

## Tesis Doctoral

### *Interacciones positivas entre plantas: Mecanismos y consecuencias.*

La interacción entre plantas es un factor importante en la organización y funcionamiento de las comunidades vegetales, sobre las que además influye el medio físico y la capacidad de dispersión de las especies. Competencia y facilitación son interacciones de signo opuesto que se dan entre plantas vecinas, de forma que cuando compiten se afectan negativamente y cuando se facilitan lo hacen positivamente. Históricamente la competencia ha sido la interacción más estudiada, lo que ha influido en que se considerara como la predominante en las relaciones entre plantas, determinando la estructura, dinámica y productividad de las comunidades vegetales. Pero en los últimos años numerosos trabajos han demostrado que las relaciones positivas entre plantas son frecuentes (Hunter & Aarssen 1988, Callaway 1995, Callaway & Pugnaire 1999), y determinantes de la organización y funcionamiento de los ecosistemas (Callaway et al. 2002). La facilitación ha ido estableciéndose junto a la competencia, y ahora se considera que ambos procesos actúan simultáneamente, y es el balance entre ambos lo que hace que el resultado final sea negativo o positivo.

En esta tesis he planteado varias hipótesis con el objetivo general de probar la importancia de la facilitación entre plantas en ecosistemas con condiciones ambientales severas, analizando sus consecuencias para la comunidad y la mecanismos que dirigen la interacción.

He analizado la estructura de siete comunidades de plantas (cinco en ecosistemas semiáridos en Almería y dos en ecosistemas tropicales de Venezuela) con diferentes niveles de estrés ambiental y distribución general en mosaico, y he usado evidencias directas e indirectas para identificar los procesos que dan forma a las comunidades, ya que la estructura de la comunidad vegetal contiene información que relaciona los patrones espaciales con los procesos ecológicos.

En las siete comunidades vegetales evaluadas predominan las interacciones de signo positivo, que se intensifican cuando las condiciones de ambientales se hacen más severas. Los datos de interacción directa entre vecinos se correlacionaron positivamente con el grado de asociación en cada sitio (**Figura 1**), mostrando que la agregación

#### Tesis Doctoral

##### Autora:

Reyes Tirado Fernández

##### Directores:

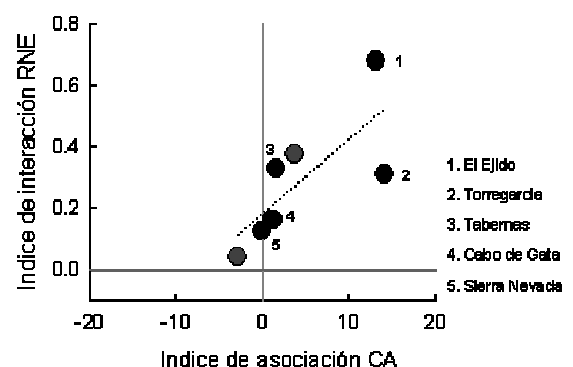
Dr. Francisco I. Pugnaire de Iraola

##### Centro:

Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC).

##### Fecha de lectura:

24 de Enero de 2003



**Figura 1.** Relación entre el efecto relativo de los vecinos (RNE) y el índice general de asociación entre pares de especies (AC) en comunidades donde el efecto de la agregación fue medido experimentalmente. Los puntos sobre 0 en el índice de RNE indican facilitación. Los puntos grises corresponden a datos adicionales obtenidos en diferentes comunidades en la región de Cabo de Gata.  $R^2=0.58$ ,  $F_5=7.9$ ,  $p=0.048$ .

espacial puede ser una medida indirecta de la facilitación. En general, los resultados mostraron que las comunidades bajo estrés ambiental tienden a estar estructuradas por interacciones positivas, y que la aparición de una especie dominante benefactora en una mancha de vegetación incrementa extraordinariamente la diversidad de especies en comparación con los espacios entre arbustos circundantes.

Un ejemplo se da en los ecosistemas costeros de Torregarcía, en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, donde los arbustos de azufaífo (*Ziziphus lotus*) actúan como 'ingenieros del ecosistema' creando 'islas de recursos' que tienen un microclima más benigno, retienen un gran volumen de arena y enriquecen el suelo en nutrientes (Figura 2). El efecto de *Ziziphus* sobre otros arbustos vecinos (*Ballota hirsuta*, *Lycium intricatum* o *Salsola oppositifolia*), aunque positivo a largo plazo, depende fuertemente de las variaciones ambientales (Figura 3).

