

# Índice de tolerancia al estrés salino y análisis de crecimiento de dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. y *Vigna unguiculata* L., Walp.), cultivadas en un medio salino (NaCl) y tratadas con medicamentos homeopáticos

## Saline stress tolerance index and growth analysis of two bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L. and *Vigna unguiculata* L., Walp.), grown in a saline medium (NaCl) and treated with homeopathic medicines

José Manuel Mazón-Suástegui<sup>1</sup> , Milagro García-Bernal<sup>1,2</sup> , Carlos Michel Ojeda-Silvera<sup>1,3,†</sup> ,  
Daulemys Batista-Sánchez<sup>1</sup>  y Francisco Higinio Ruiz-Espinoza<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Av. I.P.N. No. 195, Colonia Playa Palo de Santa Rita Sur. 23096 La Paz, Baja California Sur, México.

<sup>2</sup> Universidad Central de las Villas, UCLV (CBQ). Carretera a Camajuani km 5.5. 54830 provincia de Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur km 5.5., Apartado Postal 19-B. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.

<sup>†</sup> Autor para correspondencia: (cojedas1979@gmail.com)

Editor de Sección: Dr. Fernando Abasolo Pacheco

### RESUMEN

El estrés salino origina una reducción significativa en las producciones agrícolas a nivel mundial, por lo que es una prioridad el desarrollo de investigaciones que contribuyan a mitigar sus efectos negativos de manera eco-amigable. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dinamizaciones homeopáticas de *Natrum muriaticum* (NaM) en el índice de tolerancia relativa al estrés salino (ITR) y la ganancia de biomasa vegetal, como tasa de crecimiento (TC) en etapa de desarrollo vegetativo inicial de plantas de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. variedad Quivicán (FC-Q) y frijol Yorimón *Vigna unguiculata* L., Walp variedad Paceño (FY-P). El experimento se desarrolló en condiciones semi-controladas, con un diseño completamente al azar de arreglo factorial de  $2A \times 2B \times 4C$  [(A: dos especies-variedad de frijol (Común-Quivicán; Yorimón-Paceño), B: dos niveles de NaCl (0;75mM), C: tres tratamientos homeopáticos (NaM-7CH; NaM-13CH; NaM-7CH+13CH) y agua destilada como tratamiento control (AD)], con cinco réplicas por tratamiento. Se observó una mayor TC en el frijol Común-Q; todos los tratamientos homeopáticos aplicados incrementaron TC con respecto al tratamiento

control AD, siendo mayor la respuesta con NaM-7CH. El ITR se incrementó en ambas especies cuando recibieron NaM, siendo mayor en FC-Quivicán, superando al FY-P en biomasa seca de hojas (18%), de tallos (14%) y de raíces (12%). Este estudio demostró que la homeopatía agrícola es una alternativa viable, eco-amigable y de bajo costo, para incrementar la producción de frijol común-Quivicán (*P. vulgaris* L.) y frijol Yorimón-Paceño (*V. unguiculata* L.) en áreas salinizadas por NaCl.

**Palabras clave:** estrés abiótico, homeopatía agrícola, leguminosas, *Natrum muriaticum*.

### SUMMARY

Saline stress causes a significant reduction in agricultural production worldwide, which is why it is a priority to develop research that contributes to mitigating its negative effects in an eco-friendly way. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of homeopathic dynamizations of *Natrum muriaticum* (NaM) on the tolerance index relative to saline stress (ITR) and the gain of plant biomass as growth rate (TC) in the development stage. Initial

#### Cita recomendada:

Mazón-Suástegui, J. M., García-Bernal, M., Ojeda-Silvera, C. M., Batista-Sánchez, D. y Ruiz-Espinoza, H. (2022). Índice de tolerancia al estrés salino y análisis de crecimiento de dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. y *Vigna unguiculata* L., Walp.), cultivadas en un medio salino (NaCl) y tratadas con medicamentos homeopáticos. *Terra Latinoamericana*, 40, 1-9. e1083. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1083>

Recibido: 3 de diciembre de 2021. Aceptado: 20 de abril de 2022.

Artículo. Volumen 40, noviembre de 2022.

vegetative stage of common bean plants *Phaseolus vulgaris* L. variety Quivicán (FC-Q) and bean Yorimón *Vigna unguiculata* L., Walp variety Paceño (FY-P). The experiment was developed under semi-controlled conditions, with a completely randomized design of factorial arrangement of 2A × 2B × 4C [(A: two bean species-variety (Común-Quivicán; Yorimón-Paceño), B: two levels of NaCl (0; 75mM), C: three homeopathic treatments (NaM-7CH; NaM-13CH; NaM-7CH + 13CH) and distilled water as control treatment (AD)], with five replications per treatment. A higher TC was observed in Common-Q beans; All homeopathic treatments applied increased TC with respect to the control AD treatment, the response being greater with NaM-7CH. The ITR increased in both species when they received NaM, being higher in FC-Quivicán, surpassing the FY-P in dry biomass of leaves (18%), stems (14%) and roots (12%). This study demonstrated that agricultural homeopathy is a viable, eco-friendly and low-cost alternative to increase the production of common beans-Quivicán (*P. vulgaris* L.) and Yorimón-Paceño beans (*V. unguiculata* L.) in areas salinized by NaCl.

