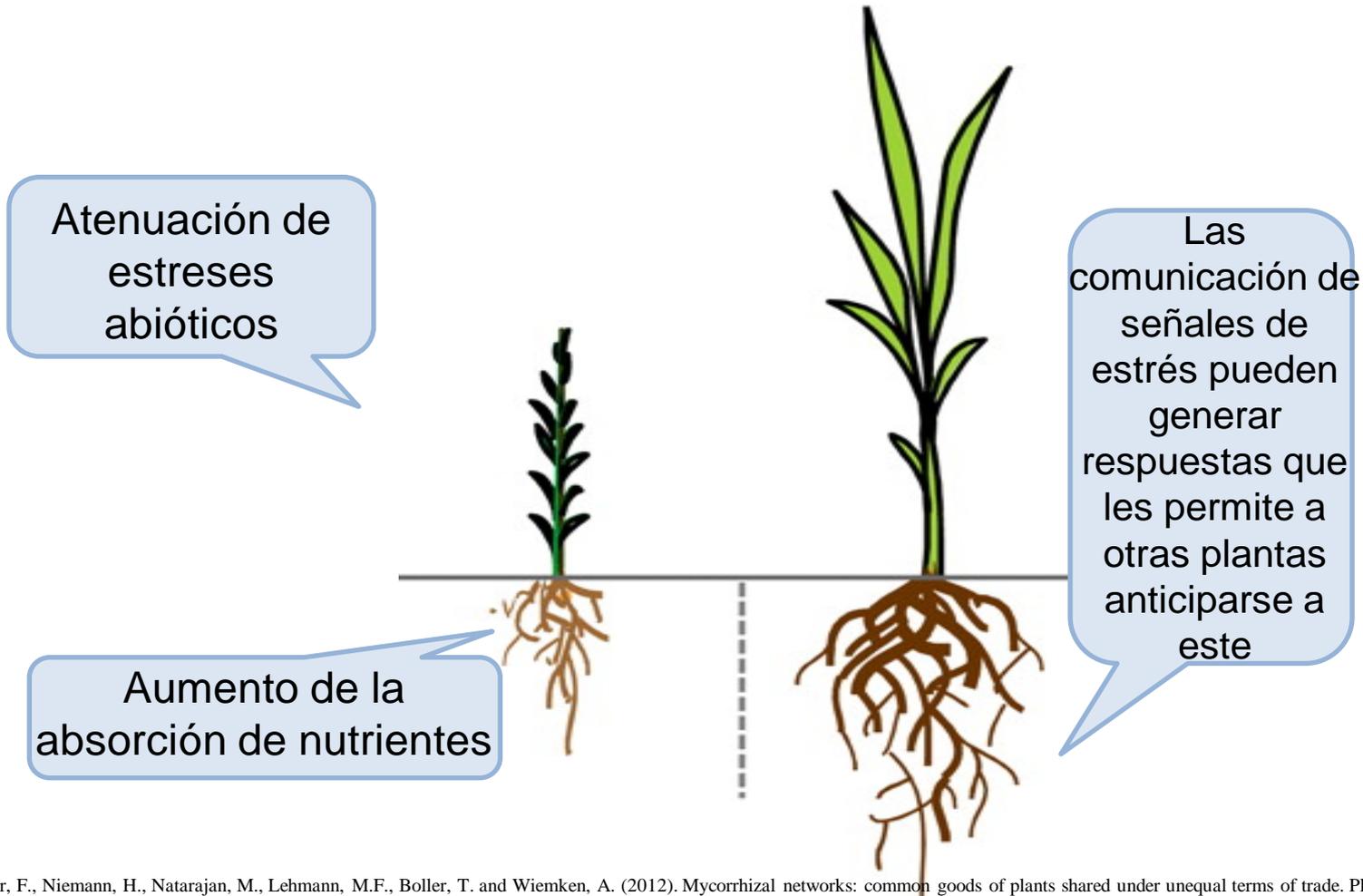
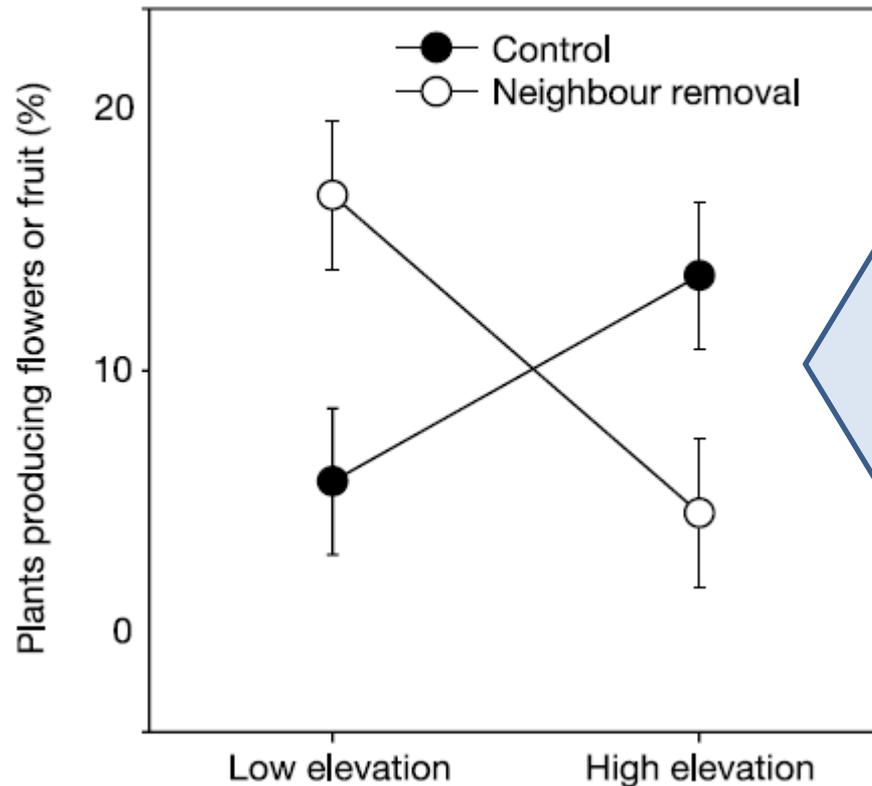


Facilitación: plantas que se benefician de sus vecinos



Walder, F., Niemann, H., Natarajan, M., Lehmann, M.F., Boller, T. and Wiemken, A. (2012). Mycorrhizal networks: common goods of plants shared under unequal terms of trade. *Plant Physiol.* 159: [789-797](#).

Beneficiarse a partir otros es común en ambientes estresantes



En ambientes de altura, las plantas que sufrieron la remoción de sus vecinos, produjeron menos flores y frutos, lo que indica que se beneficiaban de sus vecinos

Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd from Callaway, R.M., Brooker, R.W., Choler, P., Kikvidze, Z., Lortie, C.J., Michalet, R., Paolini, L., Pugnaire, F.I., Newingham, B., Aschehoug, E.T., Armas, C., Kikodze, D. and Cook, B.J. (2002). Positive interactions among alpine plants increase with stress. *Nature*. 417: [844-848](#).

