



## Germinación y crecimiento inicial de sésamo sometido a estrés salino

Germination and initial growth of sesame subjected to salt stress

Germinação e crescimento inicial de gergelim submetido a estresse salino

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil

o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.303>

**Edith Diana María Ruiz Díaz Lovera**   
edirudi86@gmail.com

**Marcos Antonio Sánchez González**   
marcusanz@gmail.com

**Federico Iván Sanguinés Silva**   
federicosanguines5@gmail.com

**Rosanna Maria Britos Pedrozo**   
rosanna.britos@ipta.gov.py

Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay

Artículo recibido 23 de julio 2024 / Arbitrado 28 de agosto 2024 / Publicado 20 de septiembre 2024

### RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta del sésamo al estrés salino durante la germinación y crecimiento inicial. El diseño fue completamente al azar con un esquema multifactorial de 2x3x3. Factor A variedad K2 e IPTA K07, Factor B (dosis de 0, 3g. L-1 y 6g. L-1 de sal y Factor C tiempo de inmersión de 0, 12 y 24 horas, con 18 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 72 unidades experimentales. Las determinaciones evaluadas fueron capacidad de hidratación, velocidad de emergencia (VE), longitud aérea y radicular de la planta y porcentaje de germinación. Para la capacidad de hidratación de la planta el (T3) obtuvo óptimos resultados; en cuanto que para la dosis de solución utilizada los resultados fueron estadísticamente iguales entre sí. Se registró una relación favorable con el (T1) para la interacción AxB. La determinación de velocidad de emergencia obtuvo mejores resultados con el testigo. En cuanto a la longitud aérea de la planta el (T16) obtuvo mejores resultados, no así con la determinación longitud radicular donde no se encontraron diferencias significativas. Para la interacción AxB y BxC, obtuvo mejor interacción para la determinación de longitud aérea el (T1). La variedad K2 obtuvo un 93% de germinación siendo los demás factores estadísticamente iguales entre sí. Se concluye la variedad K2 obtuvo mejores resultados en la mayoría de las determinaciones evaluadas.

**Palabras clave:** Germinación *Sesamum indicum* L.; Solución salina; Tiempo; Variedad

### ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the response of sesame to salt stress during germination and initial growth. The design was completely randomized with a multifactorial scheme of 2x3x3, Factor A variety K2 and IPTA K07, Factor B (doses of 0, 3g. L-1 and 6g. L-1 of salt and Factor C immersion time of 0, 12 and 24 hours, with 18 treatments and 4 repetitions, totaling 72 experimental units. The determinations evaluated were hydration capacity, emergence speed (VE), aerial and root length of the plant and germination percentage. For the hydration capacity of the plant the (T3) obtained optimal results; while for the dose of solution used the results were statistically equal to each other. A favorable relationship was recorded with (T1) for the interaction AxB. The determination of emergence speed obtained better results with the control. Regarding the aerial length of the plant the (T16) obtained better results, not so with the determination of root length where no significant differences were found. For the interaction AxB and BxC obtained better interaction for the determination of aerial length (T1). The K2 variety obtained 93% germination, with the other factors being statistically equal to each other. It is concluded that the K2 variety obtained better results in most of the determinations evaluated.

**Key words:** Germination *Sesamum indicum* L.; Saline solution; Time; Variety

### RESUMO

O presente trabalho foi feito com o objetivo de avaliar a resposta do gergelim ao estresse salino durante a germinação e o crescimento inicial. O delineamento foi inteiramente casualizado com um arranjo multifatorial de 2x3x3, sendo o Fator A constituído pelas variedades K2 e IPTA K07, Fator B, a concentrações de sal de 0, 3g. L-1 e 6g. L-1 e o Fator C, tempos de imersão de 0, 12 e 24 horas, com 18 tratamentos e 4 repetições, totalizando 72 unidades experimentais. As determinações avaliadas foram a capacidade de hidratação, velocidade de emergência (VE), longitude aérea e radicular da planta e porcentagem de germinação. O T3 obteve ótimos resultados quando para a dose de solução utilizada os resultados foram estatísticamente iguais entre si. AxB. A determinação da velocidade de emergência obteve melhores resultados com o teste. No que diz respeito à longitude aérea da planta, o T16 obteve melhores resultados, não assim com a determinação da longitude radicular onde não foram encontradas diferenças significativas. Para a interação AxB e BxC, obtemos a melhor interação para a determinação da longitude aérea do T1. A variedade K2 obteve uma germinação de 93%, mantendo os demais fatores estatísticamente iguais entre si. Conclui-se que a variedade K2 obteve melhores resultados na maioria das determinações avaliadas.

