



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

MEDICAMENTOS HOMEOPÁTICOS COMO PROMOTORES DE
GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE CHILE (*Capsicum annuum*
L.), SOMETIDO A ESTRÉS POR NaCl.

T E S I S

Que para obtener el grado de

Maestra en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en Agricultura Sustentable)

P r e s e n t a

Dailenys Batista Sánchez

La Paz, Baja California Sur, febrero de 2022.

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 11:00 horas del día 31 del Mes de Enero de 2022, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"MEDICAMENTOS HOMEOPÁTICOS COMO PROMOTORES DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE CHILE (*Capsicum annuum* L), SOMETIDO A ESTRÉS POR NaCl"


Presentada por el alumno:

Dailenys Batista Sánchez

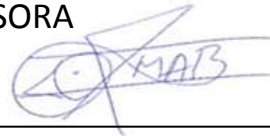
Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN **AGRICULTURA SUSTENTABLE**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA



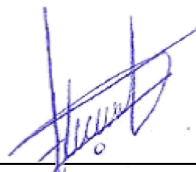
Dr. José Manuel Mazón Suástegui
Co-Director de Tesis



Dr. Bernardo Murillo Amador
Co-Director de Tesis



Dr. Fernando Abasolo Pacheco
Co-Tutor de Tesis



Dra. Gracia Alicia Gómez Anduro,
Directora de Estudios de Posgrado y
Formación de Recursos Humanos.

La Paz, Baja California Sur, a 01 de febrero de 2022.

Los miembros del comité de tesis del (la) estudiante DAILENYS BATISTA SÁNCHEZ del Programa de Maestría en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales, revisamos el contenido de la tesis y otorgamos el Vo.Bo. dado que la tesis no representa un plagio de otro documento como lo muestra el reporte de similitud realizado:

- Herramienta antiplagio:
iThenticate
 - Filtros utilizados:
Citas y Bibliografía
 - Porcentajes de similitud:
18%
- Se muestra captura de pantalla

		Citas excluidas	18%
		Bibliografía excluida	SIMILAR
Resumen de Coincidencias			
1	Internet 1620 palabras Copiado el 17-Sep-2021 dSPACE.cibnor.mx:8080		9%
2	Internet 905 palabras Copiado el 01-Jul-2020 www.scielo.org.mx		5%
3	Internet 171 palabras Copiado el 03-Oct-2020 cibnor.repositorioinstitucional.mx		1%
4	Internet 147 palabras Copiado el 22-Oct-2020 aprenderly.com		1%
5	Internet 98 palabras "Mitigación de NaCl por efecto de un bioestimulante en la germinación de <i>Ocimum basilicum</i> L.", "Sociedad Mexican		1%
6	Internet 79 palabras Copiado el 23-Sep-2021 efekto10.com		<1%

Firmas del comité



Dr. José Manuel Mazón Suástegui
Co-Director de Tesis



Dr. Bernardo Murillo Amador
Co-Director de Tesis



Dr. Fernando Abasolo Pacheco
Co-Tutor de Tesis

Conformación de Comités

Comité Tutorial

Dr. José Manuel Mazón Suástegui

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C

Co-Director de Tesis

Dr. Bernardo Murillo Amador

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C

Co-Director de Tesis

Dr. Fernando Abasolo Pacheco

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

Co-Tutor de Tesis

Comité Revisor de Tesis

Dr. José Manuel Mazón Suástegui

Dr. Bernardo Murillo Amador

Dr. Fernando Abasolo Pacheco

Jurado de Examen

Dr. José Manuel Mazón Suástegui

Dr. Bernardo Murillo Amador

Dr. Fernando Abasolo Pacheco

Suplente

Dr. Jorge Arnoldo Villegas Espinoza

Resumen

La agricultura genera la mayor cantidad de alimentos que consume el ser humano y uno de sus factores limitantes es la salinización progresiva de los suelos, que afecta grandes extensiones territoriales, limitando sensiblemente la productividad agrícola. Los medicamentos homeopáticos de uso humano *Natrum muriaticum* (NaM) y *Silicea terra* (SiT) son compuestos bioactivos altamente diluidos que actúan ecoamigablemente como promotores de germinación y desarrollo inicial en diversos cultivos agrícolas de importancia comercial. En esta investigación se evaluó la respuesta morfo-fisiológica de chile (*Capsicum annuum* L.), a la aplicación de cloruro de sodio (NaCl) como inductor de estrés salino, en sus etapas fenológicas de germinación y emergencia/crecimiento inicial, y simultáneamente, el efecto atenuador de dos dinamizaciones de estos medicamentos en 7ª y 13ª dilución centesimal 1:99 (NaM-7CH y NaM-3CH; SiT-7CH y SiT-13CH). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de (2A × 3B × 5C), siendo el factor A, las variedades de *C. annuum* L. [Santa Fé (SF) y Jalapeño M (JM)], el factor B, las concentraciones de NaCl (0, 50 y 100 mM) y el factor C, los medicamentos homeopáticos NaM-7CH, NaM-13CH, SiT-7CH, SiT-13CH y agua destilada (AD) como tratamiento control, para un total de 30 tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. Las variables de respuesta evaluadas fueron: porcentaje de germinación (PG), tasa de germinación (TG), altura de la plántula (AP), longitud de radícula (LR) y biomasa fresca y seca de radícula (BFR y BSR) y de parte aérea (BFPA y BSPA). Se realizaron análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD $p \leq 0.05$). Los resultados muestran que la aplicación de NaM-7CH y SiT-7CH incrementó significativamente las variables PG, AP, BFR, BSR, BFPA y BSPA. La respuesta mayor se registró en LR con el tratamiento NaM-7CH (57.8% en JM y 86.3% en SF), con respecto a las plántulas del tratamiento control (AD) sin medicación homeopática. En general, se observó un efecto favorable antiestrés al aplicar NaM y SiT, demostrando su potencial aplicabilidad como alternativa inocua y eficiente, para atenuar los efectos negativos del estrés salino en la producción agrícola sustentable, orgánica y convencional, de chile Jalapeño M y Santa Fé Grande.

Palabras clave: homeopatía agrícola, estrés salino, productividad agrícola, ecosustentabilidad.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1635-4351>

Vo.Bo. Co-Directores de Tesis

Dr. José Manuel Mazón Suástegui

Dr. Bernardo Murillo Amador

Summary

Agriculture generates the largest amount of food consumed by humans and one of its limiting factors is the progressive salinization of soils, which affects large areas of land, significantly limiting agricultural productivity. The homeopathic medicines for human use *Natrum muriaticum* (NaM) and *Silicea terra* (SiT) are highly diluted bioactive compounds and act eco-friendly as promoters of germination and early development in various agricultural crops of commercial importance. In this research, the morpho-physiological response of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) was evaluated, to the application of sodium chloride (NaCl) as an inducer of saline stress, in its phenological stages of germination and emergence / initial growth, and simultaneously, the attenuating effect of two dynamizations of these drugs in 7th and 13th centesimal dilution 1:99 (NaM-7CH and NaM-13CH; SiT-7CH and SiT-13CH). A completely randomized design was used with a factorial arrangement of (2A × 3B × 5C), with factor A being the varieties of *C. annuum* L. [Santa Fe (SF) and Jalapeno M (JM)], factor B, the concentrations of NaCl (0, 50 and 100 mM) and factor C, homeopathic medicines NaM-7CH, NaM-13CH, SiT-7CH, SiT-13CH and distilled water (AD) as control treatment, for a total of 30 treatments with four repetitions each. The response variables evaluated were the germination percentage (PG), germination rate (TG), seedling height (AP), radicle length (LR) and fresh and dry radicle biomass (BFR and BSR) and of aerial part (BFPA and BSPA). Analysis of variance and multiple comparisons of means were performed (Tukey HSD $p \leq 0.05$). The results show that the application of NaM-7CH and SiT-7CH significantly increased the variables PG, AP, BFR, BSR, BFPA and BSPA. The greatest response was recorded in LR with the NaM-7CH treatment (57.8% in JM and 86.3% in SF), with respect to the seedlings of the control treatment (AD) without homeopathic medication. In general, a favorable anti-stress effect was observed when applying NaM and SiT, demonstrating their potential applicability as a safe and efficient alternative, to mitigate the negative effects of saline stress in the sustainable, organic or conventional agricultural production of Jalapeno M and large Santa Fe chili (*Capsicum annuum* L.).

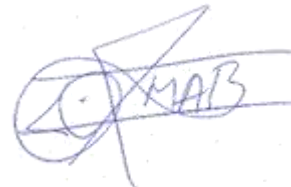
Key words: agricultural homeopathy, saline stress, agricultural productivity, eco-sustainability.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1635-4351>

Vo.Bo. Co-Directores de Tesis



Dr. José Manuel Mazón Suástegui



Dr. Bernardo Murillo Amador

Dedicatoria

A mis padres, por ser ejemplo y guía durante toda mi vida y en mi formación como profesional.

*A mi hermana, mi cuñado por ser los segundos padres y guías durante toda mi vida y apoyarme en todo momento, sin ustedes nada de esto sería posible, soy quien soy gracias a ustedes y a su apoyo incondicional.
Este logro es suyo. Gracias por todo.*

Agradecimientos

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) por permitirme ser parte de la Institución y realizar mi Tesis de Maestría en sus aulas, laboratorios, e instalaciones agrícolas, con el apoyo de su personal académico, científico, técnico y operativo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada No: 1014337.

A mi Comité Tutorial, Dr. José Manuel Mazón Suástegui, Dr. Bernardo Murillo Amador, Dr. Fernando Abasolo Pacheco por la confianza, el apoyo y las enseñanzas brindadas durante estos dos años en mi formación académica. En especial al Dr. José Manuel Mazón Suástegui por ser como un padre para mí en todo el transcurso de este período; gracias por su apoyo incondicional, sus consejos y paciencia, además de compartir conmigo sus conocimientos. Agradecer igualmente al Dr. Carlos Michel Ojeda Silvera, por compartirme su experiencia y sus conocimientos, y ser para mí, una guía muy profesional durante el desarrollo de mis estudios de maestría y en mi vida profesional.

Al 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 del Dr. Mazón Suástegui y proyecto No. 4631 “Modelo de aprovechamiento y eficiencia máxima de agua salinizada acoplado a un sistema unidireccional de acuaponia-agricultura” bajo la responsabilidad técnica del Dr. Murillo Amador.

A mi hermana la Dra. Daulemys Batista Sánchez por ser mi motor impulsor durante toda mi vida y demostrarme que si puedo hacer grandes cosas si me lo propongo, gracias por darme las fuerzas que necesito para seguir adelante.

A mis padres Zaida Sánchez Vieito y Francisco Batista Núñez, aun en la distancia y siempre queriendo lo mejor para mí; gracias por darme la vida y por hacerme quien soy hoy.

A la Dra. María del Carmen Mercado Guido, Lic. Lidia Hiraes Lucero y Tec. Pedro Luna García por su ayuda invaluable durante la ejecución de los experimentos, así como en todas las actividades desarrolladas en los laboratorios de Fisiotecnia Vegetal y Homeopatía Agrícola.

Al personal del Programa de Posgrado del CIBNOR, Dra. Gracia Alicia Gómez Anduro, Lic. Leticia González Rubio Rivera, Lic. Osvelia Ibarra Morales y Lic. Horacio Sandoval Gómez, por su gran apoyo para culminar mi programa de estudios a pesar de la Pandemia (COVID-19).

A mis amigos por el aliento y apoyo durante todo este tiempo, aun estando físicamente distantes; a la Dra. Yuneisy M. Agüero Fernández y su esposo Ismael Cabrera Pacheco, a Idael Ruiz, Claudia Morales y a todos mis compañeros de la maestría, en especial a Ivis Laura Méndez por su apoyo y ayuda en todo momento.

Con la intención de no olvidar a nadie, a todas aquellas personas que de una forma u otra colaboraron para culminar exitosamente el presente trabajo de investigación.

Muchas gracias
Dailenys Batista Sánchez

Contenido

Resumen	i
Summary	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	v
Lista de figuras	vii
Lista de tablas	viii
Abreviaturas	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1 La homeopatía	4
2.2 Usos de los medicamentos homeopáticos en la agricultura.....	5
2.3 La salinidad en la agricultura: Problemática general de los suelos salinos.....	9
2.3.1 Efectos de la salinidad sobre los cultivos.....	10
2.3.2 Fisiología de las plantas cultivadas bajo estrés salino	11
2.4 El cultivo de chile	13
2.4.1 Origen y distribución del chile	13
2.4.2 Producción y consumo de chile	14
2.4.3 Variedades de chile usadas en el estudio.....	15
2.4.3.1 Chile Jalapeño M	15
2.4.3.2 Chile Santa Fé Grande	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. HIPÓTESIS	17
5. OBJETIVOS	18
5.1 Objetivo general	18
5.2 Objetivos particulares.....	18
6. MATERIAL Y MÉTODOS	19
6.1 Etapa de germinación.....	19
6.1.1 Sitio de estudio	19
6.1.2 Diseño experimental.....	19
6.1.3 Preparación de los tratamientos aplicados	19
6.1.3.1 Tratamientos homeopáticos	19
6.1.3.2 Tratamientos salinos	20
6.1.4 Procedimientos de cultivo	20
6.1.5 Variables de respuesta.....	20
6.1.5.1 Porcentaje y tasa de germinación.....	20
6.1.5.2 Variables morfométricas.....	21
6.1.6 Análisis Estadístico	21
6.2 Etapa de emergencia	21
6.2.1 Sitio de estudio	21
6.2.2 Diseño experimental.....	22
6.2.3 Preparación de los tratamientos aplicados	22
6.2.3.1 Tratamientos homeopáticos y salinos	22
6.2.4 Procedimientos de cultivo	22

6.2.5 Variables de respuesta evaluadas.....	23
6.2.5.1 Porcentaje y tasa de emergencia.....	23
6.2.5.2 Variables morfométricas.....	23
6.3 Análisis estadístico.....	23
7. RESULTADOS	24
7.1 Etapa de germinación.....	24
7.1.1 Porcentaje y tasa de germinación.....	24
7.1.2 Variables morfométricas de plántulas de <i>C. annuum</i> L. en la germinación.....	26
7.2 Etapa de emergencia.....	32
7.2.1 Porcentaje y tasa de emergencia de <i>C. annuum</i> L.....	32
7.2.2 Variables morfométricas de plántulas de <i>C. annuum</i> L. en la etapa de emergencia.....	34
8. DISCUSIÓN	38
8.1 Efecto del estrés salino inducido por adición de NaCl en la germinación y emergencia de dos variedades de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.).	38
8.2 Efecto del estrés salino inducido por adición de NaCl en variables morfométricas de plántulas de dos variedades de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	38
8.3 Efecto de los medicamentos homeopáticos como promotores de la germinación y emergencia de dos variedades de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.) sometidos a estrés salino (NaCl).	40
8.4 Efecto de los medicamentos homeopáticos en las variables morfométricas de plántulas de dos variedades de chile (<i>C. annuum</i> L.) sometidas a estrés salino (NaCl).	40
9. CONCLUSIONES	44
10. LITERATURA CITADA	45

Lista de figuras

- Figura 1.** Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl (A) y variedades × medicamentos homeopáticos (B) en el porcentaje de germinación (PG) de semillas de dos variedades de chile (*Capsicum annuum* L.). Barras con letras distintas representan diferencias estadísticas (Tukey HSD, $P \leq 0.05$).25
- Figura 2.** Efecto de la interacción variedades (Vr) × concentraciones de NaCl × medicamentos homeopáticos en el porcentaje de germinación de semillas de dos variedades de chile (*Capsicum annuum* L.).....26
- Figura 3.** Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl (A) y variedades × medicamentos homeopáticos (B) en la altura promedio de plántulas de dos variedades de chile, (*Capsicum annuum* L.), en la etapa de germinación y crecimiento inicial. Barras con letras distintas representan diferencia estadística significativa (Tukey HSD, $P \leq 0.05$).27
- Figura 4.** Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl (A) y variedades × medicamentos homeopáticos (B) en la longitud de radícula de plántulas de dos variedades de chile, (*Capsicum annuum* L.), en la etapa de germinación y crecimiento inicial. Barras con letras distintas representan diferencias estadísticas significativas (Tukey HSD, $P \leq 0.05$).28
- Figura 5.** Efecto de los medicamentos homeopáticos (A) y de la interacción variedades × concentraciones de NaCl (B) en el porcentaje de emergencia de dos variedades de chile (*Capsicum annuum* L.). Barras con letras distintas representan diferencias estadísticas significativas (Tukey HSD, $P \leq 0.05$).....33

Lista de tablas

Tabla 1. Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl en la biomasa fresca y seca de radícula de plántulas de dos variedades de chile, (<i>Capsicum annuum</i> L.), en la etapa de germinación y crecimiento inicial.	29
Tabla 2. Efecto de la interacción variedades × medicamentos homeopáticos (HOM) en la biomasa fresca y seca de parte aérea de plántulas de dos variedades de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	30
Tabla 3. Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl × medicamentos homeopáticos (HOM) en variables morfométricas de plántulas de dos variedades de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.), en la etapa de germinación y crecimiento inicial.....	31
Tabla 4. Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl × medicamentos homeopáticos en el porcentaje de emergencia de dos variedades de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	33
Tabla 5. Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl en variables morfométricas de plántulas de dos variedades de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.), en la etapa de emergencia y crecimiento inicial.....	35
Tabla 6. Efecto de la interacción variedades × medicamentos homeopáticos en variables morfométricas de plántulas de dos variedades de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	36
Tabla 7. Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl × medicamentos homeopáticos en variables morfométricas de plántulas de dos variedades de chile (<i>Capsicum annuum</i> L.), en la etapa de emergencia y crecimiento inicial.	37

Abreviaturas

AD: Agua destilada como tratamiento control

AP: Altura de la Plántula

BFPA: Biomasa Fresca de la Parte Aérea

BFR: Biomasa Fresca de la Radícula

BSPA: Biomasa Seca de la Parte Aérea

BSR: Biomasa Seca de la Radícula

CBAD: Compuestos bioactivos altamente diluidos

CH: Dilución serial centesimal Hahnemanniana

CIBNOR: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

HOM: Tratamientos Homeopáticos

JM: Chile Jalapeño M

LR: Longitud de la Radícula

LT: Longitud del Tallo

Mg: Magnesio

mL: Mililitro

mm: Milímetro

mM: milimolar

n: Número de semillas germinadas

NaCl: Cloruro de sodio

NaM: Medicamento homeopático de uso humano *Natrum muriaticum*

PE: Porcentaje de emergencia

PEASA: Productora de Especies Acuáticas S.A de C.V.

