

Balance de la interacción entre plantas superiores en ambientes semiáridos: mecanismos y procesos

C. Armas Kulik

Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC). General Segura, 1. 04001 Almería, España.

Uno de los componentes principales de los ecosistemas es la comunidad biótica que lo forma, influida por ciertos procesos y factores y por la composición de las especies que constituyen la comunidad. De especial importancia son las interacciones entre plantas, ya que influyen de forma decisiva en la composición y estructura de las comunidades vegetales y éstas a su vez determinan la productividad primaria del ecosistema. Estas interacciones incluyen una serie de efectos negativos y positivos que ejercen las plantas entre sí de forma simultánea, siendo el efecto neto de una planta sobre otra el balance de estos aspectos positivos y negativos.

En este contexto, en la Tesis analicé las interacciones entre plantas superiores de ambientes semiáridos mediterráneos (**Fig.1**), tanto en condiciones naturales como en experimentos en condiciones controladas, con el objetivo general de analizar si la fase vital de las plantas que interactúan, la disponibilidad de recursos en el medio, la fisiología particular de las especies y la identidad de las mismas son factores determinantes en el balance de la interacción entre las especies de estos ecosistemas. A su vez, analicé cuáles son los mecanismos principales subyacentes a las interacciones de competencia y facilitación en medios semiáridos.



Figura 1. Panorámica del desierto de Tabernas (Almería). Estos medios semiáridos se caracterizan por tener unas condiciones muy severas para las plantas, ya que existe un déficit generalizado de agua y baja disponibilidad de nutrientes, a lo cual se suman las elevadas temperaturas y radiación durante las épocas estivales. Debido a ello la cobertura vegetal es muy baja y los mecanismos subyacentes a la interacción entre plantas se centran en dos recursos principales: agua y nutrientes.

Pero para estudiar las interacciones entre plantas es necesario cuantificar de forma estándar y relativa la intensidad de las respuestas obtenidas debidas a la interacción, de tal forma que se pueda comparar la magnitud de los efectos de la interacción entre especies, experimentos y ecosistemas diferentes. Para ello se han propuesto numerosos índices que miden la intensidad de la interacción. Sin embargo, los comúnmente utilizados con este propósito adolecen de una serie de problemas conceptuales, estadísticos o matemáticos que impiden su uso en el rango de situaciones posibles en la naturaleza. En la tesis propuse un nuevo índice que resuelve estos problemas (**Fig. 2**; Armas *et al.* 2004), el índice relativo de la interacción, definido como $RII = (B_t - B_0)/(B_t + B_0)$, donde B_0 y B_t son respectivamente la respuesta del individuo aislado y creciendo junto a otra planta. RII tiene un rango de valores con límites definidos [-1, +1], es simétrico alrededor de cero y tiene unas propiedades estadísticas adecuadas para su uso en meta-análisis. RII es positivo cuando predomina la facilitación, negativo cuando predomina la competencia y cero cuando el balance de la interacción es neutro o no existe tal interacción. Para la misma intensidad de la interacción da valores idénticos para competencia y facilitación pero con signo opuesto.