**Index words:** *abiotic stress, agricultural homeopathy, legumes, Natrum muriaticum.*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen un sin número de problemas que afectan la producción agrícola mundial, pero es bien conocido que el acelerado crecimiento de las áreas agrícolas salinizadas y con tendencia a la salinización, es una preocupación latente de la comunidad científica (Batista-Sánchez *et al.*, 2017). Aproximadamente el 43% de la superficie utilizada para la agricultura en el mundo se encuentra afectada por niveles de salinidad, que en su mayoría, superan la tolerancia de las especies cultivadas (Royo y Aragües, 2003). Este estrés abiótico origina reducción del crecimiento de los cultivos al afectar negativamente al proceso de germinación de las semillas y la emergencia de las plántulas (Farahbakhsh y Shamsaddin, 2011). También retarda el crecimiento de las plantas, ya que afecta varios procesos fisiológicos, tales como fotosíntesis, conductividad estomática, ajuste osmótico, absorción de iones, síntesis de ácidos nucleicos, síntesis de proteínas, actividad enzimática y balance hormonal (Batista-Sánchez *et al.*, 2017), además puede afectar el proceso de transporte de

iones y agua, lo que promueve toxicidad iónica y desbalance nutricional (Chartzoulakis y Klapaki, 2000). Lo que desencadena una reducción significativa en la producción de varios cultivos claves para la alimentación humana y animal.

Uno de estos cultivos afectado por la presencia del estrés abiótico son las legumbres (Barrios *et al.*, 2011), consideradas alimentos básicos para la población humana, por ser una fuente importante de proteínas, vitaminas, minerales y fibra (Bellucci *et al.*, 2014; Suárez-Martínez *et al.*, 2016). En México es un cultivo de gran importancia social y económica, ya que su producción puede llegar a ingresar a la economía hasta 12 552 millones de pesos (Borja-Bravo, Osuna, Arellano, García y Martínez, 2018). Se han realizado investigaciones con el fin de conocer los efectos negativos del estrés salino en *Phaseolus vulgaris* L. (Quintana-Blanco, Pinzón y Torres, 2016), en *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Garzón y García, 2011). Otros autores han desarrollado estudios para atenuar estos efectos negativos del estrés salino con el uso de bioestimulantes naturales (Cargua-Chávez, Orellana, Cuenca y Cedeño, 2019), empleando métodos de selección para incrementar la tolerancia (Murillo-Amador *et al.*, 2002) y hasta el uso de microorganismos benéficos (Gómez-Padilla *et al.*, 2013), en su gran mayoría con resultados positivos pero que a su vez requieren de recursos económicos y tiempo para su aplicación y generalización. Sin embargo, ha sido poco estudiado el uso de sustancias ultradiluidas como los medicamentos homeopáticos para lograr incrementar el índice de tolerancia a la salinidad en este cultivo.

A pesar de tener varias décadas el uso de la homeopatía agrícola, en los últimos años se ha intensificado su aplicación debido a sus amplias ventajas ante otros productos tóxicos para el medio ambiente (Mazón-Suástegui *et al.*, 2019), lo que ha permitido una garantía de inocuidad a los cultivos y productos tratados, además se han registrado significativos logros en numerosos cultivos de interés económico, como en hortalizas (Abasolo-Pacheco *et al.*, 2020), legumbres (García-Bernal, Ojeda, Batista, Abasolo y Mazón, 2020), también es un hecho, su impacto positivo desde el punto de vista económico dado por su bajo costo (Meneses-Moreno, 2017). Otras investigaciones han demostrado que la homeopatía agrícola puede coadyuvar a la incesante búsqueda de alternativas para hacer frente al cambio

climático, ya que con su aplicación se puede inducir tolerancia al estrés salino por NaCl (Mazón-Suástegui *et al.*, 2018; Rodríguez Álvarez *et al.*, 2020). Por lo anterior se considera el uso de dos dinimizaciones y su combinación del medicamento *Natrum muriaticum* como una alternativa viable para incrementar el índice de tolerancia al estrés salino (NaCl) y estimular el crecimiento vegetal en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. variedad Quivicán y *Vigna unguiculata* L., Walp. variedad paceño.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de Estudio

El estudio se realizó durante 35 días en el campo agrícola experimental del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR); bajo una estructura metálica totalmente cubierta con malla de 1610 PME CR, con hilos de  $16 \times 10 \text{ cm}^2$ , orificios de  $0.4 \times 0.8 \text{ mm}$  color blanco con 30% de sombra, y por encima de la misma, una malla color negro, con 35% de sombra. El sitio se localiza al noroeste de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México, a los  $24^\circ 08' 10.03'' \text{ N}$  y  $110^\circ 25' 35.31'' \text{ O}$ , a 7 m de altura sobre el nivel del mar.

### Material Genético

Se utilizaron semillas certificadas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Quivicán de testa blanca, provenientes de la Biofábrica de Villa Clara, Cuba y semillas de frijol Yorimón (*Vigna unguiculata* L., Walp.), variedad Paceño donadas por productores de Baja California Sur, México. Previo al desarrollo de este experimento se realizó una prueba de germinación utilizando la metodología del ISTA (2016), con el fin de verificar la calidad de las semillas.

