

**Respuesta morfológica en genotipos de *Morus alba* bajo estrés salino inducido con Cloruro de Sodio (Original)**

**Morphological response in *Morus alba* genotypes under saline stress induced with Sodium Chloride (Original)**

Edel García Padrón. Ingeniero Forestal. Gobierno Provincial Granma. Bayamo. Granma. Cuba.

[edgarcia9304@gmail.com](mailto:edgarcia9304@gmail.com) 

Orlando Salustiano González Paneque. Ingeniero Agrónomo. Doctor en Ciencias Agrícolas.

Profesor Titular. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. [ogonzalezp@udg.co.cu](mailto:ogonzalezp@udg.co.cu) 

Jorge Liusvert Pérez Pérez. Ingeniero Agrónomo. Doctor en Ciencias Agrícolas. Profesor Titular.

Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. [jperez@udg.co.cu](mailto:jperez@udg.co.cu) 

Recibido: 28-10-2023/Aceptado: 04-01-2024

### **Resumen**

El cultivo de la morera tiene gran importancia en Cuba para la alimentación animal, sin embargo, diversos factores afectan la producción de biomasa en este cultivo, y no todas las variedades responden de la misma forma a las condiciones de estrés por salinidad. Por ello, el artículo tiene como objetivo, evaluar la respuesta morfológica de cuatro genotipos de morera sometidos a condiciones de estrés salino inducido con cloruro de sodio. Se evaluó el porcentaje de estacas con brotes y/o raíces; número de brotes por estacas y la longitud de la raíz, en propágulos procedentes de campo de las variedades Acorazonada, Criolla, Yu-62 y Doña Betty, colocados en frascos con agua con diferentes valores de conductividad eléctrica 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 y 6,0 dS.m<sup>-1</sup>, durante 30 días de cultivo. Los resultados mostraron que el incremento de las concentraciones de cloruro de sodio, afectó la respuesta morfológica de las plantas en los cuatro

genotipos evaluados, donde la variedad Doña Betty mostró la mayor susceptibilidad a este factor durante la brotación de estacas. Como conclusión, el estrés salino afectó la respuesta morfológica de los genotipos estudiados, donde las variedades Acorazonada y Criolla, tuvieron la mayor tolerancia hasta  $2,0 \text{ dS.m}^{-1}$  de cloruro de sodio.

**Palabras clave:** Cloruro de Sodio; conductividad eléctrica; *in vitro*; morera; salinidad

### **Abstract**

The cultivation of mulberry is of great importance in Cuba for animal feed, however, various factors affect the production of biomass in this crop, and not all varieties respond in the same way to salinity stress conditions. Therefore, this work aimed to evaluate the morphological response of four mulberry genotypes subjected to salt stress conditions induced with sodium chloride. The percentage of cuttings with shoots and/or roots was evaluated; number of shoots per cuttings; and the length of the root, in propagules from the field of the varieties Acorazonada, Criolla, Yu-62 and Doña Betty placed in jars with water with different values of electrical conductivity 0.5; 1.0; 2.0; 4.0 and  $6.0 \text{ dS.m}^{-1}$ , for 30 days of culture. The results showed that the increase in Sodium Chloride concentrations affected the morphological response of the plants in the four genotypes evaluated; where the Doña Betty variety showed the greatest susceptibility to this factor during cutting sprouting. In conclusion, salt stress affected the morphological response of the genotypes studied, where the Acorazonada and Criolla varieties had the highest tolerance up to  $2.0 \text{ dS.m}^{-1}$  of sodium chloride.

**Keywords:** Sodium Chloride; electrical conductivity; *in vitro*; mulberry; salinity

### **Introducción**

El cambio climático, ha provocado que los cultivos se vean limitados por diferentes tipos de estrés ambiental como la salinidad y sequía de los suelos, factores que afectan el crecimiento

y productividad de las plantas (Munns, 2011). La salinización y alcalinización del suelo son causas de problemas ambientales en todo el mundo. Alrededor de 932,2 millones de hectáreas de la superficie terrestre destinadas a la agricultura, se encuentran afectadas por un alto contenido de sales (Shahid et al., 2018).

