

Respuesta germinativa de 7 especies vegetales frente a distintas diluciones de agua de mar
Candela Fresneda Hidalgo¹, Carlota Gamarra Zambrano¹, Carlos Muñoz Domínguez¹, Lidia Díaz Puga¹
y María Eugenia Ramos-Font^{2#}

¹ IES Mariana Pineda, C/ Beethoven 4 18006 Granada Spain.

² Servicio de Evaluación, Restauración y Protección de Agrosistemas Mediterráneos. Estación Experimental del Zaidín¹⁵. CSIC. Profesor Albareda 1, 18008 Granada Spain.

#Email: eugenia.ramos@eez.csic.es

RESUMEN

La salinización de los suelos es un grave problema que afecta especialmente a los ecosistemas más secos y, especialmente a las zonas de regadío. Esta situación se ve agravada cuando las aguas que se utilizan son de baja calidad, ricas en sales. Para conocer los riesgos de la salinización de los suelos es importante conocer cómo afecta la salinidad a distintos cultivos. Este estudio evalúa la respuesta germinativa de 7 especies vegetales en 4 diluciones de distintas concentraciones de agua marina, equivalentes a concentraciones de NaCl de 0, 25, 75 y 150 mmol/L. Los resultados mostraron que, en general, todas las especies, excepto la lenteja, son bastantes tolerantes a la salinidad a concentraciones iguales o inferiores a 75 mmol/L, y solo el garbanzo, el tomate, y la zanahoria se mostraron intolerantes a 150 mmol/L. De todas ellas, el tomate resultó ser el más tolerante, con valores de germinación muy altos y similares para las concentraciones de 0, 50 y 75 mmol/L.

Para próximos estudios planteamos la necesidad de realizar la siembra de semillas en placa de Petri en condiciones estériles y acortar la duración del experimento a 10-12 días. Finalmente, sería muy interesante continuar el estudio realizando siembras en maceta y utilizando como agua de riego las mismas diluciones para evaluar el crecimiento y desarrollo con distintas concentraciones de agua de mar.

Palabras clave

Arabidopsis thaliana, *Cakile maritima*, germinación, plantas comestibles, placa de Petri, salinidad

INTRODUCCIÓN

El 20% de la superficie global del planeta en regadío está afectada por la salinización de los suelos, llegando a ser hasta del 50% en algunos países [1]. La mayor parte de los suelos salinizados se encuentran en lugares de bajas precipitaciones donde la evapotranspiración potencial anual es superior a la precipitación anual, por lo que se van concentrando las sales en el suelo [2]. Este proceso se ve agravado cuando se utilizan aguas de baja calidad, con alta concentración de sales. Además, debido al cambio climático se espera una mayor frecuencia de períodos de sequía, y, en consecuencia, una mayor necesidad de riego [3]. Esta necesidad de riego conlleva unas extracciones masivas de agua subterránea, que, especialmente en los acuíferos costeros, conllevan la intrusión de agua salina y, por tanto, la degradación de la calidad del agua de riego [4].

Los suelos salinos son aquellos con una concentración elevada de sales, con independencia del tipo de sales, aunque las más frecuentes suelen incluir sodio. Cuanto mayor sea la concentración de sales en la solución del suelo, mayor es el potencial osmótico y mayor el esfuerzo de las plantas para tomar el agua, lo que directamente afecta a su germinación y a su crecimiento [4,5]. Además, existe un efecto de toxicidad por la concentración de iones, así como un efecto nutricional por interacciones entre las sales y los nutrientes de las plantas [6,7]. La respuesta de las plantas al estrés salino puede variar enormemente entre especies y cultivares dentro de la misma especie, siendo las plantas más tolerantes aquellas capaces de excluir el Na^+ y el Cl^- de las hojas o de guardarlo en vacuolas para evitar la toxicidad en las células [8,9].

Para conocer los riesgos de la salinización de los suelos es importante conocer la respuesta de los cultivos a la salinidad. En este sentido, el alumnado del IES Mariana Pineda (Granada) propuso el presente trabajo tras una visita a fincas agrícolas de la costa granadina (Almuñécar) en la cual tuvieron la oportunidad de conocer los problemas de los agricultores frente a la escasez de agua y a la salinización de los acuíferos. Las preguntas que se hicieron tras esta visita fueron las siguientes: si tuviéramos que regar con agua salada, ¿cómo afectaría a las plantas de las que nos alimentamos? ¿Qué concentraciones salinas podrían tolerar? Las investigaciones sobre la tolerancia a la salinidad en la germinación es la primera fase para identificar aquellas especies potencialmente tolerantes, por tanto, la hipótesis de partida que establecieron fue “las semillas no germinan en medios con altas concentraciones salinas”.

A partir de estas preguntas e hipótesis se plantearon como objetivo de este trabajo evaluar la respuesta germinativa de 7 especies vegetales en 4 diluciones de distintas concentraciones de agua marina.

Este trabajo, además, permitió al alumnado de la asignatura de estadística la profundización en distintas técnicas de exploración de datos, aunque en este estudio sólo se incluye un ejemplo de ello (Figura 11. Diagrama de cajas y bigotes).

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se seleccionaron 7 especies, de las cuales: 5 especies eran de consumo humano (zanahoria, espinaca, tomate, lenteja y garbanzo), una especie adaptada a ambientes salinos (halófila) (*Cakile maritima*) y la especie más estudiada a nivel genético y fisiológico (*Arabidopsis thaliana*) (Tabla 1).

Tabla 1. Nombre común y científico de las especies utilizadas en el experimento.