**Palavras-chave:** Germinação *Sesamum indicum* L.; Solução salina; Tempo; Variedade

## INTRODUCCIÓN

El sésamo *Sesamum indicum* L., originario de África y perteneciente a la familia Pedaliaceae Sousa et al. (1), es uno de los cultivos oleaginosos más importantes para el pequeño productor del Paraguay. De hecho, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Paraguay (2), en su Censo Agropecuario Nacional, reportó un volumen de producción de 18002Ton; siendo la región Oriental la que presentó mejores rendimientos. Sin embargo, según la misma fuente, el rendimiento, la producción y la superficie sembrada cayeron en un 9.1; -40.5 y 45.5% respectivamente en comparación a la campaña 2016/2017.

En este sentido, Vázquez et al. (3), en su estudio de recopilación de datos sobre cultivos potenciales para exportación producidos por pequeños productores en el Paraguay, menciona que las causas de esta problemática radican principalmente en la degradación de los suelos y los daños causados por enfermedades y plagas (entre los que se mencionan a la *Macrophomina* y la Fusariosis); a la vez que recomiendan la expansión del cultivo a nuevas áreas de producción menos degradadas, trabajo conjunto entre gobierno y productores, y el mejoramiento genético de estos materiales vegetativos con variedades más rústicas, resistentes a estas enfermedades y a condiciones adversas de suelos empobrecidos o muy salinos.

Por otro lado, la salinidad de suelos es una condición que afecta el crecimiento y producción de las plantas, debido al aumento de la presión osmótica en el suelo y la interferencia en la absorción de nutrientes por las plantas Machado y Serralheiro (4), lo que resulta, según Veloso et al. (5), en un efecto negativo en la integridad de la membrana celular, limitando el proceso fotosintético debido al cierre parcial de estomas, derivando esto en daño al aparato fotosintético y al sistema de fijación de CO<sub>2</sub>.

Asimismo, Yari et al. (6) mencionan que el tiempo de exposición de semillas a la solución salina tiene efectos sobre la germinación de las mismas, refiriendo que, a mayor tiempo de exposición a condiciones de salinidad, se observa un consecuente descenso en el porcentaje de germinación, por lo que una exposición muy prolongada termina con las reservas, no permite la emisión de la radícula y ocasiona pérdida de viabilidad y electrolitos que son fundamentales para el buen desarrollo de plántulas.

Por todo lo mencionado, el objetivo de la investigación fue determinar la respuesta del sésamo al estrés salino durante la germinación y crecimiento inicial y como objetivos específicos se establecieron determinar la capacidad de hidratación de la semilla, velocidad de emergencia, longitud de plántulas (parte aérea y radicular) y el porcentaje de germinación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento realizado tuvo un diseño completamente al azar (DCA) con un esquema trifactorial de 2x3x3 correspondientes a los siguientes factores, Factor A (variedades de sésamo), Factor B (dosis de sal) y Factor C (tiempos de inmersión), con 18 tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 72 Unidades Experimentales (UE). En la Tabla 1, se puede observar los tratamientos en estudio.

La investigación consistió en seleccionar y pesar 100 semillas de sésamo por tratamiento con sus respectivas repeticiones, las variedades utilizadas fueron el K2 y el IPTA K07 donde fueron sometidas a diferentes tiempos de permanencia en solución salina, la preparación consistió en agregar dosis de 3 y 6 gramos de sal en un litro de agua destilada dependiendo de cada tratamiento dejando reposar la semilla entre 12 a 24 horas a

temperatura ambiente de 24° C, para la 0 horas de inmersión las semillas fueron sumergidas y retiradas enseguida para su estudio.

Para la preparación del sustrato se realizó la esterilización de arena lavada a 200° grados centígrados en la estufa por dos horas. Una vez pasado el reposo de la semilla en la solución con el tiempo de permanencia correspondiente se realizó la siembra en el sustrato humedecido, mezclando 1.625 g de arena esterilizada con 125 ml de agua destilada. El riego fue realizado dos veces por día, uno a la mañana y otro a la tarde, con botella con aspersor que contenga agua destilada, conforme a la necesidad del sustrato.