PG: Porcentaje de germinación

SF: Chile Santa Fé Grande

SIAP: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

SiT: Medicamento homeopático de uso humano *Silicea terra*

t: Tiempo de germinación en días

Vr: Variedades

1. INTRODUCCIÓN

La producción sostenible de alimentos sin afectación al medio ambiente es un reto para la sociedad en su conjunto, que impone la necesidad de transformar los sistemas convencionales de explotación agraria en sistemas agroecológicos sostenibles en las entidades productivas (Hernández-Mansilla *et al.*, 2013). Si la meta final es asegurar un futuro próspero para el sector agrícola, deben considerarse los constantes cambios del medio ambiente y la necesidad de adaptación y/o de tolerancia a estos cambios; esto hace imprescindible estudiar las principales problemáticas de este sector productivo para poder revertir potenciales impactos negativos, sin afectar la salud humana y ambiental (Funes-Monzote *et al.*, 2009).

La agricultura se considera una actividad económica, social y ecológica de suma importancia y fundamental para el desarrollo integral del ser humano (Carro *et al.*, 2017), sobre todo en materia de seguridad alimentaria y ambiental. En ese contexto, durante los últimos años se ha desarrollado una línea robusta de investigación científica enfocada hacia la búsqueda de alternativas y/o estrategias basadas en prácticas agroecológicas eco-amigables, que aseguren la productividad de los cultivos agrícolas aún en condiciones desfavorables y prioricen la salud de los agricultores, de los cultivos y de los consumidores de las cosechas obtenidas.

Algunas investigaciones han tenido la finalidad de ofrecer alternativas técnicas y económicamente viables que permitan mitigar el efecto de la salinización de agua y suelos, sin provocar alteraciones negativas en los agro-ecosistemas, y una de estas variantes es la aplicación de medicamentos homeopáticos (Mazón-Suástegui *et al.*, 2020c). La homeopatía es una ciencia y una terapia médica aplicable a todos los seres vivos, ya sean seres humanos, animales domésticos o salvajes, vegetales o microorganismos, mientras haya energía o fuerza vital en el organismo tratado, es decir, capacidad para reaccionar ante un estímulo dado y recuperar su homeostasis o equilibrio natural con su entorno (Mazón-Suástegui *et al.*, 2019).

La homeopatía es una terapia médica fundada por el médico Alemán Samuel Hahnemann (1755-1843) y su piedra angular es el “Principio de los Semejantes” (*Similia Similibus Curentur*) que significa que una sustancia que en dosis masiva genera una sintomatología patológica, puede igualmente curarla y lograr un equilibrio en el organismo si se aplica en dosis mínimas obtenidas mediante dilución y agitación serial (Moreno, 2009; Mazón-Suástegui *et al.*, 2018b).

Resultan interesantes y novedosos los resultados obtenidos en los últimos años con la aplicación en plantas, de algunos medicamentos homeopáticos de uso humano, demostrando su eficacia para estimular el crecimiento vegetal (Moreno, 2017; Mazón-Suástegui *et al.*, 2019), para el control de patógenos y organismos plaga (Narváez-Martínez *et al.*, 2014) y como mitigadores de los efectos negativos del estrés salino en cultivos de interés comercial (Giardini-Bonfim *et al.*, 2012; Mazón-Suástegui *et al.*, 2018a). Este último factor es en la actualidad una preocupación latente en el sector agroalimentario, debido al incremento de las áreas del planeta con tendencia a la salinización de agua y suelos (Ojeda-Silvera *et al.*, 2015).

El estrés salino puede estar asociado a la sequía y es uno de los factores ambientales más importantes porque reduce el crecimiento, desarrollo y supervivencia de las especies cultivadas, poniendo en riesgo su productividad biológica y su rentabilidad económica (Mazón-Suástegui *et al.*, 2018a). La salinidad afecta el metabolismo y el crecimiento de las plantas, provocando una disminución en la producción de biomasa utilizable para consumo animal y humano (Dai-Yin *et al.*, 2013; Ghulam-Abbas *et al.*, 2015; Hessini *et al.*, 2015; Rezende *et al.*, 2018). Entre los principales efectos nocivos de la salinidad en las plantas destacan la disminución en la absorción de agua, la absorción de iones que provocan toxicidad, el desbalance nutricional y diversos cambios fisiológicos que se manifiestan en una disminución del área foliar y de la tasa fotosintética (Postnikova y Nemchinov, 2015; Sarwat *et al.*, 2016; Tarchoune *et al.*, 2013).

Las plantas desarrollan diversas estrategias para ser más tolerantes a la salinidad; por ejemplo, restringen la extracción de sales y ajustan la presión osmótica a través de la síntesis de sustancias compatibles como la prolina, la glicina-betaína y de azúcares (Agüero *et al.*, 2019). Esta capacidad es natural en algunas plantas y tiene como objetivo mitigar los efectos de la salinidad, pero puede estimularse e incluso incrementarse, con la aplicación de algunos medicamentos homeopáticos de uso humano. Como ejemplo de estos medicamentos se citan a *Natrum muriaticum* (NaM, desarrollado a partir de sal de mar) y *Silicea Terra* (SiT, desarrollado a partir de sílice), cuyos ingredientes activos contienen nanopartículas activadoras de diversos procesos fisiológicos en las plantas, que permiten un mejor funcionamiento celular y un desarrollo más eficiente de sus tejidos y órganos (Mazón-Suástegui *et al.*, 2018b; 2019).

Uno de los cultivos de interés comercial que puede ser tratado con medicamentos homeopáticos es el cultivo de Chile (*Capsicum* spp.), una especie que incluye diversas variedades que pueden verse afectadas por la salinización de agua y/o de suelos en todas sus etapas fenológicas, limitando su desarrollo normal y su productividad biológica. México ocupa el segundo lugar en producción de chile y el tercero en superficie total cosechada, debido a la alta demanda y consumo del mismo, además de la alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra de este cultivar (Rodríguez *et al.*, 2020). Por ello, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar la respuesta morfo-fisiológica de semillas y plántulas de Chile (*Capsicum annuum* L.) [variedades Santa Fé grande (SF) y Jalapeño M (JM)], sometidas a estrés salino inducido por adición de Cloruro de Sodio (NaCl) y tratadas homeopáticamente con dos dinamizaciones o diluciones centesimales Hahnemannianas (1:99) de *Natrum muriaticum* (NaM-7CH y NaM 13-CH) y de *Silicea terra* (SiT-7CH y SiT-13CH) como mitigadores del estrés salino inducido por adición de NaCl, durante sus etapas fenológicas de germinación y emergencia/desarrollo inicial.

2. ANTECEDENTES

2.1 La homeopatía

La homeopatía forma parte de la ciencia médica universal; es una terapia médica fundada por Samuel Hahnemann (1755-1843), médico alemán que estableció el “Principio de los Semejantes”, también identificado como el “Principio de Hormesis” (López-Carvallo *et al.*, 2020). De acuerdo con estos principios básicos y aplicables a distintas investigaciones y áreas del conocimiento, una sustancia que genera una sintomatología patológica en dosis masiva, puede igualmente curarla en dosis mínimas derivadas de un proceso de dilución y agitación serial (Moreno, 2009; Rodríguez-Álvarez *et al.*, 2020). Un ejemplo clásico de estos principios es justamente la vacunación tradicional, basada en la aplicación de dosis mínimas de compuestos bioactivos de patógenos específicos inactivados. Los medicamentos homeopáticos actúan básicamente en un sentido similar y se producen a partir de sustancias de origen vegetal, animal o mineral, sometidas a trituración o dilución serial (1:9, 1:99, 1:999 y mayores) para reducir la dosis del principio activo concentrado o tintura madre (TM), alternado con agitación energética o sucusión, cuyo objetivo es la dinamización del producto final resultante (Mazón-Suástegui *et al.*, 2018b).

Con aplicación progresiva en humanos, animales y plantas, la ciencia de la homeopatía cuenta ya con un arsenal de conocimientos básicos y aplicados, y con recursos tecnológicos compatibles con una perspectiva de agricultura sostenible. La homeopatía agrícola es una herramienta de alto valor para sistemas en transición hacia modelos ecológicos de producción, donde la familia agrícola puede aplicar procedimientos de alta eficiencia e inocuidad, generados por la investigación homeopática. Los pequeños y medianos productores pueden lograr, a partir de recursos localmente disponibles, una producción agrícola sostenible que genere alimentos, empleos y desarrollo regional (Andrade y Casali, 2011; Mazón-Suástegui *et al.*, 2019).

La homeopatía agrícola es también conocida como agro-homeopatía (Alvarado-Mendoza *et al.*, 2017) y se basa en los principios de esta medicina alternativa reconocida por la Ley General de Salud de México para su aplicación en humanos. En México, los medicamentos homeopáticos son elaborados de acuerdo con la Farmacopea Homeopática de los Estados Unidos Mexicanos (Secretaría de Salud, 2015) y se han aplicado mayormente en medicina humana por

profesionales médicos formados en instituciones nacionales de alta relevancia, como el Instituto Politécnico Nacional (IPN), entre otros. La aplicación de medicamentos homeopáticos en plantas terrestres y en invertebrados marinos es relativamente reciente pero sus resultados son notables y alentadores, con el *plus* de que aportan evidencia indiscutible para eliminar el mito de un efecto placebo asociado a la sugestión, que solo es posible en los seres humanos y no en plantas e invertebrados (López-Carvallo *et al.*, 2019, 2020; Mazón-Suástegui *et al.*, 2018b, 2019).

Aplicando el método homeopático (Dilución-Agitación) en la agricultura, es posible contribuir a la prevención y control de plagas y enfermedades, no solo mediante el uso de medicamentos llamados “oficinales” y de uso humano, sino utilizando tejidos de las mismas plantas enfermas o dañadas por la plaga, e incluso utilizando a la misma plaga como materia prima para preparar tratamientos homeopáticos específicos conocidos como nosodes o fitonosodes (Moreno, 2009). Independientemente de su aplicación en humanos, animales o plantas, los nosodes se han definido como medicamentos homeopáticos que se preparan a partir de productos complejos no definidos químicamente, que pueden tener un origen microbiano, que forman parte de secreciones o excreciones inocuas o patológicas, de tejidos animales (organoterápicos) y vegetales, de alérgenos y de lisados obtenidos a partir de cultivos microbianos o virales puros, entre otros. La ventaja de utilizar dinamizaciones homeopáticas en plantas es que se garantiza una muy baja o nula toxicidad del tratamiento, ya que por la manera de prepararlas se logra que tengan efecto sobre la planta sin contaminarla; es por ello que los productores pueden beneficiarse con la homeopatía agrícola y utilizarla con la confianza de que no afectará a organismos, suelos o cultivos (Moreno, 2009).

2.2 Usos de los medicamentos homeopáticos en la agricultura

La búsqueda de alternativas viables desde el punto de vista ecológico, económico y social para incrementar los rendimientos agrícolas y lograr satisfacer la alta demanda de alimentos y materias primas para la industria, ha generado investigaciones con resultados alentadores, incluyendo la aplicación de biofertilizantes, bioestimulante y microorganismos benéficos, entre otras variantes. En los últimos años la comunidad científica ha optado también por investigar de manera creciente el uso de compuestos bioactivos altamente diluidos (CBAD), como los

medicamentos homeopáticos (López-Carvalho *et al.*, 2020, 2021), porque se ha comprobado su eficacia como promotores del crecimiento vegetal y también como mitigadores de los efectos negativos del estrés biótico y abiótico y fortalecedores del sistema inmune. Estos medicamentos tienen alta inocuidad (Ortíz-Cornejo *et al.*, 2017) y se utilizan en la agricultura convencional y orgánica sin perjuicio para la salud humana, ni para el medio ambiente (Moreno, 2017).

Entre los usos de la homeopatía en la agricultura se menciona que estos medicamentos permiten (1) combatir y controlar enfermedades en cultivos de importancia económica provocadas por bacterias, hongos, virus e insectos; (2) potenciar la germinación de semillas y el vigor de las plántulas; (3) favorecer la desintoxicación de suelos expuestos a tratamientos agrotóxicos (cultivo convencional de café y de banano); (4) repeler insectos plaga; (5) incrementar la actividad microbiana, (6) provocar cambios fisicoquímicos en los suelos tratados y (7) acelerar procesos de descomposición de composta -entre otras aplicaciones- lo cual demuestra en la práctica, la eficacia de la homeopatía agrícola como herramienta para mantener el equilibrio de los suelos, y por ende, mejorar la producción agrícola (Barbosa, 2013). Entre los medicamentos homeopáticos más usados en agricultura están *Silicea Terra*, *Carbo Vegetabilis*, *Apis Mellifica*, *Calcarea Phosphorica* y otros (Moreno, 2017). Sin embargo, estudios recientes se refieren a la aplicación exitosa de *Natrum muriaticum*, un medicamento homeopático producido a partir de sal de mar, como tratamiento efectivo para reducir estrés salino en plantas, aplicando precisamente el principio de los semejantes y de hormesis (Mazón-Suástegui *et al.*, 2018a, 2019). Al igual que *Silicea terra*, *Natrum muriaticum* se utiliza para promover la germinación de semillas en un período más corto y como agente coadyuvante en el control de plagas y enfermedades (Mazón-Suástegui *et al.*, 2018a, 2019).

De acuerdo con Giardini-Bonfim *et al.* (2012), *Natrum muriaticum* se ha utilizado con éxito para incrementar la tolerancia al estrés salino en tomate (*Solanum lycopersicum*). Estos y otros resultados de investigaciones diversas demuestran que la homeopatía agrícola en el presente y en un futuro cercano, es una alternativa viable desde el punto de vista económico, ecológico y social, que contribuye de manera ecoamigable a extinguir la huella nociva que ha dejado el uso indiscriminado de diversos productos químicos. Este medicamento también se ha utilizado en la germinación y crecimiento de salicornia (*Salicornia bigelovii*) en condiciones controladas, con

resultados que confirman el efecto positivo de la medicina homeopática, revelando a la vez, que la homeopatía agrícola tiene potencialidades para optimizar el desarrollo de esta especie (Mazón-Suástegui *et al.*, 2020b).

De acuerdo con Abasolo-Pacheco *et al.* (2020), el medicamento homeopático *Silicea Terra* se ha utilizado en pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones controladas, mostrando resultados favorables como una mayor longitud de la radícula en comparación con el grupo control sin medicación homeopática, demostrando que los medicamentos homeopáticos inciden de manera positiva durante la etapa inicial y el desarrollo vegetativo de este cultivo.

La aplicación exitosa de este medicamento se ha reportado también en cultivos *in vitro* de *Phytophthora capsici* (Jirón, 2018) obteniéndose como resultados el menor número de clamidosporas con el porcentaje mayor de inhibición (55.97 %) y el menor diámetro (85.17 μm), aportando nueva evidencia experimental en el sentido de que los medicamentos homeopáticos mejoran el desarrollo del cultivo e interfieren en el desarrollo del hongo, dependiendo de la dinamización o dilución utilizada y de la etapa de desarrollo del mismo.

Los medicamentos homeopáticos se han utilizado en varias especies cultivadas en diversos países; por ejemplo, en el nabo (*Brassica napus* L.) para evaluar su respuesta agronómica y mejorar la producción sostenible de esta hortaliza. En Ecuador se utilizaron tres medicamentos homeopáticos, *Silicea terra*, *Natrum muriaticum* y *Phosphoricum acidum*, obteniéndose resultados positivos, sobre todo en el desarrollo vegetativo de las plantas (Abasolo-Pacheco *et al.*, 2020).

Estos medicamentos se han utilizado también para el control de la mancha negra del tomate (*Solanum lycopersicum*) provocada por *Alternaria solani*, un hongo fitopatógeno que causa grandes pérdidas en los cultivos, habiendo verificado una gravedad menor de la enfermedad (Rolim *et al.*, 2005). Para este mismo cultivo se han evaluado estos medicamentos homeopáticos durante la etapa inicial y el desarrollo vegetativo en condiciones controladas, obteniéndose resultados positivos en las etapas de germinación, emergencia y desarrollo inicial (Abasolo-Pacheco *et al.*, 2020).

Otra especie cultivada en la que se ha evaluado el efecto de los medicamentos homeopáticos es el cebollín (*Allium fistulosum*), obteniendo resultados positivos al aplicar *Calcarea fluorica* 30-CH, tales como incrementos sustanciales en el peso de biomasa fresca con respecto al grupo testigo sin medicación homeopática (Luis, 2007).

Los tratamientos homeopáticos tienen efectos positivos en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) como alternativa ecoamigable y tecnológicamente viable para estimular el crecimiento y la obtención de plantas más vigorosas, y por ende, con un potencial productivo mayor (García-Bernal *et al.*, 2020). Estos autores aplicaron un diseño experimental completamente al azar y tres tratamientos homeopáticos: T1=*Magnesium metallicum* 31CH, T2=*Magnesium-Manganum phosphoricum*, T3 (T1+T2) y agua destilada como control. Los resultados mejores se obtuvieron con el tratamiento T3, incluyendo incrementos significativos ($P \leq 0.05$) con respecto al control en longitud de tallo (47.14 %) y de raíz (30.27 %); biomasa fresca de raíz (13.57 %), hojas (68.36 %) y tallo (11.88 %); biomasa seca de hojas (84.72 %) y tallo (36.11 %); área foliar (21.74 %); diámetro del tallo (39.54 %) y número de hojas (16.66 %).

El efecto atenuador del estrés salino de *Natrum Muriaticum* se ha evaluado también en frijol común *P. vulgaris* L., obteniéndose incrementos en la tasa fotosintética y en variables morfométricas con respecto al tratamiento control (Mazón-Suástegui *et al.*, 2020c).

En frijol yorimón (*Vigna unguiculata* L., Walp.) también se han utilizado medicamentos homeopáticos (*Manganum metallicum* 31CH y *Magnesium-manganum phosphoricum* 3CH) con resultados positivos en indicadores fisiológicos y de desarrollo inicial, con incrementos significativos en la tasa fotosintética, transpiración, clorofila total, área foliar y biomasa fresca y seca de raíz, tallo y hojas, con respecto al tratamiento control (Mazón-Suástegui *et al.*, 2020d).

En estudios realizados por Rodríguez-Alvarez *et al.* (2020) en chiltepín (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) en sistema hidropónico y a diferentes concentraciones de NaCl, se utilizó el medicamento *Natrum muriaticum* para mitigar los efectos negativos del estrés inducido por NaCl. Estos autores reportaron los valores más elevados para la mayoría de las variables morfométricas y fisiológicas evaluadas (longitud, peso fresco y seco de parte aérea y de raíz,

área foliar, clorofila a, b y total, contenido relativo de agua y potencial hídrico) en las plantas tratadas con el *Natrum muriaticum* respecto al control sin medicación homeopática. Estos resultados confirman el efecto atenuante de este medicamento a los efectos nocivos de la salinidad, demostrando que NaM tiene potencial para incrementar la productividad y rendimiento de esta especie cultivada en sistema hidropónico, aún en condiciones de alta salinidad por adición de cloruro de sodio (NaCl).