Nombre común	Nombre científico
Zanahoria	<i>Daucus carota</i> L.

Espinaca	<i>Spinacia oleraceae</i> L.
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. var. <i>moneymaker</i>
Lenteja	<i>Lens culinaris</i> Medik
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i> L.
Arabidopsis	<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.
Cakile	<i>Cakile maritima</i> Scop.

Para preparar las diluciones, se utilizó agua marina de la costa de Almuñécar y agua destilada, ambas autoclavadas, para trabajar en condiciones lo más estériles posibles y evitar la proliferación de microorganismos. Asumimos que la concentración de NaCl en agua del mar Mediterráneo es de 38 g/l¹ y a partir de este dato, utilizando agua destilada autoclavada se prepararon 4 diluciones: 0 mmol/L (sólo agua destilada), 25 mmol/L, 75 mmol/L y 150 mmol/L de NaCl. Cada una de estas diluciones fueron ensayadas con cada especie.

La siembra se llevó a cabo en el laboratorio de ciencias del IES Mariana Pineda. Para cada especie se utilizaron 16 placas de Petri, 4 placas por cada dilución. Cada placa, debidamente etiquetada, contenía dos discos de papel de filtro y 10 ml de dilución y, sobre estas, se colocaron 25 semillas con la ayuda de unas pinzas de laboratorio. El número de semillas en *Cakile* fue de 10 por placa debido a que no había cantidad suficiente de semillas. Todas las semillas habían sido previamente esterilizadas mediante inmersión durante 10 minutos en una dilución de hipoclorito sódico al 1%.

Una vez colocadas las semillas, las placas se sellaron con parafilm para reducir las pérdidas de humedad y evitar contaminaciones. Finalmente, se trasladaron a una estufa en oscuridad a 21°C.

Todo el material utilizado fue autoclavado (pinzas, puntas de pipeta, vasos de precipitado) o se encontraba en condiciones estériles (placas de Petri, diluciones, agua destilada). No obstante, al trabajar en el laboratorio del instituto sin posibilidad de trabajar en ambiente estéril, ocurrieron numerosas contaminaciones en las placas, lo que hizo que muchas tuvieran que ser descartadas del estudio, quedando sólo una placa viable por cada especie. Por este motivo, parte de los análisis estadísticos programados (análisis de la varianza, por ejemplo) no pudieron ser realizados.

1

https://medcliv.es/uploads/filer_public/e3/d6/e3d68812-ac14-4035-afc8-3e2db6980583/u1_elmar_mediterraneo_medcliv_cast.pdf

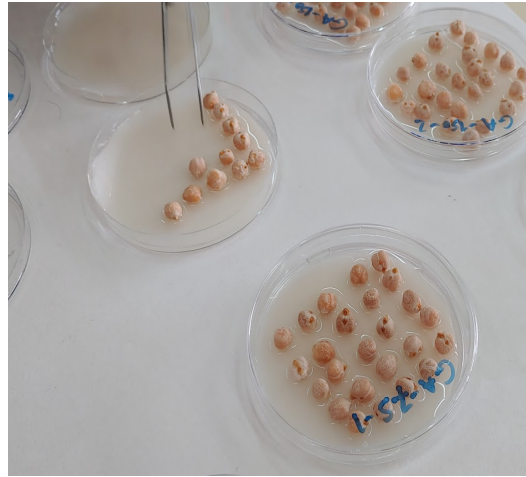


Figura 1. Siembra de semillas de garbanzo. Fuente propia.

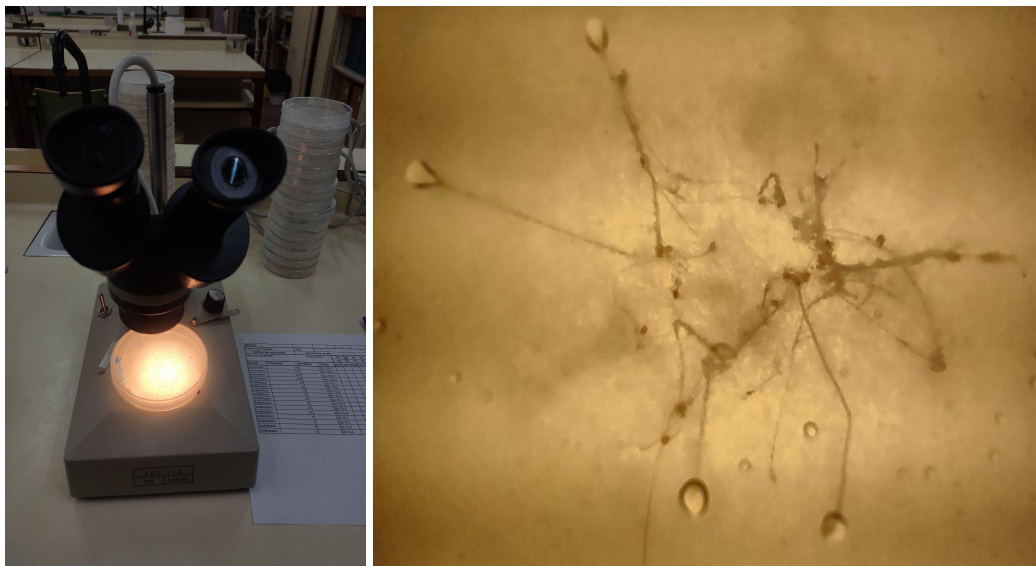


Figura 2. *Arabidopsis thaliana* observada al microscopio. Fuente propia.