La evaluación se efectuó a partir de la emergencia de las plántulas, para la obtención de los datos a los 5 días después de la siembra a la muestra de datos primarios.

**Tabla 1.** Tratamientos utilizados en el experimento.

Tratamientos	Factores		
	FACTOR A Variedades	FACTOR B Niveles de sal (g.L-1 de agua)	FACTOR C Tiempos de inmersión (h)
1	K2	0	0
2	K2	0	12
3	K2	0	24
4	K2	3	0
5	K2	3	12
6	K2	3	24
7	K2	6	0
8	K2	6	12

Tratamientos	Factores		
	FACTOR A Variedades	FACTOR B Niveles de sal (g.L-1 de agua)	FACTOR C Tiempos de inmersión (h)
9	K2	6	24
10	IPTA KO7	0	0
11	IPTA KO7	0	12
12	IPTA KO7	0	24
13	IPTA KO7	3	0
14	IPTA KO7	3	12
15	IPTA KO7	3	24
16	IPTA KO7	6	0
17	IPTA KO7	6	12
18	IPTA KO7	6	24

La recolección de los datos primarios comenzó a partir del momento en que las plántulas empezaron a emerger a los 5 días hasta los 12 DDS.

Las características evaluadas fueron:

**Capacidad de hidratación de la semilla:** Se determinó mediante la metodología descrita por Alcocer (7), anotando el peso inicial de 100 semillas seca en gramos, una vez sumergida a las diferentes dosis de solución salina con sus respectivos tiempos de inmersión, las semillas fueron pesadas en húmedo en gramos, para obtener el resultado de cuanto es la capacidad de la semilla en absorber el agua con la siguiente fórmula

$$CHid = \frac{\text{Peso de semillas húmedas} - \text{Peso de semillas secas}}{\text{Número de semillas}}$$

**Velocidad de emergencia:** Definida como la relación del número de semillas emergidas con el tiempo expresada en días (Pérez, 2007). En este caso a los 14 DDS con una duración de tres días

para el conteo y la evaluación. Se utilizaron la siguiente fórmula

$$VE = \frac{N1.E1 + N2.E2 + \dots + Nn.En}{E1 + E2 + \dots + En}$$

Donde:

- VE: velocidad de emergencia expresada en número de días.
- N: cantidad de días desde del inicio del test.
- E: cantidad de plántulas normales computadas en el primer, segundo y último conteo.

**Porcentaje de germinación:** se evaluó por conteo directo las plantas que emergieron y el resultado fue expresado en porcentaje.

**Longitud de plántulas (parte aérea mm):** se realizó en forma manual a los 12 después de la emergencia (DDE), donde fueron seleccionadas 10 plántulas al azar dentro de cada UE, y medidas con calibrador vernier desde el cuello hasta el ápice de la planta, expresando los resultados obtenidos en cm.

**Longitud de la raíz (mm):** Se realizó la medición de las raíces de 10 plántulas elegidas al azar por cada repetición. Las mismas fueron medidas con calibrador vernier para la obtención de los datos a los 12 DDE.

Los datos obtenidos en el estudio fueron evaluados estadísticamente, que para el efecto se recurrió al análisis de varianza (ANAVA), para verificar si existieron o no diferencia significativa entre los tratamientos y las medias que presentaron diferencia significativa fueron comparadas entre sí con el test de Tukey al 1 y 5% de probabilidad.

## RESULTADOS

La presente investigación se centró en evaluar la respuesta del sésamo al estrés salino durante la germinación y el crecimiento inicial, Según el análisis de los resultados en la determinación de capacidad de hidratación de la semilla hubo diferencias significativas en la variedad de sésamo y tiempo de inmersión, y en los niveles de sal no presenta diferencia significativa entre los tratamientos, como puede evidenciarse en la Tabla 2, donde al someter la semilla a un tiempo de inmersión breve ocurre una menor tasa de

absorción de agua entre los tratamientos, donde ocurre la absorción inicial de agua como estímulo físico y fisiológico al proceso de germinación. La imbibición al ser un proceso físico ocurre tanto en semillas viables como no viables, en el presente trabajo se observa resultados favorables a nivel estadístico donde los mayores niveles de aumento de peso tuvieron las semillas que fueron sumergidas durante 24 horas en la solución salina, esto debido a que tuvo mayor tiempo de absorción de agua.