Las plantas pueden proteger a otras plantas de estreses bióticos o abióticos



Altos Andes
Aumento de la temperatura del suelo y el contenido de nutrientes



Sur de Francia
Protección de la herbivoría



Llanuras semi-áridas de España
Protección de la sequía

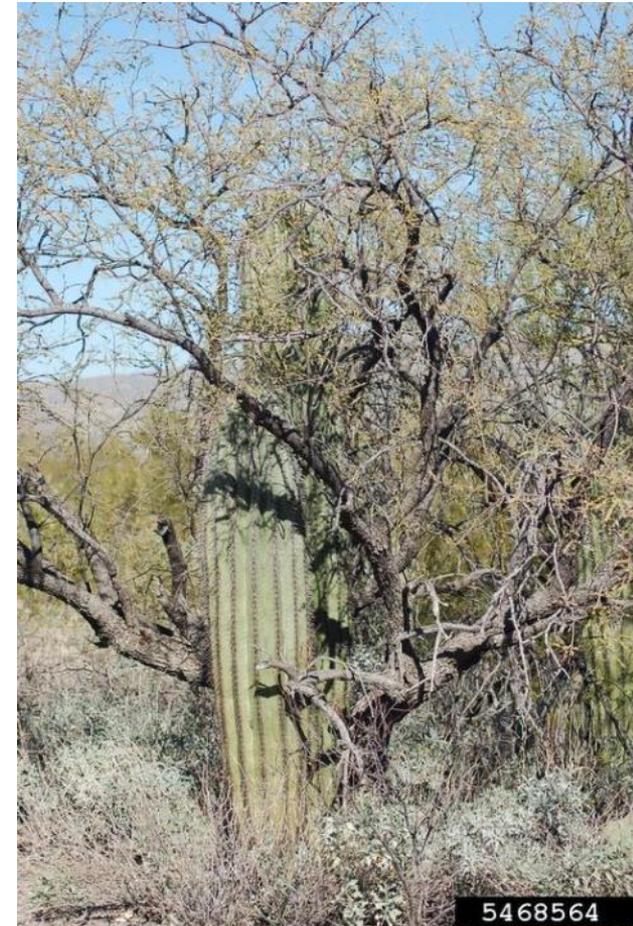


Jordania, medio ambiente semi-árido
Protección de la sequía y la herbivoría

Images used by permission of [Lohengrin A. Cavieres](#), [Fernando T. Maestre](#), [Pierre Liancourt](#), and [Georges Kunstler](#). See Brooker, R.W et al. . (2008). Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *J. Ecol.* 96: [18-34](#),.

Las plantas se pueden beneficiar de la atenuación de estreses por sus vecinas

- Impacto del viento
- Aumento de la retención de humedad del suelo
- Mejoramiento de las características físicas de los suelos
- Incremento de la oxigenación de los suelos en ambientes acuáticos
- Disminución de la evaporación y de la salinización del suelo

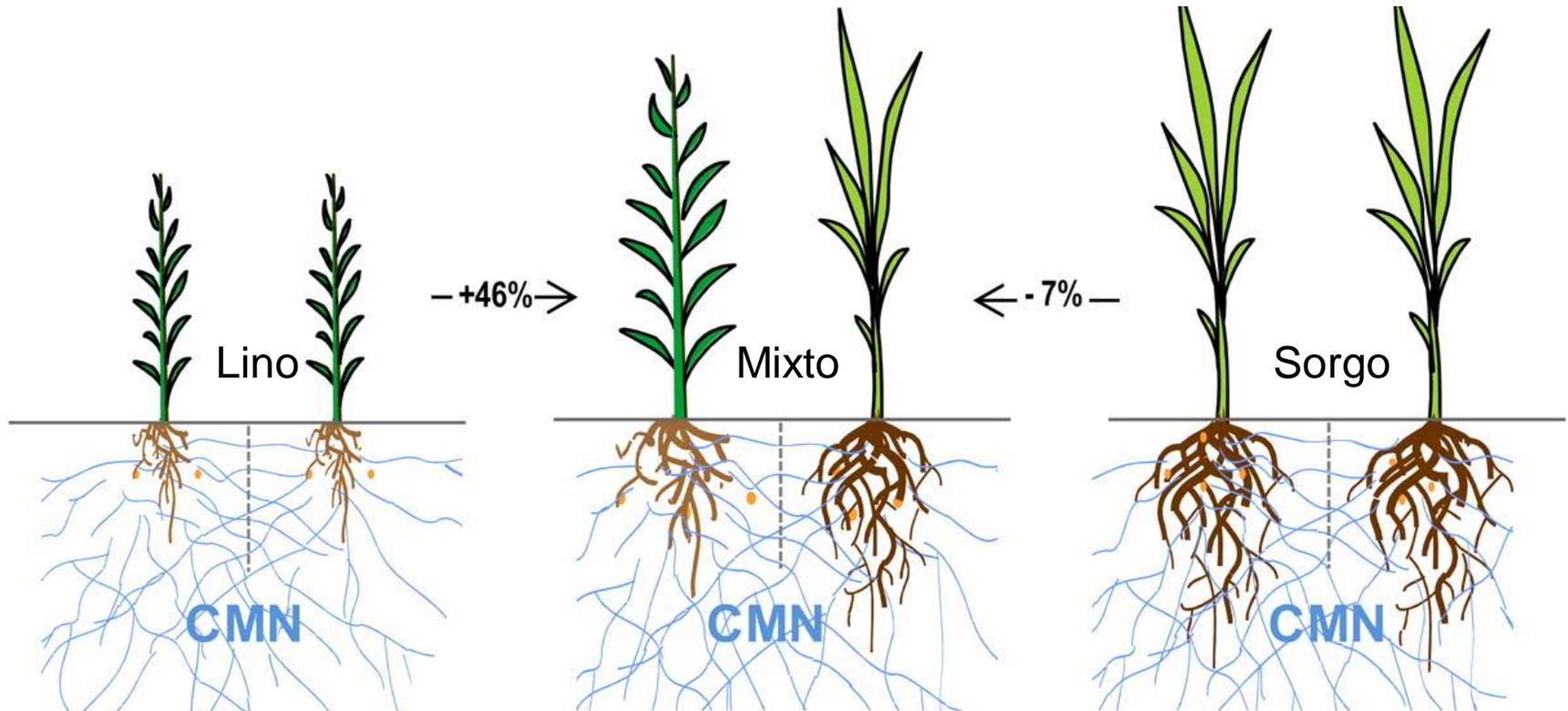


La spp. palo verde (*Parkinsonia* spp) puede actuar como una planta nodriza de los cactus saguaro (*Carnegiea gigantean*). Las plantulas de cactus necesitan sombra para establecerse. Luego, las plantas de cactus superan el porte de sus nodrizas

Photo credits: [Tom Donald](#), [Joy Viola](#), Northeastern University, Bugwood.org