Figura 3. Alumnos realizando el experimento.

El seguimiento consistió en el conteo de semillas germinadas en cada placa cada tres días durante 21 días. El número fue anotado y con los resultados se elaboraron gráficos de barras comparativos por cada especie en los que se muestran el porcentaje de semillas germinadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran los porcentajes de germinación para cada dilución desglosados por especie.

Zanahoria

La zanahoria es una hortaliza conocida por su alto contenido en betacarotenos y por tener muchos beneficios para la salud de la piel, los ojos y el corazón. Es una de las hortalizas más sensibles a la salinidad, sin embargo, existen algunos cultivares tolerantes [10]. Se ha comprobado que contenidos de sales relativamente altos inhiben la germinación de las semillas y, que durante el ciclo de cultivo interfieren en el crecimiento normal de las raíces y la asimilación de nutrientes [11]. Los resultados muestran un porcentaje de germinación muy bajo, lo que indica que las semillas podrían encontrarse en mal estado y, por tanto, su viabilidad era baja. El máximo de germinación está en 75 mmol/L y el mínimo en 150 mmol/L. No hemos podido encontrar una explicación en la bibliografía consultada al hecho de que aparentemente una salinidad moderada favorece su germinación, cuando lo que indican la mayoría de los estudios es que tiene baja tolerancia a la salinidad, pero pensamos que podría deberse quizá a la disponibilidad de otros nutrientes, como el magnesio, que estimulen la germinación. No obstante, el estado deficiente de las semillas podría haber alterado los resultados.

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE ZANAHORIA

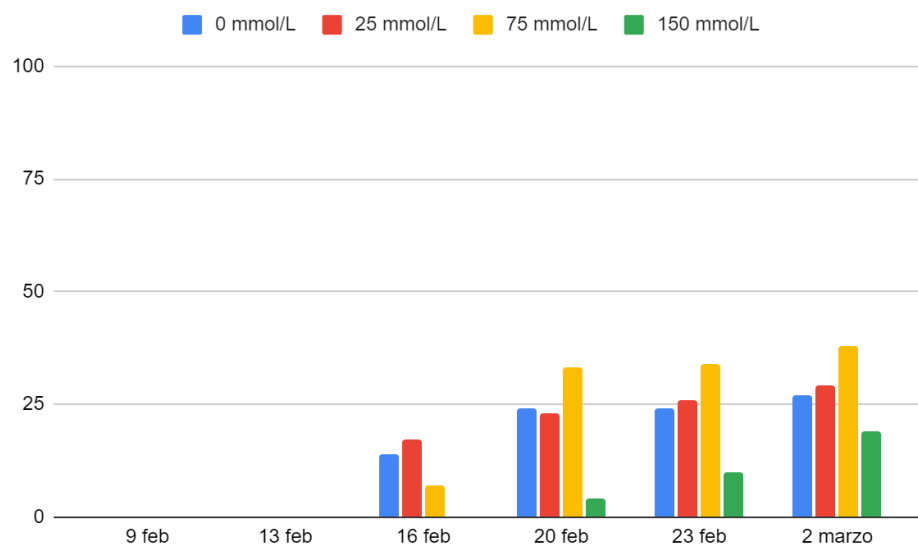


Figura 4. Porcentaje de germinación en semillas de zanahoria en distintas diluciones de agua marina equivalentes a una concentración salina (NaCl) de 0, 25, 75 y 150 mmol/L.

Espinaca

La espinaca es una hortaliza de consumo diario que es posible cultivar en todas las estaciones del año, y destaca por ser rica en diversos nutrientes y por su capacidad antioxidante. En este caso, los porcentajes de germinación fueron los más bajos de todas las especies estudiadas, probablemente debido a que las semillas no estaban en buen estado. A pesar de que las semillas estaban dentro del período de caducidad, el paquete había sido abierto el año anterior, y probablemente, las condiciones de conservación no fueron óptimas. Los valores más altos se obtuvieron en la dilución 25 mmol/L. Otros autores [12] que utilizaron concentraciones similares de NaCl obtuvieron las máximas germinaciones en el control (0mmol/L). Sin embargo, también existen estudios que reportan resultados de germinación estadísticamente similares entre 0 y 50 mmol/L [13].

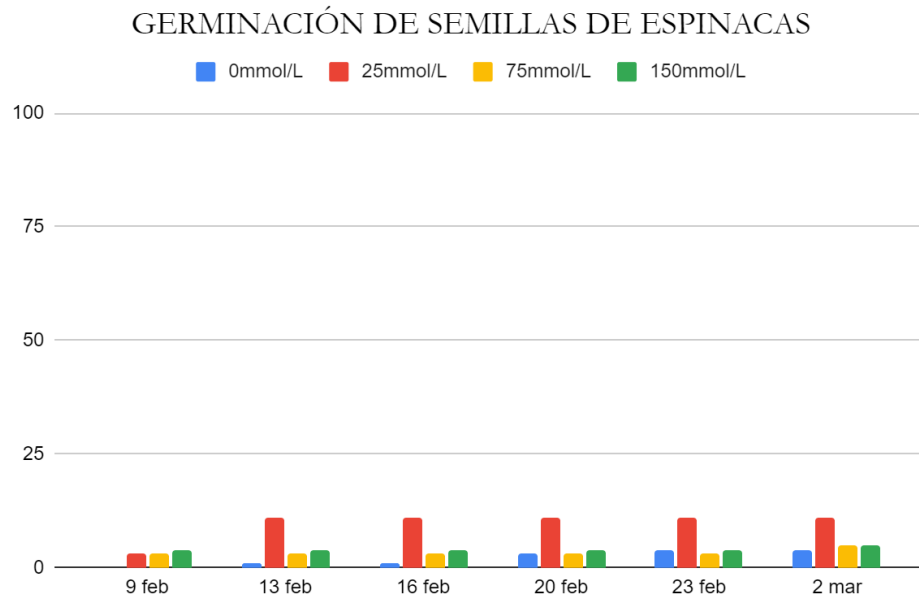


Figura 5. Porcentaje de germinación en semillas de espinacas en distintas diluciones de agua marina equivalentes a una concentración salina (NaCl) de 0, 25, 75 y 150 mmol/L.