2.3 La salinidad en la agricultura: Problemática general de los suelos salinos

En muchas áreas del mundo dedicadas a la agricultura, la obtención de rendimientos altos en una variedad amplia de especies vegetales, presenta cada vez más restricciones debido a la salinización de los suelos. Se estima que más de 800 millones de hectáreas en el planeta están afectadas por diversos factores abióticos, y de éstas, 397 millones presentan problemas de salinidad (Mert *et al.*, 2008).

Según Chen *et al.* (2008), la salinidad de los suelos es un problema grave que afecta el rendimiento de los cultivos y la sostenibilidad de la agricultura. Aproximadamente el 43 % de la superficie terrestre que se utiliza para cultivos, está afectada por niveles variables de salinidad, que en la mayoría de los casos supera el nivel de halotolerancia de los cultivos tradicionales, a tal grado que 943 millones de hectáreas se abandonaron debido a los problemas de encharcamiento, sodificación y salinización (Nasim *et al.*, 2007; Shahba *et al.*, 2010). De acuerdo con estos autores, este porcentaje va en aumento a una tasa anual de 0.5 %, debido fundamentalmente a precipitaciones bajas, evaporación alta, irrigación con aguas de mala calidad y por las prácticas tradicionales de cultivo que favorecen el incremento de la concentración de sales en el suelo.

El factor antrópico ha generado y favorecido estos procesos haciéndolos más dinámicos y extremos en aquellas áreas cuyas condiciones climáticas propician la aparición de tales fenómenos. La acción del hombre tiene una incidencia alta en factores degradativos como la deforestación, la sobreexplotación y el cambio en el uso de la tierra, el sobrepastoreo, el mal manejo del agua y de las tecnologías de riego y de cultivo, entre otras. Actualmente, más del 20% de los suelos cultivados y aproximadamente el 50 % de las tierras irrigadas, están

catalogados como potencialmente salinas y los modelos matemáticos evidencian que la velocidad de salinización aumenta cada año y en menor tiempo (Morales *et al.*, 2010).

La distribución y extensión de los suelos con problemas de salinidad es más frecuente en las zonas áridas, donde el agua presenta concentración alta de sales minerales que provoca un deterioro progresivo de los suelos, repercutiendo en una disminución de la productividad agrícola y de la calidad de sus cosechas (Orosco-Alcalá *et al.*, 2018). En Baja California Sur, las áreas de cultivo tienen riesgo alto de salinidad debido a su clima semiárido, lo que propicia una concentración progresiva de sales en el suelo (Batista-Sánchez *et al.*, 2017).

2.3.1 Efectos de la salinidad sobre los cultivos

La salinidad del medio inhibe el crecimiento vegetal mediante perturbaciones en el balance de agua, que provocan reducción de la turgencia y agotamiento de la energía requerida por la planta para el metabolismo. Estas afectaciones se generan por dificultad en la captación o transporte de agua dentro de la planta, así como por efectos tóxicos ocasionados por un exceso de iones minerales en los tejidos; el daño causado al vegetal puede ser osmótico, tóxico o nutricional (Morales *et al.*, 2010). La salinidad afecta a las enzimas de las cadenas respiratorias y dependiendo de la especie vegetal, puede aumentar o disminuir el consumo de oxígeno por parte de la planta, y el contenido de compuestos fosforilados también desciende. La fosforilación se afecta a nivel de la actividad ATP-asa, o en cualquier otro punto de dicha ruta metabólica (Amini *et al.* 2007).

Los efectos nocivos directos de las sales en el crecimiento de las plantas se dividen en tres categorías principales: (1) Reducción del potencial osmótico de la disolución del suelo, que disminuye la cantidad de agua disponible para la planta, (2) Deterioro de la estructura física del suelo, que disminuye la permeabilidad de este, al agua y los gases, y (3) Toxicidad específica de algunos iones (Lamz-Piedra y González-Cepero, 2013; Parida y Das, 2005). La salinidad del suelo afecta también el desarrollo vegetal de manera indirecta, a través de la inhibición de procesos biológicos del suelo, como la mineralización y la nitrificación (Mata-Fernández *et al.*, 2014).

2.3.2 Fisiología de las plantas cultivadas bajo estrés salino

Las sales presentes en el medio de cultivo influyen sobre la germinación de las semillas al disminuir la imbibición y afectar algunos procesos bioquímicos que se desarrollan durante esta etapa fisiológica. El efecto más perjudicial de la salinidad se debe a la aparición de un estado de sequía fisiológica en las plantas que no están bien adaptadas a esas condiciones. La sequía fisiológica no solo se presenta por la falta de agua en el suelo, sino porque la planta no pueda absorberla debido a que el suelo posea una concentración alta de sales y, por lo tanto, valores de potencial hídrico que son inferiores al potencial de la célula en la planta. Este fenómeno, en los sustratos salinizados disminuye la velocidad de imbibición de las semillas, que es una primera etapa en el proceso de germinación (Chávez *et al.*, 2012). La segunda etapa de la germinación es conocida como "etapa de rompimiento de las glumelas", y el papel fundamental corresponde a diversos procesos físico-químicos que son afectados a concentraciones altas de sales, e incluso puede no ocurrir ese rompimiento a pesar de que las semillas alcancen el grado de humedad suficiente para que se efectúe la germinación (Chávez *et al.*, 2012).

En el periodo de germinación intervienen algunos mecanismos fisiológicos conocidos como "mecanismos de arranque", probablemente relacionados con los primeros períodos de división celular en el embrión, los cuales parecen ser más resistentes al estrés salino que los procesos fisiológicos y bioquímicos que ocurren durante el crecimiento de las plántulas. Luego de la fase de rompimiento de las glumelas comienza el crecimiento de las plántulas, un proceso más afectado que los dos anteriores por el estrés salino, incluso a concentraciones menores de sales en el sustrato (González y Ramírez, 1999; Murillo-Amador *et al.*, 2001). La inhibición en la intensidad del crecimiento de las plántulas, se observa durante la germinación de las semillas en soluciones salinas, así como en el caso de que las semillas germinen en condiciones normales y luego se transfieran a un medio salino (González *et al.*, 2011). Al mismo tiempo, en las semillas que germinaron en condiciones salinas se incrementa significativamente la acumulación de iones y especialmente la acumulación mayor se produce en las plántulas; una confirmación de este fenómeno se obtiene utilizando trazadores radiactivos tales como Na^{23} y Cl^{36} (González, 2001).

Según Tuteja (2008), la acumulación de iones salinos en el embrión de la semilla en germinación -y luego en la plántula-, constituye una de las causas fundamentales de afectación al crecimiento; por eso, la separación de las sales mediante el lavado de las semillas con agua, permite recuperar el nivel normal de los procesos de crecimiento. El crecimiento de las plántulas en condiciones salinas no se limita por los productos de la hidrólisis de las sustancias de reserva de la semilla, independientemente de que en estas condiciones se observan disminuciones significativas en la actividad de las enzimas hidrolíticas (Kaymakanova, 2009; Flowers *et al.*, 2010). En condiciones salinas y debido a una alta inhibición de los procesos de crecimiento, el embrión y la plántula se saturan de estos hidrolizados, lo que permite deducir que la causa de las afectaciones al crecimiento de las plántulas puede atribuirse a la disminución de los procesos de síntesis de moléculas específicas. Al respecto, diferentes autores han informado que, en condiciones salinas, en las plántulas disminuye la concentración de los productos de la síntesis de las proteínas, el ARN y el ADN (Goykovic y Saavedra del Real, 2007; Hessini *et al.*, 2015).

El crecimiento lineal y la acumulación de biomasa de los órganos vegetativos depende al igual que el crecimiento de las plántulas, de la intensidad de los procesos de división y diferenciación celular, por lo que, en condiciones de estrés salino, el crecimiento de las estructuras vegetativas disminuye significativamente y con mayor intensidad, a medida que aumenta la concentración de sales en el sustrato. La causa fundamental de las afectaciones al crecimiento de las plántulas en condiciones salinas, lo constituye la inhibición marcada de los procesos de síntesis de compuestos específicos que deben producir las plantas, debido a la acumulación de cantidades altas de iones salinos en las células (Biondi *et al.*, 2014.).

Diversos autores plantean que, entre los efectos nocivos más frecuentes de la salinidad en las plantas, se destaca la supresión del crecimiento y la aparición de distintos tipos de daño en las hojas (Shelden *et al.*, 2013; Lamz-Piedra *et al.*, 2013). De acuerdo con estos y otros autores, estas afectaciones en el crecimiento se relacionan con la cantidad de sales solubles y con el potencial osmótico del medio radical, mientras que los daños en las hojas (suculencia, epinastia, clorosis y necrosis), se relacionan con la acumulación de iones tóxicos.

En condiciones salinas, las afectaciones al crecimiento y a la acumulación de biomasa en las

plantas se mantiene a través de todo su ciclo vegetativo. Esto se ha abordado ampliamente en diversos estudios (Moradi e Ismail, 2007; Hossain *et al.*, 2011); sin embargo, atención especial requiere el período inicial de crecimiento, luego de presentarse el estrés, el cual se caracteriza por las variaciones que ocurren en muchos procesos del metabolismo de las plantas (González y Ramírez, 1999; Saeedipour, 2011; Ghulam-Abbas *et al.*, 2015). Durante este período ocurren en las plantas diversos mecanismos adaptativos de defensa en el intercambio de sustancias, que conllevan a que se detenga temporalmente el crecimiento por la falta de materiales de constitución o de reserva. Al normalizarse las condiciones, se restablece el funcionamiento del organismo (incluyendo los procesos de crecimiento), pero a un nivel menos intenso.

En condiciones de estrés, en las plantas disminuye la concentración de las sustancias estimuladoras y aumentan las inhibidoras; como consecuencia de esto, las relaciones estimuladoras/inhibidoras disminuyen bruscamente. Las sustancias estimuladoras del tipo de las auxinas actúan sobre los mecanismos de la división celular y las del tipo giberélico, actúan sobre el alargamiento o diferenciación, por lo que las variaciones en una u otra sustancia reguladora del crecimiento conllevan a que se afecten ambas fases del crecimiento (división y diferenciación celular) en presencia de sales (González y Ramírez, 1999).

Una de las hortalizas de alto interés comercial en México que se ha visto afectada en los últimos años por la presencia de sales en las aéreas donde se cultiva, es el chile (*Capsicum spp.*), fundamentalmente en sus etapas fenológicas iniciales (germinación, emergencia y crecimiento de plántulas), lo que puede comprometer el potencial productivo de las especies del género.

2.4 El cultivo de chile

2.4.1 Origen y distribución del chile

El género *Capsicum* fue endémico para América en la etapa precolombina, cuando los europeos descubrieron el Nuevo Mundo; incluye al menos 2,716 especies y es reconocido por ser de los primeros en ser domesticados. Con la llegada de los conquistadores al continente Americano se inició el intercambio y la transferencia de plantas desconocidas, de las cuales, algunas como las de este género se convirtieron en económicamente importantes. Cinco siglos después, los

frutos de distintos chiles dominaron el comercio de las especies picosas que son cultivadas en los trópicos y en regiones con temperaturas cálidas (Bosland *et al.*, 2012).

2.4.2 Producción y consumo de chile

China ocupa el primer lugar en la producción mundial de chiles, con una superficie de cultivo mayor a las 612,800 ha (36 % de la superficie mundial cultivada), representando más de la mitad de la producción en el mundo. Después le sigue México en segundo lugar de producción y el tercero en superficie total cosechada. Por otra parte, Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representan el 25 % del volumen total de la producción de chile en el mundo. Sin embargo, los rendimientos mayores los tienen los países con mejor tecnología como Holanda y Reino Unido (FAOSTAT; 2018).

De acuerdo con cifras mundiales de comercio de la FAO, México fue el segundo lugar mundial en la producción de chile verde y el decimosegundo de chile seco; sus principales clientes fueron Estados Unidos, Japón, Canadá, Reino Unido y Alemania. (SIAP, 2020). En 2020, la producción de chile verde en México se incrementó 2.7 por ciento, al sumar tres millones 324 mil 260 toneladas, lo que mantiene al país como el segundo productor mundial y con creciente aceptación en los mercados internacionales. (SIAP, 2020).

La producción de chile en México se distribuye en varias Entidades; en 2020 destacaron los Estados de Chihuahua, Sinaloa y Zacatecas como principales productores de este cultivo con más de la mitad del volumen de producción en su conjunto; Chihuahua cosechó 723,000 t, Sinaloa 648,222 t, Zacatecas 458,943 t, San Luis Potosí 327,124 t, Sonora 223,432 t, y Jalisco 189,611 t; este volumen acumulado es importante y se generó porque en estas Entidades se dispone de un alto grado de tecnificación (SIAP, 2020).

El Estado de Baja California Sur ocupa el décimo lugar en cuanto a producción de chiles verdes, con una superficie de 1,268.25 ha y una producción de 53,902.15 t, además de un rendimiento promedio de 42.4 t ha⁻¹; cabe mencionar que la mayoría de la superficie utilizada se encuentra catalogada como agricultura protegida (SIAP, 2019).

Con base en cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la dependencia federal puntualizó que el valor de la producción en 2020 sumó 34 mil 012 millones de pesos, lo que implicó un alza de 3.8 % respecto de los 32 mil 762 millones de pesos de 2019.

2.4.3 Variedades de chile usadas en el estudio

2.4.3.1 Chile Jalapeño M

El chile jalapeño es inicialmente herbáceo y después se lignifica la parte de la base del tallo cuyo crecimiento es limitado y erecto; tiene ramificaciones de color verde, un sistema radical muy ramificado y su altura varía según el genotipo cultivado. El chile jalapeño es la variedad de mejor sabor y el más famoso del mundo; es originario de Jalapa, Veracruz y se caracteriza por mantener intactas sus propiedades picantes independientemente de su procesamiento a base de calor o de congelación (Encalada *et al.*, 2014). Su cosecha se realiza cuando el fruto está inmaduro o bien maduro; la forma del fruto es cónica y alargada, estrechándose en la punta, pero terminando con forma redondeada; tiene color verde oscuro y cuando madura se torna rojo y toma un sabor dulzón; su carne es gruesa, lustrosa y aromática; el picante se encuentra en las semillas y en las venas; se puede consumir fresco, pero también se seca para hacer “chipotle”, o bien, puede llevarse a un proceso de industrialización para conservarlo.

2.4.3.2 Chile Santa Fé Grande

El chile Santa Fé grande, también conocido como “güero”, se produce en el suroeste de Estados Unidos, principalmente en Nuevo México y en la zona costera de Nayarit. Por lo general, sus frutos son largos, delgados y a veces torcidos; se encuentra en gran multitud de formas, tamaños y grados de pungencia. Se consume principalmente “toreado” o como un ingrediente para guisos. Es frecuente que el chile Santa Fé grande se conserve encurtido, en salmuera o en escabeche, procesado y enlatado (Sandoval *et al.*, 2012). Esta variedad se desarrolla bien en climas más fríos debido a su período corto de crecimiento; puede llegar hasta unos 8 cm de longitud y tiene un pericarpio grueso; debido al peso de estos, la planta tiene una tendencia a colgar. La maduración de los chiles es de color amarillo, naranja a rojo y son medianamente picantes. (Sandoval *et al.*, 2012).

3. JUSTIFICACIÓN

Los estudios en materia de homeopatía agrícola basados en investigaciones científicas realizadas durante los últimos años son determinantes para ofrecer una alternativa eco-amigable para el desarrollo de la agricultura bajo principios de sanidad, inocuidad y sostenibilidad. Los medicamentos homeopáticos son de origen natural, y mediante su aplicación es posible mejorar mecanismos fisiológicos y bioquímicos que pueden inducir porcentaje mayor de germinación, emergencia y crecimiento inicial del chile (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de estrés salino asociado a la presencia de NaCl. La importancia de este cultivo reside en la alta demanda y consumo de chile, tanto en México como a nivel mundial, además de que su comercialización genera grandes ingresos anuales y una derrama económica importante en las áreas de producción, con impacto positivo en la población rural. Esta investigación facilitará el conocimiento para el estudio y comprensión a futuro del principio activo de los medicamentos homeopáticos *Natrum muriaticum* y *Silicea terra* en las plantas de chile *C. annum*, particularmente en las variedades Jalapeño M y Santa Fé Grande, corroborando su eficacia como compuestos bioactivos altamente diluidos capaces de mitigar los efectos negativos del estrés abiótico durante las etapas fisiológicas iniciales de su desarrollo.

4. HIPÓTESIS

La aplicación de los medicamentos homeopáticos *Natrum muriaticum* (NaM) y *Silicea terra* (SiT) como mitigadores del estrés por NaCl, estimulará la germinación y emergencia en chile (*Capsicum annuum* L.), induciendo incrementos significativos en el porcentaje y tasa de germinación y emergencia, lo cual se manifestará positivamente en sus variables de respuesta morfo-fisiológicas.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar la respuesta morfo-fisiológica de chile (*Capsicum annuum* L.). variedades Santa Fé Grande (SF) y Jalapeño M (JM) durante las etapas de germinación y emergencia/desarrollo inicial y su interacción con dos dinamizaciones (7CH y 13CH) de los medicamentos homeopáticos *Natrum muriaticum* (NaM) y *Silicea terra* (SiT), como mitigadores del estrés salino inducido por adición de cloruro de sodio (NaCl).

5.2 Objetivos particulares

- Determinar el efecto de los medicamentos homeopáticos *Natrum muriaticum* (NaM) y *Silicea terra* (SiT) como mitigadores de los efectos del estrés salino (NaCl) en chile (*Capsicum annuum* L.), en función de la tasa y porcentaje de germinación de semillas y en las características morfométricas de las plántulas producidas.
- Determinar el efecto de los medicamentos homeopáticos *Natrum muriaticum* (NaM) y *Silicea terra* (SiT) como mitigadores de los efectos del estrés salino (NaCl) en chile (*Capsicum annuum* L.), en función de la tasa y porcentaje de emergencia y características morfométricas de las plántulas producidas.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Etapa de germinación

6.1.1 Sitio de estudio

El experimento de germinación se realizó en condiciones controladas en el laboratorio de Fisiotecnia Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), localizado al norte de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México, a los 24°08'10.03" LN y 110°25'35.31" LO, a 7 metros sobre el nivel del mar. Se utilizaron semillas certificadas de dos variedades de *C. annuum* L. [Santa Fé Grande (SF) y Jalapeño M (JM)]. Previo al experimento y con el fin de evaluar la calidad de las semillas de las variedades en estudio, se realizó una prueba de germinación, utilizando la metodología propuesta por ISTA (2010).