### Diseño Experimental

El experimento se realizó mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial de  $2A \times 2B \times 4C$ , siendo el factor A las dos variedades en estudio (Quivicán y Paceño) el factor B, dos concentraciones de NaCl (0 y 75 mM) y el factor c, dos dinimizaciones centesimales Hahnemanianas (CH) del medicamento homeopático *Natrum muriaticum* (NaM): aplicadas de manera individual y combinada (NaM-7CH,

NaM-13CH, NaM-7CH + NaM-13CH y un tratamiento control (agua destilada). Los tratamientos homeopáticos (HOM) fueron preparados en agua destilada, a partir de los medicamentos oficinales respectivos de marca Similia® adquiridos de proveedor autorizado (Farmacia Homeopática Nacional®, CDMX, México) en dinamización alcohólica (*Natrum muriaticum* 6CH y *Natrum muriaticum* 12 CH), que tienen registro en la Secretaría de Salud (México) y autorización para uso en humanos. Durante su preparación se aplicaron los procedimientos básicos que establece la farmacopea homeopática mexicana (SSA, 2015), incluyendo dilución serial centesimal (1:99) y agitación vigorosa, según la metodología descrita por Mazón-Suástegui, Ojeda, García, Batista y Abasolo (2020).

### Desarrollo Experimental

Las semillas se desinfectaron previo a la siembra mediante inmersión en etanol al 70% durante 10 segundos seguido de una solución de hipoclorito de sodio al 1.5% durante 10 min y por último se lavaron tres veces con agua desionizada para eliminar cualquier residuo de desinfectante (Collado *et al.*, 2013). Las semillas se colocaron en papel filtro para su secado y luego fueron embebidas por 30 min con el tratamiento homeopático correspondiente o con AD para el tratamiento control. Enseguida las semillas se sembraron en macetas de plástico (cuatro semillas por maceta) cada uno con 5 kg de sustrato comercial (Sogemix PM®) estableciendo cinco réplicas por tratamiento.

Una vez que las plantas emergieron se aplicaron los tratamientos HOM (NaM-7CH, NaM-13CH, NaM-7CH + NaM-13CH y AD como control) lo más próximo posible al sistema radical de las plántulas, en las primeras horas del día. Los tratamientos salinos (0 y 75 mM de NaCl) se aplicaron de manera gradual, para evitar un shock osmótico (Murillo-Amador y Troyo-Diéguez, 2000), iniciando con una concentración 25 mM de NaCl hasta llegar a la concentración de 75 Milimolar.

### Análisis de Crecimiento

Para medir la ganancia de biomasa vegetal por día o tasa de crecimiento del cultivo, se realizó una toma de muestra destructiva a los 14 días después de la siembra (DDS) a las que se le realizó el mismo procedimiento en las mediciones morfométricas que las muestras tomadas

a los 35 DDS. Se tomaron 10 plantas por cada tratamiento en cada muestreo y se separaron en raíz, tallo y hojas, con ayuda de una balanza analítica (Mettler Toledo®, modelo AG204, USA) se determinó la biomasa fresca y posteriormente los tejidos correspondientes (raíz, tallo y hojas) de cada planta, se colocaron en bolsas de papel y se introdujeron en una estufa de secado (Shel-Lab®, modelo FX-5, serie-1000203) manteniéndose a temperatura de 70 °C hasta obtener su deshidratación completa (aproximadamente 72 horas). Enseguida se pesaron en balanza analítica (Mettler Toledo®, AG204, USA) expresando el peso en gramos de biomasa vegetal seca de raíz, tallo y hojas (BSR, BST y BSH). Se calculó la tasa de crecimiento del cultivo mediante la ecuación siguiente:

$$TC \text{ (g/día)} = (W2-W1)/(t1-t2) \quad (1)$$

Donde: TC= Tasa de crecimiento (g/día) W= biomasa seca total (g) t=tiempo (días, semanas)

### Calculo del Índice de Tolerancia Relativa a la Salinidad

Para determinar la tolerancia relativa a la salinidad se emplearon las variables morfométricas, biomasa seca de raíz, tallo y hojas determinadas con anterioridad y se realizó mediante la ecuación de Udoenko (1976):

$$ITR \text{ (%) } = 100 \times (MCS/MCC) \quad (2)$$

Donde: MCS= medias en condiciones salinas, MCC=medias en condiciones no salinas

### Análisis Estadístico

Se realizaron análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ). En todas las variables, los valores promedio se consideraron significativamente diferentes cuando  $P \leq 0.05$ . Los datos de porcentaje se transformaron mediante arcoseno (Little y Hills, 1989; Steel y Torrie, 1985). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica v.10.0 para Windows® (StatSoft® Inc., 2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tasa de Crecimiento

El análisis de los resultados para la variable tasa de crecimiento (TC) mostró diferencia significativa entre

variedades ( $P = 0.000$ ), se observó una mayor tasa de crecimiento en la variedad Quivicán (Figura 1A). Entre los diferentes niveles de NaCl se registró un decremento cuando las plantas fueron tratadas con 75mM de NaCl (Figura 1B), afectando la TC un 26.67% con respecto a las plantas que no recibieron estrés por salinidad (NaCl). Estos resultados coinciden con los reportados por Can-Chulim *et al.* (2017), al estudiar el efecto de diferentes concentraciones de sales en tres variedades de frijol reportaron una disminución significativa del crecimiento cuando las plantas recibieron tratamiento de estrés salino de moderado (Conductividad eléctrica, [CE=2.3 dS m<sup>-1</sup>]) a severo (CE=9.0 dS m<sup>-1</sup>). Otros autores también reportaron una disminución de las variables evaluadas en frijol común, cuando las plantas