Arabidopsis

La *Arabidopsis thaliana* es una hierba nativa de Europa que se caracteriza por estar presente en distintas investigaciones científicas como, por ejemplo, en modelos para la investigación fitobiológica. Nuestros resultados indican una alta tolerancia a valores bajos y moderados de salinidad ya que los porcentajes de germinación fueron muy elevados para todos los tratamientos, con valores máximos y similares (superiores a 98%) para 0 y 25 mmol/L y algo menores para 75 mmol/L (91%). Salike *et al.* [14] también encontraron valores muy altos de germinación a concentraciones iguales o menores a 100 mmol/L.

Como indicamos en material y métodos, debido a un error experimental, la dilución 150 mmol/L no fue aplicada para esta especie. Para esta concentración, la bibliografía indica porcentajes de germinación muy bajos (0-12.6%) [14,15].

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE ARABIDOPSIS

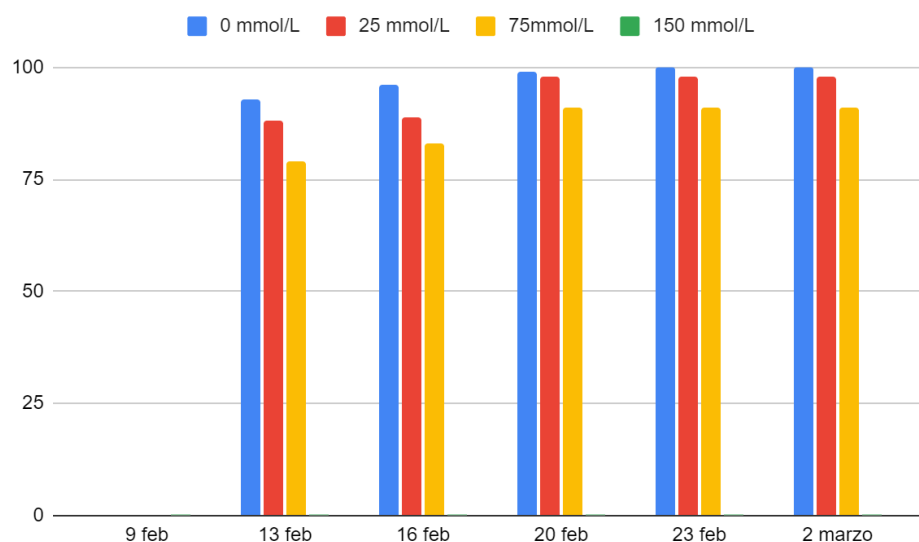


Figura 6. Porcentaje de germinación en semillas de *Arabidopsis thaliana* en distintas diluciones de agua marina equivalentes a una concentración salina (NaCl) de 0, 25, 75 y 150 mmol/L.

Tomate

El tomate es una especie moderadamente sensible a la salinidad [16]. En este estudio, la germinación fue cercana al 100% tanto en la dilución de agua destilada pura como en las de 25 y 75 mmol/L, aunque en la dilución 150 mmol/L hubo una drástica reducción de la germinación (38%), por lo que esta última sería una concentración no tolerada por esta variedad de tomate. Otros autores también han encontrado disminuciones en supervivencia de semillas en concentraciones superiores a 100 mmol/L [16].

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TOMATE

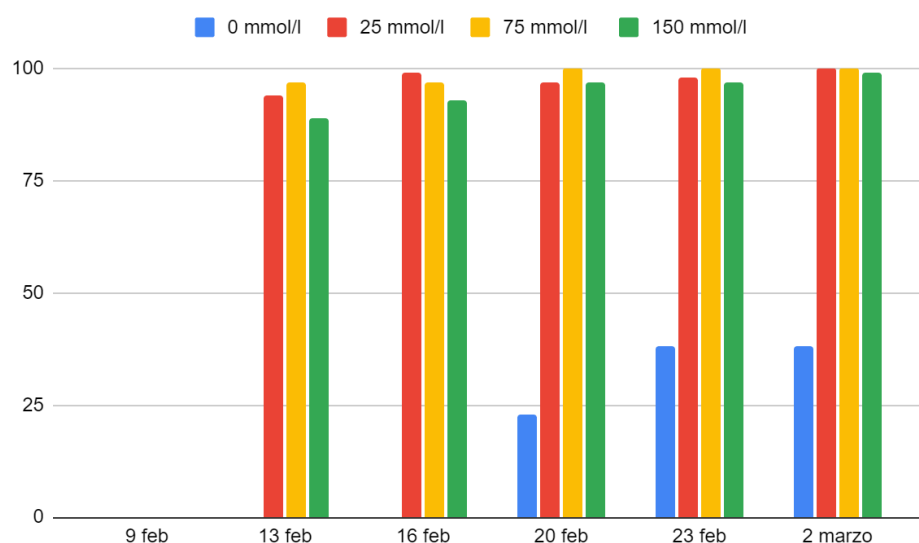


Figura 7. Porcentaje de germinación en semillas de tomate en distintas diluciones de agua marina equivalentes a una concentración salina (NaCl) de 0, 25, 75 y 150 mmol/L.