6.1.2 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial (2A×3B×5C), siendo el factor A, dos variedades de chile [Santa Fé Grande (SF) y Jalapeño M (JM)]; el factor B tres concentraciones de NaCl (0, 50 y 100 mM) y el factor C dos medicamentos homeopáticos para uso en humanos NaM y SiT en 7ª y 13ª dinamización centesimal Hahnemaniana (1:99) y agua destilada (AD) como tratamiento control sin medicación homeopática (NaM-7CH, NaM-13CH, SiT-7CH, SiT-13CH y AD), con cuatro repeticiones por tratamiento.

6.1.3 Preparación de los tratamientos aplicados

6.1.3.1 Tratamientos homeopáticos

Los tratamientos homeopáticos en 7ª y 13ª dilución centesimal 1:99 (NaM-7CH, NaM-13CH, SiT-7CH y SiT-13CH) se prepararon en agua destilada a partir de los medicamentos *Natrum muriaticum* y *Silicea terra* en 6ª y 12ª dilución centesimal 1:99 (NaM-6CH, NaM-12CH, SiT-6CH y SiT-12CH). Estos medicamentos (6CH y 12CH) de marca Similia® se adquirieron en dilución alcohólica en Farmacia Homeopática Nacional® (CDMX, México); tienen registro en la Secretaría de Salud de México y autorización oficial para uso en humanos. Durante la preparación de los tratamientos en 7ª y 13ª dilución centesimal (7CH y 13CH), se aplicaron procedimientos básicos de la Farmacopea Homeopática de los Estados Unidos Mexicanos (Secretaría de Salud, 2015). Esto incluye dilución serial centesimal (1:99) y agitación vigorosa o sucusión (2 min) en equipo

Vórtex (BenchMixer[®], Edison, NJ, USA), según lo descrito por Mazón-Suástegui *et al.* (2020a y 2020b). Para evitar efectos colaterales del vehículo de dilución (alcohol) de los medicamentos oficinales (NaM-6CH, NaM-12CH) y separarlos de los efectos *per-se* de los tratamientos experimentales (NaM-7CH, NaM-13CH), durante su preparación se utilizó agua destilada como vehículo de dilución.

6.1.3.2 Tratamientos salinos

Los tratamientos salinos se prepararon utilizando NaCl con calidad de laboratorio y agua destilada para garantizar que las cantidades añadidas correspondieran con la concentración deseada de 0, 50 y 100 mM. La verificación de cada disolución preparada se realizó en base a la equivalencia de la conductividad eléctrica (CE), tomando como referencia la tabla de CE de soluciones puras del manual de química y física (CRC Press, 55^a edición, 1975), citado por Dheeravathu *et al.* (2018) en el manual de fisiología del estrés vegetal.

6.1.4 Procedimientos de cultivo

Las semillas se desinfectaron mediante inmersión por 5 min en una solución de hipoclorito de calcio con 5 % de cloro activo; se enjuagaron con abundante agua destilada y se colocaron en papel filtro por 30 min. Luego fueron tratadas con NaM-7CH, NaM-13CH, SiT-7CH, SiT-13CH y agua destilada (AD) como tratamiento control, mediante inmersión (60 min). Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento con 30 semillas cada una, utilizando cajas Petri de vidrio (150×15 mm) esterilizadas previamente en autoclave, cubriendo el fondo con una lámina de papel filtro esterilizado, a manera de sustrato. El sustrato se humedeció con las combinaciones de las dinamizaciones homeopáticas y las soluciones salinas (NaCl) según correspondió. Posteriormente se incubaron en cámara de germinación (Lumistell[®], modelo IES-OS, USA-serie 1408-88-01) a temperatura de 25 ± 1 °C, 80 % de humedad y 12 h diarias de luz continua durante 14 días.

6.1.5 Variables de respuesta

6.1.5.1 Porcentaje y tasa de germinación

La germinación se registró diariamente, considerando una semilla germinada cuando la radícula presentó alrededor de 2 mm de longitud. El porcentaje de germinación se determinó a

los 14 días. La tasa de germinación se calculó mediante la ecuación de Maguire (1962):

$$M = n_1/t_1 + n_2/t_2 + \dots + n_{30}/t_{14} \quad (1)$$

Donde n_1, n_2, \dots, n_{30} son el número de semillas germinadas en los tiempos t_1, t_2, \dots, t_{14} (hasta los 14 días).

6.1.5.2 Variables morfométricas

A los 14 días se seleccionaron 10 plántulas al azar por cada repetición (40 por tratamiento) a las que se les midió la longitud de la radícula (LR) y longitud del tallo (LT). Ambas variables se determinaron utilizando un analizador de imágenes (WinRhizo[®] Regent Instruments Inc.), cuyo principio de funcionamiento es mediante mediciones directas a las imágenes digitales obtenidas por un escáner, a los diferentes órganos de las plántulas. La biomasa fresca y seca de radícula y de parte aérea, se determinó mediante una balanza analítica (Mettler Toledo[®], modelo AG204-USA). Los tejidos vegetales divididos en parte aérea y radícula se colocaron en una estufa de secado (Shel-Lab[®], modelo FX-5, serie-1000203) a temperatura de 70°C durante 48 h, hasta su deshidratación completa y se pesaron nuevamente para determinar la biomasa seca.

6.1.6 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 de germinación se transformaron mediante arcoseno (Steel y Torrie, 1995). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica[®] v. 10.0 para Windows[®] (StatSoft[®] Inc., 2011).

6.2 Etapa de emergencia

6.2.1 Sitio de estudio

El estudio se realizó en condiciones semicontroladas en una estructura de malla sombra en el Campo Agrícola Experimental del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La temperatura media, máxima y mínima dentro de la casa de malla fue 21.4, 31.8 y 8.9 °C, con 70 % de humedad relativa. Previo al experimento se realizó una prueba de germinación de las semillas de las variedades de *C. annum* evaluadas, utilizando la metodología del ISTA (2010).

6.2.2 Diseño experimental

Al igual que en la etapa previa experimental, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial (2A×3B×5C), siendo el factor A las dos variedades de chile (Santa Fe y Jalapeño M), el factor B fueron tres concentraciones de NaCl (0, 50 y 100 mM) y el factor C los medicamentos homeopáticos de uso humano *Natrum muriaticum* y *Silicea terra* en dilución o dinamización centesimal Hahnemaniana 1:99 y agua destilada como tratamiento control (NaM-7-CH, NaM-13CH, SiT-7CH, SiT-13CH y AD) con cuatro repeticiones por tratamiento.

6.2.3 Preparación de los tratamientos aplicados

6.2.3.1 Tratamientos homeopáticos y salinos

Los tratamientos homeopáticos y salinos aplicados en la etapa de emergencia son iguales que los aplicados durante la etapa previa de germinación.

6.2.4 Procedimientos de cultivo

Las semillas se desinfectaron mediante inmersión por 5 min en una solución de hipoclorito de calcio con 5 % de cloro activo; se enjuagaron con abundante agua destilada y se colocaron en papel filtro por 30 min. Posteriormente, las semillas se trataron con NaM-7CH, NaM-13CH, SiT-7CH y SiT-13CH y agua destilada (AD) mediante inmersión (60 min) y se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades, usando un sustrato comercial inerte (Sogemix PM®) el cual contiene turba de *Sphagnum canadiense* (65-75 % vol⁻¹), vermiculita, cal dolomítica y calcítica y un agente humectante. Las charolas experimentales se ubicaron en una estructura de malla sombra del Campo Agrícola Experimental del CIBNOR durante 21 días.

El riego se aplicó diariamente con las diferentes soluciones salinas (1500 mL por charola), garantizando que ocurriera un escurrimiento para evitar la acumulación de NaCl en el sustrato), y con las correspondientes dinamizaciones homeopáticas, así como el control (AD).

6.2.5 Variables de respuesta evaluadas

6.2.5.1 Porcentaje y tasa de emergencia

La emergencia se registró diariamente, considerándose una plántula emergida cuando ésta rompió el sustrato y surgió a través de la superficie del mismo. El porcentaje de emergencia se determinó a los 14 días.

La tasa de emergencia se calculó aplicando la ecuación de Maguire (1962):

$$M = n_1/t_1 + n_2/t_2 + \dots + n_{30}/t_{14} \quad (2)$$

Donde n_1, n_2, \dots, n_{30} fue el número de semillas emergidas en los tiempos t_1, t_2, \dots, t_{14} .

6.2.5.2 Variables morfométricas

Estas determinaciones se realizaron a los 21 días, seleccionando 10 plántulas al azar por cada repetición (40 por tratamiento). Para determinar LR y LT se utilizó un analizador de imágenes (WinRhizo[®] Regent Instruments Inc.), cuyo principio de funcionamiento es mediante mediciones directas a las imágenes digitales obtenidas por un escáner, a los diferentes órganos de las plántulas.

Para las mediciones de biomasa fresca y seca de radícula y parte aérea se utilizó una balanza analítica (Mettler Toledo[®], modelo AG204). Los tejidos vegetales se colocaron en una estufa de secado (Shel-Lab[®], modelo FX-5, serie-1000203) a temperatura de 70°C durante 48 h hasta su deshidratación completa y se pesaron nuevamente para determinar la biomasa seca.

6.3 Análisis estadístico

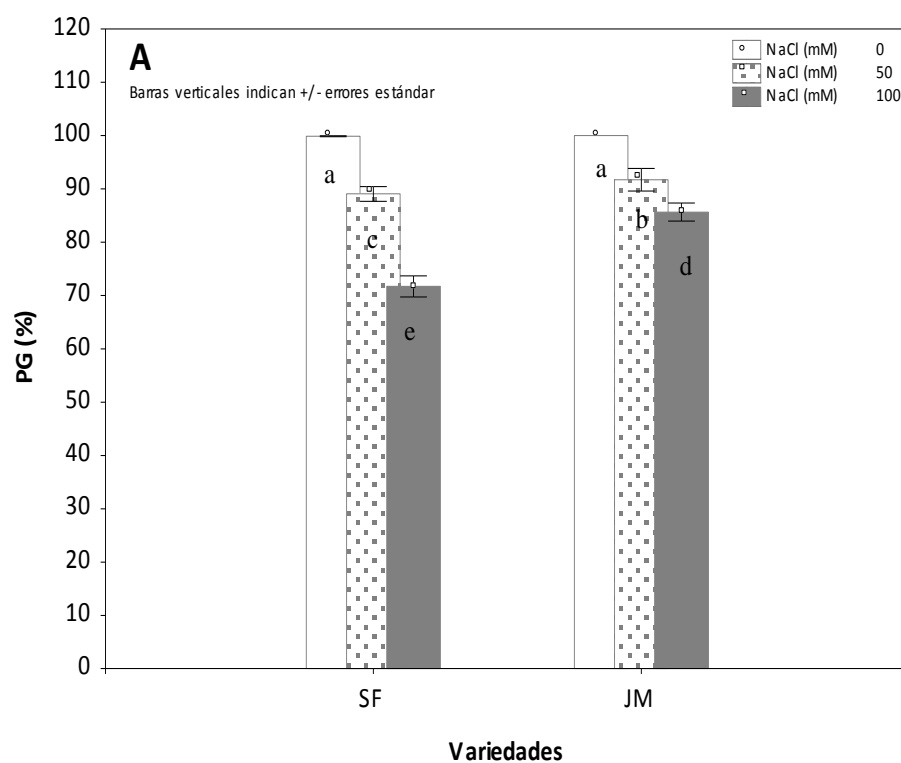
Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y cuando se encontró diferencia significativa entre tratamientos, se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey HSD, $p \leq 0.05$ de nivel de confianza), usando el programa estadístico Statistica[®] v. 10.0 para Windows[®] (StatSoft[®], Inc, 2011). Los datos de porcentajes de germinación y emergencia se transformaron de acuerdo con Sokal y Rohlf (1994).

7. RESULTADOS

7.1 Etapa de germinación

7.1.1 Porcentaje y tasa de germinación

El análisis de los resultados mostró diferencias significativas en el porcentaje de germinación (PG), entre variedades ($p=0.0000$), niveles de NaCl ($p=0.000010$) y medicamentos homeopáticos ($p=0.00001$), en la interacción variedades \times NaCl ($p=0.00001$), variedades \times medicamentos homeopáticos ($p=0.000083$), y en la triple interacción variedades \times NaCl \times medicamentos homeopáticos ($p=0.000010$).



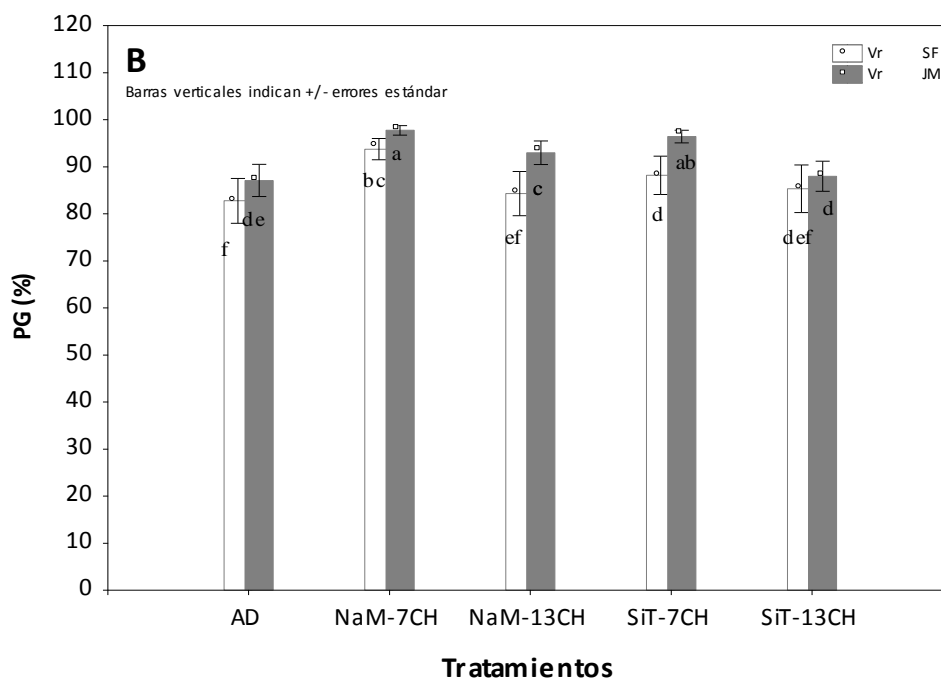


Figura 1. Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl (A) y variedades × medicamentos homeopáticos (B) en el porcentaje de germinación (PG) de semillas de dos variedades de Chile (*Capsicum annuum* L.). Barras con letras distintas representan diferencias estadísticas (Tukey HSD, $P \leq 0.05$).

Al analizar la interacción variedades × niveles de NaCl se observó una disminución en el PG cuando se incrementó la concentración de NaCl, siendo la variedad JM la de menor afectación por este estrés (Fig. 1A). Para la interacción variedades × medicamentos homeopáticos los resultados revelaron un incremento en el PG con respecto al tratamiento control (AD), en ambas variedades en estudio cuando recibieron el tratamiento NaM-7CH y para la variedad JM también se observó una respuesta favorable con el tratamiento SiT-7CH (Fig. 1B).

En la triple interacción para el PG se observó que el efecto negativo de los tratamientos salinos fue más acentuado en la variedad SF y cuando recibió el tratamiento HOM de NaM-7CH logró atenuar los efectos del NaCl aún y cuando el nivel de estrés fue de moderado a severo (50 mM a 100 mM de NaCl). La variedad JM mostró las mejores respuestas en esta variable cuando fue tratada con las dinamizaciones de NaM-7CH y SiT-7CH (Fig. 2).

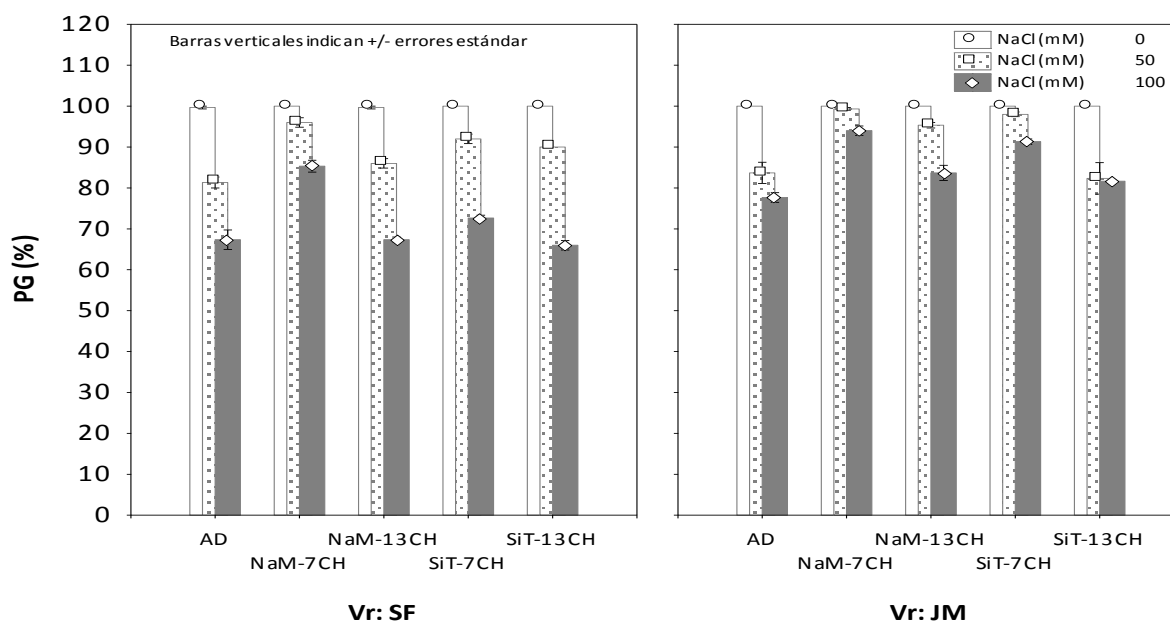


Figura 2. Efecto de la interacción variedades (Vr) × concentraciones de NaCl × medicamentos homeopáticos en el porcentaje de germinación de semillas de dos variedades de Chile (*Capsicum annuum* L.).

7.1.2 Variables morfométricas de plántulas de *C. annuum* L. en la germinación.

La altura de las plántulas (AP) mostró diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p=0.0001$), concentraciones de NaCl ($p=0.001$), medicamentos homeopáticos ($p=0.0001$), las interacciones variedades × NaCl ($p=0.0008$), variedades × medicamentos homeopáticos ($p=0.00001$) y en la interacción variedades × NaCl × medicamentos homeopáticos ($p=0.00001$).

El análisis interactivo de los factores muestra una disminución significativa en la AP cuando la concentración de NaCl se incrementó de un nivel moderado (50 mM) a un nivel severo (100 mM), siendo mayor el impacto negativo del NaCl en la variedad SF (Fig. 3A). La AP se incrementó con la aplicación del medicamento homeopático NaM-7CH (Fig. 3B).