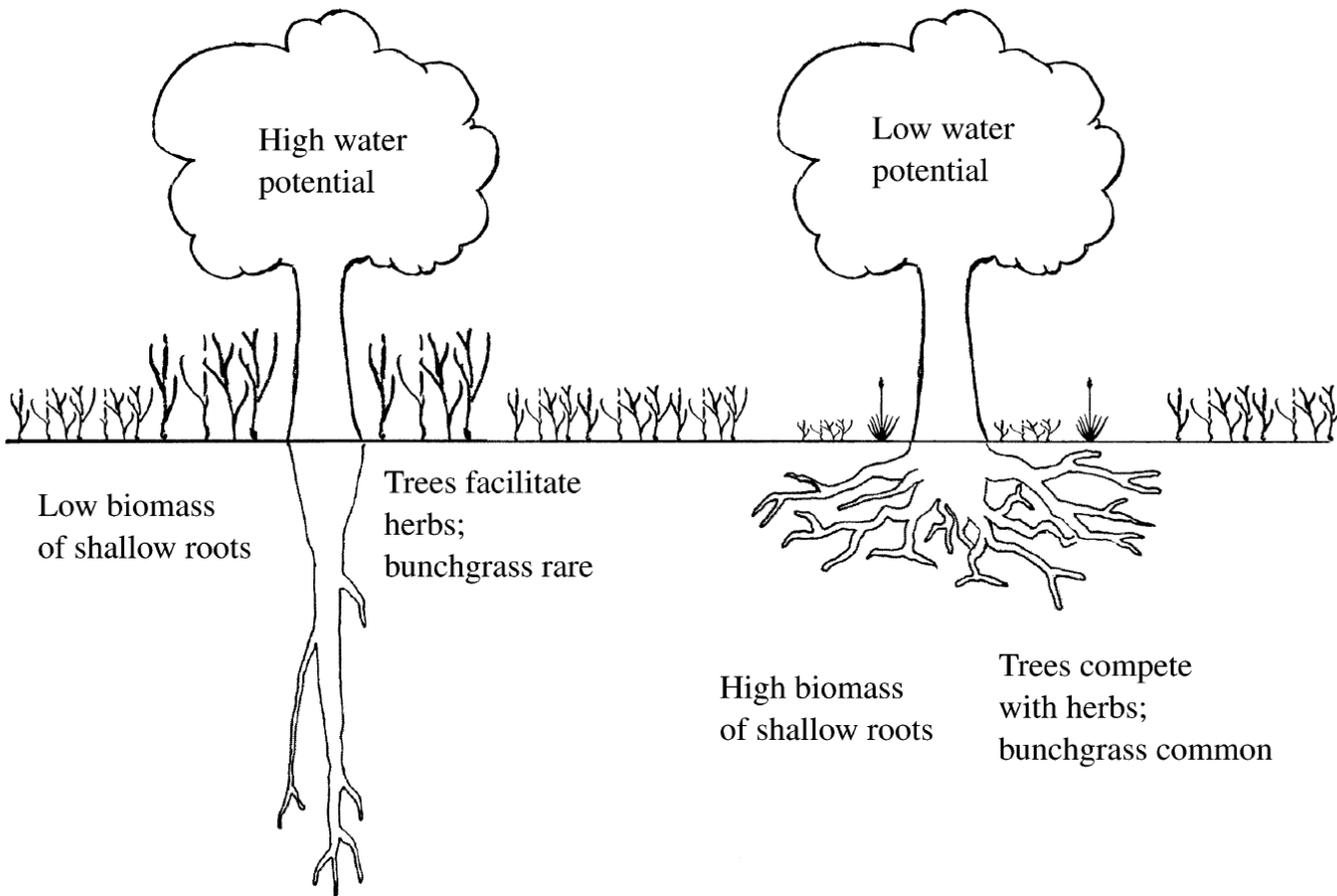
Una red micorrítica común puede facilitar la compartición de recursos

El cultivo de sorgo intercalado con lino, incrementa el crecimiento del lino en +46% ya que la absorción de nutrientes se ve facilitada por una red de micorrizas común (CMN=common mycorrhizal network)



Walder, F., Niemann, H., Natarajan, M., Lehmann, M.F., Boller, T. and Wiemken, A. (2012). Mycorrhizal networks: common goods of plants shared under unequal terms of trade. *Plant Physiol.* 159: [789-797](#).

Caso de estudio: efecto de la plasticidad fenotípica a nivel de comunidad



¿Cómo la plasticidad fenotípica y la facilitación afectan a otros miembros de la comunidad?

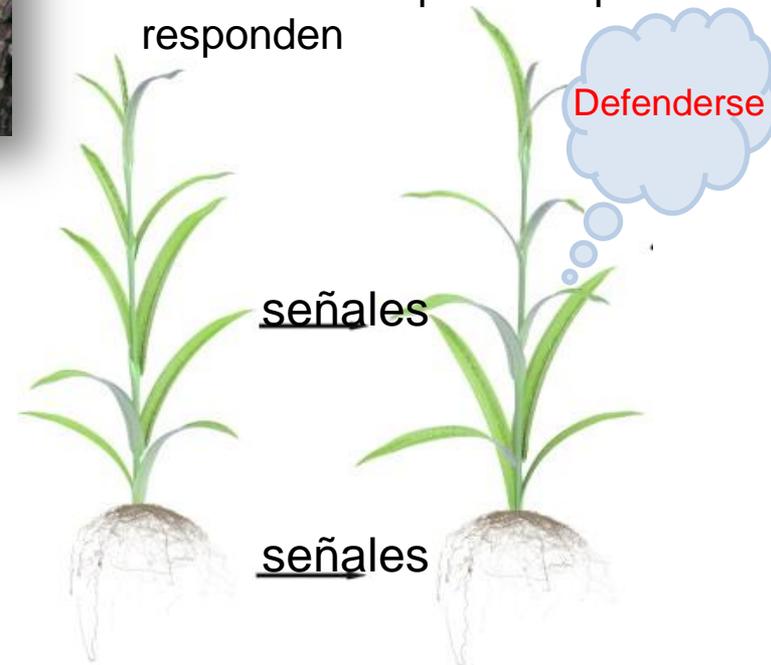
Variaciones en la arquitectura de la raíz afectan las comunidades vegetales asociadas con *Quercus douglasii*; los árboles con raíces poco profundas compiten con los pastos.

Republished with permission of Ecological Society of America from Callaway, R.M., Pennings, S.C. and Richards, C.L. (2003). Phenotypic plasticity and interactions among plants. *Ecology*. 84: [1115-1128](#); See also Callaway, R.M., Nadkarni, N.M. and Mahall, B.E. (1991). Facilitation and interference of *Quercus douglasii* on understory productivity in central California. *Ecology*. 72: [1484-1499](#).