Garbanzo

El garbanzo es una leguminosa, presente en todos los continentes, muy habitual en nuestra dieta y con numerosas propiedades nutritivas. Es una especie tolerante a la sequía, aunque no lo es tanto a la salinidad [17]. No obstante, en nuestro estudio, el porcentaje de germinación más elevado (superior al 75%) se obtuvo para la concentración 75 mmol, mientras que para las diluciones de 0 y 25 mmol fue ligeramente inferior (70%). La concentración más elevada tuvo un efecto negativo sobre la germinación (14%). De forma paralela, otros autores han encontrado germinaciones similares a las del control en concentraciones bajas de salinidad, mientras que a partir de 100 mmol/L se producen descensos importantes en el porcentaje de germinación [17]. Pensamos, al igual que ocurría con la zanahoria, que podría deberse quizá a la disponibilidad de otros nutrientes, como el magnesio, que estimulen la germinación.

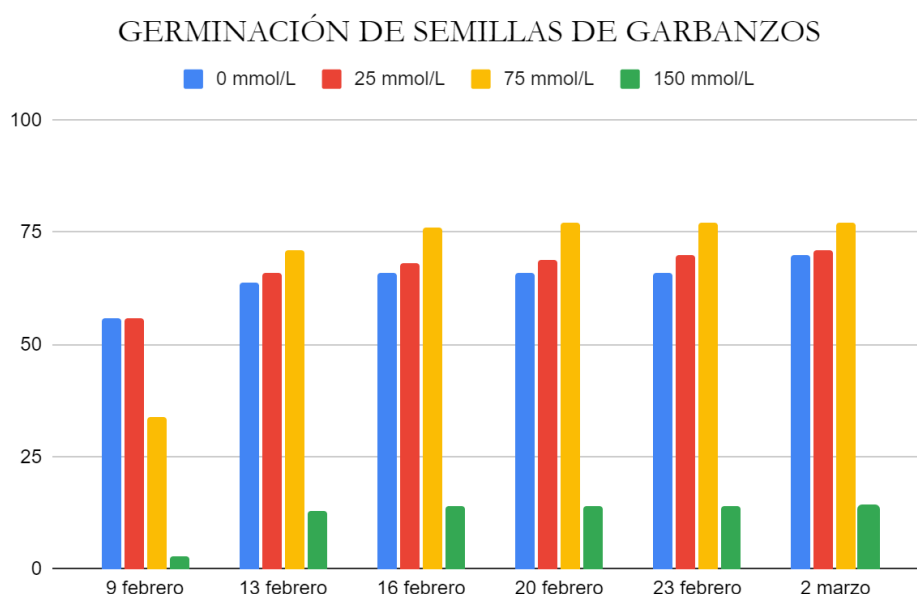


Figura 8. Porcentaje de germinación en semillas de garbanzo en distintas diluciones de agua marina equivalentes a una concentración salina (NaCl) de 0, 25, 75 y 150 mmol/L.

LENTEJA

Al igual que el garbanzo, las lentejas son legumbres ricas en proteínas, vitaminas y minerales, relativamente tolerantes a la sequía, aunque, según nuestros resultados, poco tolerantes a la salinidad. Los porcentajes de germinación fueron moderados incluso en el control, y van disminuyendo con el aumento de la concentración. Este resultado es acorde con los resultados obtenidos por otros autores, que muestran siempre porcentajes de germinación decrecientes con el incremento de concentración salina [18,19].

Sin embargo, la concentración 150 mmol/L mostró valores superiores a los obtenidos para la dilución de 25 y 75 mmol/L. Este hecho no es coherente con el comportamiento habitual de las semillas. Por tanto, sugiere un error experimental, en el cual los valores de 25 o 75 mmol/L corresponderían con los de 150 mmol/L y viceversa.

GERMINACIÓN TOTAL DE SEMILLAS DE LENTEJAS

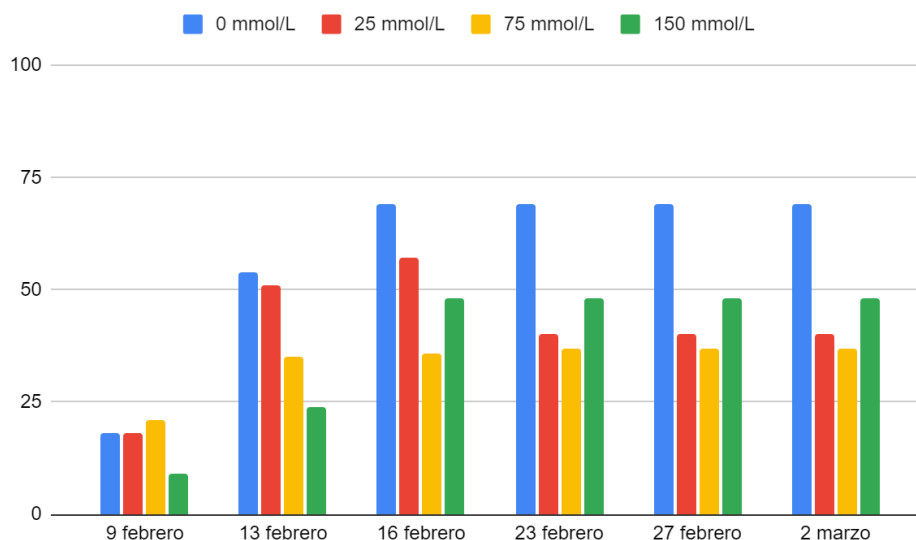


Figura 9. Porcentaje de germinación en semillas de lenteja en distintas diluciones de agua marina equivalentes a una concentración salina (NaCl) de 0, 25, 75 y 150 mmol/L.