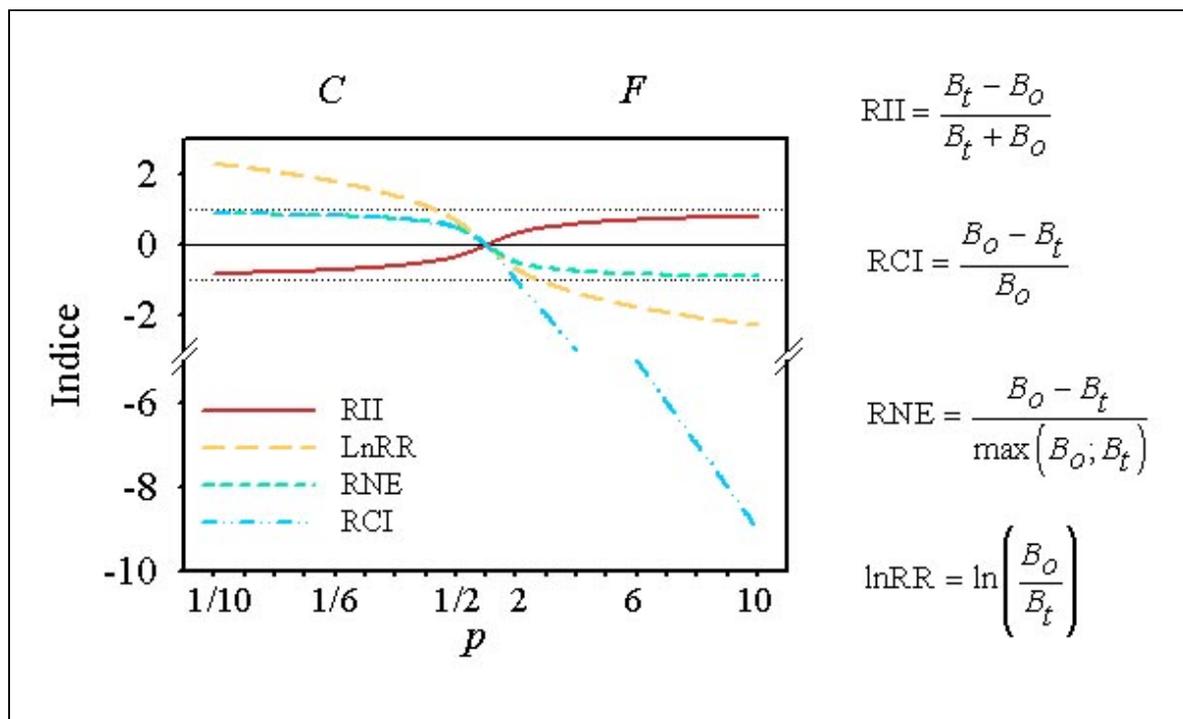


Figura 2. Representación gráfica de la simetría y límites de distintos índices (líneas punteadas horizontales), para un conjunto de valores del factor de interacción p , que relaciona las variables de respuesta B_t respecto de B_0 , donde $B_t = p \cdot B_0$, siendo B_0 la respuesta del individuo aislado y B_t la del individuo creciendo junto a otra planta. RII: índice relativo de interacción; LnRR: logaritmo de la razón de respuesta, RNE: efecto relativo de los vecinos; RCI: índice relativo de competencia. A la derecha del gráfico se indican las fórmulas de cada uno de los índices. Figura modificada de Armas *et al.* 2004.

Para analizar si el balance de la interacción planta-planta depende, en general, de las especies implicadas, realicé un experimento en macetas con individuos de 12 especies típicas de ambientes semiáridos mediterráneos. Los resultados indicaron que las interacciones entre plantas son generalmente asimétricas, siendo los efectos para ambas especies de magnitud, signo e importancia muy diferente. Estas interacciones pueden ser muy plásticas, e incluso bajo condiciones ambientales favorables una misma especie puede ejercer efectos positivos, negativos o neutros, dependiendo de la especie acompañante. Las capacidades competitivas no son, pues, absolutas, lo que puede permitir la coexistencia de especies diferentes en una misma comunidad.

Además, el resultado de estas interacciones puede variar en función de la fase vital de las plantas. Así, en una comunidad esteparia del semiárido almeriense dominada por esparto (*Stipa tenacissima*) y jara (*Cistus clusii*), el arbusto favorece el estado fisiológico y el crecimiento de las plántulas de esparto que viven bajo su copa, lo que se denomina efecto nodriza. Mediante un experimento de eliminación de individuos de ambas especies pude aislar los mecanismos principales subyacentes a este proceso, que consisten en la mejora de las condiciones microclimáticas, gracias a la sombra que ejerce

el arbusto, y en la mejora de la estructura del suelo y nivel de nutrientes en el mismo. Sin embargo, cuando el esparto es adulto, los posibles efectos que ejerce el arbusto no determinan que el esparto tenga un mejor estado fisiológico, mayor biomasa o mayor éxito reproductivo, siendo neutro el balance de la interacción entre ambas especies. A largo plazo, este balance entre la jara y las distintas fases vitales del esparto es el responsable del patrón espacial de la comunidad (**Fig. 3**).