## Capacidad de hidratación de la semilla

En la determinación de capacidad de hidratación de la semilla hubo diferencias significativas en la variedad de sésamo y tiempo de inmersión, y en los niveles de sal no presenta diferencia significativa entre los tratamientos, como puede evidenciarse en la Tabla 2, donde el tratamiento de la semilla a un tiempo de inmersión breve ocurre una menor tasa de absorción de agua entre los tratamientos, donde ocurre la absorción inicial de agua como estímulo físico y fisiológico al proceso de germinación.

**Tabla 2.** Capacidad de hidratación de la semilla de variedades de sésamo sometidas a estrés salino.

Factores	Capacidad de hidratación (gr)
Factor A Variedad de sésamo (*)	0,00295 a 0,00263 b 0,0002

Factores	Capacidad de hidratación (gr)
<b>Factor B Niveles de sal (g.L-1) ns</b>	
0	0,00268
3	0,00277
6	0,00292
<b>DMS (5%)</b>	0,0003
<b>Factor C Tiempo de inmersión (h) (*)</b>	
0	0,00174 c
12	0,00298 b
24	0,00365 a
<b>DMS (5%)</b>	0,0003
<b>CV %</b>	17,732885
<b>Media general</b>	0,0027944

CV: Coeficiente de variación. Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En la Tabla 2, se observa la media de capacidad de hidratación, para la variedad se sésamo, presentó mejor valor en la variedad K2 con media de 0,00295. para el Factor C (tiempo de inmersión) se obtuvieron resultados favorables para las 24 horas de tiempo de inmersión de la semilla (0,0036).

Para determinar la relación entre las variedades y las dosis de sal utilizadas en el experimento, en la Tabla 3 se observan las interacciones (AXB) mostrando que la variedad K2 obtuvo resultados significativos con el testigo, estos resultados se observan principalmente en la interacción variedad y niveles de sal, el mejor tratamiento utilizado fue el T3.

**Tabla 3.** Interacciones AxB en la determinación de capacidad de hidratación de la semilla de sésamo.

Variedad de sésamo	Niveles de sal (g.L <sup>-1</sup> )		
	0	3	6
<b>K2</b>	0,00303 a A	0,00296 a A	0,00287 a A
<b>IPTA K07</b>	0,00233 b B	0,00259 a AB	0,00296 a A
<b>DMS (5%)</b>		0,0004	

### Velocidad de emergencia (VE)

En la Tabla 4, se observa que para la determinación velocidad de emergencia (VE) la obtuvo una media de 87,55, se observa que con la variedad K2 se obtuvieron mejores resultados.

Por otro lado, en relación a los tiempos de inmersión estudiados se observa que la diferencia significativa se observa a favor del testigo (0 horas de inmersión) con una media de 83,73

**Tabla 4.** Variedades de sésamo sometidas a estrés salino.

Factores	Capacidad de hidratación (gr)
<b>Factor A Variedad de sésamo (*)</b>	
K2	87,44 a
IPTA K07	75,07 b
<b>DMS (5%)</b>	2,16
<b>Factor B Niveles de sal (g.L-1) ns</b>	
0	80,74
3	81,83
6	81,20
<b>DMS (5%)</b>	3,18
<b>Factor C</b>	
	<b>Tiempo de inmersión (h) (*)</b>
0	83,73 a
12	79,66 b
24 h	80,38 b
<b>DMS (5%)</b>	3,18
<b>CV %</b>	5,63
<b>Media general</b>	81,26

Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En la Tabla 5, se observa los resultados del análisis de la determinación IVE de las interacciones BxC de los niveles de sal y los tiempos de inmersión fueron a favor de la interacción de 6 g.L<sup>-1</sup> de sal con 24 horas de inmersión donde arrojó

una media de 82,10 seguidas con la interacción de 3g.L<sup>-1</sup> de sal con 24 horas de inmersión con valores de 80,93. Estos resultados demuestran que para esta determinación la semilla no sufrió efectos por los niveles de sal utilizados en esta investigación.