Las señales de otras plantas pueden ser una alerta para defenderse o tolerar

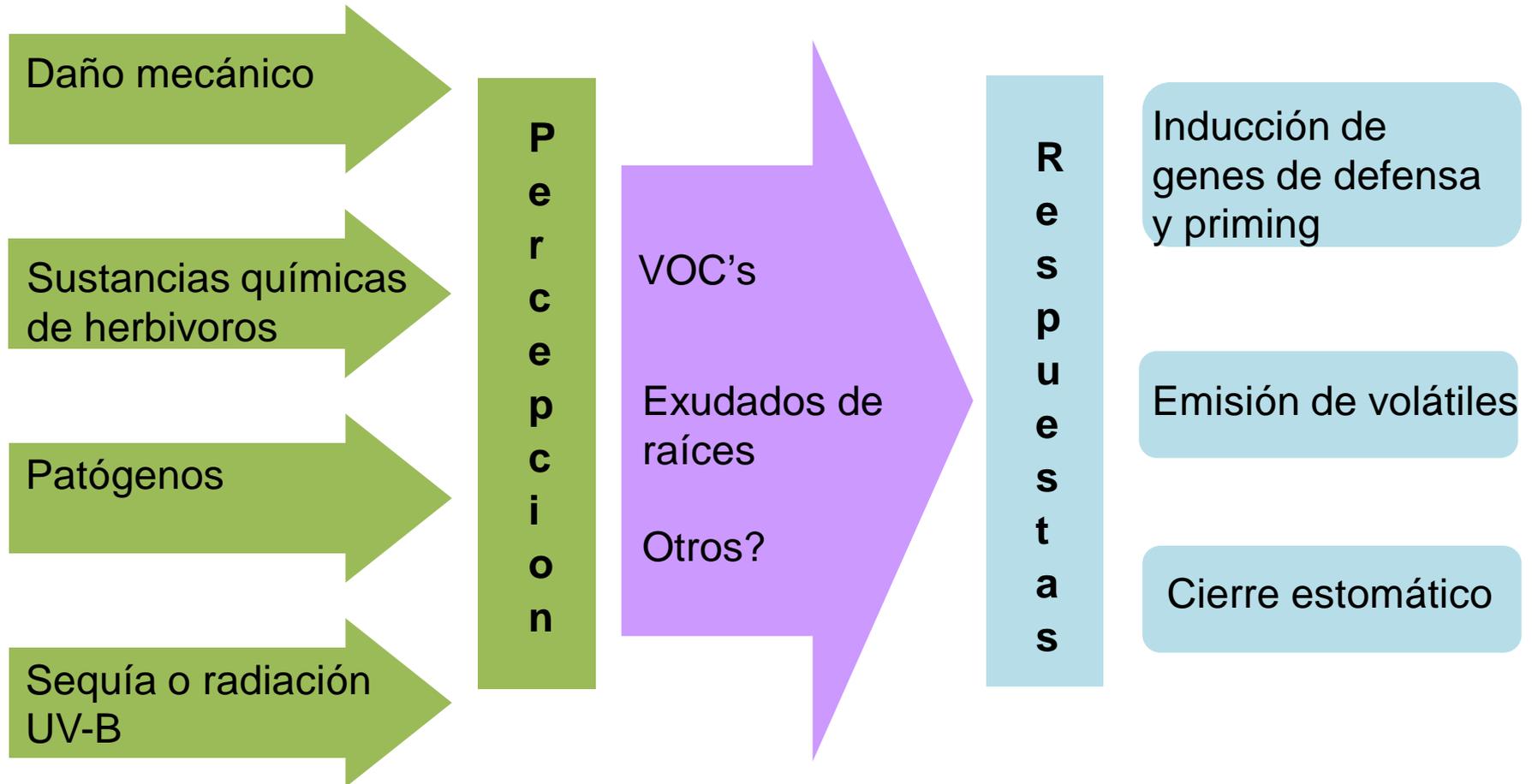


Las señales de alarma han sido bien descritas en animales sociales. Las plantas estresadas pueden emitir señales a las que otras plantas responden

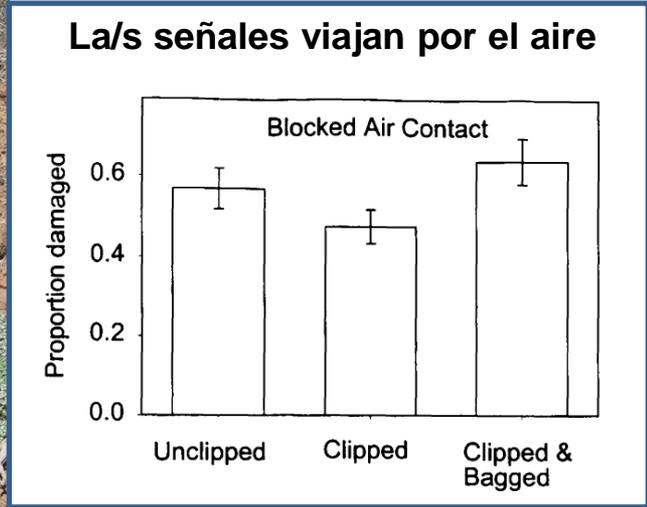
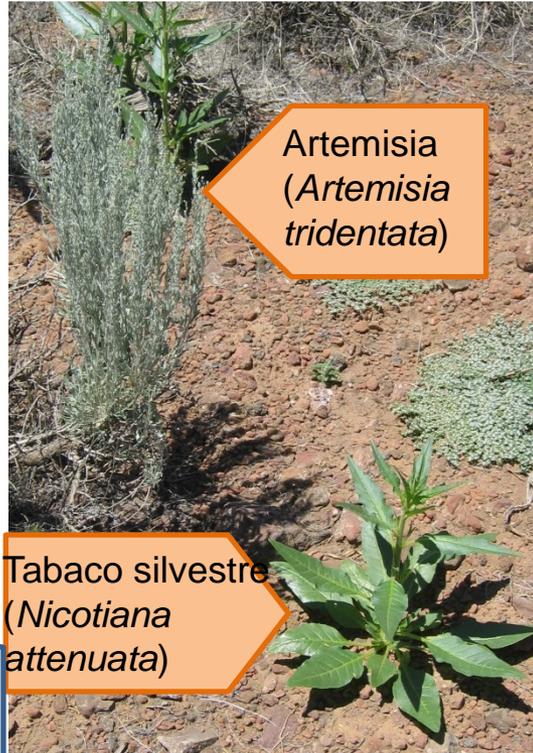
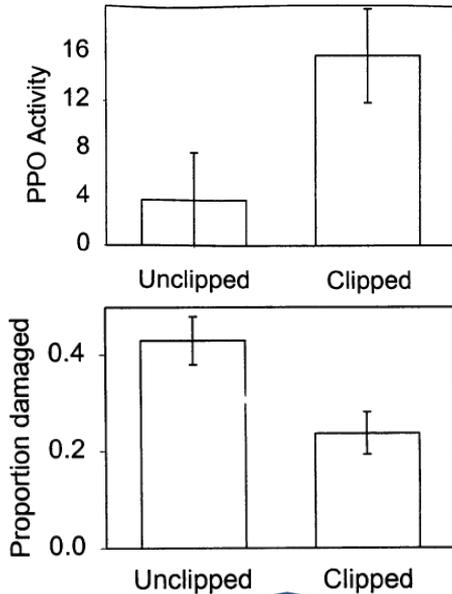


Reprinted from Glinwood, R., Ninkovic, V. and Pettersson, J. (2011). Chemical interaction between undamaged plants – Effects on herbivores and natural enemies. *Phytochemistry*. 72: [1683-1689](#) with permission from Elsevier. Photo credits: [Snowmanradio](#), [Justin Johnsen](#), [D. Gordon E. Robertson](#)