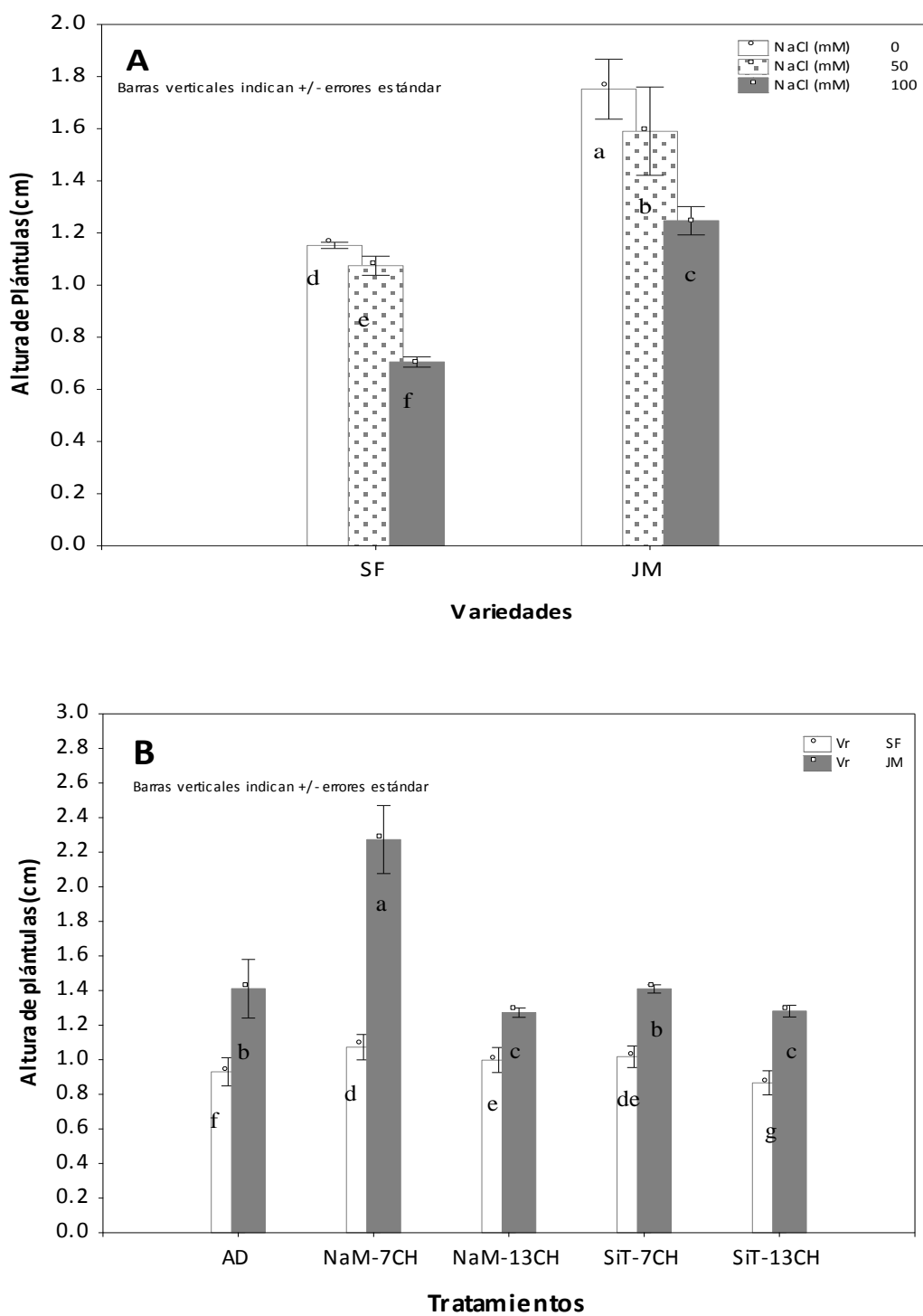


Figura 3. Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl (A) y variedades × medicamentos homeopáticos (B) en la altura promedio de plántulas de dos variedades de Chile, (*Capsicum annuum* L.), en la etapa de germinación y crecimiento inicial. Barras con letras distintas representan diferencia estadística significativa (Tukey HSD, $P \leq 0.05$).

La longitud de radícula (LR) mostró diferencias significativas entre variedades ($p=0.00001$), concentraciones de NaCl ($p=0.000001$), medicamentos homeopáticos ($p=0.0001$), las interacciones variedades \times NaCl ($p=0.00001$), variedades \times medicamentos homeopáticos ($p=0.0002$) y en la interacción variedades \times NaCl \times medicamentos homeopáticos ($p=0.00008$).

Los resultados muestran que LR disminuyó conforme las concentraciones de NaCl incrementaron. Esta respuesta se registró en las dos variedades (SF y JM) con una afectación mayor la variedad SF cuando se aplicaron 100 mM de NaCl (Fig. 4A). La LR mayor se obtuvo cuando se aplicó el medicamento homeopático NaM-7CH (Fig. 4B).

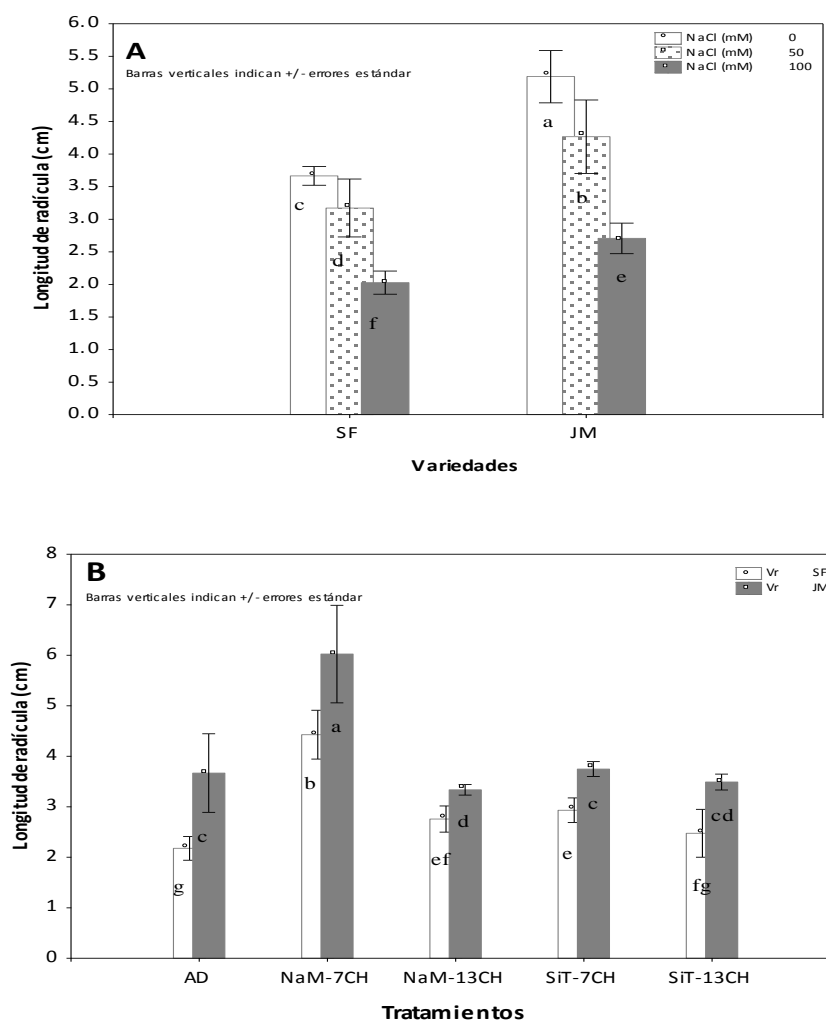


Figura 4. Efecto de la interacción variedades \times concentraciones de NaCl (A) y variedades \times medicamentos homeopáticos (B) en la longitud de radícula de plántulas de dos variedades de chile, (*Capsicum annuum* L.), en la etapa de germinación y crecimiento inicial. Barras con letras distintas representan diferencias estadísticas significativas (Tukey HSD, $P \leq 0.05$).

La biomasa fresca de radícula (BFR) no mostró diferencia significativa entre variedades; sin embargo, mostró diferencia significativa entre concentraciones de NaCl ($p=0.0002$), medicamentos homeopáticos ($p=0.006$), la interacción variedades \times NaCl ($p=0.0007$) y en la interacción variedades \times NaCl \times medicamentos homeopáticos ($p=0.007$).

La biomasa seca de radícula (BSR) no mostró diferencia significativa entre variedades, pero sí tuvo entre las concentraciones de NaCl ($p=0.00002$), medicamentos homeopáticos ($p=0.006$), la interacción variedades \times NaCl ($p=0.0007$) y en la interacción variedades \times NaCl \times medicamentos homeopáticos ($p=0.007$). La BSR disminuyó por efecto del NaCl, con una reducción de 8.6 % en la variedad JM y de 44.1 % en la variedad SF en la concentración de 100 mM de NaCl (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la interacción variedades \times concentraciones de NaCl en la biomasa fresca y seca de radícula de plántulas de dos variedades de Chile, (*Capsicum annuum* L.), en la etapa de germinación y crecimiento inicial.

Variedad	NaCl (mM)	BFR (mg)	BSR (mg)
JM	0	168.8 \pm 31.8ab	70.8 \pm 13.3ab
	50	165.8 \pm 22.5ab	69.7 \pm 9.4ab
	100	153.7 \pm 37.2b	64.5 \pm 15.6b
SF	0	194.2 \pm 70.7a	81.6 \pm 25.5a
	50	151.4 \pm 15.5b	63.5 \pm 2.5b
	100	108.6 \pm 10.6c	45.6 \pm 1.5c
		***	***

Nivel de significancia

JM: Jalapeño M, SF: Santa Fé grande, NaCl: Tratamiento salino, BFR: Biomasa fresca de radícula, BSR: Biomasa seca de radícula. Valores promedio con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $P \leq 0.05$). Nivel de significancia: *= $P \leq 0.05$, **= $P \leq 0.01$, ***= $P \leq 0.001$ (medias \pm desviación estándar)

La biomasa fresca de parte aérea (BFPA) mostró diferencias significativas entre variedades ($p=0.00001$), concentraciones de NaCl ($p=0.00001$), medicamentos homeopáticos ($p=0.0001$), las interacciones variedades \times medicamentos homeopáticos ($p=0.00005$) y variedades \times NaCl \times medicamentos homeopáticos ($p=0.00038$). En la interacción variedades \times NaCl BFPA no mostró diferencia significativa.

El análisis de las interacciones muestra un incremento de la BFPA y la BSPA de las plántulas cuyas semillas se trataron con los medicamentos homeopáticos, obteniendo los valores mayores con NaM-7CH (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de la interacción variedades × medicamentos homeopáticos (HOM) en la biomasa fresca y seca de parte aérea de plántulas de dos variedades de chile (*Capsicum annum* L.).

Variedad	HOM	BFPA (mg)	BSPA (mg)
JM	AD	259.6±13.0b	116.9±1.8b
	NaM-7CH	325.5±38.2a	144.8±17.1a
	NaM-13CH	259.9±17.3b	115.7±5.8b
	SiT-7CH	311.6±29.4ab	140.3±11.7ab
	SiT-13CH	263.3±27.4b	118.6±6.1b
SF	AD	208.6±11.7cd	93.9±2.2c
	NaM-7CH	242.7±24.6bc	109.2±15.8bc
	NaM-13CH	230.6±31.7cd	103.9±15.8c
	SiT-7CH	230.8±27.0c	103.9±15.8cd
	SiT-13CH	208.9±5.0cd	91.5±9.6d
<i>Nivel de significancia</i>		***	***

JM: Jalapeño M, SF: Santa Fé grande HOM: Tratamiento homeopático, BFPA: Biomasa fresca de parte aérea, BSPA: Biomasa seca de parte aérea. Valores promedio con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $P \leq 0.05$). Nivel de significancia: *= $P \leq 0.05$, **= $P \leq 0.01$, ***= $P \leq 0.001$ (medias ± desviación estándar)

El análisis de la interacción variedades × NaCl × medicamentos homeopáticos muestra que la BFPA se incrementó en la variedad JM en 50 mM de NaCl y NaM-7CH. El incremento con respecto al tratamiento control (AD) fue de 63.2 % (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl × medicamentos homeopáticos (HOM) en variables morfométricas de plántulas de dos variedades de Chile (*Capsicum annuum* L.), en la etapa de germinación y crecimiento inicial.

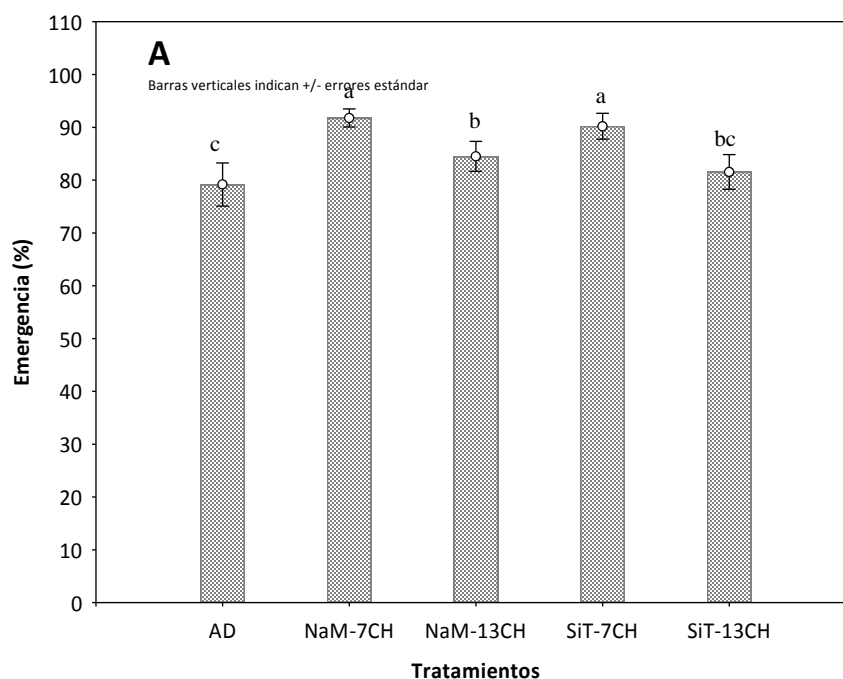
Variedad	NaCl (mM)	HOM	AP (cm)	LR (cm)	BFR (mg)	BSR (mg)	BFPA (mg)	BSPA (mg)
JM	0	AD	2.07±0.01 c	6.56±0.39c	229.6±32.1abcd	46.4±5.0bcd	316.0±26.0abcd	142±11.7abcd
		SiT-7CH	1.48±0.04de	4.19±0.09de	281.6±32.2a	83.7±40abc	311.6±29.4bcde	140.2±13.2bcde
		SiT-13CH	1.38±0.04ef	4.11±0.12de	210.6±21.2bcd	76.3±6.3abcd	249.3±8.50cdef	112.2±3.82cdefg
		NaM-7CH	2.44±0.04ab	7.36±0.53b	199.3±96.6abc	96.4±13.4a	322.6±38.2abc	145.2±17.1abc
		NaM-13CH	1.37±0.02efg	3.71±0.13efgh	108.0±28.2cd	45.3±11.8cd	251.3±13.0cdef	113.1±5.87cdef
JM	50	AD	1.22±0.01hij	3.17±0.04ghij	110.0±19.0bcd	46.2±8.01bcd	237.6±35.1efg	106.9±15.8efg
		SiT-7CH	1.34±0.02fgh	3.25±0.25fghi	175.6±33.6abcd	73.7±14.1abcd	345.6±37.7ab	155.5±16.9ab
		SiT-13CH	1.28±0.05fghi	3.18±0.10ghij	155.3±37.2abcd	65.2±15.6abcd	271.324.9±bcdef	122.1±11.2bcdef
		NaM-7CH	2.85±0.10a	8.47±0.24a	187±39.9abc	78.5±16.7abc	388.0±39.5a	174.6±17.7a
		NaM-13CH	1.24±0.04ghij	3.25±0.16fghi	140±15.5abcd	58.8±6.5abcd	243.6±4.16defg	109.6±1.87defg
JM	100	AD	0.93±0.02lm	1.27±0.01n	112.6±10.6bcd	47.3±4.49bcd	225.3±35.3fgh	101.4±15.8fgh
		SiT-7CH	1.39±0.06def	3.79±0.19defg	175±20.1abcd	73.6±8.4abcd	277.6±25.3bcde	124.9±11.3bcdef
		SiT-13CH	1.17±0.03ijk	3.18±0.09ghij	173.3±31.8abcd	71.4±9.4abcd	269.3±27.4cdef	121.2±12.3cdef
		NaM-7CH	1.52±0.00d	2.32±0.14klm	212.6±31.7ab	89.3±13.3ab	254±17.3cdef	114.3±7.80cdef
		NaM-13CH	1.20±0.01ij	3.04±0.06ij	173.3±31.8abcd	72.8±13.3abcd	276±26.6bcde	124.2±11.9bcdef
SF	0	AD	1.12±0.03jk	2.85±0.10ijk	198.6±60.7abc	83.4±25.5abc	241±15.3defg	108.4±6.92defg
		SiT-7CH	1.16±0.03ijk	3.87±0.21def	199.3±40.2abc	83.7±16.9abc	239.6±7.37efg	107.8±3.31efg
		SiT-13CH	1.12±0.02jk	3.85±0.15def	200.0±2.0abc	84.0±0.84abc	256.3±17.4cdef	115.3±7.86cdef
		NaM-7CH	1.20±0.04ij	4.36±0.20d	190±59.3abc	85.8±1.78abc	232.0±27.0fg	104.4±12.1fg
		NaM-13CH	1.16±0.05ijk	3.38±0.27fghi	183±23.8abcd	76.8±10.0abcd	225.0±11.7fgh	101.2±5.30fgh
SF	50	AD	1.06±0.01kl	2.40±0.11k	151±6.08abcd	63.4±2.55abcd	211.0±11.78fgh	94.9±5.30fgh
		SiT-7CH	1.12±0.00jk	2.60±0.17jk	131.3±2.08abcd	55.1±15.0abcd	217.3±21.3fgh	97.8±9.62fgh
		SiT-13CH	0.83±0.06mn	1.42±0.04n	131.3±36.9abcd	55.1±5.79abcd	230.3±31.7fg	103.6±14.3fg
		NaM-7CH	1.23±0.02hij	6.29±0.21c	211.6±21.2abc	88.9±8.91abc	253.0±14.0cdef	113.8±6.30cdef
		NaM-13CH	1.11±0.04jk	3.13±0.14hij	131.3±13.7bcd	55.1±0.87abcd	219.3±22.5fgh	98.7±10.1fgh
SF	100	AD	0.60±0.03o	1.28±0.13n	81.6±10.0d	34.3±4.20d	174.0±11.0gh	78.3±4.95gh
		SiT-7CH	0.77±0.02nñ	2.32±0.14kl	81.6±11.8d	34.3±4.97d	152.3±3.21h	68.5±1.44h
		SiT-13CH	0.65±0.01ño	1.64±0.11mn	111.6±2.51bcd	46.9±1.05bcde	206.0±5.0fgh	92.7±2.25fgh
		NaM-7CH	0.78±0.04n	3.14±0.32hij	135.6±15.5abcd	56.7±6.5abcd	243.3±24.6defg	109.5±11.0defg
		NaM-13CH	0.71±0.03nño	1.75±0.02lmn	132±8.3abcd	55.7±3.4abcd	247.6±13.6cdef	111.4±6.14cdefg
Nivel de significancia			***	***	***	***	***	***

Vr: Variedad, JM: Jalapeño M, SF: Santa Fé grande, NaCl: Tratamiento salino, HOM: Tratamiento homeopático, AP: Altura de las plántulas, LR: Longitud de radícula, BFPA: Biomasa fresca de parte aérea, BFR: Biomasa fresca de radícula, BSPA: Biomasa seca de parte aérea, BSR: Biomasa seca de radícula. Valores promedio con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $P \leq 0.05$). Nivel de significancia: *= $P \leq 0.05$, **= $P \leq 0.01$, ***= $P \leq 0.001$ (medias ± desviación estándar).

