e inversamente proporcional entre los indicadores evaluados y las concentraciones de sales estudiadas, excepto para el caso de la masa seca en la variedad 'Verano - 1' ( $R^2 = 0,2083$ ),

**Tabla 1.** Ecuaciones y coeficientes de regresión respecto a las concentraciones salinas para cada indicador evaluado en tres variedades de *Capsicum annuum* L.

Cultivar	Indicadores	Ecuaciones de regresión	R <sup>2</sup>
'Español-16'	Longitud de la radícula	$y = -0,0216x + 4,56$	0,9014
	Longitud del hipocótilo	$y = -0,0328x + 7,11$	0,9451
	Altura de la planta	$y = -0,055x + 11,602$	0,9097
	Masa fresca	$y = -2,0157x + 459,32$	0,8849
	Masa seca	$y = -0,1068x + 28,216$	0,7143
'Tropical CW-3'	Longitud de la radícula	$y = -0,0159x + 3,606$	0,8742
	Longitud del hipocótilo	$y = -0,0454x + 8,4$	0,8849
	Altura de la planta	$y = -0,0694x + 12,66$	0,9117
	Masa fresca	$y = -3,5621x + 646,97$	0,8833
	Masa seca	$y = -0,2258x + 42,514$	0,8135
'Verano-1'	Longitud de la radícula	$y = -0,0361x + 6,43$	0,9115
	Longitud del hipocótilo	$y = -0,025x + 6,48$	0,8657
	Altura de la planta	$y = -0,0366x + 9,4$	0,898
	Masa fresca	$y = -1,0815x + 376,53$	0,8662
	Masa seca	$y = -0,0628x + 38,016$	0,2083

resultados que corresponden al comportamiento de esta variedad frente a las altas concentraciones salinas.

La Figura 9 muestra los índices de tolerancia relativa (ITR) para cada indicador en las variedades en estudio para la concentración de 150 mM de NaCl.



**Figura 9.** Índice de Tolerancia Relativa de los indicadores y variedades en estudio a la concentración de 150 mM de NaCl

Se observa que la variedad 'Tropical CW-3' muestra los valores más bajos de ITR; por el contrario de la variedad 'Verano-1' que muestra los mayores ITR, para todos los indicadores excepto en la longitud de la radícula.

Es de destacar el comportamiento del indicador longitud de la radícula, ya que, a diferencia del resto de los indicadores los mayores valores de longitud se corresponden con la variedad más susceptible ('Tropical CW-3').

En estudios anteriores se ha observado que la longitud del sistema radical fue el marcador más adecuado para evaluar la respuesta ante el estrés hídrico y salino en genotipos de arroz, por lo que este carácter fisiológico puede estar asociado con la evaluación temprana de la tolerancia varietal bajo condiciones de estrés (Rivera *et al.*, 2022).

## CONCLUSIONES

La comparación del comportamiento de las variedades ante la salinidad, a partir del Índice de inhibición del crecimiento sobre la masa seca y el Índice de Tolerancia Relativa, mostró diferencias entre ellas, con la mayor susceptibilidad de la variedad 'Tropical CW-3', un comportamiento intermedio de la variedad 'Español-16' y la mayor tolerancia de la variedad 'Verano-1',

la cual mantuvo su capacidad de crecimiento bajo condiciones de estrés salino, y mostró los mayores Índices de Tolerancia Relativa para la mayor parte de los indicadores, lo cual indica su potencial para ser utilizada en suelos parcialmente afectados por la salinidad.