En Cuba, se estima que el 16 % del área agrícola total se encuentra afectada por la salinización. Las provincias de Holguín, Granma y Las Tunas tienen un área mayor del 50 % afectadas por mal drenaje y de ellas, Granma tiene más del 40 % afectadas por la salinidad (Herrera et al., 2011).

Un efecto común del estrés salino es la reducción del crecimiento de las plantas, el cual se ha observado en varias especies, donde los cambios morfológicos y la reducción del crecimiento proporcionan evidencia visual del grado de daño causado por la sal (Nguyen et al., 2015; De Morais et al., 2019). Por otro lado, las especies leñosas son propensas a períodos consecutivos de sequía a lo largo de su ciclo de vida, lo que representa una amenaza para el crecimiento, la productividad e incluso la supervivencia.

Entre las especies arbóreas de importancia económica a nivel internacional se encuentra la morera (*Morus alba* L.) (Pérez et al., 2019; Chen et al., 2023). Esta planta se propaga básicamente a partir de estacas (Gómez y Pérez, 2020), y los "estudios realizados en Cuba, han demostrado que es un alimento alternativo con propiedades bromatológicas que permite la sustitución parcial de los concentrados comerciales, en la dieta de los monogástricos y rumiantes" (Bahi y Pérez, 2021, p. 65).

Aunque se refiere que es una planta moderadamente tolerante a la salinidad (Banyal et al., 2019), se han observado alteraciones de las proteínas en hojas y raíces, así como afectaciones en procesos vitales para las plantas como la fotosíntesis y la fotorespiración (Liu et al., 2019).

Estos efectos no son visibles en igual magnitud en todos los genotipos, lo que indica la necesidad de realizar procesos de selección que permitan conocer la respuesta de cada variedad frente a diferentes niveles de salinidad y sequía (Banyal et al., 2019).

Una alternativa para estos estudios es el cultivo *in vitro*, como una vía más rápida que las herramientas convencionales para identificar y seleccionar plantas tolerantes a estos tipos de estrés abiótico, en condiciones controladas con espacios y tiempos limitados (Singh et al., 2020).

Entre los métodos de selección se han empleado agentes estresantes como el cloruro de sodio (NaCl), que al generar estrés hiperosmótico, produce déficit de agua a nivel celular, tensión iónica por toxicidad a partir de los altos niveles de Na<sup>+</sup> en el citosol y finalmente la inhibición metabólica de actividades celulares, medibles morfo-fisiológica y bioquímicamente (Pérez, 2015).

Dado que los estudios realizados se concentran en países asiáticos, resulta interesante una selección temprana para conocer la respuesta ante situaciones estresantes por salinidad y sequía, en variedades que componen el banco cubano de germoplasma de morera, así contribuir con un mejor aprovechamiento de los suelos y obtener mayores rendimientos en biomasa; además de emplear los genotipos tolerantes como progenitores élites en programas de mejora genética. Por ello, el objetivo del artículo es evaluar la respuesta morfológica de cuatro genotipos de morera sometidos a condiciones de estrés salino inducido con cloruro de sodio.

## **Materiales y métodos**

La investigación se desarrolló en el Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal (CEBVEG), pertenecientes a la Universidad de Granma, Cuba, en el cultivo de la morera (*Morus alba* L.) variedades: Acorazonada, Criolla, Doña Betty y Yu-62. Se tomaron propágulos jóvenes de 20-25 cm de longitud con al menos tres yemas axilares, a partir de plantas donantes cultivadas (1,0 x 1,0 m) en el Banco de Germoplasma en campo.

Para estimular la brotación de las yemas, los propágulos fueron colocados en frascos de vidrio hasta cubrir aproximadamente un tercio de su longitud con agua corriente (control) y con diferentes concentraciones de NaCl disueltas en 100 ml de agua.

Se analizaron cinco tratamientos, cuatro con diferentes concentraciones de NaCl con valores de conductividad eléctrica (CE): 0,5 (control); 1,0; 2,0; 4,0 y 6,0 dS.m<sup>-1</sup>, equivalentes a 0,2; 0,6; 1,2; 2,4 y 3,6 %. La conductividad eléctrica de las diluciones salinas se ajustó semanalmente con ayuda de un conductímetro modelo DDSJ-308A.