CAKILE

Cakile maritima es una especie halófila ampliamente distribuida por las costas en todos los continentes [20]. Se trata de una planta con usos farmacéuticos y medicinales, y se puede utilizar también con fines alimentarios. Es rico en vitamina C, hierro y yodo, y tiene propiedades antioxidantes y antiescorbúticas [20]. También tiene usos en la cocina, aunque su particular sabor no es apto para todos los paladares. Dadas las condiciones extremas, en las que vive esta planta, está muy adaptada a soportar largos periodos de sequía, fuertes vientos y altos niveles de sal. El hecho de que sus hojas sean algo engrosadas hace que pueda mantener agua de reserva en su interior para sobrevivir a esos periodos de verano.

Los resultados de este estudio indican, por un lado, la baja viabilidad de las semillas (germinación máxima <30%), probablemente, porque fueron cosechadas hace más de 5 años (aunque estaban almacenadas en frigorífico). Por otro lado, se observó que la germinación máxima fue para 75 mmol/L y la mínima para 0 mmol/L. Esto contradice los estudios de Debez *et al.* [21] que encontraron valores similares de germinación para concentraciones de 0, 50 y 100 mmol/L, y los de Del Vecchio *et al.*, [22] que registraron valores máximos de germinación con la dilución 0 mmol/L.

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE CAKILE

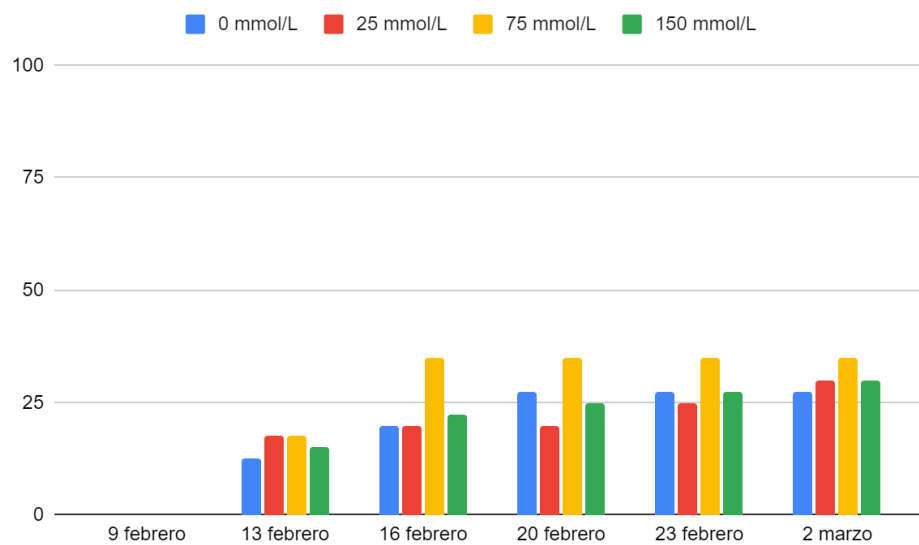


Figura 10. Porcentaje de germinación en semillas de *Cakile maritima* en distintas diluciones de agua marina equivalentes a una concentración salina (NaCl) de 0, 25, 75 y 150 mmol/L.

Para concluir este estudio, y como muestra de los análisis estadísticos realizados, hemos representado conjuntamente el diagrama de cajas y bigotes para la salinidad a la que germina cada especie.

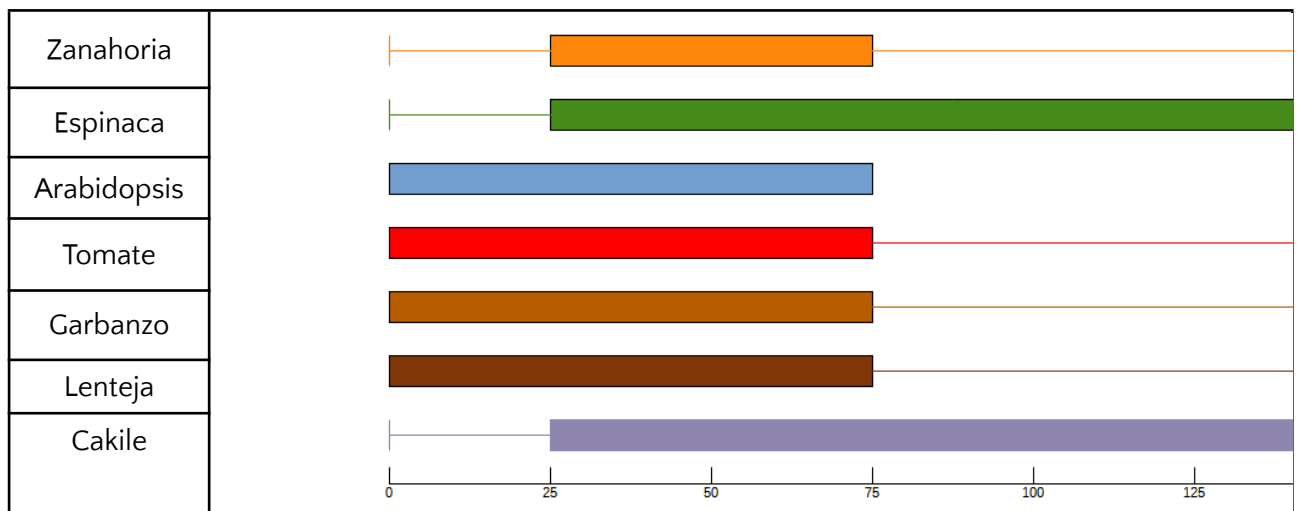


Figura 11. Diagrama de cajas y bigotes de 7 especies para las concentraciones salinas 0, 25, 75 y 150 mmol/L.

