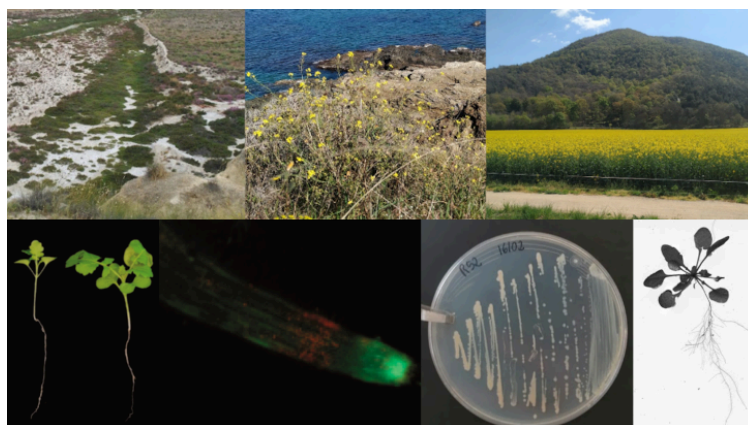


# Divulga UAB

Revista de difusió de la recerca de la  
Universitat Autònoma de Barcelona

02/05/2025

## Suelos desfavorables, soluciones innovadoras: adaptación vegetal y microbiomas beneficiosos



Los suelos catalanes se empobrecen tanto por factores naturales como por la acción humana, lo que provoca una pérdida de nutrientes y una elevada alcalinidad y salinidad que reduce su aptitud para el cultivo. Ante este escenario, el grupo de Fisiología Vegetal de la UAB investiga los mecanismos de tolerancia de las especies vegetales a estas condiciones adversas y las interacciones beneficiosas entre plantas y microorganismos que los promueven.

Los suelos cultivados de Cataluña presentan diversas problemáticas derivadas tanto de factores naturales como de actividades humanas. La geología y la climatología mediterránea, agravadas por los efectos del cambio climático y algunas prácticas agrícolas inadecuadas, contribuyen al empobrecimiento del suelo y a que sea poco apto para el cultivo. Además de la escasez de agua, entre las principales limitaciones se encuentran la falta de nutrientes esenciales y la **elevada alcalinidad y salinidad**. Estos factores no solo reducen el rendimiento de los cultivos, sino que también pueden afectar la calidad de los productos agrícolas y la sostenibilidad a largo plazo. Ante este escenario, el grupo de Fisiología Vegetal de la UAB plantea dos **líneas estratégicas** para mejorar la tolerancia de las especies vegetales a estas condiciones adversas.

Por un lado, el grupo liderado por las investigadoras Poschenrieder y Busoms se ha centrado en **estudiar los mecanismos de tolerancia** que presentan especies silvestres de brasicáceas adaptadas a suelos salinos (ej. Busoms et al., 2021; 2024), a suelos alcalinos (ej. Busoms et al., 2023; Pérez-Martín et al., 2024) y a suelos salino-alcalinos (Pérez-Martín et al., 2022; Almira-Casellas et al., 2022; 2024). Concretamente, en una de las publicaciones más recientes, las autoras muestran que en *Arabidopsis thaliana* la tolerancia a los suelos carbonatados (alcalinos) está asociada a una rápida hiperpolarización de la membrana celular y al aumento específico de la expresión de una anhidrasa carbónica ( $\beta$ CA4), junto con otros genes implicados en el transporte de agua y  $\text{CO}_2$ , la acidificación del apoplasto y la adquisición de hierro (Fe) (Pérez-Martín et al., 2024). Sin embargo, también han observado que los mecanismos moleculares adaptativos para tolerar suelos salinos y/o alcalinos no son útiles, e incluso pueden ser perjudiciales, cuando las plantas deben enfrentarse al estrés combinado de los suelos salino-alcalinos. Por ejemplo, al comparar diferentes poblaciones naturales de *A. thaliana*, se observa que las plantas que nunca han tenido que adaptarse a suelos alcalinos presentan más dificultades para captar y aprovechar el Fe internamente. Esto reduce su capacidad fotosintética y, por lo tanto, la cantidad de carbono disponible para crecer y desempeñar funciones especializadas, lo que las hace menos capaces de sobrevivir en condiciones salino-alcalinas. En cambio, en algunas poblaciones no adaptadas ni a suelos salinos ni alcalinos sí se observó tolerancia al doble estrés. El estudio de la expresión génica de estas poblaciones permitió la identificación de genes candidatos y rutas metabólicas implicadas en las respuestas de tolerancia (Almira-Casellas et al., 2024).