Percepción y respuestas a señales de estrés



La emisión de VOCs de plantas dañadas puede inducir las defensas en otras

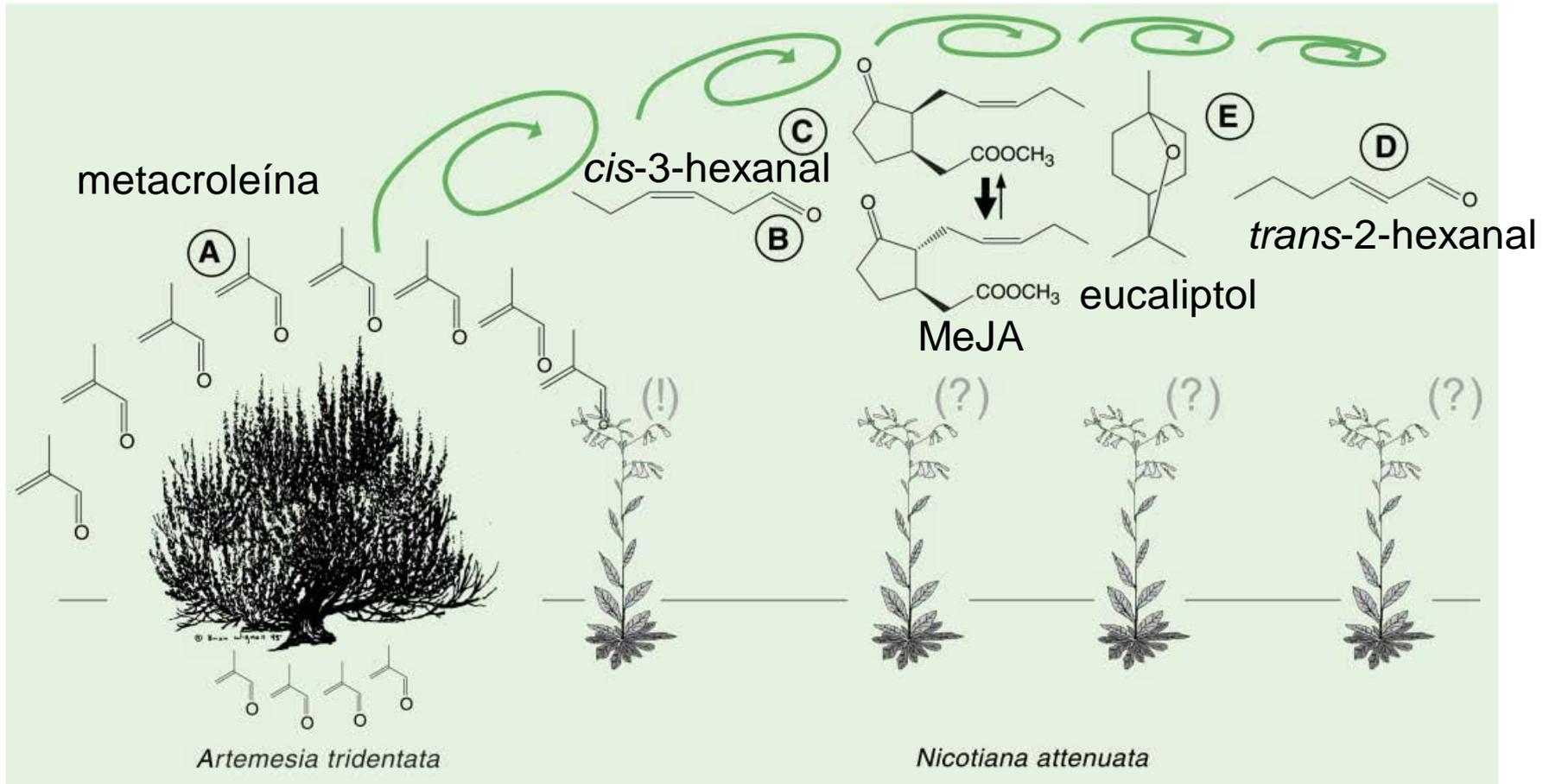


Cuando plantas de Artemisia son dañadas mecánicamente, las plantas de tabaco silvestre incrementan la producción de compuestos de defensa (PPO) y sufren menos daño por herbivoría

La emisión de compuestos volátiles emitidos por plantas dañadas puede inducir las defensas de sus vecinas

Karban, R., Baldwin, I.T., Baxter, K.J., Laue, G. and Felton, G.W. (2000). Communication between plants: Induced resistance in wild tobacco plants following clipping of neighboring sagebrush. *Oecologia*. 125: 66-71. see also Kessler, A., Halitschke, R., Diezel, C. and Baldwin, I. (2006). Priming of plant defense responses in nature by airborne signaling between *Artemisia tridentata* and *Nicotiana attenuata*. *Oecologia*. 148: 280-292. Photo courtesy Ian Baldwin Copyright Max Planck Institute for Chemical Ecology, Jena, Germany / [Rayko Halitschke](#)

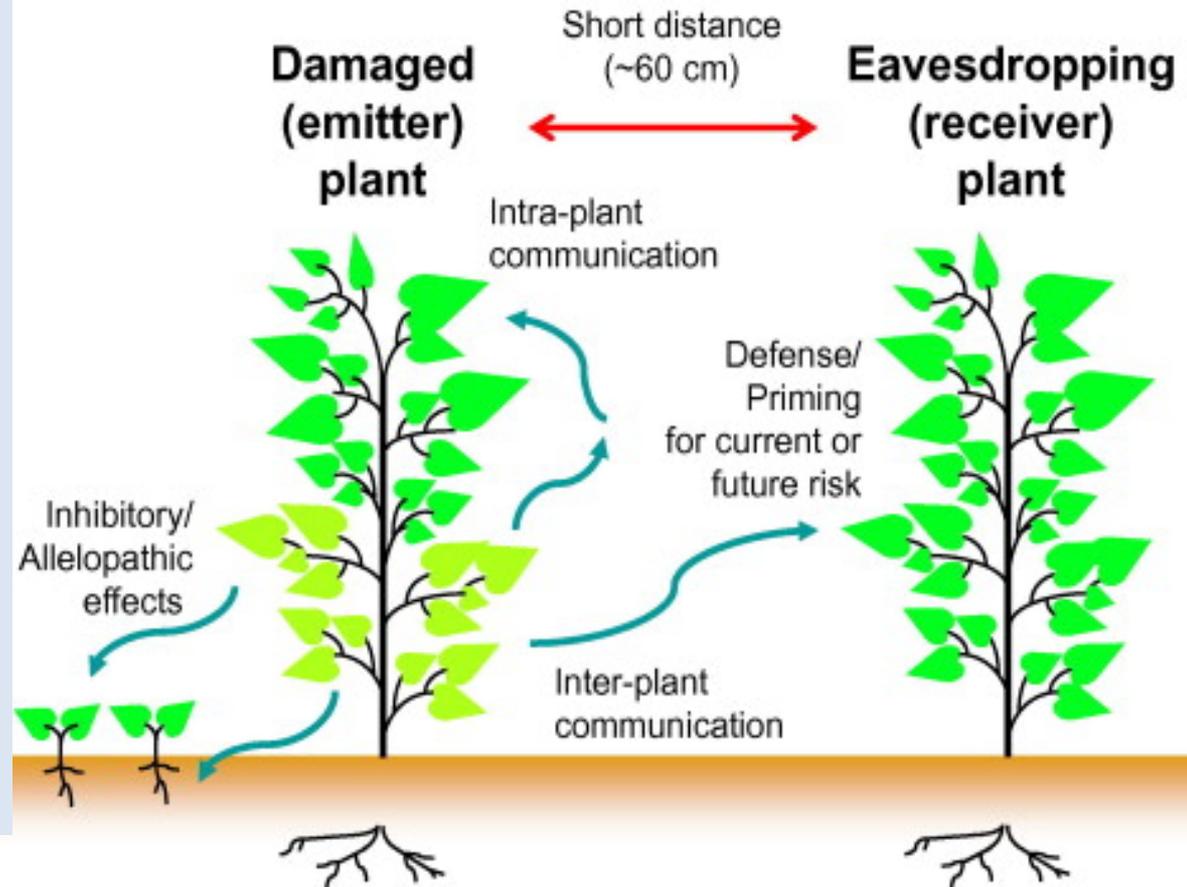
¿Qué son los compuestos volátiles activos y que tan lejos se dispersan?



Reprinted from Baldwin, I.T., Halitschke, R., Paschold, A., von Dahl, C.C. and Preston, C.A. (2006). Volatile signaling in plant-plant interactions: "Talking Trees" in the genomics era. *Science*. 311: [812-815](#) with permission from AAAS.