De esta figura podemos concluir que:

- El 25% de las semillas germinadas de la zanahoria, la espinaca y el cakile, corresponden a las diluciones de concentración 0 o 25 mmol/L.
- El 25% de las semillas de *Arabidopsis*, tomate, garbanzo y lenteja no germinan en diluciones de concentración igual o menor a 25 mmol/L.
- El 50% de las semillas de espinaca, arabidopsis, tomate, garbanzo y lenteja germinan en las diluciones de concentración 0 o 25 mmol/L.
- El 50% de las semillas de zanahoria y cakile germinan en las diluciones de concentración menor o igual a 75 mmol/L.
- El 75% de las semillas de todas las especies, a excepción de la espinaca y el cakile, germinan con concentraciones salinas menores o iguales a 75 mmol/L.
- El 75% de las semillas de espinaca y cakile germina en diluciones de concentración salina menor o igual a 150 mmol/L.
- Los datos están muy dispersos, de ahí la clara asimetría que presentan las cajas respecto a la mediana en todas las variedades vegetales.
- Como podemos observar no aparecen valores atípicos en ningún caso, por lo que se han tomado todos para el cálculo de parámetros.

CONCLUSIONES

Respecto a los aspectos metodológicos, podemos concluir, en primer lugar, que las condiciones de esterilidad son fundamentales para los estudios de germinación puesto que los hongos que se desarrollan destruyen las semillas y los resultados pueden llevar a conclusiones erróneas. Por otro lado, las semillas que se utilicen deben haber sido conservadas en condiciones óptimas (dentro del período de caducidad, herméticamente cerradas y, preferentemente en frigorífico). Finalmente, como se puede observar en las figuras de todas las especies, la duración de este estudio se podría haber limitado en el tiempo a 10-12 días, ya que el porcentaje de germinación permanece prácticamente constante en todas las diluciones y en todas las especies a partir del día 20 de febrero. Además, una menor duración reduce el riesgo de proliferación de hongos en las placas de Petri.

En cuanto a los resultados, podemos concluir que, en general, todas las especies, excepto la lenteja, son bastantes tolerantes a la salinidad a concentraciones iguales o inferiores a 75 mmol/L, y solo el garbanzo, el tomate, y la zanahoria se mostraron intolerantes a 150 mmol/L. Probablemente la lenteja y *Arabidopsis* también eran intolerantes, pero los errores experimentales producidos no nos permiten asegurarlo. En garbanzo, cakile y espinaca los valores máximos fueron para 75 mmol/L, quizá podría deberse a la ventaja conferida por algunos otros elementos, como el magnesio, presentes en el agua de mar. También, cabe destacar la tolerancia del tomate a la salinidad, siendo el porcentaje de germinación muy similar para las concentraciones de 0, 50 y 75 mmol/L.

Por tanto, teniendo en cuenta que el agua del mar contiene una concentración de aproximadamente 650 mmol/L, teóricamente, se podrían germinar las semillas con agua de mar diluida 10 veces. En futuros experimentos nos gustaría estudiar el crecimiento y desarrollo de las plantas utilizando como agua de riego las diluciones empleadas en este estudio. El experimento podría consistir en pasar las semillas a una maceta y evaluar el crecimiento del tallo, hojas, fruto y raíz.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer al doctor Andrés Belver su asesoramiento en el planteamiento en este estudio y la cesión de las semillas de tomate, a Carmelo Ruiz por la cesión de las semillas de *Cakile maritima* y a M^a Elena Sánchez por la cesión de semillas de *Arabidopsis thaliana*.

REFERENCIAS

- [1] Qadir M., Quillérrou E., Nangia V., Murtaza G., Singh M., Thomas R. J., Drechsel P., Noble A. D. 2014. Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum* 38, 282–295. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054>
- [2] Tomaz A., Palma P., Alvarenga P., Gonçalves M.C. 2020. Chapter 13 – Soil salinity risk in a climate change scenario and its effect on crop yield, in: Prasad, M.N.V., Pietrzykowski, M. (Eds.), *Climate Change and Soil Interactions*. Elsevier, pp. 351–396. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818032-7.00013-8>
- [3] Williams W.D. 1999. Salinisation: A major threat to water resources in the arid and semi-arid regions of the world. *Lakes and Reservoirs: Science, Policy and Management for Sustainable Use* 4, 85–91. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1770.1999.00089.x>
- [4] Pisinaras V., Tsihrintzis V.A., Petalas C., Ouzounis K. 2010. Soil salinization in the agricultural lands of Rhodope District, northeastern Greece. *Environ Monit Assess* 166, 79–94. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-0986-6>
- [5] Aydinoglu B., Shabani A., Safavi S.M. 2019. Impact of priming on seed germination, seedling growth and gene expression in common vetch under salinity stress. *Cellular and Molecular Biology* 65, 18–24. <https://doi.org/10.14715/cmb/2019.65.3.3>
- [6] Aragüés Lafarga R., Cerdá A. 1998. Salinidad de aguas y suelos en la agricultura de regadío. In: Díaz, R.M., Espinosa, J.L. (Eds.), *Agricultura Sostenible, Agrofuturo*, Life, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp. 249–274 (in Spanish).