Los frascos de cultivo fueron colocados bajo condiciones ambientales normales dentro del laboratorio, con iluminación solar indirecta. Se emplearon diez propágulos por tratamiento para un total de 50 por cada genotipo en estudio. A los 15 y 30 días de cultivo, se determinó el porcentaje de estacas con brotes y/o raíces; número de brotes por estacas; y la longitud de la raíz, se determinó con ayuda de una regla milimetrada.

#### *Análisis estadísticos*

Se conformaron experimentos con un diseño completamente al azar. Cuando los datos no cumplieron los supuestos de normalidad según la prueba de Shapiro Wilks modificado ( $n < 30$ ) y para la homogeneidad de varianza la prueba de Levene, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con empleo del programa estadístico SPSS versión PASW Statistics 18.0. A los datos expresados en porcentaje se les aplicó el análisis de comparación de proporciones con el paquete estadístico CompaPro, según Castillo y Miranda (2014).

Para determinar el nivel de tolerancia a la salinidad se utilizó la fórmula propuesta por Fernandez (1992):  $ITS = (Y_p) \times (Y_s) / Y_p^2$ , donde: (ITS) Índice de tolerancia a la salinidad; ( $Y_p$ ) variable normal; ( $Y_s$ ) variable de estrés.

## Análisis y discusión de los resultados

Durante los períodos evaluados hubo un limitado número de estacas con brotación de yemas y formación de raíces, con diferencias estadísticas entre tratamientos, pero con una respuesta similar entre las variedades Acorazonadas, Criolla y Yu-62 con respecto a la variedad Doña Betty, esta última con mayor susceptibilidad al estrés.

En las dos primeras semanas de cultivo, en ningún caso se observó formación de raíces y se logró la brotación de la totalidad de las estacas mantenidas en los controles empleados. Sin embargo, se constató que la presencia de cloruro de sodio en el agua, provocó afectaciones en la respuesta morfológica de los propágulos en todos los genotipos, y se incrementó al aumentar la salinidad (Tabla 1).

**Tabla 1. Número de estacas brotadas en diferentes concentraciones de cloruro de sodio en cuatro genotipos de morera a los 15 días de cultivo**

Tratamientos	NaCl CE (dS.m <sup>-1</sup> )	Número de estacas brotadas (%) a los 15 días			
		Acorazonada	Criolla	Yu-62	Doña Betty
1	0,5	100 a	100 a	100 a	100 a
2	1,0	20 b	20 b	30 b	0 b
3	2,0	20 b	0 c	10 c	0 b
4	4,0	0 c	0 c	0 d	0 b
5	6,0	0 c	0 c	0 d	0 b

**Leyenda: letras diferentes en una misma columna difieren significativamente según la prueba comparación de proporciones ( $p < 0,05$ )**

**Fuente: Elaboración propia.**

Aunque al aumentar el tiempo de cultivo se logró mayor brotación de yemas, este fue muy bajo con síntomas de clorosis y marchitez en las hojas hasta ocurrir la senescencia de los brotes bajo condiciones de estrés salino inducido con cloruro de sodio.

En las dos menores concentraciones de sal, hubo brotación de yemas en todas las variedades, pero más del 80 % murieron en el tratamiento que contenía 2,0 dS.m<sup>-1</sup>, en tanto en todas las variedades los controles evaluados no mostraron afectaciones (Tabla 2).

**Tabla 2. Número de estacas brotadas en diferentes concentraciones de cloruro de sodio en cuatro genotipos de morera a los 30 días de cultivo**

Tratamientos	NaCl CE (dS.m <sup>-1</sup> )	Número de estacas brotadas (%) a los 30 días			
		Acorazonada	Criolla	Yu-62	Doña Betty
1	0,5	100 a	100 a	100 a	100 a
2	1,0	30 b	40 b	40 a	0 b
3	2,0	20 b	20 b	10 b	0 b
4	4,0	0 c	0 c	0 b	0 b
5	6,0	0 c	0 c	0 b	0 b

**Leyenda: letras diferentes en una misma columna difieren significativamente según la prueba comparación de proporciones (p<0,05)**