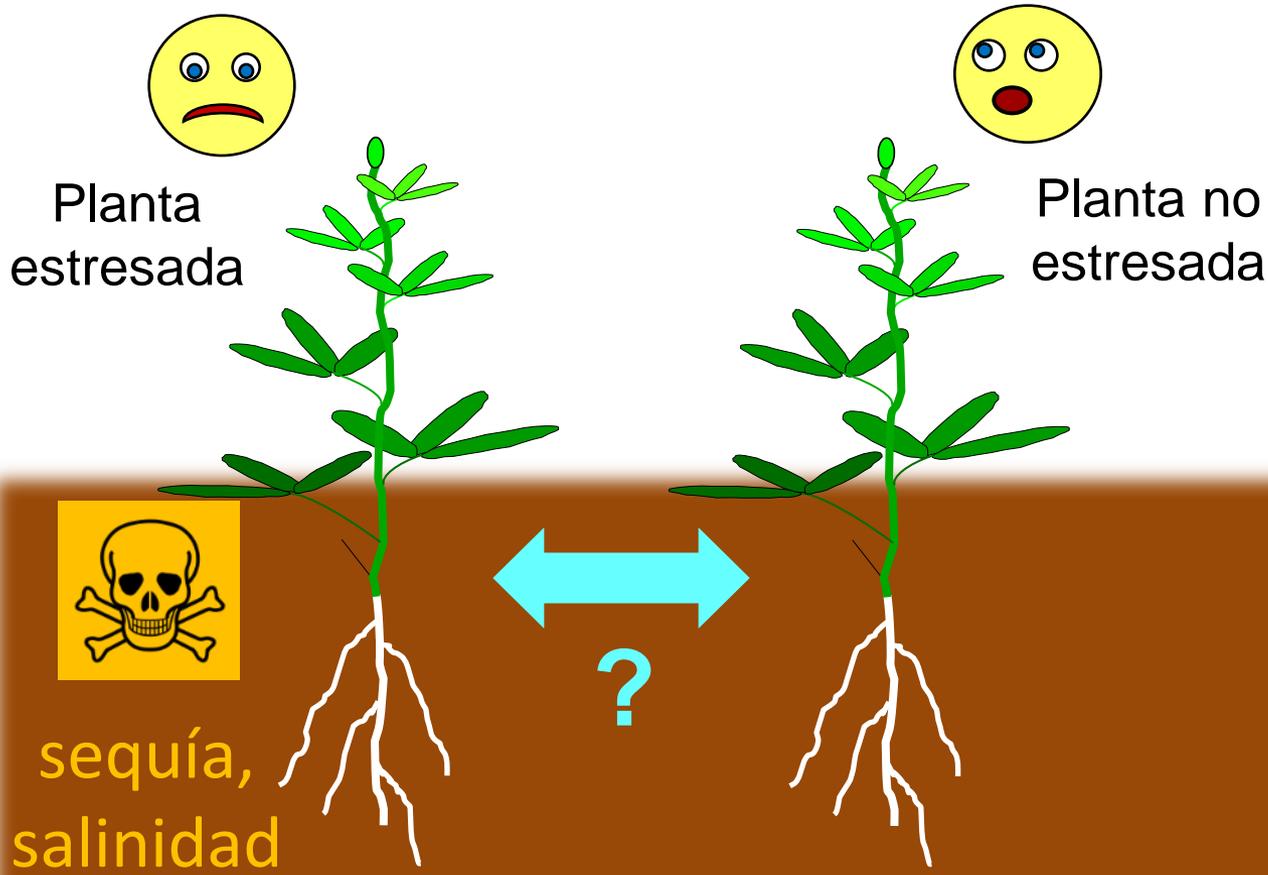
¿Por qué las plantas emiten señales volátiles?

- La señales volátiles podrían haber evolucionado a partir de la comunicación intra-planta
- Tener vecinos defensivos puede mejorar la aptitud del emisor
- Algunos compuestos volátiles son compuestos alelopáticos que reducen la competencia
- Algunos compuestos volátiles actúan como señales de defensas indirectas ya que atraen artrópodos predadores



Reprinted from Arimura, G.-i., Shiojiri, K., and Karban, R. (2010). Acquired immunity to herbivory and allelopathy caused by airborne plant emissions. *Phytochemistry* 71: 1642-1649 with permission from Elsevier, see also Heil M, Karban R (2010) Explaining evolution of plant communication by airborne signals. *Trend Ecol Evol* 25: [137-144](#).

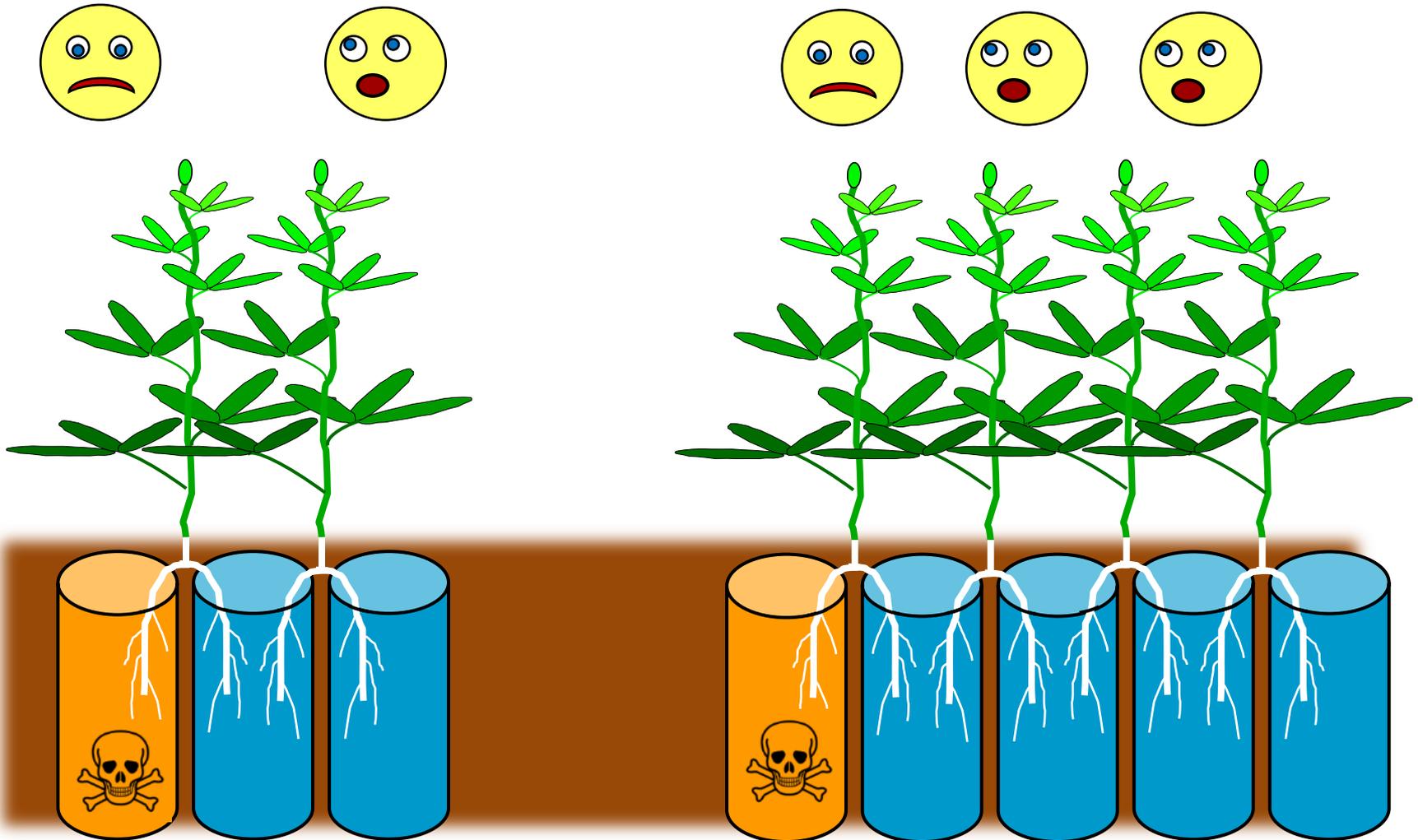
Caso de estudio: las plantas pueden comunicar el estrés hídrico



¿Se pueden comunicar otros tipos de estreses entre plantas?
¿Las plantas no estresadas pueden responder a señales de estrés emitida por sus plantas vecinas estresadas?

Novoplansky, A. (2012) [Learning plant learning](#).

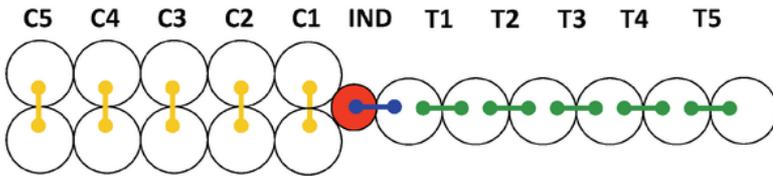
Evaluando la transferencia de información entre raíces



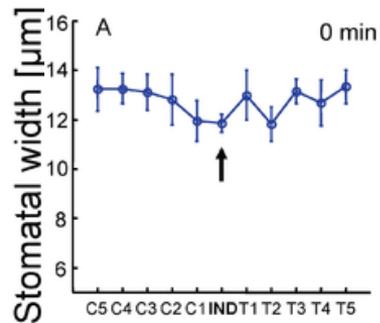
Novoplansky, A. (2012) [Learning plant learning](#).