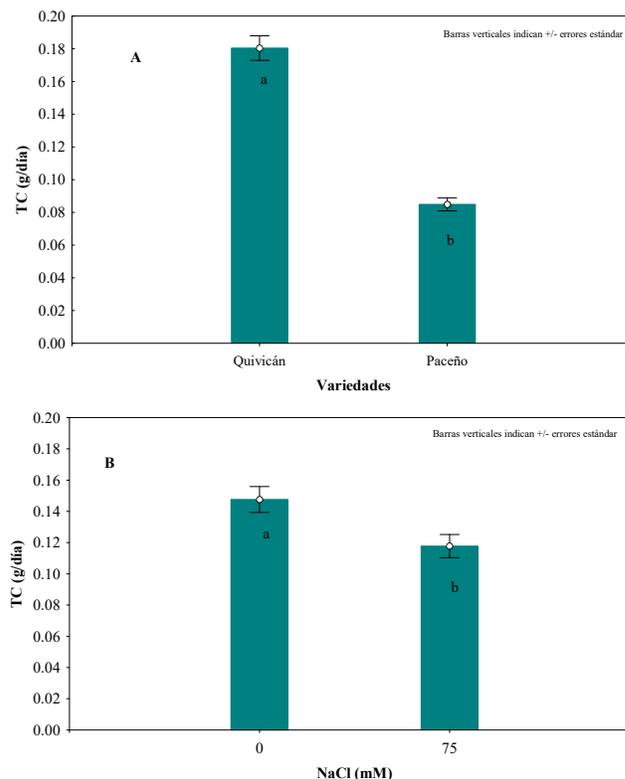
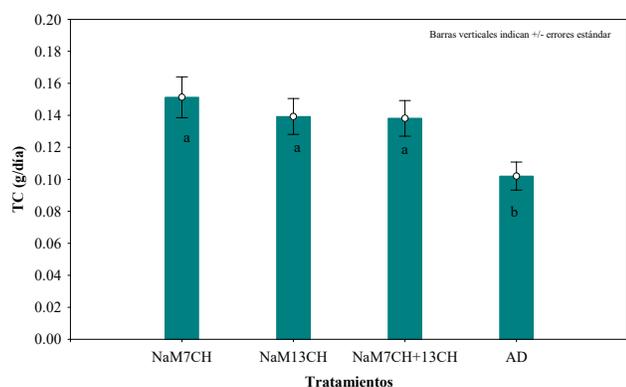


Figura 1. Tasa de crecimiento de dos variedades de frijol (*P. vulgaris* L.), tratadas con medicamentos homeopáticos (A), efecto del NaCl en la tasa de crecimiento de dos variedades de frijol (*P. vulgaris* L.) tratadas con medicamentos homeopáticos (B). Letras distintas muestran diferencias estadísticas (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ).

Figure 1. Growth rate of two bean varieties (*P. vulgaris* L.) treated with homeopathic medicines (A), effect of NaCl on the growth rate of two bean varieties (*P. vulgaris* L.) treated with homeopathic medicines (B). Different letters show statistical differences (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ).

se trataron con NaCl Beykhhormizi, Abrishamchi, Ganjeali y Parsa (2016). Estos resultados pueden estar determinados por los efectos negativos del estrés por NaCl en las plantas, está comprobado que un exceso de sales en el medio de cultivo ocasiona un estrés osmótico en las células, lo que puede conducir a una disminución de las funciones metabólicas fundamentales tales como la fotosíntesis, respiración y adsorción de iones (Batista-Sánchez *et al.*, 2017).

Al analizar el efecto de los tratamientos homeopáticos en la TC, se observó diferencias significativas ( $P = 0.0002$ ) con respecto al tratamiento control (AD), con una mayor TC en las plantas de frijol que recibieron las dinamizaciones homeopáticas (Figura 2). Estos resultados concuerdan con los reportados por Mazón-Suástegui *et al.* (2020), quienes observaron un incremento significativo en las variables evaluadas al cultivo del frijol tratado con dinamizaciones de *Natrum muriaticum*. Otros autores encontraron un crecimiento significativo en el cultivo de chile al aplicar dinamizaciones homeopáticas de *Natrum muriaticum* (Rodríguez-Álvarez, Morales, Batista y Mazón, 2020). Todo lo cual nos confirma que el empleo de compuestos bioactivos altamente diluidos (CBAD), que contienen como ingrediente activo sal de mar para tratar plantas sometidas a estrés salino, induce una respuesta positiva a nivel celular, activando mecanismos de defensa aún por estudiar, que son



**Figura 2.** Efecto de los tratamientos homeopáticos en la tasa de crecimiento de dos variedades de frijol (*P. vulgaris* L.), cultivadas bajo condiciones salinas (NaCl). Letras distintas muestran diferencias estadísticas (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ).

**Figure 2.** Effect of homeopathic treatments on the growth rate of two bean varieties (*P. vulgaris* L.), grown under saline conditions (NaCl). Different letters show statistical differences (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ).

capaces de mitigar los efectos negativos de la presencia del NaCl en el metabolismo vegetal.