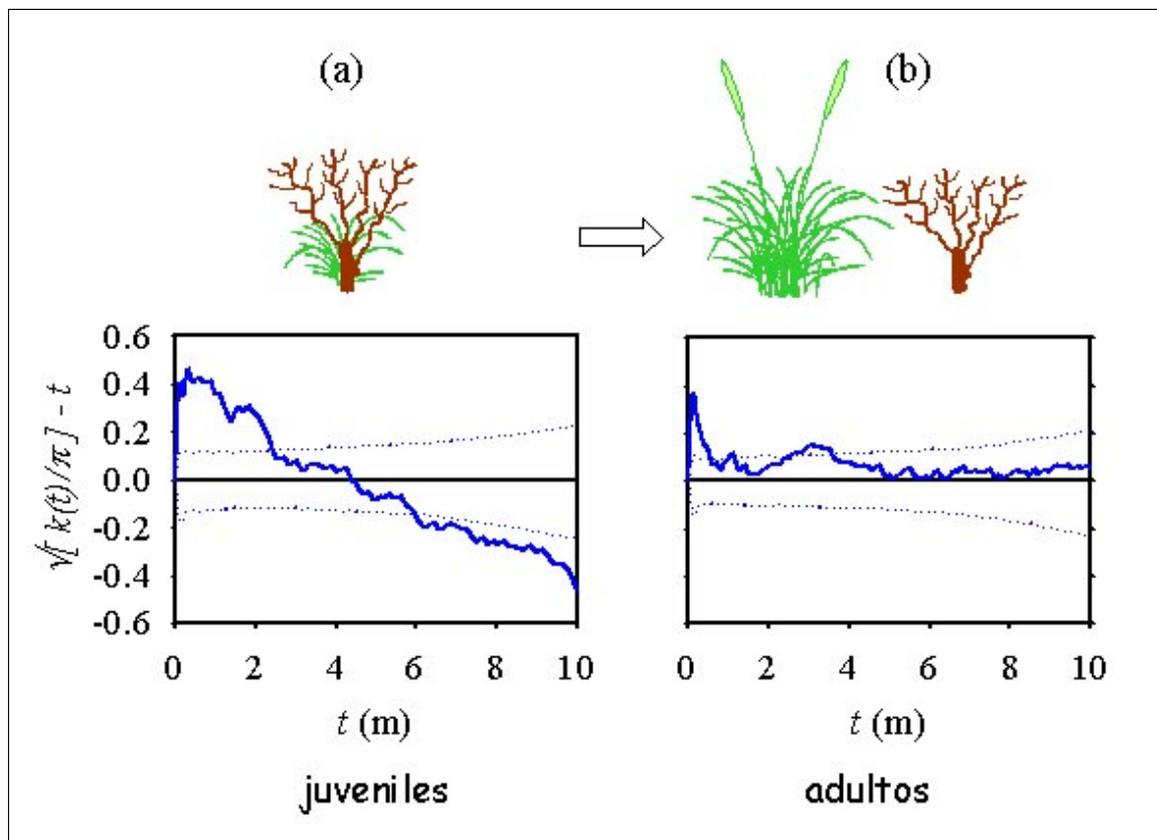


Figura 3. Análisis espacial de segundo orden del patrón de distribución de *Cistus clusii* y *Stipa tenacissima* en una parcela de 20 x 20 m en Sierra Alhamilla (Almería). (a) cuando las plantas de *Stipa tenacissima* son juveniles y (b) cuando las plantas de *Stipa tenacissima* son adultos. Los gráficos indican la derivada de la función K de Ripley (ordenadas) frente a la distancia de los vecinos (abscisas); las líneas de puntos indican los límites de confianza del 95%. Si la línea sólida está por encima del límite superior del intervalo de confianza la distribución espacial es agregada, si está por debajo del límite inferior del intervalo de confianza la distribución espacial es regular y si está dentro del intervalo de confianza la distribución es al azar.