**Fuente: Elaboración propia.**

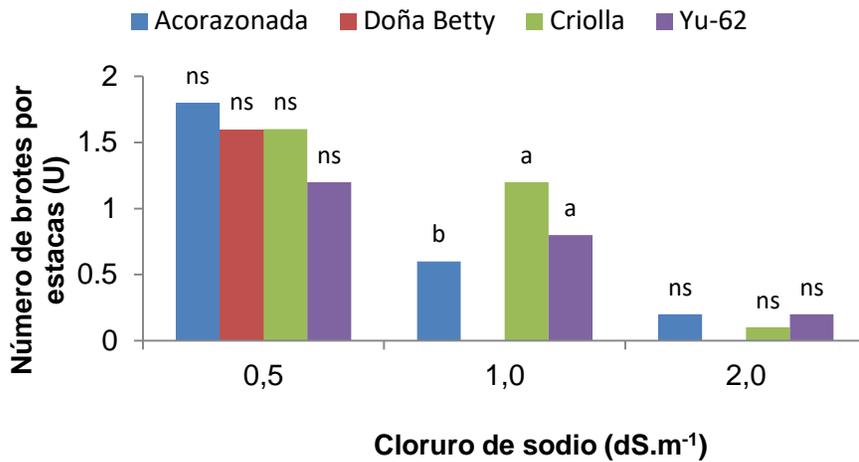
Esta adaptación a la salinidad durante tres semanas, pudiera ser la causa por la que las variedades Acorazonada y Yu-62, mantuvieron constante el número de brotes germinados a los 15 y 30 días en el tratamiento tres; en tanto, la variedad Criolla duplicó el número de estacas brotadas en los propágulos evaluados a los 30 días de iniciado el cultivo.

En la literatura existen evidencias científicas, de que plantas tratadas con NaCl comenzaron a morir al tercer día, y si estas no morían dentro de los primeros 21 días entonces podría lograrse la supervivencia de las mismas. Una explicación es que el tercer día es una fase inicial donde el estrés por NaCl daña sustancialmente la morera, seguido de una fase estable donde la planta se adapta al estrés de NaCl durante 21 días (Gai et al., 2006).

Al determinar el número promedio de brotes por estacas en un mismo tratamiento, se encontró variabilidad en la respuesta entre los genotipos. En todas las variedades en el tratamiento control se encontró el mayor número, el cual alcanzó los 18 brotes en la variedad Acorazonada con un valor medio inferior a los dos brotes por estaca (Figura 1).

En ese orden, la variedad Criolla y Doña Betty mantuvieron valores similares con uno o dos brotes por estacas; en tanto, en el tratamiento con 2,0 dS.m<sup>-1</sup> hubo una respuesta similar en todos los genotipos excepto en Doña Betty donde se encontraron valores medios inferiores a un brote por propágulo. Esta última variedad mostró susceptibilidad a partir de 1,0 dS.m<sup>-1</sup> de sal.

**Figura 1. Número de brotes por estacas en diferentes concentraciones de cloruro de sodio en cuatro genotipos de morera a los 30 días de cultivo**



**Leyenda:** letras diferentes en un mismo tratamiento difieren significativamente según la prueba no paramétrica Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ )

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se aprecia el número de brotes por estaca estuvo entre uno o dos, lo que se debe a una respuesta fisiológica del explante, ya que al ocurrir la brotación de una rama se crea una dominancia apical que inhibe la elongación de otras yemas axilares.

Para varios cultivos la conductividad eléctrica puede variar desde 0,4 hasta 11,4 lo cual dependerá del clima, condiciones del suelo y prácticas culturales (Mishra et al., 2021). Sin embargo, dentro de una misma especie ocurren respuestas diferenciales al estrés salino como ocurrió en la presente investigación donde la variedad Doña Betty mostró mayor susceptibilidad a la presencia de sales.

Este resultado fue corroborado al determinar el índice de tolerancia de los diferentes genotipos en estas condiciones de cultivo. Para el análisis se tomó como referencia los valores correspondientes a los tratamientos control (0,5 dS.m<sup>-1</sup>) y la máxima concentración salina en la que respondieron los brotes de morera en estas condiciones de cultivo.