### Índice de Tolerancia Relativa a la Salinidad

El análisis del índice de tolerancia relativa a la salinidad de las dos variedades estudiadas (Figura 3), mostraron diferencias significativas para la biomasa seca de hojas ( $P = 0.004$ ), tallos ( $P = 0.002$ ) y raíces ( $P = 0.0001$ ). Se observó un mayor índice de tolerancia en la variedad Quivicán, superando con un 18% la biomasa seca de hojas, 14% la biomasa seca de tallos y 12% la biomasa seca de raíces de la variedad Pazeño.

Resultados similares encontraron Mazón-Suástegui *et al.* (2020); al estudiar el efecto mitigador de tratamientos homeopáticos en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). También en estudios realizados por Quintana-Blanco *et al.* (2016) reportaron tolerancia a la salinidad NaCl de este cultivo a niveles moderados. Los resultados expuestos en este estudio (Figura 3) pueden explicarse debido a la capacidad adaptativa a los ambientes desfavorables que puede tener la variedad de frijol con mejor respuesta empleada en el estudio, según Pérez-Matos (2017).

Otra hipótesis plausible puede ser el rápido desarrollo de este cultivo, lo que facilita que las plantas puedan enfrentar la presencia de agentes estresantes en el medio de cultivo con mayor facilidad, cuando sus raíces son capaces de explorar una mayor área y su área foliar es mayor para producir una mayor cantidad de fotoasimilados capaces de vigorizar las plantas para enfrentar los efectos negativos que ocasiona la presencia de NaCl en el medio de cultivo (Pérez-Matos, 2017).

El análisis del efecto de los tratamientos homeopáticos en el índice de tolerancia relativa a la salinidad (NaCl) reveló diferencias significativas (Figura 4) para la biomasa seca de hojas ( $P = 0.002$ ), tallos ( $P = 0.0000$ ) y raíces ( $P = 0.0001$ ). El análisis de la interacción tratamientos homeopáticos  $\times$  variedades en el índice de tolerancia relativa a la salinidad de la biomasa seca (Figura 5) solo se observó diferencias significativas en hojas ( $P = 0.0000$ ) y raíces ( $P = 0.002$ ).

Las plantas de frijol de ambas variedades cuando recibieron los tratamientos homeopáticos, dinamizaciones de *Natrum muriaticum*, respondieron de forma positiva con un incremento del índice de tolerancia relativa a la salinidad, con respecto a las plantas que no recibieron las dinamizaciones

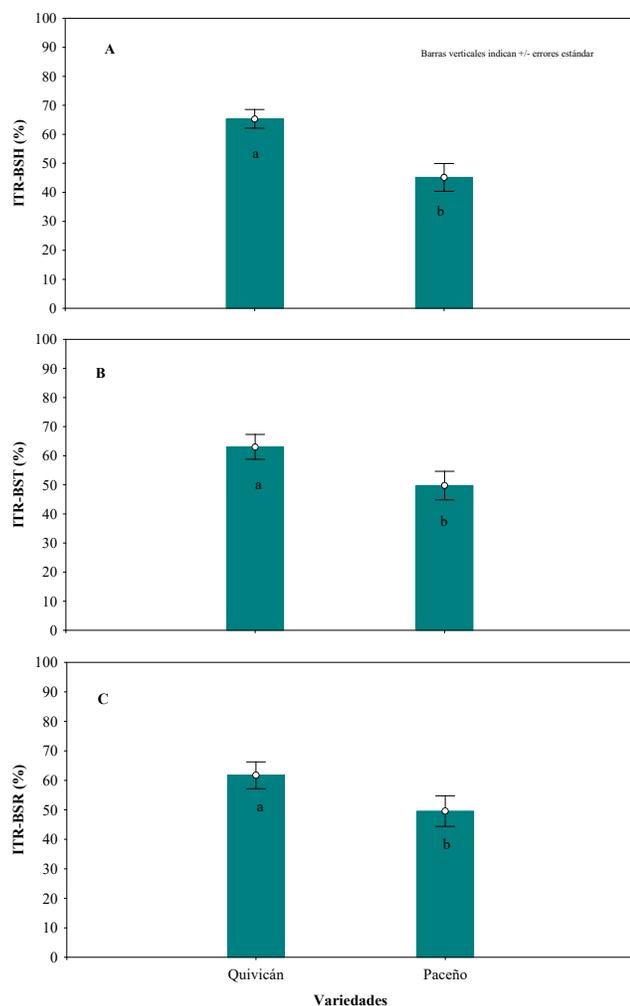


Figura 3. Índice de tolerancia relativa a la salinidad de la biomasa seca de hojas (A), tallos (B) y raíces (C) en dos variedades de frijol (*P. vulgaris* L.), cultivadas en condiciones salinas (NaCl) y tratadas con medicamentos homeopáticos. Letras distintas muestran diferencias estadísticas (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ).

Figure 3. Relative tolerance index to salinity of the dry biomass of leaves (A), stems (B) and roots (C) in two bean varieties (*P. vulgaris* L.), grown under saline conditions (NaCl) and treated with homeopathic medicines. Different letters show statistical differences (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ).

homeopáticas, siendo el tratamiento de NaM-7CH el de mejores resultados (Figura 4).