- [7] Grattan S.R., Grieve C.M., 1992. Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 38, 275–300. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(92\)90151-Z](https://doi.org/10.1016/0167-8809(92)90151-Z)
- [8] Munns R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment* 25, 239–250. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x>
- [9] Munns R., Tester M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59, 651–681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- [10] Bolton A., Simon P., 2019. Variation for Salinity Tolerance During Seed Germination in Diverse Carrot [*Daucus carota* (L.)] Germplasm. *HortScience* 54, 38–44. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13333-18>
- [11] Gibberd M.R., Turner N.C., Storey R. 2002. Influence of Saline Irrigation on Growth, Ion Accumulation and Partitioning, and Leaf Gas Exchange of Carrot (*Daucus carota* L.). *Annals of Botany* 90, 715–724. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf253>
- [12] Keshavarzi M.H.B, Rafsanjani M.S.O, Moussavinik S.M., Abdin M.Z. 2011. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Annals of Biological Research* (2), 4, 490–497.
- [13] Turhan A., Kuşçu H., Şeniz V., 2010. Effects of Different Salt Concentrations (NaCl) on Germination of Some Spinach Cultivars. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 25,65–77.
- [14] Saleki R., Young P.G., Lefebvre D.D., 1993. Mutants of *Arabidopsis thaliana* Capable of Germination under Saline Conditions. *Plant Physiol.* 101, 839–845. <https://doi.org/10.1104/pp.101.3.839>
- [15] Orsini F., D’Urzo M.P., Inan G., Serra S., OH D.-H., Mickelbart M.V., Consiglio F., Li X., Jeong J.C., Yun D.J., Bohnert H.J., Bressan R.A., Maggio A. 2010. A comparative study of salt tolerance parameters in 11 wild relatives of *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Experimental Botany* 61, 3787–3798. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq188>
- [16] Sun W., Xu X., Zhu H., Liu A., Liu L., Li J., Hua X, 2010. Comparative Transcriptomic Profiling of a Salt-Tolerant Wild Tomato Species and a Salt-Sensitive Tomato Cultivar. *Plant and Cell Physiology* 51, 997–1006. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcq056>
- [17] Ceritoğlu M., Erman M., Yildiz F. 2020. Effect of Salinity on Germination and Some Agro-morphological Traits in Chickpea Seedlings. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences* 4, 82–96. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol4iss1pp82-96>
- [18] Abazarian R., Yazdani M.R., Khosroyar K., Arvin P. 2011. Effects of different levels of salinity on germination of four components of lentil cultivars. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6(5), pp. 2761 – 2766
- [19] Foti, C., Khah, E.M., Pavli, O.I., 2019. Germination profiling of lentil genotypes subjected to salinity stress. *Plant Biology* 21, 480–486. <https://doi.org/10.1111/plb.12714>
- [20] Merchaoui, H., Hanana, M., Ksouri, R., 2016. Ethnobotanical and phytopharmacological notes on *Cakile maritima*. *Phytothérapie*. <https://doi.org/10.1007/s10298-016-1079-7>
- [21] Debez, A., Ben Hamed, K., Grignon, C., Abdelly, C., 2004. Salinity effects on germination, growth, and seed production of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant and Soil* 262, 179–189. <https://doi.org/10.1023/B:PLSO.0000037034.47247.67>
- [22] Del Vecchio, S., Porceddu, M., Fantinato, E., Acosta, A.T.R., Buffa, G., Bacchetta, G., 2018. Germination responses of Mediterranean populations of *Cakile maritima* to light, salinity and temperature. *Folia Geobot* 53, 417–428. <https://doi.org/10.1007/s12224-018-9332-5>

MY OWN IDEAS

Candela Fresneda Hidalgo. 2º Bachillerato.

Este proyecto nos ha ayudado a saber aplicar los conocimientos estadísticos fuera del papel y a saber organizar los diferentes parámetros y datos recogidos en gráficas, tablas, estadillos... Además, hemos afianzado una gran mayoría de conceptos como qué es la estadística inferencial y cómo ser capaces de explicarlo a los demás y cómo definir el proyecto en general. Ha sido una muy buena experiencia de la que todos hemos podido aprender una gran cantidad de cosas.

Carlota Chen Gamarra Zambrano. 2º Bachillerato.

Con este proyecto hemos podido acercarnos más al campo de la investigación, algo que personalmente me ha sido muy satisfactorio, ya que me ayudó a escoger la carrera que actualmente estudio. Asimismo, trabajar en equipo y de forma colaborativa es algo a lo que no estamos acostumbrados, por lo que esta experiencia ha sido muy enriquecedora, y en un sentido muy amplio. Este trabajo ha fomentado nuestra curiosidad y nuestras ganas de aprender, y nos ha hecho enfrentarnos a numerosos retos (como la siembra de semillas o exponer nuestro proyecto en un congreso), pero sobre todo nos ha hecho más conscientes de nuestra situación climática y la progresiva repercusión que está teniendo en nuestros entornos y en sectores como la agricultura. En este sentido, nos ha permitido tener una mayor visión hacia el futuro, estudiando y considerando la posibilidad de adaptarnos a este gran problema mediante el uso de plantas que, por su naturaleza, ya lo hacen.