Como ejemplo de la importancia que la agregación espacial tiene a nivel de poblaciones y comunidades, estimamos el efecto que estas 'islas de recursos' tienen sobre el éxito reproductivo de *Asparagus albus*, una especie arbustiva frecuente en la zona. Los individuos de *Asparagus* se encontraban significativamente agregados a *Ziziphus*, beneficiándose prácticamente a lo largo de todos los estadios vitales analizados. Así, las plántulas de *Asparagus* tenían mayores índices de supervivencia bajo las matas de *Ziziphus* que fuera de ellas, y las plantas adultas produjeron más flores, más frutos y más biomasa de semillas cuando vivían en 'islas' de *Ziziphus*. Estos resultados nos mostraron que la facilitación puede jugar un papel importante en la demografía y dinámica de las poblaciones vegetales (Tirado y Pugnaire 2003).

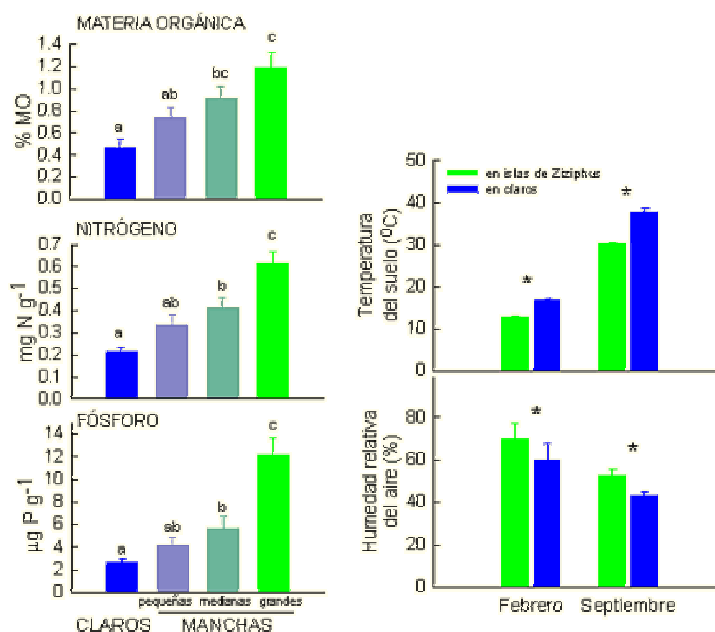
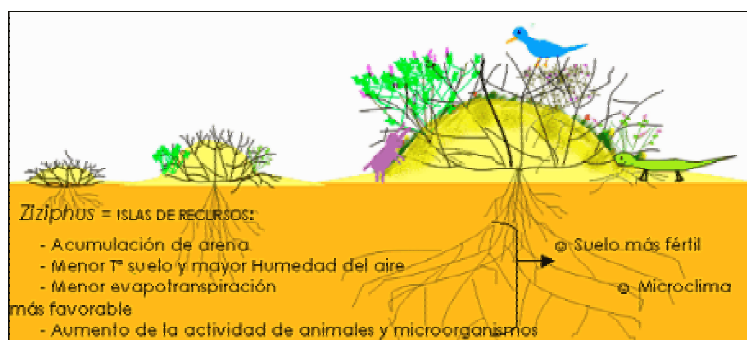


Figura 2 y 3. Cambios producidos por *Ziziphus lotus* en su entorno y que generan 'islas de recursos' en las comunidades de azufaífos de Torregarcía, en el P.N. de Cabo de Gata-Níjar, Almería.

El aumento de la fertilidad del suelo es uno de los mecanismos de facilitación más relevante en los ecosistemas estudiados. Esto pudo comprobarse en el desierto de Tabernas con *Hammada articulata*, un arbusto que favorece el crecimiento de otras plantas bajo su copa. En un experimento de eliminación de copas y sustitución por estructuras artificiales, investigué la importancia de la sombra y del suelo como mecanismos de facilitación. Los resultados mostraron que la respuesta de las plantas anuales a la mejora de los suelos bajo copa fue más evidente que el beneficio de la sombra. (Figura 4).