Al estudiar la interacción se encontró una respuesta mayor en la variedad Paceño cuando se aplicaron las dinamizaciones homeopáticas a diferencia de las plantas que solo recibieron agua destilada como tratamiento control (Figura 5). En estudios realizados por Mazón-Suástegui *et al.* (2018) en el cultivo de la albahaca encontraron resultados similares, cuando

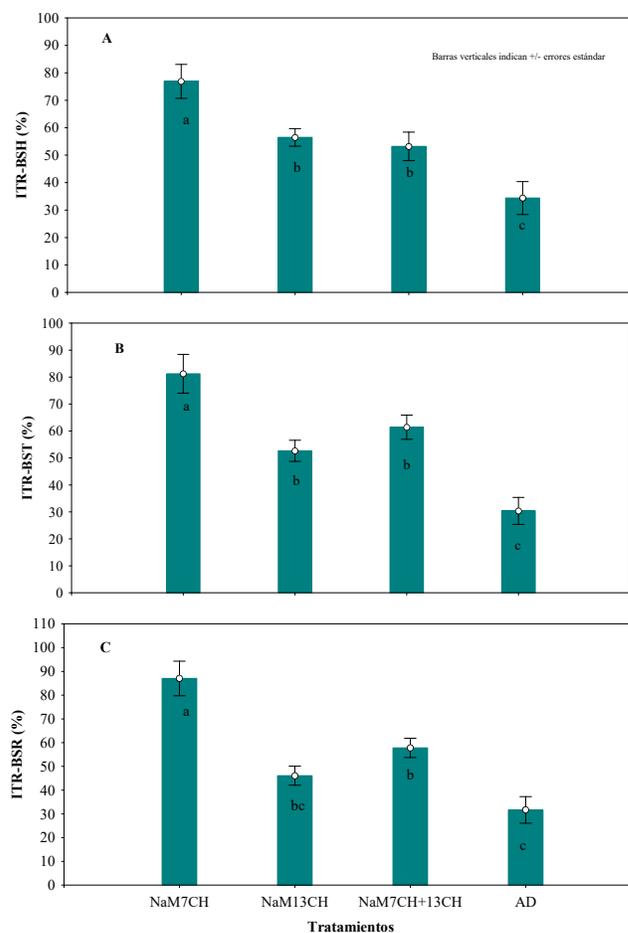
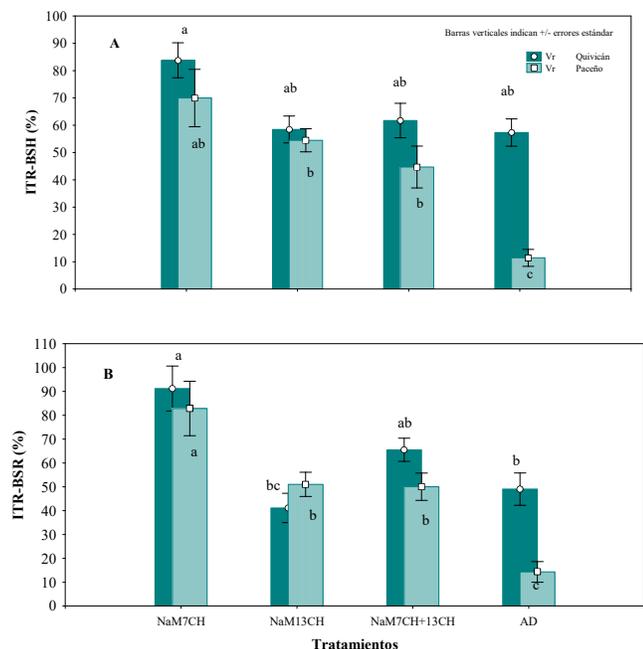


Figura 4. Efecto de los tratamientos homeopáticos en el índice de tolerancia relativa a la salinidad de biomasa seca hojas (A), tallos (B) y raíces (C) en dos variedades de frijol (*P. vulgaris* L.), cultivadas en condiciones salinas (NaCl) y tratadas con medicamentos homeopáticos. Letras distintas muestran diferencias estadísticas (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ).

Figure 4. Effect of homeopathic treatments on the relative tolerance index to salinity of dry biomass leaves (A), stems (B) and roots (C) in two bean varieties (*P. vulgaris* L.), grown under saline conditions (NaCl) and treated with homeopathic medicines. Different letters show statistical differences (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ).

aplicaron los tratamientos homeopáticos registraron un incremento de la tolerancia a la salinidad por NaCl presente en el medio de cultivo, en las plantas que recibieron la dinamización de NaM-7CH. Aunque de forma general lograron encontrar una respuesta anti estrés con la aplicación de las dinamizaciones de NaM. Estos resultados pueden explicarse por la presencia de oligoelementos como  $K^+$  contenidos en el ingrediente activo de *Narum muriaticum* y que tienen un papel fundamental en el metabolismo celular, facilitando



**Figura 5. Efecto de La interacción tratamientos homeopáticos × variedades en el índice de tolerancia relativa a la salinidad de la biomasa seca de hojas (A), y raíces (B) en dos variedades de frijol (*P. vulgaris* L.), cultivadas en condiciones salinas (NaCl) y tratadas con medicamentos homeopáticos.** Letras distintas muestran diferencias estadísticas (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ).

**Figure 5. Effect of the interaction homeopathic treatments × varieties in the tolerance index relative to salinity of the dry biomass of leaves (A), and roots (B) in two varieties of beans (*P. vulgaris* L.), grown under saline conditions (NaCl) and treated with homeopathic medicines.** Different letters show statistical differences (Tukey HSD,  $P \leq 0.05$ ).

que las plantas mantengan su vigor aún en ambientes desfavorables para su correcto desarrollo García-Bernal *et al.* (2020).