Como resultado, bajo condiciones de estrés con 2,0 dS.m<sup>-1</sup> de NaCl que corresponde a suelos entre débilmente y medianamente salinos, la variedad Doña Betty fue la más susceptible y

con diferencia significativa respecto a los genotipos Acorazonada y Criolla quienes tuvieron la mejor respuesta seguido de la variedad Yu-62. En estos últimos tres genotipos, los índices indican para ambas variables una baja tolerancia al estrés salino en estas condiciones de cultivo (Tabla 3).

**Tabla 3. Índice de tolerancia a la salinidad en cuatro genotipos de morera**

<b>Índice de tolerancia a la salinidad</b>	<b>Variedades</b>			
	<b>Acorazonada</b>	<b>Criolla</b>	<b>Yu-62</b>	<b>Doña Betty</b>
<b>Supervivencia de las estacas</b>	0,20 a	0,20 a	0,10 b	0,00 c
<b>Número de brotes por estacas</b>	0,11 a	0,06 a	0,17 a	0,00 b

**Leyenda: letras diferentes en una misma fila difieren significativamente según la prueba de Tukey (p<0,05)**  
**Fuente: Elaboración propia.**

En la morera la mayor afectación por salinidad, puede ocurrir en etapas tempranas del desarrollo como correspondió en esta investigación, pues en etapas avanzadas las plantas pueden adquirir agua y nutrientes de capas profundas del suelo con menor concentración de sales. Ello sugiere que la evaluación de variables del crecimiento en etapas tempranas del desarrollo, es un criterio determinante para la selección de genotipos tolerantes a la salinidad.

En el tratamiento control de todas las variedades evaluadas, se observó la formación de flores y frutos, aunque con mayor énfasis en las variedades Acorazonada y Yu-62, donde la totalidad de los propágulos tuvieron esta respuesta. Sin embargo, en los tratamientos con sales, las flores no lograron desarrollarse y cayeron después de tres semanas de cultivo (Figura 2).

Esta respuesta fisiológica pudo estar relacionada con la época del año y el estado fisiológico de los propágulos, donde las concentraciones endógenas de fitohormonas estimularon su formación en detrimento de la estimulación de la brotación y enraizamiento.

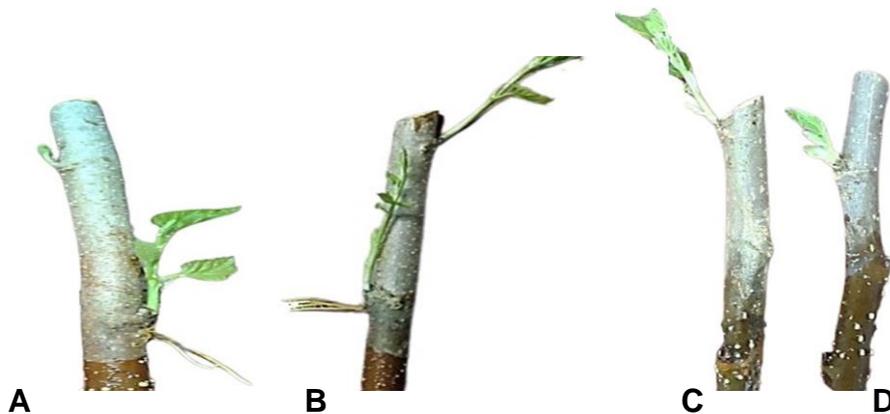
**Figura 2. Formación de flores y frutos en propágulos de morera variedad Acorazonada colocados en agua corriente sin cloruro de sodio a los 30 días de cultivo**



**Fuente: Elaboración propia.**

Respecto a la variable número de raíces, hubo una escasa formación de raíces en todos los tratamientos y genotipos al cabo de los 30 días de cultivo. En la variedad Acorazonada, se observó únicamente una estaca con formación de dos raíces en el tratamiento control; las variedades, Doña Betty y Yu-62 no desarrollaron el meristemo caulinar en ningún tratamiento. La variedad Criolla tuvo la mejor respuesta en el tratamiento control, con cuatro estacas con dos raíces cada una; seguido de tres estacas en la menor concentración salina, con un total de cuatro raíces en desarrollo (Figura 3).