El resultado de las interacciones entre plantas también depende del nivel de recursos en el medio. En un experimento factorial donde aislé la posible interacción entre las partes aérea y subterránea de individuos adultos de esparto en dos parcelas con distinta productividad y condiciones ambientales, observé que la competencia por los recursos subterráneos entre los clones de esparto se ve compensada y superada por los beneficios que ejercen las copas, cuya arquitectura particular ejerce una intensa fotoprotección estructural sobre las hojas y suaviza el severo estrés abiótico de su entorno inmediato. Un moderado aumento de la productividad en el medio produjo una ligera disminución de la competencia subterránea, que intensificó los efectos positivos de la copa en este medio semiárido, lo que evidencia la conexión entre los efectos aéreos y subterráneos en el balance final de la interacción.

Por último, estudié las interacciones entre especies semejantes, dos arbustos de gran porte que dominan una comunidad del sistema de dunas estabilizadas del litoral almeriense, la sabina mora (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*) y el lentisco (*Pistacia lentiscus*). Esta sabina es una especie que desarrolla un sistema radicular superficial y cuya actividad fisiológica está fuertemente influida por el régimen de precipitaciones locales, mientras que el lentisco tiene raíces profundas y, en este ecosistema, su actividad fisiológica se ve poco influenciada por las lluvias (**Fig. 4a,b**). El balance de la interacción entre sabina y lentisco resultó ser negativo para la sabina y prácticamente neutro para el lentisco. Aunque bajo las comunidades donde se asociaban ambas especies las plantas tenían más nutrientes en el suelo, la competencia por el agua gobernó la disponibilidad de estos nutrientes y la fisiología de las plantas, sobre todo en sabina, neutralizando la mejora de las

condiciones del suelo y, en último término, afectando negativamente al potencial reproductivo de la sabina. La distribución espacial de sabinas y lentiscos indica que los factores abióticos influyen decisivamente en la dinámica de la comunidad, ya que la sabina al contrario que el lentisco soporta mal la salinidad. Probablemente, la sabina sólo puede aprovechar los acúmulos de agua dulce que se almacenan tras las lluvias en forma de lentejones por encima del nivel freático salobre, mientras que el lentisco, gracias a sus profundas raíces y su tolerancia a la salinidad aprovecha tanto el agua de los lentejones como del nivel freático (Fig. 4c).