Por último, en las artineras de El Ejido trabajamos con dos especies que están fuertemente asociadas, *Maytenus senegalensis* y *Whitania frutescens*. Analizando la respuesta fisiológica de cada especie a la eliminación de la copa de su vecino comprobamos que, en primavera, *M. senegalensis* tiene mejores

relaciones hídricas y unos niveles de estrés más bajos cuando vive junto a *W. frutescens* que cuando no coexisten. Por el contrario, *W. frutescens* no se ve significativamente afectada por la presencia de *M. senegalensis*, aunque sus ramas son más largas, tienen más hojas y producen más brotes nuevos cuando el arbusto vive protegido bajo las ramas espinosas de *M. senegalensis*. Así, los datos sugieren que *W. frutescens* beneficia a *M. senegalensis* mejorando sus condiciones hídricas y de estrés, y éste a su vez beneficia indirectamente a *W. frutescens* protegiéndola frente a la herbivoría. Esta interacción puede considerarse como mutualista al ser positiva en doble sentido. Ahora que la facilitación se ve como proceso común entre plantas, hay razones para considerar también el mutualismo junto a las demás interacciones estudiadas en comunidades vegetales.

En resumen, las interacciones positivas entre especies constituyen un factor principal en la estructura y funcionamiento de las comunidades vegetales en ambientes extremos, donde algunas especies dominantes tienen un papel crítico en el mantenimiento de la productividad y la biodiversidad.

## Bibliografía

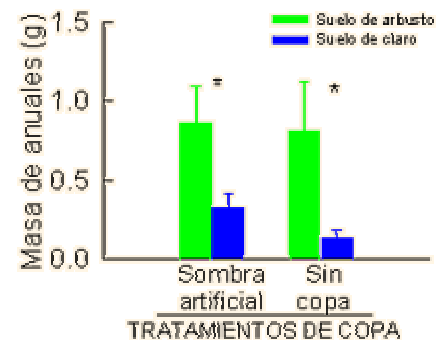
Callaway R.M. & Pugnaire F.I. 1999. Facilitation in plant communities. En: Pugnaire F.I. & Valladares F. (eds) *Handbook of Functional Plant Ecology*, pp 623-648. Marcel Dekker Inc., New York.

Callaway R.M. 1995. Positive interactions among plants. *The Botanical Review* 61: 306-349.

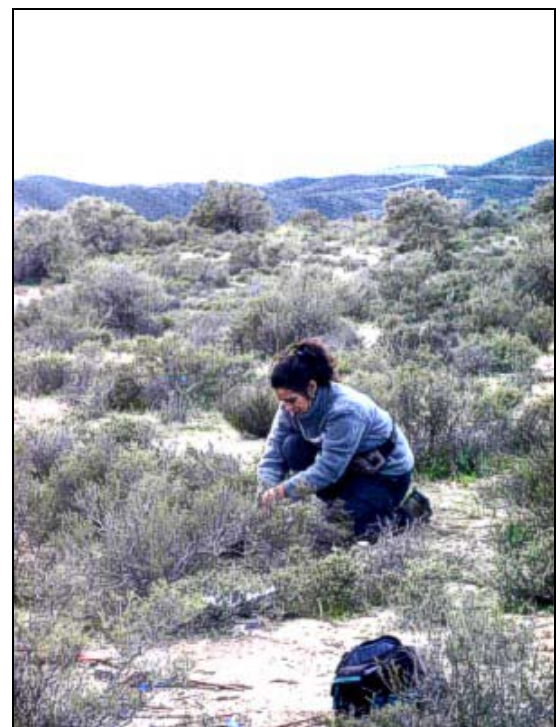
Callaway R.M., Brooker R.W., Choler P., Kikvidze Z., Lortie C.J., Michalet R., Paolini L., Pugnaire F.I., Newingham B., Aschehoug E.T., Armas C., Kikodze D. & Cook B.J. 2002. Positive interactions among alpine plants increase with stress. *Nature* 417: 844-848.

Hunter A.F. & Aarssen L.W. 1988. Plants helping plants. *Bioscience* 38: 34-40.

Tirado R. & Pugnaire F.I. 2003. Shrub spatial association and consequences for reproductive success. *Oecologia* (en prensa).



**Figura 4.** Biomasa aérea de anuales mostrando el efecto de los tratamientos de copa y de los tipos de suelo. Las barras son medias  $\pm$  1 e.s., \* indica diferencias entre los tipos de suelo (Scheffé test,  $P < 0.05$ ).



**Foto 1.** Reyes, en un invernial día de trabajo en el desierto de Tabernas (Almería).