7.2 Etapa de emergencia

7.2.1 Porcentaje y tasa de emergencia de *C. annuum* L.

La tasa de emergencia (TE) no mostró diferencias significativas en ninguno de los factores ni en las interacciones. El porcentaje de emergencia (PE) mostró diferencias significativas entre variedades ($p=0.02$), concentraciones de NaCl ($p=0.0000$), medicamentos homeopáticos ($p=0.0000$), las interacciones variedades \times concentraciones de NaCl ($p=0.002$) y variedades \times concentraciones de NaCl \times medicamentos homeopáticos ($p=0.05$). El PE no mostró diferencia significativa para variedades \times medicamentos homeopáticos. Sin embargo, se observó una respuesta favorable del PE cuando las semillas recibieron los medicamentos homeopáticos NaM-7CH y SiT-7CH (Fig. 5 A). En la interacción variedades \times concentraciones de NaCl se observó que conforme las concentraciones de NaCl se incrementaron, el PE disminuyó en ambas variedades (Fig.5 B). Para la variedad JM, el PE disminuyó 12 y 25.3 % en 50 y 100 mM de NaCl, respectivamente. Para la variedad SF, el PE disminuyó 12 y 29.7 % en 50 y 100 mM de NaCl, respectivamente.



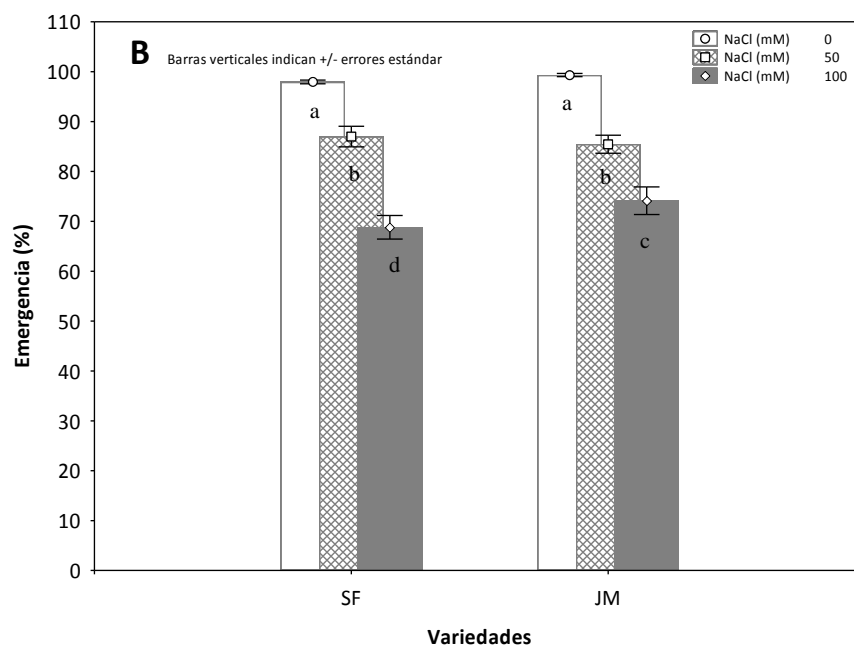


Figura 5. Efecto de los medicamentos homeopáticos (A) y de la interacción variedades \times concentraciones de NaCl (B) en el porcentaje de emergencia de dos variedades de Chile (*Capsicum annuum* L.). Barras con letras distintas representan diferencias estadísticas significativas (Tukey HSD, $P \leq 0.05$).

El análisis de la interacción variedades \times concentraciones de NaCl \times medicamentos homeopáticos muestra que la aplicación de los medicamentos homeopáticos NaM-7CH y SiT-7CH, estimuló el PE respecto al control (AD) en ambas variedades aún y cuando se encontraban en condiciones de estrés por NaCl de moderado a severo (50 y 100 mM de NaCl) (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto de la interacción variedades \times concentraciones de NaCl \times medicamentos homeopáticos en el porcentaje de emergencia de dos variedades de Chile (*Capsicum annuum* L.).

Variedad	NaCl (mM)	HOM	PE (%)
JM	0	AD	99.3 \pm 1.15ab
		SiT-7CH	100 \pm 0a
		SiT-13CH	99.3 \pm ab
		NaM-7CH	100 \pm 0a
		NaM-13CH	98.0 \pm 2ab
JM	50	AD	83.6 \pm 1.52defgh
		SiT-7CH	92.0 \pm 2.0abcde
		SiT-13CH	83.6 \pm 1.52defgh
		NaM-7CH	88.0 \pm 8.5bcdef
		NaM-13CH	80.0 \pm 11.5fghi
JM	100	AD	62.0 \pm 2kl

			SiT-7CH	88.0±2.0bcdef
			SiT-13CH	72.6±1.15hijk
			NaM-7CH	83.3±5.0defgh
			NaM-13CH	64.6±1.15jkl *
<hr/>				
SF	0		AD	97.3±1.15abc
			SiT-7CH	97.6±1.5ab
			SiT-13CH	97.3±1.15abc
			NaM-7CH	100±0a
			NaM-13CH	97.3±1.15abc
SF	50		AD	78.6±3.05fghi
			SiT-7CH	94.0±2.0abcd
			SiT-13CH	85.6±2.08cdefg
			NaM-7CH	96.0±2.0abc
			NaM-13CH	80.6±7.6efgh
SF	100		AD	54.0±2.0l
			SiT-7CH	79.0±3.6fghi
			SiT-13CH	68.3±5.8ijk
			NaM-7CH	74.0±2.0ghij
			NaM-13CH	68.6±3.05ijk *
<hr/>				
<i>Nivel de significancia</i>				

JM: Jalapeño M, SF: Santa Fe grande, NaCl: Tratamiento salino, HOM: Tratamiento homeopático, PE: Porcentaje de emergencia. Valores promedio con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $P \leq 0.05$). Nivel de significancia: $*=P \leq 0.05$, $**=P \leq 0.01$, $***=P \leq 0.001$ (medias \pm desviación estándar)

7.2.2 Variables morfométricas de plántulas de *C. annuum* L. en la etapa de emergencia.

Las variables morfométricas LT, LR, BFPA, BSPA, BFR y BSR mostraron diferencias significativas ($p=0.000$, $p=0.000$, $p=0.000$, $p=0.000$, $p=0.006$, $p=0.0069$, respectivamente) en la interacción variedades \times concentraciones de NaCl (Tabla 5).

La LT disminuyó en 100 mM de NaCl. La LT promedio de la variedad JM fue de 1.6 cm y para la variedad SF fue de 1.2 cm, valores que representan una disminución del 50 % en esta variable respuesta. La LR también disminuyó en ambas variedades en 100 mM de NaCl; sin embargo, en la variedad JM la disminución fue más significativa con 2.9 cm menos que la LR de plántulas del control (Tabla 5). Los resultados de biomasa fresca y seca para ambas variedades disminuyeron cuando la concentración de NaCl fue mayor, siendo más notable el efecto en la variedad SF (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl en variables morfométricas de plántulas de dos variedades de Chile (*Capsicum annuum* L.), en la etapa de emergencia y crecimiento inicial.

Variedad	NaCl (mM)	LT (cm)	LR (cm)	BFPA (mg)	BSPA (mg)	BFR (mg)	BSR (mg)
JM	0	3.3±0.05a	6.7±0.1a	419.7±6.6a	230.7±6.0a	576.8±13.0a	299.9±6.7a
	50	3.1±0.05b	6.2±0.7b	406.2±4.7a	206.6±4.0b	510.8±12.4b	265.6±8.1b
	100	1.7±0.1e	3.8±0.1c	276.5±6.5c	138.2±3.0e	366.3±10.5e	190.5±5.4e
SF	0	2.4±0.1c	3.9±0.1c	351.9±3.4b	190.5±4.5c	428.2±4.7c	222.7±0.7c
	50	2.1±0.1d	3.8±0.1c	348.3±3.0b	179.9±1.0d	385.3±1.5d	200.4±0.7d
	100	1.2±0.1f	3±0.05d	263.3±5.5c	135.1±14.2e	233.9±1.5f	121.6±2.5f
<i>Nivel de significancia</i>		***	***	***	***	**	**

JM: Jalapeño M, SF: Santa Fé, NaCl: Tratamiento salino, LT: Longitud del tallo, LR: Longitud de radícula, BFPA: Biomasa fresca de parte aérea, BFR: Biomasa fresca de radícula, BSPA: Biomasa seca de parte aérea, BSR: Biomasa seca de radícula. Valores promedio con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $P \leq 0.05$). Nivel de significancia: *= $P \leq 0.05$, **= $P \leq 0.01$, ***= $P \leq 0.001$ (medias ± desviación estándar).

En la interacción variedades × medicamentos homeopáticos LT, BFPA, BSPA, BFR y BSR mostraron diferencias significativas ($p=0.001$, $p=0.000$, $p=0.000$, $p=0.000$, $p=0.00002$, respectivamente) (Tabla 6).

La variedad JM mostró los valores mayores para LT, BFPA, BSPA, BFR y BSR cuando se aplicó el medicamento NaM-7CH (Tabla 6). La BFR incrementó 172 mg respecto a las plántulas del control. Los resultados mostraron dos hallazgos importantes, el primero muestra que la variedad Santa Fé respondió favorablemente a los medicamentos homeopáticos, pero con incrementos menores en LT, BFPA, BSPA, BFR y BSR, y el segundo, que los resultados obtenidos con SiT-13CH no mostraron diferencia significativa respecto al control en las variables LT y BFPA. La LT, BFPA, BFR y BSR presentaron valores superiores con la aplicación del NaM-7CH en la variedad Santa Fé (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto de la interacción variedades × medicamentos homeopáticos en variables morfométricas de plántulas de dos variedades de Chile (*Capsicum annuum* L.).

Variedad	HOM	LT (cm)	BFPA (mg)	BSPA (mg)	BFR (mg)	BSR (mg)
JM	AD	2.5±0.1c	299.9±12.7ef	167.1±6.0e	410±6.0d	213.4±3.1d
	NaM-7CH	3.2±0.1a	427.2±4.7a	231.8±15.8a	582.4±15.7a	302.9±3.4a
	NaM-13CH	2.5±0.1c	337.0±12cd	169.4±9.7de	431.7±20.4d	224.5±2.4d
	SiT-7CH	2.9±0.1b	435.4±5.5a	206.2±9.6b	542.8±15.7b	282.2±8.1b
	SiT-13CH	2.3±0.1d	337.7±12bcd	184.6±5.1c	455.9±5.5c	237.1±2.5c
SF	AD	1.7±0.1f	290.3±10f	150.4±5.1f	328.2±11.2f	170.7±5.8f
	NaM-7CH	2.4±0.1cd	357.2±3.4b	180.8±1.0cd	411.1±4.5d	213.8±2.4d
	NaM-13CH	1.8±0.1e	318.7±11de	160.3±1.5ef	320.8±1.5fg	166.8±5.8fg
	SiT-7CH	2.0±0.1e	350.6±3.4bc	185.2±4.9c	379.2±1.5e	197.2±2.3e
	SiT-13CH	1.7±0.1f	289.2±10f	165.6±1.5e	306.3±2.1g	159.3±0.7g
<i>Nivel de Significación</i>		***	***	***	***	***

JM: Jalapeño M, SF: Santa Fe grande, HOM: Tratamiento homeopático, LT: Longitud del tallo, LR: Longitud de radícula, BFPA: Biomasa fresca de parte aérea, BFR: Biomasa fresca de radícula, BSPA: Biomasa seca de parte aérea, BSR: Biomasa seca de radícula. Valores promedio con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $P \leq 0.05$). Nivel de significancia: *= $P \leq 0.05$, **= $P \leq 0.01$, ***= $P \leq 0.001$ (medias ± desviación estándar)

Para la interacción variedades × concentraciones de NaCl × medicamentos homeopáticos mostraron diferencias significativas LT, LR, BFPA, BSPA, BFR y BSR ($p=0.000$, $p=0.02$, $p=0.000$, $p=0.0002$, $p=0.001$, $p=0.0001$, respectivamente) (Tabla 7).

La LT para ambas variedades fue superior en 50 mM de NaCl con los medicamentos homeopáticos NaM-7CH y SiT-7CH respecto a las plántulas del control (Tabla 7), siendo más notable el efecto benéfico con los medicamentos homeopáticos en 7ª dilución Hahnemaniana NaM-7CH y SiT-7CH.

Tabla 7. Efecto de la interacción variedades × concentraciones de NaCl × medicamentos homeopáticos en variables morfométricas de plántulas de dos variedades de Chile (*Capsicum annuum* L.), en la etapa de emergencia y crecimiento inicial.

Variedad	NaCl (mM)	HOM	LT (cm)	LR (cm)	BFPA (mg)	BSPA (mg)	BFR (mg)	BSR (mg)
JM	0	AD	3.6±0.1a	6.2±0.1bcd	415.3±6.6cd	223.7±15.8cd	558.7±13.0bcd	290.5±6.7bcd
		SiT-7CH	3.2±0.05b	7.2±0.2ab	450±1.0bc	257±2.6ab	619.3±22.8a	322.1±11.9a
		SiT-13CH	3.0±0.05bc	6.1±0.1bcde	404.7±4.7de	225±6.0cd	556±15.7cd	289.1±8.1cd
		NaM-7CH	3.6±0.2a	7.7±0.05a	447.7±5.5bc	237±6.0bc	599±1.0abc	311.5±0.5abc
		NaM-13CH	3.0±0.05bc	6.3±0.1bc	380.7±5.5defg	210.7±9.6de	551±45.5d	286.5±23.6d
JM	50	AD	2.9±0.1cd	5.7±0.1cdefg	291.7±12.7kl	182.7±5.1fghi	408±6.0h	212.1±3.1h
		SiT-7CH	3.7±0.1a	7.3±0.3ab	498.7±2.0a	262.7±6.8a	632.7±18.0a	328.9±9.3a
		SiT-13CH	3.2±0.05b	6.1±0.1bcd	388.3±12.0def	161±6.0ijkl	417.3±4.7gh	217±2.4gh
		NaM-7CH	3.0±0.05bc	6.4±0.1bc	487.7±10.5ab	222±1.0cd	601.3±6.6ab	312.6±3.4ab
		NaM-13CH	2.8±0.1cd	5.8±0.1cdef	364.6±3.51efghi	204.7±4.0def	494.7±4.9e	257.2±2.5e
JM	100	AD	1.1±0.05h	3.1±0.1klm	192.7±13.5ñ	95±6.0o	264.3±20.0m	137.5±10.4m
		SiT-7CH	2.8±0.1cd	4.8±0.1efghi	333±12.0hijk	175.7±9.8hij	495±5.5e	257.5±2.8e
		SiT-13CH	1.2±0.1h	4.1±1.6ghijk	218±11.2nñ	122.3±10.0ñ	321.7±0.5jkl	167.2±0.3jkl
		NaM-7CH	2.2±0.1e	3.9±0.1hijk	371±26.4efgh	159.7±5.1ijkl	428±20.4gh	222.5±10.6gh
		NaM-13CH	1.1±0.1h	3.1±0.2klm	267.7±6.5lm	138.3±3.0lmn	322±10.5jkl	167.4±5.4kl
SF	0	AD	2.2±0.1e	3.7±0.2ijk	341.7±3.0ghij	182.3±4.9fghi	440±10.5fgh	228.8±5.4fgh
		SiT-7CH	2.6±0.1d	4.5±0.4fghi	367±6.0efgh	193.7±3.5efgh	478.7±19.0ef	248.9±9.8ef
		SiT-13CH	2.2±0.1e	3.6±0.2jkl	347±3.4fghij	179.3±1.5hi	405.6±4.5h	210.9±2.3h
		NaM-7CH	2.7±0.05cd	4.2±0.2ghijk	364±4.0efghi	204.7±4.7def	417.3±4.7gh	217±2.4gh
		NaM-13CH	2.3±0.05e	3.3±0.4jklm	340±17.0ghij	192.3±4.5efgh	399.3±4.5hi	207.6±0.7hi
SF	50	AD	1.7±0.1g	3.4±0.4jklm	317±5.2jk	152±2.0jklm	349±1.0j	181.4±0.5j
		SiT-7CH	2.9±0.1cd	4.2±0.2ghijk	380.3±13.6defg	197.7±1.5efgh	455.3±4.5efg	236.8±2.3efg
		SiT-13CH	2.1±0.05ef	3.5±0.05jklm	361.3±2.5fghi	166.3±1.5ijk	355.3±5.1ij	184.7±2.6ij
		NaM-7CH	2.1±0.1ef	4.9±0.3defgh	370.7±24.7efgh	203.7±5.5defg	439±23.5fgh	228.2±12.2fgh
		NaM-13CH	1.8±0.05fg	3.2±0.1klm	312.4±10.0jk	180±1.0ghi	328±11.2jk	170.5±5.8jk
SF	100	AD	1.0±0.1h	2.4±0.05lm	212.3±16.1nñ	117.0±17.3ño	195.7±5.8n	101.7±3.0n
		SiT-7CH	1.7±0.05g	3.8±0.1hijk	324.3±4.9ijk	151±5.1klm	299.3±1.5klm	155.6±0.7klm
		SiT-13CH	1.2±0.05h	3.0±0.05klm	247.7±5.5mn	135.3±14.2mnñ	201.3±1.5n	104.6±0.7n
		NaM-7CH	1.2±0.1h	3.3±0.3jklm	317±11.2jk	147.3±14.5klmn	281.3±4.9lm	146.3±2.5lm
		NaM-13CH	0.93±0.05h	2.2±0.05m	215.3±39.0nñ	124.7±5.5nñ	191.7±11.0n	99.6±5.7n
Nivel de Significación			***	**	***	***	***	***

JM: Jalapeño M, SF: Santa Fé grande, NaCl: Tratamiento salino, HOM: Tratamiento homeopático, PE: Porcentaje de emergencia, LT: Longitud del tallo, LR: Longitud de radícula, BFPA: Biomasa fresca de parte aérea, BFR: Biomasa fresca de radícula, BSPA: Biomasa seca de parte aérea, BSR: Biomasa seca de radícula. Valores promedio con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $P \leq 0.05$). Nivel de significancia: *= $P \leq 0.05$, **= $P \leq 0.01$, ***= $P \leq 0.001$ (medias ± desviación estándar)

8. DISCUSIÓN

8.1 Efecto del estrés salino inducido por adición de NaCl en la germinación y emergencia de dos variedades de chile (*Capsicum annum* L.).