Las señales de estrés son transmitida a través de las raíces

Se midió la apertura estomática en plantas sin conexión por suelo y en aquellas que cuyas raíces compartían el suelo con la planta inducida

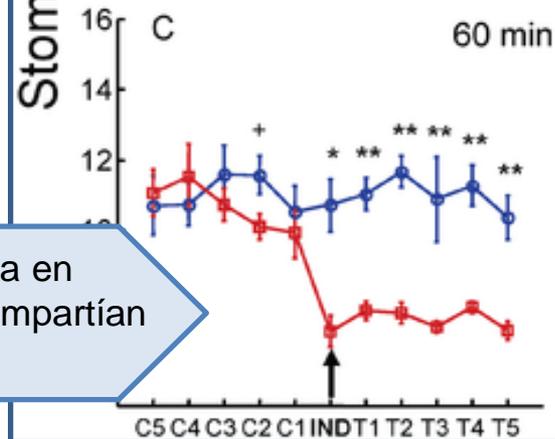
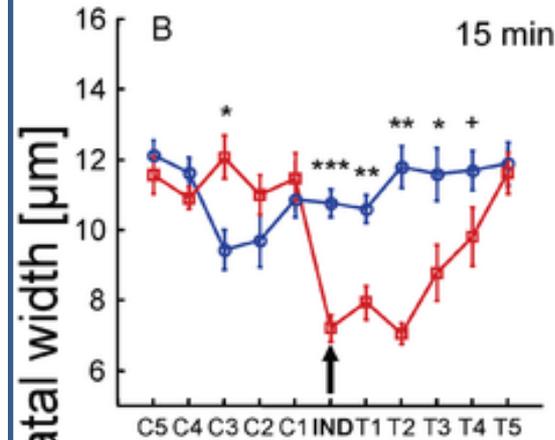


Externally-induced 
 SHARED target 
 UNSHARED target 



Antes del tratamiento todas las plantas tenían la misma apertura estomática

No hubo respuesta en plantas que no compartían el suelo



Después del tratamiento, la apertura estomática se redujo en aquellas plantas que tenían sus raíces en contacto (directo o indirecto) con plantas estresadas

Falik O, Mordoch Y, Quansah L, Fait A, Novoplansky A (2011) Rumor has it...: Relay communication of stress cues in plants. PLoS ONE 6(11): [e23625](https://doi.org/10.1371/journal.pone.023625). See also Falik, O., Mordoch, Y., Ben-Natan, D., Vanunu, M., Goldstein, O. and Ariel Novoplansky (2012) Plant responsiveness to root-root communication of stress cues, Ann. Bot., 110: [271-280](https://doi.org/10.1093/aob/abg001).

Resumen: FACILITACIÓN

Las plantas pueden beneficiarse de sus vecinas a través de:

- Atenuación estreses abióticos,
- Facilitación de la absorción de nutrientes,
- Emisión de señales que alertan sobre un estrés

Al igual que en la COMPETENCIA, la FACILITACIÓN puede ser intra o inter-específica



Photo credit: [Tom Donald](#)

Los cultivos intercalados y la rotación de cultivos generan varios beneficios

Los rendimientos totales de campos cultivados con dos o más especies en el mismo momento o en años alternados pueden ser más altos que los monocultivos más productivos



See Horton, J.L. and Hart, S.C. (1998). Hydraulic lift: a potentially important ecosystem process. *Trends Ecol. Evol.* 13: 232-235. Lee, J.-E., Oliveira, R.S., Dawson, T.E. and Fung, I. (2005). Root functioning modifies seasonal climate. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 102: [17576-17581](https://doi.org/10.1073/pnas.0508175102).

Caso de estudio: maíz, poroto y zapallo



Hallazgos arqueológicos demuestran que los americanos nativos han cultivado maíz, poroto y zapallo juntos por milenios

El maíz proporciona una estructura para los porotos, y la calabaza que cubre el suelo mantiene la humedad del suelo y suprime las malezas

A recent study found that the root systems of the three plants are complementary, minimizing belowground competition

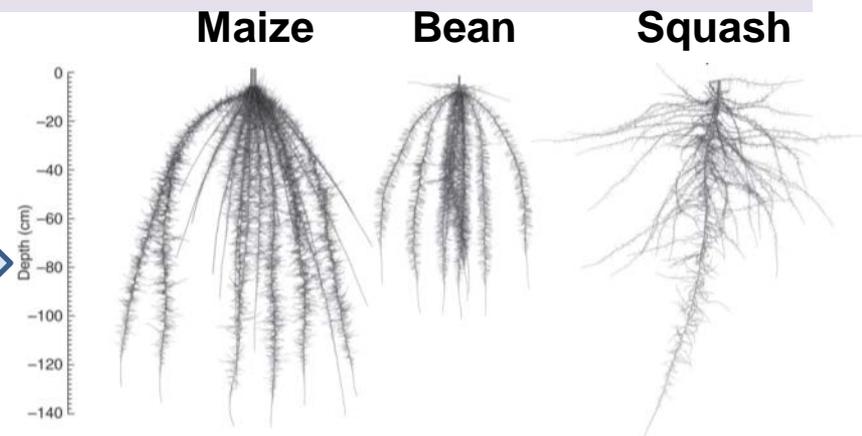


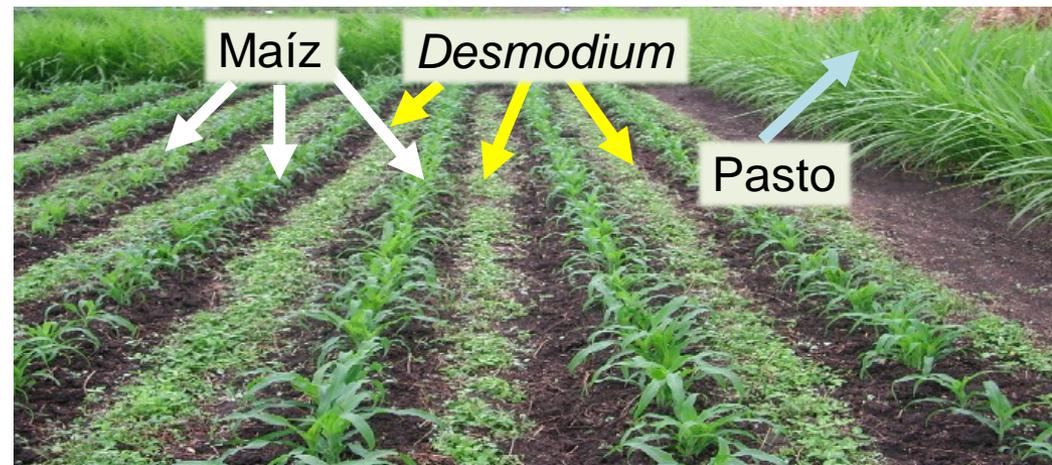
Photo credit: [Howard F. Schwartz](#), Colorado State University, Bugwood.org; Reprinted from Postma, J.A. and Lynch, J.P. (2012). Complementarity in root architecture for nutrient uptake in ancient maize/bean and maize/bean/squash polycultures. *Ann Bot.* 110: [521-534](#) by permission of Oxford University Press.