En el único indicador que la variedad 'Verano-1' no mostró el mayor Índice de Tolerancia Relativa fue en la longitud de la radícula, el cual pudiera ser propuesto como un indicador de selección temprana para esta variedad, en las condiciones de estrés salino.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, A. L. (1996). Fertirrigación del pimiento dulce de invernadero. En A. Namesny V. (Ed.), *Pimientos. Compendio de Horticultura* (Vol. 20, pp. 45-52). España.
- Cabrera, M., Dorado, M., Ortiz, Y. y Mendoza, M. M. (2025). Efecto de la salinidad in vitro sobre la germinación del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrotecnia De Cuba*, 49, <https://cu-id.com/2120/v49e09>. <https://agrotecnia.edicionescervantes.com/index.php/agrotecnia/article/view/810>
- Charbonier Álvarez, Y., Capote Rodríguez, A. y Rodríguez Alfonso, D. (2021). Evaluación de accesiones de *Phaseolus vulgaris* L. sometidas a estrés salino durante el desarrollo de plántulas. *Agrotecnia de Cuba*, 45(1), 69-78. <https://agrotecnia.edicionescervantes.com/index.php/agrotecnia/article/view/71>
- Chartzoulakis, K. y Klapaki, G. (2000). Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, 86, 247-260.
- Chico-Ruíz, J., Valderrama-Alfaro, S., Tejada-Castillo, P., Sánchez-Marín, R., Parimango-Quispe, S. y Santamaría-Reyes, A. (2009). Efecto de luz y salinidad en la germinación de semillas y crecimiento del hipocótilo de *Solanum pimpinifolium* "tomatillo silvestre". *REBIOL*, 29(1).
- Courel, G. F. (2019). *Guía de estudio. Suelos salinos y sódicos*. Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán.
- Farouk, S. y Al-Huqail, A. A. (2022). Sustainable biochar and/or melatonin improve salinity tolerance in plants by modulating osmotic adjustment, antioxidants, and ion homeostasis. *Plants*, 11(6), 765. <https://doi.org/10.3390/plants11060765>

- Fernández, G. C. J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. En C. G. Kuo (Ed.), *Adaptation of food crops to temperature and water stress* (pp. 257-270). Taiwán: *Proceedings of an International Symposium*.
- Fernández, L., Shagarodsky, T., Suárez, R., Muñoz, L., Gil, F., Sánchez, Y., et al. (2014). *Catálogo de variedades INIFAT* (1ra ed.). La Habana.
- Hasanuzzaman, M. (2022). Salt stress tolerance in rice and wheat: physiological and molecular mechanism. En *Plant defense mechanisms*. IntechOpen.
- Jaradat, A. A., Shahid, M. y Maskri, A. (2004). Generic diversity in the Batini barley landrace from Oman: II Response to salinity stress. *Crop Science*, 44, 1007.
- Kang, W. H., Sim, Y. M., Koo, N., Nam, J. Y., Lee, J., Kim, N., et al. (2020). Transcriptome profiling of abiotic responses to heat, cold, salt, and osmotic stress of *Capsicum annuum* L. *Scientific Data*, 7(1), 1-7.
- Marín, E. (1999). Inhibición del crecimiento de las plántulas de arroz durante la germinación en condiciones salinas. *Revista Centro Agrícola*, 18(3), 3-9.
- Olivares Sáenz, E. (1994). *Paquete de diseños experimentales FAUANL*. México.
- ONEI. (2021). Agricultura, ganadería y pesca. En *Anuario Estadístico de Cuba* (Ed. 2022). Oficina Nacional de Estadística e Información.
- Ortega, G. M., Ríos, R. Y., Ortiz, N. Y., Fernández, G. L. y Gil, V. J. F. (2025). Comportamiento de cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cubanos frente a diferentes condiciones de salinidad. *Agrisost*, 31, 1-6.
- Parés, J., Arizaleta, M., Sanabria, M. E. y García, G. (2008). Efectos de los niveles de salinidad sobre la densidad estomática, índice estomático y el grosor foliar en plantas de *Carica papaya* L. *Acta Botánica Venezolánica*, 31(1), 27-34.
- Rivera, P., Moya, C. y O'Brien, J. A. (2022). Low salt treatment results in plant growth enhancement in tomato seedlings. *Plants*, 11(6), 807.
- Rodríguez, A., Companioni, N., Fresneda, J., Estrada, J., Cañet, F., Rey, R., et al. (2011). *Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida* (7ma ed.). La Habana, Cuba: Ediciones Caribe.
- Rouphael, Y., Petropoulos, S. A., Cardarelli, M. y Colla, G. (2018). Salinity as eustressor for enhancing quality of vegetables. *Scientia Horticulturae*, 234, 361-369.
- SADER. (2021). Mapa agrícola de afectación por salinidad en México. Suelos, un recurso finito y fundamental.
- Tarrazza Rodríguez, A. (2023). Evaluación de la respuesta de cultivares de *Allium sativum* L. en condiciones in vitro de estrés salino. *Agrotecnia de Cuba*, 46(2), 98-99. <https://agrotecnia.edicionescervantes.com/index.php/agrotecnia/article/view/20>