**Tabla 5.** Interacciones BxC en la determinación de índice de velocidad de emergencia.

Niveles de sal (g.L <sup>-1</sup> )	Tiempo de inmersión (h)		
	0	3	6
<b>0</b>	51,47 a C	58,32 a B	73,83 bA
<b>3</b>	51,17 a C	59,76 a B	80,93 a A
<b>6</b>	49,51 a C	57,89 a B	82,10 a A
<b>DMS (5%)</b>	0,0005		

Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

## Longitud aérea y radicular (mm)

Según el análisis de varianza para la determinación longitud aérea de la planta se observa que hubo diferencias significativas entre las variedades, los niveles de sal y los tiempos de inmersión, donde los resultados fueron las siguientes; la variedad IPTA K07 arrojó una media de 49,87, el nivel de sal de 6 g.L<sup>-1</sup> fue de 50,20 seguidas con el nivel de 3 g.L<sup>-1</sup> 49,34 siendo estas estadísticamente iguales entre sí, en cuanto

a los tiempos de inmersión el testigo obtuvo mejor resultado con una media de 52,74. En la interacción AxB y BxC para la determinación longitud aérea se observa diferencia significativa entre los tres factores estudiados. Para el análisis de la determinación longitud radicular no se encontraron diferencias entre los factores estudiados siendo estos estadísticamente iguales entre sí, los resultados se observan en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Longitud aérea de la plántula de variedades de sésamo sometidas a estrés salino.

Factores	Longitud aérea (mm)		Longitud radicular(mm)	
<b>Factor A Variedad de sésamo (*)</b>	<b>(*)</b>		<b>(*)</b>	
K2				
IPTA K07	48,31	b	97,828500	a
	49,87	a	73,788833	a
DMS (5%)	1,2512		41,5690	
<b>Factor B Nivel de sal g.L<sup>-1</sup> (*)</b>			<b>(*)</b>	
0	47,73	b	107,62	a
3	49,34	ab	74,55	a
6	50,20	a	75,24	a
DMS (5%)	1,8421		61,1985	
<b>Factor C Tiempo de inmersión (horas)(*)</b>			<b>(*)</b>	
0	52,74	a	75,05	a
12	48,74	b	107,94	a
24	45,78	c	74,421	a
DMS (5%)	1,84		61,19	
CV	5,39		102,51	
Media General	49,09		85,80	

CV: Coeficiente de variación. Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Los resultados de las medias obtenidas de las interacciones AxB y BxC para la determinación longitud aérea se observa que para la relación variedad y niveles de sal la variedad IPTA K07 con un nivel de 6 g.L<sup>-1</sup> de sal obtuvo una media

de 51,585417, la variedad K2 con una media de 48,200667 estos son estadísticamente iguales entre sí, pero la diferencia se observa en la dosis de solución utilizada.



Para la relación niveles de sal y tiempos de inmersión se observa que los mejores resultados fueron observados en 0 horas de inmersión con las dosis de 6 g.L<sup>-1</sup> con una media de 55,19, seguidas con 3 g.L<sup>-1</sup> 52,48 y el testigo con 50,554375. Los resultados se observan en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Interacciones AxB y BxC en la determinación de Longitud aérea.

Variedad de sésamo	Nivel de sal (g.L <sup>-1</sup> )		
	0	3	6
K2	48,20 a A	47,91 b A	48,81 b A
IPTA K07	47,26 a B	50,76 a A	51,58 a A
DMS (5%)	2,167		
Nivel de sal (g.L <sup>-1</sup> )	Tiempo de inmersión (h)		
	0	12	24
0	50,55 b A	46,72 b B	45,92 a B
3	52,48 ab A	50,46 a A	45,08 a B
6	55,19 a A	49,055 ab B	46,35 a B
DMS (5%)	3,19		

Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

### Porcentaje de emergencia

Según los resultados del análisis de varianza para la determinación porcentaje de germinación se observa diferencias significativas entre las variedades utilizadas a favor de la variedad K2

con 93,91% seguidas por la variedad IPTA K07 con 84,50%, para los niveles de sal y el tiempo de inmersión no se encontraron diferencias estadísticas entre estos factores, los resultados se detallan a continuación en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Porcentaje de emergencia de variedades de sésamo sometidas a estrés salino.