Por otro lado, el grupo liderado por las investigadoras Bianucci y Busoms se ha centrado en estudiar las **interacciones beneficiosas entre plantas y microorganismos** con el fin de establecer qué mecanismos de tolerancia a estresores abióticos se activan cuando las plantas son inoculadas con microorganismos de suelos autóctonos. En particular, se ha observado cómo las condiciones ambientales juegan un papel clave en la estructuración de la microbiota, detectando tasas bacterianas específicas en microbiotas procedentes de suelos salinos (Escolà et al., 2025). En esta publicación también se muestra que la inoculación de esta microbiota adaptada a suelos salinos en plantas sensibles de *Brassica fruticulosa* favorece su crecimiento tanto en condiciones control como en condiciones de salinidad. Esta interacción entre planta y microorganismos contribuye a reducir el estrés oxidativo derivado del estrés salino y mejora la incorporación de nutrientes esenciales como fósforo y hierro. Algunos de los responsables de esta mejora son bacterias conocidas como promotoras del crecimiento vegetal (PGPB por sus siglas en inglés). Por este motivo, se procedió al aislamiento de PGPB de esta microbiota salina. De un total de 113 aislados, 26 fueron capaces de tolerar altas concentraciones de sal, solubilizar fosfato y producir sideróforos, pero solo 5 promovieron el crecimiento vegetal cuando se inocularon individualmente. Así pues, proponemos estos 5 PGPB como candidatos potenciales para formular inoculantes ecológicos en un futuro próximo.

El estudio de estos candidatos, sin embargo, no termina aquí. Se quiso comprobar si la inoculación de semillas con dos de estos PGPB (T7 y E1) también mejoraba el crecimiento de diferentes especies cultivables (colza, mostaza blanca y aliso de mar) en condiciones salinas (González-Cobo et al., 2024). Se seleccionaron estas tres especies por su relevancia económica y ambiental: la colza (*Brassica napus*) es clave en la producción de biocombustibles, una alternativa a los combustibles fósiles; el cultivo de mostaza (*Sinapis alba*) está en expansión tanto en Cataluña como en Europa, y el aliso (*Lobularia maritima*), planta ornamental autóctona, se usa ampliamente en parques y jardines con poca disponibilidad de agua o en zonas costeras. El estudio demuestra que las interacciones T7-

mostaza y E1-colza son positivas, sobre todo cuando las plantas crecen bajo estrés salino. Nuestros resultados muestran que uno de los principales motivos de este mayor rendimiento es el mayor desarrollo y crecimiento de las raíces de las plantas inoculadas. Sin embargo, se observó que la interacción entre plantas, microorganismos y estrés es muy específica. Por ejemplo, una misma bacteria estimulaba el crecimiento de la mostaza, pero lo reducía en la colza. Esto indica que es necesario seguir investigando estas relaciones para poder aplicarlas en el futuro.

En resumen, estos estudios abren nuevas vías para mejorar la resiliencia de los cultivos en suelos empobrecidos y con problemas de salinidad y alcalinidad, ya sea mediante la selección de variedades más tolerantes o mediante la aplicación de bioinoculantes creados a partir de microorganismos beneficiosos.