El efecto antiestres del medicamento homeopático *Narum muriaticum* también ha sido descrito por autores como Abasolo-Pacheco *et al.* (2020), que han encontrado respuestas positivas a su aplicación, ya sea por la presencia de oligoelementos que participan en el metabolismo celular o por la posible activación de mecanismos bioquímicos que permiten mantener las funciones vitales de las plantas, aún en condiciones de estrés salino, logrando que la afectación en el rendimiento por esta causa sea menor que en las plantas no tratadas.

## CONCLUSIONES

El tratamiento con dinamizaciones de *Natrum muriaticum* aplicado a las plantas de *P. vulgaris* y *V.*

*unguiculata*, indujo una mayor tasa de crecimiento e incrementó el índice de tolerancia relativa a la salinidad (NaCl). La dinamización NaM-7CH mostró los mejores resultados en las variables estudiadas y la variedad Quivicán la de mayor índice de tolerancia al estrés salino. Por lo tanto, la utilización de *Natrum muriaticum* (7CH) permite estimular el crecimiento y la productividad de las plantas de frijol bajo estrés salino (NaCl), reafirmando como una alternativa viable para la agricultura de zonas áridas y semiáridas.

## DECLARACIÓN DE ÉTICA

No aplicable.

## CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

No aplicable.

## DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los conjuntos de datos utilizados o analizados durante el estudio actual se encuentran disponibles con el autor correspondiente a solicitud razonable.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

## FONDOS

No aplicable.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización y administración del proyecto de investigación, revisión y validación: J.M.M.S. Conceptualización, análisis y revisión: M.G.B. Conceptualización, análisis y preparación del borrador original, revisión y edición: C.M.O.S. Software, revisión y edición: D.B.S. Metodología, revisión y edición: F.H.R.E.

## AGRADECIMIENTOS

El estudio fue financiado por el Fondo Sectorial de Investigación para la Educación, proyecto Ciencia Básica SEP-CONACYT No. 258282 "Evaluación

experimental de homeopatía y nuevos probióticos en el cultivo de moluscos, crustáceos y peces de interés comercial", bajo la responsabilidad académica de J.M.M.S. Se agradece el apoyo técnico de Carmen Mercado-Guido, Lidia Hiraes-Lucero y Pedro Luna-García.