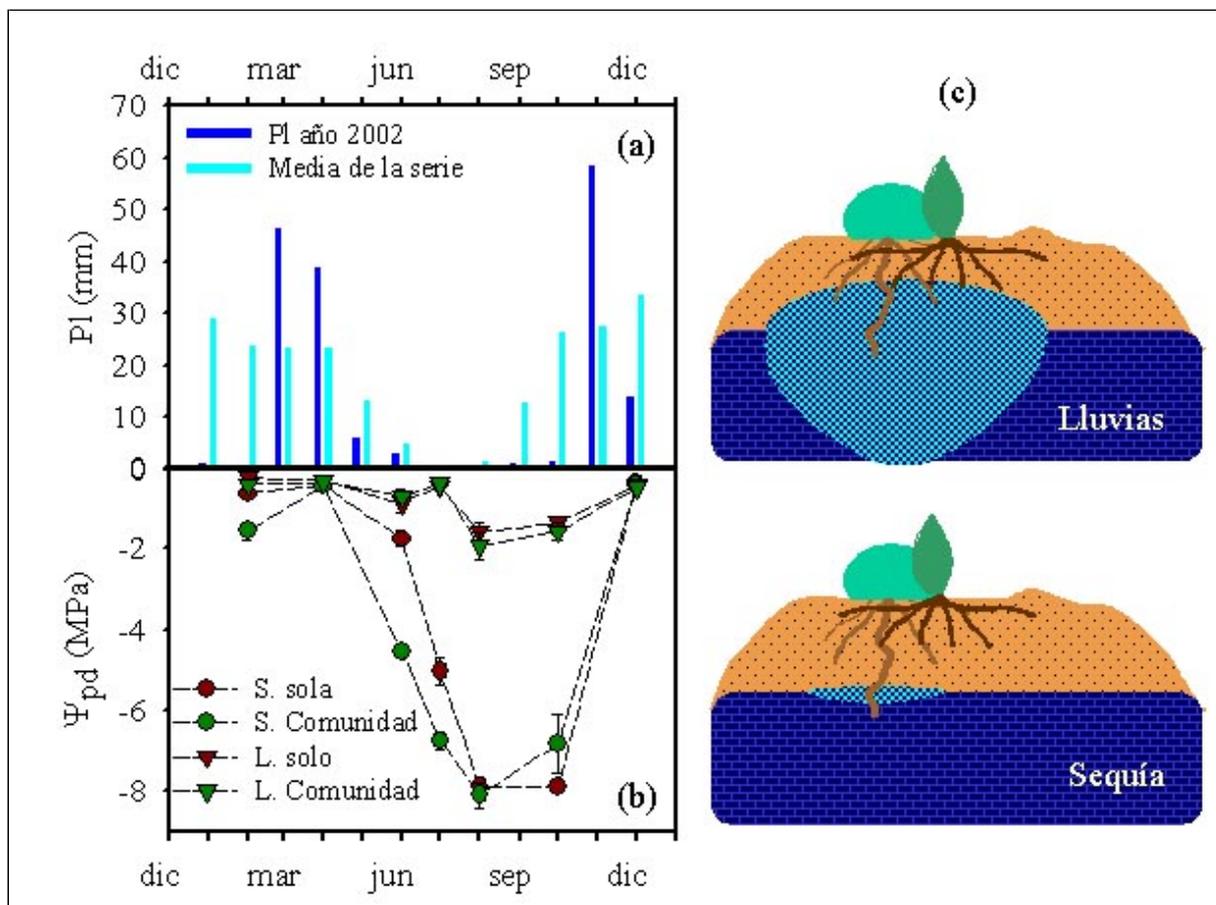


Figura 4. (a) Cantidad de lluvia caída en el año 2002 (barras azules) y media de la serie (barras azul celeste) en el Paraje Natural de Punta Entinas Sabinar (Almería). (b) Potencial hídrico antes del amanecer de los tallos de lentisco (triángulos) y de sabina (círculos) viviendo solos (rojo) o juntos (verde) en distintos meses de 2002. Los datos representan media \pm 1ES (barras de error aparentes cuando son mayores que el símbolo). (c) Probablemente, la sabina sólo puede aprovechar los acúmulos de agua dulce que se almacenan tras las lluvias en forma de lentejones por encima del nivel freático salobre, mientras que el lentisco, gracias a sus profundas raíces y su tolerancia a la salinidad aprovecha tanto el agua de los lentejones como del nivel freático.

En resumen, en estos ecosistemas las plantas interactúan entre sí ejerciendo sobre sus vecinos tanto efectos positivos como negativos. El balance de los efectos de estas interacciones depende de fase vital de las plantas que interactúan, de la disponibilidad de recursos en el medio, de la fisiología particular de las especies y de la identidad de las mismas. A largo plazo, este balance determina de forma decisiva la estructura y funcionamiento de la comunidad, así como la biodiversidad a escala local y regional. A la postre, este trabajo ilustra la necesidad de considerar las relaciones interespecíficas en los modelos de conservación de las comunidades vegetales, ya que sería poco efectivo el manejo de especies aisladas, sin considerar la comunidad en la que viven.

CRISTINA ARMAS KULIK

Balance de la interacción entre plantas superiores en ambientes semiáridos: mecanimos y procesos.

Tesis Doctoral.

Universidad Autónoma de Madrid. Realizada en la Estación Experimental de Zonas Áridas, CSIC, Almería.

Febrero de 2004

Dirección: F. Pugnaire de Iraola

Referencias

Armas, C., Ordiales, R. y Pugnaire, F.I. (2004) Measuring plant interactions: A new comparative index. *Ecology*, 85 (12), *en prensa*.