Caso de estudio: cultivo push-pull para incrementar la productividad



Esto implica el cultivo de maíz intercalado con una legumbre *Desmodium*, en un campo rodeado del pasto *Pennisetum purpureum*

Las plagas son problemas muy importantes de la agricultura en zonas tropicales. El sistema de cultivo push-pull fue desarrollado para proteger el cultivo de maíz del ataque de orugas barrenadoras del tallo

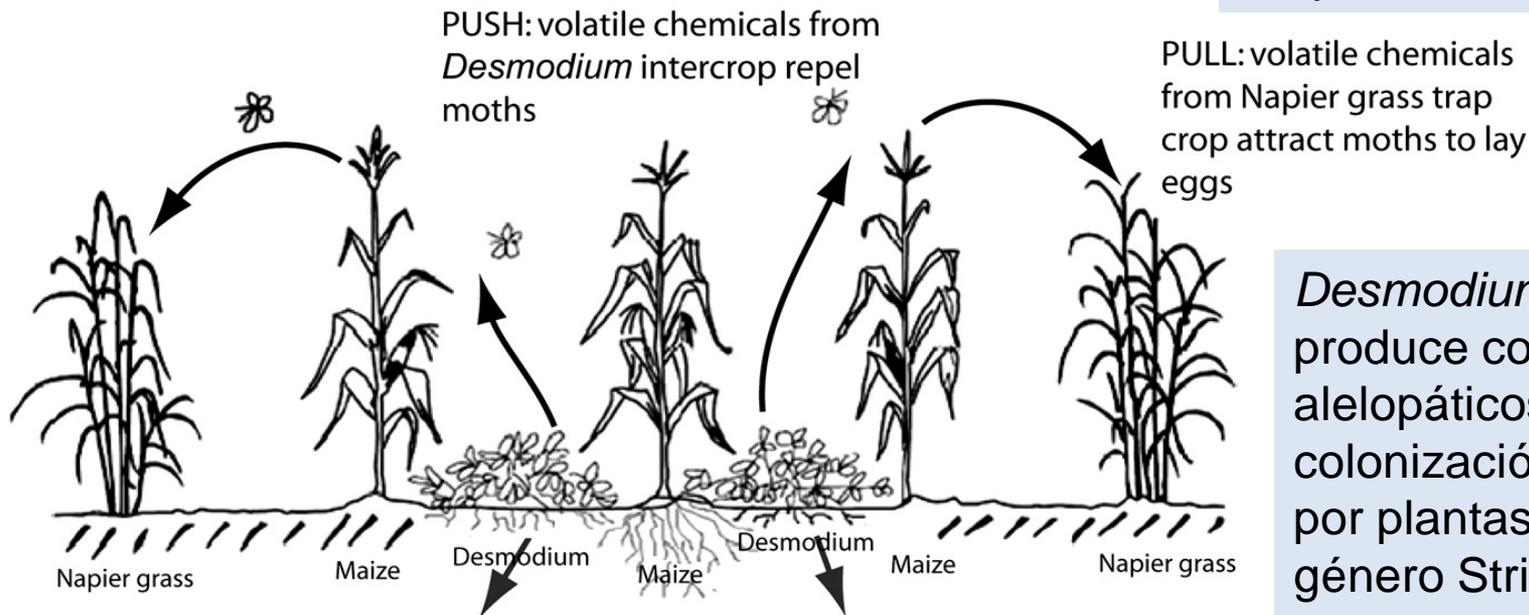


See Hassanali, A., Herren, H., Khan, Z.R., Pickett, J.A. and Woodcock, C.M. (2008). Integrated pest management: the push-pull approach for controlling insect pests and weeds of cereals, and its potential for other agricultural systems including animal husbandry. *Phil. Trans. R. Soc. B* 363: [611-621](#); Pickett, J.A., Hamilton, M.L., Hooper, A.M., Khan, Z.R. and Midega, C.A.O. (2010). Companion Cropping to Manage Parasitic Plants. *Annu. Rev. Phytopath.* 48: [161-177](#). Push-pull.net

Caso de estudio: cultivo push-pull para incrementar la productividad

Desmodium repele insectos ya que produce compuestos volátiles repelentes

Los pastos atraen los insectos ya que producen compuestos volátiles atrayentes.



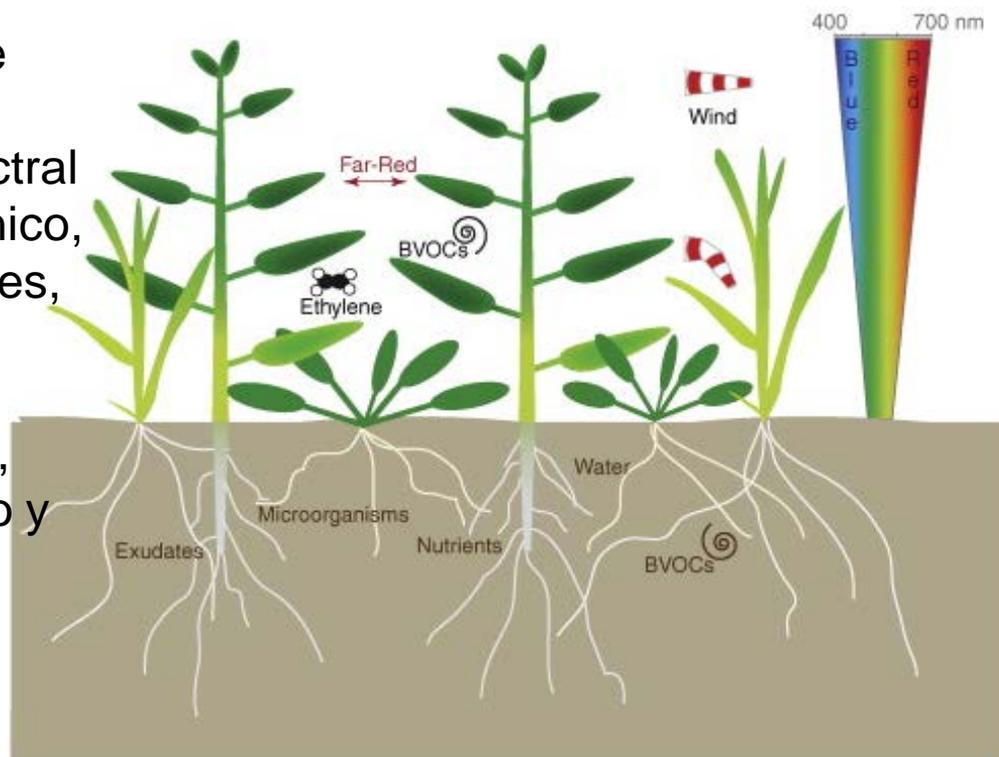
Desmodium también produce compuestos alelopáticos que evitan la colonización del cultivo por plantas parásitas del género *Striga*

ALLELOPATHY: chemicals exuded by *Desmodium* roots inhibit attachment of *Striga* to maize roots and cause suicidal germination of *Striga*

Reprinted from Khan, Z.R., Midega, C.A.O., Bruce, T.J.A., Hooper, A.M. and Pickett, J.A. (2010). Exploiting phytochemicals for developing a 'push-pull' crop protection strategy for cereal farmers in Africa. *J. Exp. Bot.* 61: [4185-4196](#), by permission of Oxford University Press.

Resumen: Interacciones planta-planta

Las plantas perciben la presencia de otras plantas a través de cambio en la composición espectral del ambiente lumínico, compuestos volátiles, exudados de raíz, efectos sobre los nutrientes, el agua, microbios del suelo y otras señales desconocidas



TRENDS in Plant Science

Las **respuestas de las plantas** dependen del estado ontogénico, el genotipo y otros factores endógenos y exógenos. Las respuestas pueden ser de confrontación, evitación o tolerancia

Reprinted from Kegge, W. and Pierik, R. (2010). Biogenic volatile organic compounds and plant competition. Trends Plant Sci. 15: [126-132](#) with permission from Elsevier.