**Silvia Busoms; Maria Almira-Casellas; Glòria Escolà; Carlos González-Cobo; Eliana Bianucci**

Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología

Grupo de Fisiología Vegetal

Universitat Autònoma de Barcelona

[silvia.busoms@uab.cat](mailto:silvia.busoms@uab.cat); [mariajose.almira@uab.cat](mailto:mariajose.almira@uab.cat); [gloria.escola@uab.cat](mailto:gloria.escola@uab.cat);

[carlos.gonzalez@uab.cat](mailto:carlos.gonzalez@uab.cat); [eliana.bianucci@uab.cat](mailto:eliana.bianucci@uab.cat)

## Referencias

Escolà, G.; Bollmann-Giolai, A.; Giolai, M.; Malone, J.; Yant, L.; Poschenrieder, C.; Bianucci, E.; Busoms, S. (2025) **Rhizosphere microbiome and plant growth promotion bacteria isolates enhance salinity tolerance in salt-sensitive *Brassica fruticulosa*. Under review, preprint at Authorea.** <https://doi.org/10.22541/au.174124680.05965302/v1>

González-Cobo, C.; Escolà, G.; Tolrà, R.; Llugany, M.; Poschenrieder, C.; Bianucci, E.; Busoms, S. (2024) **Seed inoculation with halotolerant strains enhance Brassicaceae seedling establishment under saline conditions.** *Agriculture*, 14(12), 2184. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122184>

Pérez-Martín, L.; Almira, M. J.; Estrela, M.; Muriel, L.; Tolrà, R.; Rubio, L.; Poschenrieder, C.; Busoms, S. (2024) **A role for root carbonic anhydrase  $\beta$ CA4 in the bicarbonate tolerance of *Arabidopsis thaliana*.** *Physiologia Plantarum*, 176(6), e70026. <https://doi.org/10.1111/ppl.70026>

Almira-Casellas, M.; Busoms, S.; Pérez-Martín, L.; Escolà, G.; López-Valiñas, Á.; García-Molina, A.; Llugany, M.; Poschenrieder, C. (2024) **At the core of salinity: Divergent transcriptomic responses to neutral and alkaline salinity in *Arabidopsis thaliana*.** *Environmental and Experimental Botany*, 228, 105982. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2024.105982>

Busoms, S.; da Silva, A. C.; Escolà, G.; Abdilzadeh, R.; Curran, E.; Bollmann-Giolai, A.; Bray, S.; Wilson, M.; Poschenrieder, C.; Yant, L. (2024) **Local cryptic diversity in salinity adaptation mechanisms in the wild outcrossing *Brassica fruticulosa*.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(40), e2407821121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2407821121>

Busoms, S.; Pérez-Martín, L.; Terés, J.; Huang, X. Y.; Yant, L.; Tolrà, R.; Salt, D.; Poschenrieder, C. **2023. Combined genomics to discover genes associated with**

**tolerance to soil carbonate.** *Plant, cell & environment*, 46(12), 3986-3998.  
<https://doi.org/10.1111/pce.14691>

Almira-Casellas, M.; Pérez-Martín, L.; Busoms, S.; Boesten, R.; Llugany, M.; Aarts, M.; Poschenrieder, C. (2022) **A genome-wide association study identifies novel players in Na and Fe homeostasis in *Arabidopsis thaliana* under alkaline-salinity stress.** *Plant Journal*, tpj.16042. <https://doi.org/10.1111/tpj.16042>

Pérez-Martín, L.; Busoms, S.; Almira-Casellas, M.; Azagury, N.; Terés, J.; Tolrà, R.; Poschenrieder, C.; Barceló, J. (2022) **Evolution of salt tolerance in *Arabidopsis thaliana* on siliceous soils does not confer tolerance to saline calcareous soils.** *Plant and Soil*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05439-9>

Busoms, S.; Terés, J.; Yant, L.; Poschenrieder, C.; Salt, D. (2021) **Adaptation to coastal soils through pleiotropic boosting of ion and stress hormone levels in wild *Arabidopsis thaliana*.** *New Phytologist*, 232, 208-220. <https://doi.org/10.1111/nph.17569>

[View low-bandwidth version](#)