Factores	Porcentaje de emergencia (%)	
<b>Factor A Variedad de sésamo (*) (*)</b>		
K2	93,91	a
IPTA K07	84,50	b
DMS (5%)	2,56	
<b>Factor B Nivel de sal g.L<sup>-1</sup> (*) (*)</b>		
0	90,41	a
3	88,12	a
6	89,08	a
DMS (5%)	3,77	
<b>Factor C Tiempo de inmersión (horas) (*) (*)</b>		
0	87,12	a
12	89,83	a
24	90,66	a
DMS (5%)	3,77	
CV	6,08	
Media General	89,20	

CV: Coeficiente de variación. Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

## DISCUSIÓN

La germinación al ser un proceso físico ocurre tanto en semillas viables como no viables, en esta investigación se observa resultados favorables a nivel estadístico donde los mayores niveles de aumento de peso tuvieron las semillas que fueron sumergidas durante 24 horas en la solución salina, esto debido a que tuvo mayor tiempo de absorción de agua.

Según Salisbury y Ross (8), una posible causa de las diferencias en el incremento de peso de las semillas hidratadas podría ser una limitación física a la entrada de agua, determinada por la diferente conformación de la pared celular, constituida por laminilla media, pared primaria y, en algunos casos, pared secundaria. Estas paredes pueden tener variaciones en el espesor y en los contenidos de celulosa, hemicelulosa, lignina y sustancias pécticas, características que se relacionan con la dureza y resistencia mecánica, se observa en este trabajo que las características de cada variedad podrían influir en dicha absorción debido que la variedad K2 obtuvo mejores resultados en las diferentes dosis de solución utilizada.

Navarro et al., (9), mencionan que el método es efectivo cuando el tiempo de inmersión en agua es breve, ya que evita los daños en el embrión, para el resultado de aumento de peso de las semillas, o la capacidad de hidratación. Para la determinación de velocidad de emergencia e índice de velocidad

de emergencia se observa diferencias significativas a favor de la variedad K2 por lo que las semillas más vigorosas son más propensas a germinar en condiciones de estrés que las más débiles. Basados en el tratamiento de control, aparentemente los lotes de semillas de la variedad IPTA K07 eran menos vigorosas, lo cual tal vez pudo influir en su sensibilidad ante la sal.

Según, Hernández et al., (10), esta respuesta diferenciada entre especies pudiera ser debido a que cada genotipo requiere de un porcentaje crítico de agua para su germinación, derivadas de la dependencia de la naturaleza química de sus compuestos de reservas y estructurales. Otros factores que pueden influir en esta etapa son: la falta de suficiente agua (déficit hídrico), el exceso de agua, la velocidad de hidratación o la temperatura a la que tiene lugar la imbibición.

Ruiz y Terenti (11), estudiaron el efecto de diferentes concentraciones de distintas sales sobre la germinación de semillas de gramíneas, concluyeron que, en condiciones de estrés salino, su comportamiento no fue favorable, pero indican tolerancias moderadas de concentraciones de NaCl y bajas de las sales KCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, y K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Así mismo, Braga et al., (12) menciona que la velocidad de germinación fue influenciada por el tiempo de inmersión demostrando así mejores resultados con el testigo (0 horas de tiempo), este comportamiento se podría explicar por la

restricción de la disponibilidad de agua en el sustrato debido al efecto osmótico, es decir, la semilla habría iniciado la germinación, pero luego pudo ocurrir muerte de la raíz o el embrión por la escasez del líquido.

Se observa que no hubo resultados significativos para la longitud de raíces tanto para la variedad utilizada como el tiempo de inmersión de la semilla. No obstante, este comportamiento no puede extrapolarse a condiciones salinas de campo, ya que en el suelo la salinidad por lo común es producto de la combinación de distintas sales, y el efecto tóxico de las sales simples es mucho mayor, comparado con el que provocan las mezclas de sales García y Medina (13).

Por su parte, Aiazzi et al., (14) estudiando el efecto de la salinidad del NaCl en el crecimiento de la planta *Atriplex cordobensis* indicaron que el tratamiento salino produjo una disminución significativa de la longitud radical en comparación a la parte aérea en las plantas, y que la longitud radical no mostró respuesta significativamente diferente frente al tratamiento salino.