Durante las etapas de germinación y emergencia, los valores promedio menores en las variables de respuesta tasa y porcentaje de emergencia (TE y PE) se observaron conforme fue mayor la concentración salina por adición de NaCl en el medio de cultivo (Fig. 1A y 5B). Estos hallazgos son atribuibles al efecto osmótico que provoca la presencia de sales, dificultando la absorción de agua por parte del embrión, y por consiguiente, afectando por igual diversos procesos metabólicos a nivel celular, propios de la germinación de las semillas (Wang *et al.*, 2015). El estrés por NaCl también ocasiona inhibición del crecimiento del eje embrionario por un retraso en la movilización de reservas y disturbios en la membrana celular (Lamz-Piedra y González-Cepero, 2013). Resultados de esta naturaleza, similares a los obtenidos durante la presente investigación con dos variedades de chile *C. annum*, los reportó Batista-Sánchez *et al.* (2017) con estudios relativos a la germinación y crecimiento inicial de albahaca *O. basilicum* en condiciones de estrés inducido por adición de Cloruro de Sodio (0, 50, 100 y 150 mM de NaCl).

Estos autores observaron una disminución en el porcentaje de germinación conforme se incrementó la concentración de NaCl en el medio de cultivo. Por su parte, Goykovic Cortés *et al.* (2014) reportaron una disminución en la germinación de semillas de tomate cuando las sometieron a diferentes tipos de estrés salino, debido a la sensibilidad celular y al efecto combinado que producen las sales de reducir el potencial hídrico del medio, como también generar un efecto iónico por el ingreso y/o acumulación de iones en la semilla o plántula, lo que induce cambios en la actividad enzimática y hormonal de las plántulas.

8.2 Efecto del estrés salino inducido por adición de NaCl en variables morfométricas de plántulas de dos variedades de chile (*Capsicum annum* L.).

El efecto negativo de la presencia de NaCl en la altura de las plántulas está determinado por la acumulación de iones Cl^- y Na^+ en el medio de cultivo, provocando una ralentización de diversos procesos metabólicos, afectando la síntesis de ácidos nucleicos, la actividad enzimática y el balance hormonal de las plantas (Sarwat M. *et al.*, 2016). Los valores inferiores en longitud de la radícula (LR), fueron observados en ambas variedades de chile (JM y SF) frente a niveles

elevados de salinidad. Esto es atribuible a la fitotoxicidad del NaCl que puede llegar a inhibir la absorción de agua y por ende, dificultar el desarrollo de los procesos básicos de división y elongación celular (Lamz y González 2013; Agüero-Fernández *et al.*, 2019).

La reducción en el crecimiento de la radícula en condiciones de estrés por NaCl tiene diversas consecuencias, incluyendo una restricción en el crecimiento y elongación celular debido a un potencial de agua reducido del medio externo, a la interferencia de iones salinos con la nutrición de la planta y/o a la toxicidad de iones acumulados que en algunos casos conduce a la muerte celular (Rodríguez *et al.*, 2019). Los resultados del presente estudio coinciden con lo planteado por Paellob (2010), quien afirma que a nivel de raíces, un exceso de sales altera la absorción de agua, afectando el crecimiento del sistema radicular, disminuyendo considerablemente la cantidad de pelos adsorbentes y la capacidad de la planta para captar agua y nutrientes.

La magnitud de las respuestas de la planta se encuentra estrechamente relacionada con la concentración de NaCl, la duración del estrés al que se encuentre expuesta y la especie o cultivar del cual se trate (Goykovic y Saavedra, 2007). De acuerdo con lo planteado por Reyes-Pérez *et al.* (2013), el exceso de sales en el suelo afecta el crecimiento y el desarrollo de las raíces, al restringir la absorción de agua con la disminución del potencial osmótico. Por su parte, Tester y Langridge (2010) consideran que una concentración alta del ión Na^+ , no solo inhibe la absorción de nutrientes directamente por interferencia con transportadores en la membrana plasmática de la raíz (tales como los canales de K^+), sino también por la inhibición del crecimiento de la raíz a causa del efecto osmótico del Na^+ .

La acumulación de biomasa en los órganos vegetativos, al igual que el crecimiento de las plántulas, depende de la intensidad de los procesos de división y diferenciación celular, por lo que en condiciones de estrés por NaCl, el crecimiento de las estructuras vegetativas disminuye significativamente, y con mayor intensidad, a medida que aumenta la concentración de sales en el sustrato. Chávez y González (2009) y Batista-Sánchez (2019) encontraron que, entre los efectos nocivos más frecuentes de la salinidad en las plantas, destacan la disminución del crecimiento por la restricción en el crecimiento celular y la disminución de biomasa, debido al potencial de agua reducido del medio externo y a la interferencia de los iones salinos con la

nutrición de las plantas. Estos autores mencionan otro factor negativo: la toxicidad de iones acumulados, que puede conducir a la muerte celular.

8.3 Efecto de los medicamentos homeopáticos como promotores de la germinación y emergencia de dos variedades de chile (*Capsicum annuum* L.) sometidos a estrés salino (NaCl).

En la presente investigación se observó un incremento significativo en cuanto a las variables PG y PE confirmando que aún en alta dilución, los medicamentos homeopáticos tienen la capacidad de inducir diversas respuestas metabólicas positivas, en las diferentes etapas fenológicas de las especies vegetales.

El incremento en el PG y PE después de la aplicación de los medicamentos homeopáticos, con respecto al control (AD) puede estar determinado por la estimulación a nivel celular de los procesos biológicos que dan lugar a la germinación, porque NaM y SiT contienen en su ingrediente activo, nanopartículas capaces de inducir una respuesta biológica favorable y/o de estimular procesos metabólicos que tienen lugar durante la germinación y emergencia de las especies vegetales (Abasolo-Pacheco *et al.*, 2020).

Resultados similares a los de la presente investigación los reportaron Mazón-Suástegui *et al.* (2020b) al aplicar NaM-7CH a semillas de *Salicornia bigelovii* (Torr) obteniendo un incremento significativo en el PG con respecto a las plántulas del tratamiento control. Silveira (2008) también observó efectos benéficos en la germinación de semillas de *Crotalaria juncea* L. al aplicar medicamentos homeopáticos. Tales resultados fueron atribuidos al efecto que ejercieron las nanopartículas contenidas en los medicamentos homeopáticos aplicados, las cuales tienen en su composición oligoelementos necesarios para correcto desarrollo del metabolismo celular aun en condiciones de estrés salino.

8.4 Efecto de los medicamentos homeopáticos en las variables morfométricas de plántulas de dos variedades de chile (*C. annuum* L.) sometidas a estrés salino (NaCl).

La respuesta favorable de AP por efecto de las dinamizaciones homeopáticas de NaM y SiT, se explica por la presencia de oligoelementos en el ingrediente activo de ambos medicamentos; uno de estos es el magnesio (Mg) químicamente presente en NaM-7CH, esencial para la formación de moléculas de clorofila, y por lo tanto de vital importancia en la fotosíntesis, que es

el principal proceso de producción de biomasa vegetal a partir de nutrientes y energía luminosa (Mazón-Suástegui *et al.*, 2020b). Adicionalmente, es bien conocido que el magnesio tiene un rol predominante en la actividad enzimática asociada al metabolismo de los carbohidratos, importantes como fuente de reservas y combustibles metabólicos (Xiao *et al.*, 2014).

Lo anteriormente expuesto confirma el efecto antiestrés salino del medicamento homeopático *Natrum muriaticum* (NaM) desarrollado a partir de sal de mar, y reportado anteriormente por Mazón-Suástegui *et al.* (2018a), al estudiar su aplicación en albahaca *O. basilicum*. Estos autores estudiaron la interacción de dos dinamizaciones de NaM en diferentes niveles salinos y observaron un incremento en la tolerancia de los efectos negativos del estrés abiótico por adición de NaCl, en las plantas que recibieron el tratamiento NaM-7CH.

En la presente investigación se observó una respuesta diferencial en el crecimiento radicular en las plántulas tratadas con los medicamentos homeopáticos NaM y SiT, registrando una BFR mayor en la variedad JM cuando se aplicó SiT-7CH en un medio no salino (0 mM de NaCl). Esto confirma un efecto beneficio *per-se* de este medicamento, en ausencia de estrés por salinidad.

No obstante, al someter las plántulas al medio salino, el tratamiento homeopático de mayor efectividad para ambas variedades en estudio fue NaM-7CH, porque se observó una BFR mayor con este medicamento, aún y cuando las condiciones salinas fueron de moderadas a severas, en ambas etapas del desarrollo (germinación y emergencia).

Durante la presente investigación se registró un incremento de las variables morfométricas con los medicamentos en la 7ª dilución centesimal Hahnemania (SiT-7CH y NaM-7CH). Resultados similares obtuvieron Lensi *et al.* (2010), quienes demostraron la efectividad de dinamizaciones homeopáticas de NaM (NaM-6CH y NaM-30CH) en plantas de frijol común (*P. vulgaris* L.), al no presentar signos de toxicidad durante su etapa de crecimiento. De acuerdo con estos autores, el mecanismo de acción de los medicamentos homeopáticos implica cambios fisiológicos que conducen a la formación de productos metabólicos secundarios relacionados con el mecanismo de defensa de las plantas así tratadas.

Los efectos benéficos obtenidos en este estudio con la medicación homeopática, pueden atribuirse a la acción directa de nanopartículas contenidas en las dinamizaciones homeopáticas

aplicadas. El sílice o materia prima a partir de la cual se produce el medicamento homeopático SiT es considerado uno de los minerales principales componentes de las rocas, y se ha comprobado que es necesario para el desarrollo óptimo de las plantas (Tichavsky, 2007). NaM contiene oligoelementos presentes en el agua de mar y en la sal de mar sin proceso industrial, que son de suma importancia en la síntesis de carbohidratos y de otras biomoléculas (Mazón-Suástegui *et al.*, 2018a).

Los resultados de la presente investigación coinciden con los obtenidos por Rodríguez-Álvarez *et al.* (2020) quienes aplicaron medicamentos homeopáticos en chile chiltepín (*Capsicum annum* L. var. *Glabriusculum*) y observaron un efecto antiestrés del NaM en las plantas que se encontraban sometidas a estrés salino por adición de 200 mM de NaCl, lo que indica que las dinamizaciones homeopáticas aplicadas estimularon en las plántulas mecanismos de tolerancia y/o adaptación al estrés salino aún por estudiar.

En el presente estudio se observó un incremento en la BSPA cuando las plántulas de ambas variedades de chile recibieron el tratamiento NaM-7CH, aún en condiciones de estrés por NaCl. La BSPA fue superior a la obtenida con el tratamiento control (AD), confirmando que los medicamentos homeopáticos utilizados pueden activar en las plántulas mecanismos de defensa bioquímicos y/o fisiológicos en los cuales se debe profundizar en estudios posteriores, ya que definitivamente tienen la capacidad de desencadenar en las plantas respuestas fisiológicas *ad-hoc*, que atenúan los efectos negativos del estrés salino por adición de NaCl.

De manera general, los resultados obtenidos y el nuevo conocimiento generado durante la presente investigación, son coincidentes con diversos estudios previos en la materia, son ilustrativos del potencial que tienen los medicamentos homeopáticos en la agricultura y confirman que aún en alta dilución, estos compuestos bioactivos altamente diluidos (CBAD) tienen la capacidad de inducir diversas respuestas metabólicas en cadena, tanto en peces e invertebrados marinos como en las especies vegetales tratadas, ya sean semillas, plántulas, o plantas en etapa de producción (López-Carvallo *et al.*, 2020, 2021; Mazón-Suástegui *et al.*, 2018 a,b, 2019, 2020 a,b,c,d). En este mismo campo de investigación (Homeopatía Agrícola), se han comprobado previamente diversas respuestas fisiológicas en diversas especies y variedades

vegetales, que no pueden ser en modo alguno, atribuidas a la sugestión o efecto placebo, que si bien es propio de los seres humanos, no se ha documentado en peces e invertebrados marinos (Mazón-Suástegui *et al.*, 2018b) ni en plantas (Mazón-Suástegui *et al.*, 2018a, 2019, 2020c).

9. CONCLUSIONES

Los medicamentos homeopáticos NaM y SiT incrementaron en lo general los valores promedio de las variables de respuesta evaluadas, lo que sugiere un gran potencial como tratamientos alternativos, naturales y eco-amigables, para mitigar los efectos negativos del estrés salino por NaCl en el cultivo de *C. annuum* L, y su aplicabilidad en agricultura orgánica y sustentable.

Las variables de respuesta con efecto benéfico mayor fueron altura de plántula y longitud de radícula en la etapa de germinación, así como la longitud de radícula y la biomasa fresca y seca de parte aérea en la etapa de emergencia, siendo más efectivos los medicamentos homeopáticos en la 7ª dilución centesimal Hahnemaniana NaM-7CH y SiT-7CH.

Los resultados obtenidos a partir de la presente investigación revelan un efecto mitigador del estrés abiótico experimentalmente inducido por adición de NaCl en semillas y plántulas de chile, que poseen los medicamentos homeopáticos de uso humano *Natrum muriaticum* Similia® (NaM) y *Silicea terra* Similia® (SiT).

El nuevo conocimiento generado sugiere que estos compuestos bioactivos altamente diluidos (CBAD) inocuos, ecoamigables y capaces de mitigar los efectos negativos del estrés salino, tienen potencial para ser empleados durante las etapas de germinación y emergencia de chile (*Capsicum annuum* L), para mejorar su desempeño general y productividad agrícola.

10. LITERATURA CITADA

- Abasolo-Pacheco, F., Bonilla-Montalván, B., Bermeo-Toledo, C., Ferrer-Sánchez, Y., Ramírez-Castillo, A.J., Mesa-Zavala, E., Llerena-Ramos, L., Mazón-Suástegui, J.M. (2020a). Efecto de medicamentos homeopáticos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Terra Latinoamericana*, 38(1):217-231.
- Abasolo-Pacheco, F., Ojeda-Silvera, C.M., Cervantes-Molina, J.E., Moran-Villacreces, E., Vera-Avilés, D., Ganchozo-Mendoza, E., Mazón-Suástegui, J.M. (2020b). Respuesta agronómica del Nabo (*Brassica napus* L.) a la aplicación de medicamentos homeopáticos. *Terra Latinoamericana*, 38(1):183-198.
- Abasolo-Pacheco, F., Ojeda-Silvera, C.M., García-Gallirgos, V., Melgar-Valdes, C., Nuñez-Cerezo, K., Mazón-Suástegui, J.M. (2020c). Efecto de medicamentos homeopáticos durante la etapa inicial y desarrollo vegetativo de plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Terra Latinoamericana*, 38(1):165-181.
- Agüero-Fernández, Y.M., Hernández-Montiel, L.G., Murillo-Amador, B., Mazón-Suástegui, J.M., Ojeda-Silvera, C.M., Batista-Sánchez, D. (2019). Morpho-physiological Characteristics of Basil (*Ocimum basilicum* L.) under NaCl-stress and *Rhizophagus fasciculatum* as NaCl-stress Mitigator. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(4):1285-1292.
- Alvarado-Mendoza, A.F., Jirón-Giler, J.I., Mazón-Suástegui, J.M., Granados-Rivas, Y.E., Abasolo-Pacheco, F. (2017). La agrohomeopatía: una alternativa para el control del patógeno *Fusarium oxysporum* f sp *lycopersici*. *El Misionero del Agro*, 16:54-65.
- Amini, F.A., Ehsanpour, T., Hoang, S. (2007). Protein pattern changes in tomato under in vitro salt stress. *Russian Journal of Plant Physiology*, 54(4):464-472.
- Andrade, F.M., Casali, V.W. (2011). Homeopatía, agroecología e sustentabilidade. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 6(1):49-56.
- Barbosa, N.M. (2013). Efecto de preparados homeopáticos en indicadores de calidad de suelos provenientes de manejo convencional. Tesis de Maestría. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp.117.
- Batista-Sánchez, D., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Alcaráz-M, L., Troyo-Diequez, E., Hernández-Montiel, L.G., Ojeda-Silvera, C.M. (2017). Mitigación de NaCl por efecto de un bioestimulante en la germinación de *Ocimum basilicum* L. *Terra Latinoamericana*,

35:309-320.