**Figura 3. Estacas con formación de raíces y/o brotes en cuatro variedades de morera a los 30 días de cultivo: a) Acorazonada, b) Criolla, c) Doña Betty y d) Yu-62**



**Fuente: Elaboración propia.**

En tanto, la longitud de las raíces difirió en cada réplica debido a su emisión en diferentes momentos. No obstante, en la variedad Acorazonada, los valores no alcanzaron los dos centímetros de longitud (datos no mostrados); por el contrario, en la variedad Criolla, se

formaron cuatro raíces en la menor concentración salina y este valor se duplicó en el control, con una longitud promedio inferior a las cinco centímetros (Tabla 4).

**Tabla 4. Influencia de la concentración salina en el número y longitud de las raíces en estacas de morera variedad Criolla a los 30 días de cultivo**

Tratamientos	NaCl CE (dS.m <sup>-1</sup> )	Número de raíces (U)	Longitud de las raíces (cm)
1	0,5	8 a	4,6 a
2	1,0	4 b	1,9 b
3	2,0	0 c	0 c
4	4,0	0 c	0 c
5	6,0	0 c	0 c

**Leyenda: letras diferentes en una misma columna difieren significativamente según la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (p<0,05)**

**Fuente: Elaboración propia.**

Aunque semanalmente se verificó la conductividad eléctrica de las diluciones salinas, está mostraron variaciones producto de las pérdidas de agua por evaporación y en consecuencia acumulación de solutos en el frasco de cultivo, un factor que pudo tener mayor influencia en los tratamientos con mayor cantidad de sales.

Esto corrobora que la exposición a altas concentraciones salinas alrededor de las raíces incrementa el estrés osmótico y genera toxicidad iónica, que afectan procesos fisiológicos de las plantas como la fotosíntesis y absorción de agua (Zelm et al., 2020).

Los resultados alcanzados son comparables con los referidos por otros autores quienes en un estudio con siete accesiones de morera y diferentes concentraciones de sal, se observó que al incrementar la concentración de sales, en todos las accesiones decrecieron el número de hojas, número de brotes, altura de la planta, la clorofila total y fotosíntesis (Wulandari et al., 2021).

Según Lu et al. (2017), el estrés por NaCl causó una marcada inhibición en el crecimiento de plántulas de morera, como el cambio en el peso seco de hojas, brotes y raíces; longitud de las raíces y brotes, debido a las altas concentraciones de sal.

## Conclusiones

1. El estrés salino afectó la respuesta morfológica de los genotipos de morera donde la variedad Doña Betty fue la de mayor susceptibilidad.

2. Las variedades Acorazonada y Criolla, toleraron hasta 2,0 dS.m<sup>-1</sup> de cloruro de sodio.

## Referencias bibliográficas

Bahi, M. & Pérez, J. (2021). Multiplicación de brotes de morera variedad Doña Betty en Sistema de Inmersión Temporal. *REDEL, Revista Granmense de Desarrollo Local*, 5(1), 64-73.

<https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/2157>

Banyal, R., Sanwal, S. K., Sharma, P. C., Yadav, R. K. & Dagar, J. C. (2019). Fruit and vegetable-based saline agricultural systems for nutritional and livelihood security. En:

Dagar, J. C., Yadav, R. K. & Sharma, P. C. (eds.). (2019). *Research developments in*

*saline agriculture*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-5832-6\\_24](https://doi.org/10.1007/978-981-13-5832-6_24)

Castillo, Y. & Miranda, I. (2014). CompaProp: Sistema para comparación de proporciones múltiples. *Revista de Protección Vegetal*, 29 (3), 231-234.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522014000300013](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522014000300013)

Chen, X., Gao, Y., Zhang, D., Gao, Y., Song, Y., Wang, H., Ma, B. & Li, J. (2023). Evaluation of salinity resistance and combining ability analysis in the seedlings of mulberry hybrids

(*Morus alba* L.). *Physiology and Molecular Biology of Plants: an International Journal of Functional Plant Biology*, 29 (4), 543–557.