Sin embargo, investigadores como Hernández et al. (9), han encontrado que las diferencias en la tolerancia a la salinidad varían con las permeabilidades de cada genotipo, razón por lo cual, tanto la composición y estructura lipídica como la viscosidad citoplasmática de cada especie y variedad se presentan como factores clave en

la preservación de la integridad de la membrana plasmática.

## CONCLUSIONES

La variedad K2 es una de las variedades que mejor resultados obtuvo en las determinaciones de capacidad de hidratación, longitud radicular, y porcentaje de germinación. En cuanto a la interacción AxB se encontraron una relación favorable entre la variedad K2 y los diferentes tiempos de inmersión utilizados.

Se recomienda utilizar variedades con semillas vigorosas, seguir probando con dosis más altas de solución salina para llegar al nivel de tolerancia máxima de las variedades estudiadas. Por último, realizar experimentos a campo para estudiar el desarrollo de la planta en condiciones no controladas.

**CONFLICTO DE INTERESES.** Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sousa G; Viana V, Dias C, Silva L; Azevedo B. Lâminas de irrigação para cultura do gergelim com biofertilizante bovino. *Revista Magistra*. 2014; 26 (3):347-356. <https://periodicos.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/3989>
2. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Síntesis estadísticas producción agropecuaria año agrícola 2000/2018. 2018. <http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%20>

3. Vázquez V, Delgado R, Dubini A, Caballero J. Estudio de Recopilación de Datos sobre Cultivos Potenciales para Exportación Producidos por Pequeños Productores en el Paraguay (FASE II). 2013. [https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/info\\_02\\_02.pdf](https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/info_02_02.pdf)
4. Machado M, Serralheiro R. Soil salinity: Effect on vegetable crop growth: Management practices to prevent and mitigate soil salinization. *Horticulturae*. 2017; 3 (2): 1-13. <https://doi.org/10.3390/horticulturae3020030>
5. Veloso L, et al. Physiological changes and growth of soursop plants under irrigation with saline water and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in post-grafting phase. *Semina: Ciências Agrárias*. 2020; 41 (6): 3023-3038, 2020. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20203600716>
6. Yari L, Aghaalikani M, Khazaei F. Effect of seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *ARN J. Agric. Biol. Sc.* 2010; 5(1):1-6. [https://www.arnjournals.com/jabs/research\\_papers/rp\\_2010/jabs\\_0110\\_166.pdf](https://www.arnjournals.com/jabs/research_papers/rp_2010/jabs_0110_166.pdf)
7. AlcoceR E. Imbibición, atributos de calidad en semilla de trigo macarronero *Triticum furhidum* var. durum y su efecto sobre el cultivo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah, México. 2000. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7972?show=full>
8. Salisbury F, Ross C. Fisiología de las plantas 1. Células: agua, soluciones y superficies. Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A. 2000.
9. Navarro M, Febles G, Torres V, Noda A. Efecto de la escarificación húmeda y seca en la capacidad germinativa de las semillas de *Alvizia lebbeck* (L.) Benth. *Pastos y Forrajes*. 2010; 33 (2): 1-11. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942010000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000200007)
10. Hernández M, Álvarez D, Soria L, Ochoa S, Cruz-Cárdenas G. Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de siete especies forrajeras. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2017; 8(6), 1245-1257. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n6/2007-0934-remexca-8-06-1245.pdf>
11. Ruiz M, Terenti O. Evaluación comparativa de cuatro especies forrajeras bajo condiciones de estrés hídrico y salino durante la germinación. *Agriscientia*. 2012; 29(2): 91-97. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-298X2012000200004](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2012000200004)
12. Braga L, Souza. Almeida. 2009. Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) submetidas a estresse salino e aplicação de poliamina. *Rev. Bras. de Pl. Med.* 2009; 11(1): 63-70. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000100011>
13. García M, Medina E. Crecimiento y morfología radical en dos genotipos de caña de azúcar sometidos a salinización con sales simples o suplementadas con calcio. *Rev. Fac. Agron. LUZ*. 2012. 27 (1): 17-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3171782>
14. Aiazzi T., Carpane, Deza C. Efecto de la salinidad, sobre el crecimiento de plantas de *Atriplex cordobensis* Gandoger et Stuckert originadas de semillas de distintas procedencias. *Multequina*. 2005; 14(1): 39-46. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-73292005000100003&lng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73292005000100003&lng=es).