- Batista-Sánchez, D., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Alcaráz-M, L., Troyo-Diequez, E., Hernández-Montiel, L.G., y Agüero-Fernández, Y.M. (2019). Bioestimulante derivado de caña de azúcar mitiga los efectos del estrés por NaCl en *Ocimum basilicum* L. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(17):297-306.
- Biondi, S.K., Ruíz, B., Martínez, E., Zurita, S.A., Orsini, F., Antognoni, F., Dinelli, G., Marotti, I., Gianquinto, G., Maldonado, S., Burrieza, H., Bazile, D., Adolf, V.I. y Jacobsen, S. (2014). Tolerancia a condiciones salinas. Cap 2.3. "Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia):167-184.
- Bosland, P.W., Votava, E.J. y Votava, E.M. (2012). *Pimientos: pimientos vegetales y especiados* (Vol. 22). Cabi.
- Carro, S.J., Sarmiento, P.S., y Rosano, O.G. (2017). La cultura organizacional y su influencia en la sustentabilidad empresarial. La importancia de la cultura en la sustentabilidad empresarial. *Estudios gerenciales*, 33(145):352-365.
- Chávez, L., Álvarez A. y Ramírez, R. (2012). Apuntes sobre algunos reguladores del crecimiento vegetal que participan en la respuesta de las plantas frente al estrés abiótico. *Cultivos Tropicales*, 33(3):47-56.
- Chávez, L., y González, L. M. (2009). Mecanismos moleculares involucrados en la tolerancia de las plantas a la salinidad. *ITEA*, 105(4), 231-256.
- Chen, Z., Shabala, S., Mendham, N., Newman, I., Zhang, G. y Zhou, M. (2008). Combining ability of salinity tolerance on the basis of NaCl-induced K⁺ flux from roots of barley. *Crop Science*, 48:1382-1388.
- Dai-Yin, C., Dilkes, B., Luo, H., Douglas, A., Yakubova, E., Lahner, B. y Salt, D.E. (2013). Polyploids exhibit higher potassium uptake and salinity tolerance in Arabidopsis. *Science*, 341:658-659.
- Dheeravathu, S. N., Tyagi, V. C., Gupta, C. K., and Antony, E. (2018). Manual on Plant Stress Physiology. *ICAR-Indian Grassland and Fodder Research Institute, Jhansi*, 21-28.
- Encalada, M.C., Morales, C.L. y Santana, J.R. (2014). Competitividad Mundial de la Producción de Chile Verde de México. *Revista de Economía, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán*, 31(83):96-96.
- FAOSTAT,2018. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

- Flowers, T.J., Gaur, P.M., Gowda, C.L., Krishnamurthy, L., Samineni, S., Siddique, K.H., Turner, N.C., Vadez, V., Varshney, R.K. y Colmer, T.D. (2010). Salt sensitivity in chickpea. *Plant, Cell & Environment*, 33:490-509.
- Funes-Monzote, F.R. (2009). Transgenic Food Production in Cuba; The Need for a Participatory and Serious Debate. *Food First website*.
- García-Bernal, M., Ojeda-Silvera, C.M., Batista-Sánchez, S.D., Abasolo-Pacheco F., y Mazón-Suástegui, J.M. (2020). Respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Quivicán a la aplicación de medicamentos homeopáticos. *Rev. Terra Latinoamericana*, 38(1):137-147.
- Ghulam, A.M.S., Muhammad, S., Javaid, A, and Muhammad, A. ul Haq (2015). Interactive effects of salinity and iron deficiency on different rice genotypes. *J. Plant Nutr. Soil Sci*, 178:306-311.
- Giardini, Bonfim, F., Dias-Casali, V.W. y Ronie-Martins, E. (2012). Germinação e vigor de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum*, M.) peletizadas com preparados homeopáticos de *Natrum muriaticum*, submetidas a estresse salino. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia*, 8(14):625-633.
- González, L.M. (2001). Crecimiento, frecuencia estomática, rendimiento de materia seca y acumulación de iones en nueve especies de leguminosas pratenses cultivadas en condiciones salinas. *Pastos y Forrajes*, 23:299-308.
- González, L.M. y Ramírez, R. (1999). La absorción de agua por las semillas de arroz a altas concentraciones salinas, como posible indicador de la tolerancia varietal. *Cultivos Tropicales*, 20(1):31-34.
- González, S., Franco, O., Ramírez, C., Ortega, H., Quero, A. y Trejo, C. (2011). Germinación y crecimiento de alfalfa bajo condiciones salinas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2:169-174.
- Goykovic, V. y Saavedra, R.G. (2007). Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *IDESIA (Chile)*, 25(3):47-52.
- Goykovic, C.V., Nina, A.P. y Calle, L.M. (2014). Efecto de la salinidad sobre la germinación y crecimiento vegetativo de plantas de tomate silvestres y cultivadas. *Interciencia* [en línea], 39(7):511-517
- Hernández-Mansilla, A., Granda-Sánchez, S., Mur-Rodríguez, R., & López Madrigal, S. (2013,

September). Reconversión agroecológica en la unidad básica de producción cooperativa “la estrella”. Ciego de Ávila. Cuba. Pasos transitorios. In *Congreso Latinoamericana de agroecología articulos completos*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA).

Hessini, K., Ferchichi, S., Ben, Y.S., Werner, K.H., Cruz, C. y Gandour, M. (2015). ¿Cómo afecta la duración de la salinidad al crecimiento y la productividad de la cebada cultivada? *Agronomy Journal*, 107(1):174-180.

Hossain, A., Ashrafuzzaman, M. and Ismail, R. (2011). Salinity triggers proline synthesis in peanut leaves. Maejo International. *Journal of Science and Technology*, 5(01):159-168.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257072/Potencial-Chiles_y_Pimientos-parte_uno.pdf.

Jirón-Giler, J.I. (2018). Evaluación del efecto de sustancias homeopáticas sobre la etapa inicial de crecimiento de plantas de pimiento (*Capsicum annuum*, L.) y el desarrollo in vitro de *Phytophthora capsici* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ). pp.73.

Kaymakanova, M. (2009). Effect of salinity on germination and seed physiology in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotechnol and Biotechnol*, 23:326-329.

Lamz, P.A. y González, C.M.C. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales*, 34(4):31-42.

Lamz, P.A., Reyes, G.Y., González, C.M.C. (2013). Indicadores bioquímicos para la selección temprana de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) con tolerancia a la salinidad. *Cultivos Tropicales*, 1:11-17.

Lensi, M.M., Siqueira, T.J., and Silva, G.H. (2010). A pilot study of the influence of natrum muriaticum at 6CH and 30CH potency in a standardized culture of *Phaseolus vulgaris*. *Int. J. High Dilut. Res*, 9:43-50.

López-Carvalho, J.A., Arcos-Ortega, G.F., Tovar-Ramírez, D., Hernández-Oñate, M.A., Abasolo-Pacheco, F., García-Corona, J.L. y Mazón-Suástegui, J.M. (2019). Effect of immunomodulatory medication over general response of juvenile Catarina scallop (*Argopecten ventricosus*, Sowerby II, 1842). *Latinamerican Journal of Aquatic Research*, 47(1):65-77.

López-Carvalho, J.A., Mazón-Suástegui, J.M., Morelos-Castro, R.M., Tovar-Ramírez, D., Abasolo-Pacheco, F., Hernández-Oñate, M.A. y Arcos-Ortega, G.F. (2020). Transcriptome analysis

of Catarina scallop (*Argopecten ventricosus*) juveniles treated with highly-diluted immunomodulatory compounds reveals activation of non-self-recognition system. PLOS ONE <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233064>

- López-Carvallo JA, Mazón-Suástegui JM, Arcos-Ortega GF, Hernández-Oñate MA, Tovar-Ramírez D, Abasolo-Pacheco F, García-Bernal D (2021). Highly-diluted bioactive compounds in marine aquaculture: A potential alternative for sustainable production. Running title: HDBC and sustainable aquaculture. Reviews in Aquaculture DOI: <https://doi.org/10.1111/raq.12644>.
- Luis, S.S.J., Moreno, N.M., Universitario, S.D.S.S., y Mazatlán, S. (2007). Efecto de cinco medicamentos homeopáticos en la producción de peso fresco, en cebollín (*Allium fistulosum* L.). *Pirque, Chile*. pp. 5.
- Mata, F.I., Rodríguez, G.M.L., López, B.J., Vela, C.G. (2014). Dinámica de la salinidad en los suelos. *El Hombre y su Ambiente*, 1 (5):26-35.
- Mazón-Suástegui, J.M., Murillo-Amador, B., Batista-Sánchez, D., Agüero-Fernández, Y.M., García-Bernal, M. y Ojeda-Silvera, C.M. (2018a). *Natrum muriaticum* como atenuante de la salinidad (NaCl) en albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *Nova Scientia*, 21(10):148-164.
- Mazón-Suástegui, J.M., Tovar-Ramírez, D., Salas-Leiva, J.S., Arcos-Ortega, G.F., García-Bernal, M., Avilés-Quevedo, M.A., López-Carvallo, J.A., García-Corona, J.L., Ibarra-García, L.E., Ortíz-Cornejo, N.L., Teles, A., Rosero-García, A., Abasolo-Pacheco, F., Campa-Córdova, A.I., Saucedo, L.P.E., Barajas-Frías, J.D., Ormart-Castro, P., Rodríguez-Jaramillo, M.C., González-Gonzales, R., Barajas-Ponce, U., Tordecillas-Guillen, J.L., Álvarez-Gil, F.A., Pineda-Mahr, G., Peiro-Lopez, J. y Robles-Mugaray, M. (2018b) Aquacultural Homoeopathy: A Focus on Marine Species. In: Diarte-Plata G and Escamilla R (eds), "Aquaculture: Plants and Invertebrates". IntechOpen Books. DOI: <http://dx.doi.org/19.5772/intechopen.78030>.
- Mazón-Suástegui, J.M., Ojeda-Silvera, C.M., García-Bernal, M., Avilés-Quevedo, M.A., Abasolo-Pacheco, F., Batista-Sánchez, D., Tovar-Ramírez, D., Arcos-Ortega, F., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Ferrer-Sánchez, Y., Morelos-Castro, R.M., Alvarado-Mendoza, A., Díaz-Díaz, M. y Bonilla-Montalvan, B. (2019). Agricultural homeopathy: New insights into organic's. In: Jan Moudry (ed.) "Multifunctionality and Impacts of Organic Agriculture". IntechOpen Books. DOI: <http://dx.doi.org/19.5772/intechopen.84482>.

- Mazón-Suástegui, J.M., López-Carvalho, J.A, Rodríguez-Jaramillo, C., García-Corona, J.L., Arcos-Ortega, G.F. y Abasolo-Pacheco, F. (2020a). Ultra-diluted bioactive compounds enhance energy storage and oocyte quality during gonad conditioning of Pacific calico scallop *Argopecten ventricosus* (Sowerby II, 1842). *Aquaculture Research*, 52(4):1490-1500. <http://dx.doi.org/10.1111/are.15002>.
- Mazón-Suástegui, J.M., Ojeda-Silvera, C.M., Agüero-Fernández, Y.M., Batista-Sánchez, D., García-Bernal, M. y Abasolo-Pacheco, F. (2020b). Efecto de medicamentos homeopáticos en la germinación y crecimiento inicial de *Salicornia bigelovii* (Torr.). *Rev. Terra Latinoamericana*, 38(1):113-124.
- Mazón-Suástegui, J.M., Ojeda-Silvera, C.M., García-Bernal, M., Batista-Sánchez, D., y Abasolo-Pacheco, F. (2020c). La Homeopatía incrementa la tolerancia al estrés por NaCl en plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Quivicán. *Terra Latinoamericana*, 38(1):149-163.
- Mazón-Suástegui, J.M., Ojeda-Silvera, C.M., García-Bernal, M.R., Batista-Sánchez, D., Gurrola-Mesa, A.D. y Mesa-Zavala, E. (2020d). Efecto de medicamentos homeopáticos en indicadores fisiológicos y del desarrollo inicial del frijol Yorimón (*Vigna unguiculata* L, Walp.). Running head: Homeopathic medication in Yorimon bean. *Terra Latinoamericana*, (Vol. 38 Número Especial "Homeopatía Agrícola: Avances y Perspectivas").
- Mert, H. H., Dogan, Y., Baslar, S., Aydin, H. and Yorek, N. (2008). The effect of NaCl on some parameters influencing the soil-plant interactions in *Salicornia herbacea*. *Gen. Appl. Plant Physiology*, 34(3):169-176.
- Moradi, F., Ismail, M. (2007). Responses of photosynthesis, chlorophyll fluorescence and ROS scavenging systems to salt stress during seedling and reproductive stages in rice. *Ann. Bot*, 99:1161-1173.
- Morales, D., Rodríguez, P., Dell'Amico, J.M., Torrecillas, A. y Sánchez, M.J. (2010). Efecto del estrés por NaCl en el crecimiento y las relaciones hídricas en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) durante el período vegetativo. *Cultivos Tropicales*, 31(4):76-81.
- Moreno, N.M. (2009). Agrohomeopatía una opción para la agricultura. *Boletín informativo (Barcelona)*, 26:32-36.
- Moreno, N.M. (2017). Agrohomeopatía como alternativa a los agroquímicos. *Revista Médica de*

Homeopatía, 10(1):9-13.

- Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., López-Cortés, A., Jones, H.G., Ayala-Chairez, F. y Tinoco-Ojanguren, C.L. (2001). Salt-tolerance of cowpea genotypes in the emergence stage. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(1):81-88.
- Narváez, M.E., Ldercamilo., Torop, H., León, G., Jean. Alexander., y Bacca, T. (2014). Evaluation of Homeopathic Neoleucinodes elegantalis Guenée (Lepidóptera: Crambidae) Growing Lulo. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1):115-123.
- Nasim, M., Qureshi, H., Saqib, M., Aziz, T., Nawaz, S., Katar, J., Anwar, and ul Haq M. (2007). Properties of salt affected soil under *Eucalyptus camaldulensis* plantation in field conditions. *Pak. J. Agri. Sci*, 44(3):401-414.
- Ojeda-Silvera, C.M, Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Troyo-Dieguez, E., Higinio-Ruíz, R.E. y García-Hernandez, J.L. (2015). Emergencia y crecimiento de plántulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sometidas a estrés hídrico. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 2(5):151-161.
- Ojeda-Silvera, C.M. (2015). Efecto de un producto bioactivo compuesto por oligogalacturónidos como mitigador del estrés hídrico en variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L). Tesis de Doctorado. México, BCS: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. pp. 123.
- Orosco, A.B.E., Núñez, P.H.G., Pérez, M.L., Valencia, P.M., Trejo, T.L., Díaz, S.F.R., Ruiz, N.J.E. y Abraham, J.M.R. (2018). Tolerancia a salinidad en plantas cultivadas: Una visión agronómica. *Agroproductividad*, 11(7): 51-57.
- Ortiz-Cornejo, N.L., Tovar-Ramírez, D., Abasolo-Pacheco, F. y Mazón-Suástegui, J.M. (2017). Homeopatía, una alternativa para la acuicultura. *Rev. Med. Homeopat*, 10(1):28-34. <http://dx.DOI: 10.1016/j.homeo.2017.04.006>.
- Paellob, F. (2010). Root length, ion uptake and relationship with salinity tolerance in wheat, rice and prewiff. *Plant Growth Regulation*, 1, 46-54.
- Parida, A.K., Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 60:324-349.
- Postnikova, O.A., Nemchinov, L.G. (2015). Natural Antisense Transcripts Associated with Salinity Response in Alfalfa. *The plant genome*, 8(2):33-39.
- Reyes-Pérez, J. J., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Troyo-Diéguez, E., Reynaldo-Escobar,

- I. M., Rueda-Puente, E. O., García-Hernández, J. L. (2013). Tolerancia a la salinidad en variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en las etapas de germinación, emergencia y crecimiento inicial. *Universidad y ciencia*, 29(2), 101-112.
- Rezende, R.A., Almendagna, F., Rodrigues, J.D., Oliveira, H.R., Pasqual, M. and Gomes, G.M. (2018). Salt stress and exogenous silicon influence physiological and anatomical features of in vitro-grown cape gooseberry. *Ciência Rural*, 48:1.
- Rodríguez, A.M., Morales, R.N., Batista, S.D., y Mazón, S.J.M. (2020). *Natrum muriaticum* atenúa el estrés por NaCl en *Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*. *Revista Terra Latinoamericana*, 38(1):199-218.
- Rodríguez-Álvarez, M., Morales-Roblero, N., Batista-Sánchez, D., y Mazón-Suástegui, J. M. (2020). *Natrum muriaticum* atenúa el estrés por NaCl en *Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*. *Terra Latinoamericana*, 38(1), 197-216.
- Rodríguez-Ledesma, N. D., Torres Sevillano, C. N., Chaman Medina, M. E., & Hidalgo Rodríguez, J. E. M. (2019). Efecto del estrés salino en el crecimiento y contenido relativo del agua en las variedades IR-43 y amazonas de *Oryza sativa* "arroz"(Poaceae). *Arnaldoa*, 26(3), 931-942.
- Rolim, P.R.R., Tofoli, J.G., Domingues, R.J., y Rossi, F. (2005). Preparados homeopáticos no controle da pinta preta do tomateiro. *Horticultura Brasileira*, 23(2):249-254.
- Saeedipour, S. (2011). Is salinity tolerance of rice lines related to endogenous ABA level or to the cellular ability for ABA synthesis under stress? *Journal of American Science*, 5:628-633.
- Sandoval, A.A.P., y Camberos, S.M.Q. (2012). De los nombres del Chile y sus variedades principales en tierras nayaritas. *Revista Fuente Año*, 4(10):50-55.
- Sarwat, M., Hashem, A., Ahanger, M.A., Abd, A.E.F., Alqarawi, A.A., Alyemeni, M.N., Ahmad, P., Gucel, S. (2016). Mitigation of NaCl stress by arbuscular mycorrhizal fungi through the modulation of osmolytes, antioxidants and secondary metabolites in mustard (*Brassica juncea* L.) plants. *Front. Plant Sci*, 7:869-883.
- Shahba, Z., Baghizadeh, A., Mohamad, A., Yazdanpana, A. and Yosefi, M. (2010). The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl). *Journal of Biophysics and Structural Biology*, 2(3):35-41.

- Shelden, M.C., Roessner U., Sharp R.E., Tester M. and Bacic A. (2013). Genetic variation in the root growth response of barley genotypes to salinity stress. *Funct Plant Biol*, 40:516-530.
- SIAP, (2014). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado el 06/06/2021 Disponible: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP, (2019). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado el 24/08/2021 Disponible: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP, (2020). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado el 24/09/2021 Disponible: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Silveira, J. C. D. (2008). Germinação de sementes de crotalária e de alface com o preparado homeopático de ácido giberélico.
- Tarchoune, I., C. Sgherri, B. Baâtour, R. Izzo, M. Lachaâl, F. Navarilzzo, and Z. Ouerghi (2013). Effects of oxidative stress caused by NaCl or Na₂ SO₄ excess on lipoic acid and tocopherols in Genovese and Fine basil (*Ocimum basilicum* L.) *Annal. Appl. Biol.* 163:23-32.
- Tester, M., y Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, 327 (5967), 818-822.
- Tichavsky, R. (2007). Manual de agrohhomeopatía. Instituto Comenius. pp.78.
- Tuteja, N. (2008). Mechanisms of high salinity tolerance in plants. *Meths in Enzymol*, 428:419-438.
- Wang, F., Xu, Y. G., Wang, S., Shi, W., Liu, R., Feng, G., & Song, J. (2015). Salinity affects production and salt tolerance of dimorphic seeds of *Suaeda salsa*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 95, 41-48.
- Xiao, J. X, Hu, C. Y, Chen, Y. Y, Yang, B, and Hua, J. (2014). Effects of low magnesium and an arbuscular mycorrhizal fungus on the growth, magnesium distribution and photosynthesis of two citrus cultivars. *Scientia Horticulturae*, 177, 14-20.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.07.016>.