<https://doi.org/10.1007/s12298-023-01304-w>

De Morais, M.B., Barbosa-Neto, A. G., Willadino, L., Ulisses, C. & Junior, T.C. (2019). Salt stress induces increase in starch accumulation in duckweed (*Lemna aequinoctialis*,

- Lemnaceae): biochemical and physiological aspects. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38 (2), 683–700.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-018-9882-z>
- Fernandez, G. (1992). *Effective selection criteria for assessing stress tolerance*. International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. <https://doi.org/10.22001/wvc.72511>
- Gai, Y., Ji, X., Mu, Z., Liu, X. & Wang, H. (2006). Effect of NaCl stress on superoxide dismutase and catalase of mulberry. *Canye Kexue*, 32, 99–102.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-NaCl-Stress-on-Superoxide-Dismutase-and-Ying-Xian/1eccdcf0a2c494077aa4c694dfea00279ff9ee34>
- Gómez, R. & Pérez, J.L. (2020). Acimatización en casa de cultivo de plantas *in vitro* de *Morus alba* variedad Acorazonada. *REDEL, Revista Granmense de Desarrollo Local*, 4, 875-886. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/1927/3590>
- Herrera, P., Pujol, R., Cid, G., Méndez, M. & Alarcón, R. (2011). Problemas del drenaje agrícola en Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola*, 1(1), 21–32.  
<https://www.redalyc.org/pdf/5862/586262032003.pdf>
- Liu, Y., Ji, D., Turgeon, R., Chen, J., Lin, T., Huang, J., Luo, J., Zhu, Y., Zhang, C. & Zhiqiang, L. (2019). Physiological and proteomic responses of mulberry trees (*Morus alba* L.) to combined salt and drought stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(10).  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6566768/>
- Lu, N., Luo, Z., Ke, Y., Dai, L., Duan, H., Hou, R., Cui, B., Dou, S., Zhang, Y., Sun, Y. & Li, Y. (2017). Growth, physiological, biochemical, and ionic responses of *Morus alba* L.

- seedlings to various salinity levels. *Forests*, 8(12), 488. <https://www.mdpi.com/1999-4907/8/12/488>
- Mishra, P., Mishra, J. & Kumar, N. (2021). Plant growth promoting bacteria for combating salinity stress in plants – Recent developments and prospects: A review. *Microbiological Research*, 252, 126861. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501321001671>
- Munns, R. (2011). Plant adaptations to salt and water stress: Differences and commonalities. *Advances in Botanical Research*, 57, 1–32. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387692-8.00001-1>
- Nguyen, H.T., Stanton, D.E., Schmitz, N., Farquhar, G.D. & Ball, M.C. (2015). Growth responses of the mangrove *Avicennia marina* to salinity: Development and function of shoot hydraulic systems require saline conditions. *Annals of Botany*, 115 (3), 397–407. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu257>
- Pérez, J.L., Bahi, M. & Silva, J.J. (2019). Efecto del tipo de explante y la desinfección en el establecimiento *in vitro* de Morera variedad Criolla. *REDEL, Revista Granmense de Desarrollo Local*, 3(4), 177-187. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/1133>
- Pérez, L. S. (2015). *Respuesta al estrés salino inducido con NaCl, en los cultivares de Musa ‘Grande naine’ (AAA) y ‘Pelipita’ (ABB) en fase de aclimatización*. [Tesis de pregrado, Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas]. <https://dspace.uclv.edu.cu/server/api/core/bitstreams/4f609345-19ca-41eb-aa2f-833df5d84cd5/content>

- Shahid, S.A., Zaman, M. & Heng, L. (2018). Soil salinity: Historical perspectives and a world overview of the problem. En: Zaman, M., Shahid, S.A. & Heng, L. (2018). *Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques*. Springer. pp: 43-53. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96190-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96190-3_2)
- Singh, D., Kaur, S. & Kumar, A. (2020). *In vitro* drought tolerance in selected elite clones of *Eucalyptus tereticornis* Sm. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42, 17. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-019-3009-4>
- Wulandari, Y.R., Triadiati, T., Sulistyaningsih, Y.C., Suprayogi, A. & Rahminiwat, M. (2021). *Salinity stress affects growth and physiology of mulberry (Morus sp.)*. IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science, 948, 012049. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/948/1/012049/pdf>
- Zelm, E., Zhang, Y. & Testerink, C. (2020). Salt tolerance mechanisms of plants. *Annual Review Plant Biology*, 71, 403–433. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32167791/>