## LITERATURA CITADA

- Abasolo-Pacheco, F., Bonilla-Montalván, B., Bermeo-Toledo, C., Ferrer-Sánchez, Y., Ramírez-Castillo, A. J., Mesa-Zavala, E., ... Mazón-Suástegui, J. (2020). Efecto de medicamentos homeopáticos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Terra Latinoamericana Número Especial* 38(1), 103-117. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.718>.
- Barrios-Gómez, E. J., López-Castañeda, C., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J. A., Miranda-Colin, S., & Mayek-Pérez, N. (2011). Avances en el mejoramiento genético del frijol en México por tolerancia a temperatura alta y a sequía. *Revista fitotecnica mexicana*, 34(4), 247-255.
- Batista-Sánchez, D., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Alcaraz-Meléndez, L., Troyo-Diéguez, E., Hernández-Montiel, L., & Ojeda-Silvera, C. M. (2017). Mitigación de NaCl por efecto de un bioestimulante en la germinación de *Ocimum basilicum* L. *Terra Latinoamericana*, 35(4), 309-320.
- Bellucci, E., Bitocchi, E., Rau, D., Rodríguez, M., Biagetti, E., Giardini, A., ... Papa, R. (2014). Genomics of origin, domestication and evolution of *Phaseolus vulgaris*. In R. Tuberosa, A. Graner, & E. Frison (Eds.), *Genomics of plant genetic resources* (pp. 483-507). Dordrecht, Netherlands: Springer. [http://doi.org/10.1007/978-94-007-7572-5\\_20](http://doi.org/10.1007/978-94-007-7572-5_20)
- Beykhhormizi, A., Abrishamchi, P., Ganjeali, A., & Parsa, M. (2016). Effect of vermicompost on some morphological, physiological and biochemical traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress. *Journal of Plant Nutrition*, 39(6), 883-893.
- Borja-Bravo, M., Osuna-Ceja, E. S., Arellano-Arciniega, S., García-Hernández, R. V., & Martínez-Gamiño, M. Á. (2018). Competitividad y eficiencia en la producción de frijol en condiciones de temporal con tecnología tradicional y recomendada. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 41(4), 443-450.
- Can-Chulim, Á., Cruz-Crespo, E., Ortega-Escobar, H. M., Sánchez-Bernal, E. I., Madueño-Molina, A., Bojórquez-Serrano, J. I., & Mancilla-Villa, Ó. R. (2017). Respuesta de *Phaseolus vulgaris* a la salinidad generada por NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y NaHCO<sub>3</sub>. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(6), 1287-1300.
- Cargua-Chávez, J. E., Orellana-Castro, G. E., Cuenca-Tinoco, A. C., & Cedeño-García, G. A. (2019). Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista ESPAMCIENCIA*, 10(1), 14-22.
- Chartzoulakis, K., & Klapaki, G. (2000). Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, 86(3), 247-260. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(00\)00151-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(00)00151-5)
- Collado, R., Veitía, N., Bermúdez-Caraballoso, I., García, L. R., Torres, D., Romero, J. L., ... Angenon, G. (2013). Efficient *in vitro* plant regeneration via indirect organogenesis for different common bean cultivars. *Scientia Horticulturae*, 153, 109-116. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.02.007>.
- Farahbakhsh, H., & Shamsaddin, M. (2011). Effect of seed priming with NaCl on maize germination under different saline conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 6(28), 6095-6099.
- García-Bernal, M., Ojeda-Silvera, C. M., Batista-Sánchez, D., Abasolo-Pacheco, F., & Mazón-Suástegui, J. M. (2020). Respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Quivicán a la aplicación de medicamentos homeopáticos. *Terra Latinoamericana*, 38(1), 137-147. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.583>
- Garzón, P., & García, M. (2011). Efecto del estrés por NaCl sobre la anatomía radical y foliar en dos genotipos de frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Bioagro*, 23(3), 153-160.
- Gómez-Padilla, E. J., Argente-Martínez, L., Amador, C., Alarcón-Barrero, K., López-Sánchez, R., Ruiz-Díez, B., & Eichler-Loebermann, B. (2013). Evaluación de la tolerancia a la salinidad en frijol caupí a partir de variables relacionadas con la nodulación y la acumulación de nitrógeno foliar. *Cultivos Tropicales*, 34(3), 11-16.
- ISTA (International Seed Testing Association). (2016). *International Rules for the Analysis of Seeds*. Zürichstr, Bassersdorf, Switzerland: ISTA
- Little, T. M., & Hills, F. J. (1989). *Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura* (270 pp.). Distrito Federal, México: Trillas.
- Mazón-Suástegui, J. M., Murillo-Amador, B., Batista-Sánchez, D., Agüero-Fernández, Y., García-Bernal, M. R., & Ojeda-Silvera, C. M. (2018). *Natrum muriaticum* as an attenuant of NaCl salinity in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Nova Scientia*, 10(21), 120-136. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i21.1423>
- Mazón-Suástegui, J. M., Ojeda-Silvera, C. M., García-Bernal, M., Batista-Sánchez, D., & Abasolo-Pacheco, F. (2020). La Homeopatía incrementa la tolerancia al estrés por NaCl en plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Quivicán. *Terra Latinoamericana Número Especial*, 38(1), 37-51. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.584>
- Mazón-Suástegui, J. M., Ojeda-Silvera, C. M., García-Bernal, M., Avilés-Quevedo, M. A., Abasolo-Pacheco, F., Batista-Sánchez, D., ... Bonilla-Montalvan, B. (2019). *Agricultural homeopathy: A new insight into organics*. London, United Kingdom: IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84482>.
- Meneses-Moreno, N. (2017). Agrohhomeopatía como alternativa a los agroquímicos. *Revista Médica de Homeopatía*, 10(1), 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.homeo.2017.04.004>
- Murillo-Amador, B., & Troyo-Diéguez, E. (2000). Effects of salinity on the germination and seedling characteristics of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40(3), 433-438. <https://doi.org/10.1071/EA99009>.
- Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., García-Hernández, J. L., Larrinaga-Mayoral, J. A., Nieto-Garibay, A., & López-Cortés, A. (2002). Efecto de la salinidad en genotipos de chícharo de vaca (*Vigna unguiculata* L. Walp.) durante la etapa de plántula. *Agrochimica*, 46(1-2), 73-86.
- Pérez-Matos, A. (2017) *Caracterización morfoagronómica de cinco cultivares de frijol común (phaseolus vulgaris l) en el*

- municipio de Jobabo*. Revista Caribeña de Ciencias Sociales (octubre 2017). Consultado el 10 julio, 2021, desde <https://www.eumed.net/rev/caribe/2017/10/cultivares-frijol-comun.html>
- Quintana-Blanco, W. A., Pinzón-Sandoval, E. H., & Torres, D. F. (2016). Evaluación del crecimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Ica Cerinza, bajo estrés salino. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(1), 87-95.
- Rodríguez-Álvarez, M., Morales-Roblero, N., Batista-Sánchez, D., & Mazón-Suástegui, J. M. (2020). *Natrum muriaticum* atenúa el estrés por NaCl en *Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*. *Terra Latinoamericana Número Especial*, 38(1), 199-218. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.677>.
- Royo, A., & Aragües-Lafarga, R. (2003). Establecimiento de nuevos índices de tolerancia de los cultivos a la salinidad: la cebada como caso de estudio. *Investigación Agraria. Producción y Producción Vegetal*, 3, 410- 421.
- SSA (Secretaría de Salud). (2015). *Farmacopea homeopática de los Estados Unidos Mexicanos*. México: FEUM-SSA. ISBN: 978-607-460-509-9.
- Statsoft. (2011). *STATISTICA User's Guide. Version 10*. Tulsa, OK, USA: Statsoft Inc.
- Steel, G. D., & Torrie, J. H. (1985). *Bioestadística. Principios y procedimientos* (622 pp.) Bogotá, Colombia: McGraw Hill. ISBN: 968-451-495-6
- Suárez-Martínez, S. E., Ferriz-Martínez, R. A., Campos-Vega, R., Elton-Puente, J. E., de la Torre-Carbot, K., & García-Gasca, T. (2016). Bean seeds: Leading nutraceutical source for human health. *CyTA-Journal of Food*, 14(1), 131-137. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1063548>
- Udovenko. (1976). *Métodos de evaluación de la resistencia de plantas a los factores adversos del medio*. Leningrado, Unión Soviética: Kolos.