

Introducción al Análisis Espacial de Datos en Ecología y Ciencias Ambientales: Métodos y Aplicaciones

FERNANDO T. MAESTRE

ADRIÁN ESCUDERO

ANDREU BONET

(editores)



Todos los derechos reservados. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© Copyright by
Universidad Rey Juan Carlos
Servicio de publicaciones
Los autores
Madrid, 2008

Editorial DYKINSON, S.L.
Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid
Teléfono (+34) 91544 28 46 - (+34) 91544 28 69
e-mail: info@dykinson.com
<http://www.dykinson.es> <http://www.dykinson.com>

ISBN: 978-84-9849-308-5
Depósito Legal:

Preimpresión:

Besing Servicios Gráficos, S.L.
besing@terra.es

El concepto de escala y su importancia en el análisis espacial

DANIEL GARCÍA

Dpto. Biología de Organismos y Sistemas, Facultad de Biología, Universidad de Oviedo. C/ Catedrático Rodrigo Uría s/n 33006, Oviedo (Asturias), España.
E-mail: *danielgarcia@uniovi.es*

RESUMEN

La escala espacial se define como la dimensión física de un objeto o proceso en el espacio. Su interés en Ecología reside en que tanto objetos como procesos ecológicos tienen una escala característica de operatividad, y en que un mismo proceso puede generar patrones diferentes a distintas escalas, al estar regulado por diferentes mecanismos. El análisis de la escala parte del reconocimiento de las escalas muestral y analítica, a través de parámetros como el tamaño de grano, o unidad mínima de resolución espacial que utilizamos en un estudio, y la extensión, o dimensión máxima cubierta por el estudio. La capacidad de inferencia ecológica depende de cómo las escalas muestral y analítica se ajustan a la dimensión real de los fenómenos naturales. Los objetivos analíticos en relación a la escala son, primero, determinar el reparto de variabilidad de los parámetros ecológicos a lo largo de las escalas espaciales y, segundo, discernir cómo cambia la covariación entre parámetros en función de la escala. Para ambos fines, podemos considerar el espacio de forma explícita, con unidades analíticas definidas por características espaciales como posición y extensión, o bien de forma implícita, con niveles de heterogeneidad estructural que llevan asociadas diferencias espaciales (p. ej. microhábitats, hábitats). El Análisis de Coordenadas Principales de Matrices de Vecinos y los Modelos Lineales Jerárquicos son métodos analíticos recientemente desarrollados que permiten, tratando el espacio de forma explícita el primero y de forma implícita el segundo, desglosar la varianza muestral de los parámetros ecológicos y establecer medidas de covariación entre parámetros a distintas escalas espaciales. Los próximos retos conceptuales y analíticos de la escala en Ecología son la identificación y la cuantificación de las interacciones entre escalas, es decir, cómo los fenómenos que ocurren a una escala pueden depender de mecanismos que actúan a otras.

"La escala no es una cosa, la escala es la dimensión física de una cosa"

O'Neill y King (1998)

2.1. LA ESCALA ESPACIAL EN ECOLOGÍA

2.1.1. ¿Qué es la escala espacial?

La escala espacial se define como la dimensión física de un objeto o proceso en el espacio (Turner *et al.* 2001). En Ecología, hablamos de tasas de asimilación de CO₂ en micromoles *por metro cuadrado* y segundo, de densidades de semillas *en metros cuadrados*, de dominios vitales de individuos *en cientos de metros cuadrados*, de coberturas paisajísticas *en hectáreas* y de ciclos biogeoquímicos *sobre miles de kilómetros cuadrados*. Todos tenemos una idea intuitiva del concepto de escala, al ser conscientes de las diferencias en las extensiones de distintos elementos ecológicos y en los radios de acción de distintos procesos. Por ejemplo, un escarabajo depredador de semillas no ocupa más que unos milímetros cúbicos, mientras que su planta hospedadora puede extenderse sobre decenas de metros cuadrados. El proceso de mineralización del nitrógeno de un tronco en descomposición no afecta más allá de un pequeño rodal de unos metros cuadrados, mientras que la transferencia de nitrógeno entre distintos elementos paisajísticos de una cuenca fluvial y la atmósfera atañe a varios cientos de hectáreas.

A pesar del carácter intuitivo del concepto de escala, durante los últimos 25 años los ecólogos hemos mostrado un interés creciente hacia el hecho de que tanto la forma de los patrones como el funcionamiento de los procesos ecológicos dependen de la escala espacial y temporal (Schneider 2001, Wu y Li 2006). Este aumento de atención parece asociado al uso de la escala como un concepto integrador, no reduccionista, que mejora nuestra capacidad para establecer vínculos causales entre patrones, procesos y mecanismos ecológicos (Levin 1992, Peterson y Parker 1998). Nuestro potencial para predecir y entender el funcionamiento de los sistemas ecológicos reside, en gran medida, en nuestra capacidad para dilucidar los mecanismos que subyacen a los patrones ecológicos observables. En este sentido, sabemos que un mismo proceso ecológico puede generar patro-

nes diferentes a distintas escalas espaciales, al estar regulado por mecanismos distintos en cada escala (Wiens 1989, Levin 1992). Por ejemplo, las diferencias en mineralización del mantillo en una extensión de unos cuantos metros cuadrados estarán básicamente determinadas por el tipo de dosel (caducifolio vs. perenne) que crece sobre dicha extensión, mientras que sobre una extensión de cientos de miles de kilómetros cuadrados dependerán probablemente de las variaciones climáticas regionales.

Para entender la importancia conceptual de la escala en el análisis de datos espaciales es necesario recordar primero la definición de Ecología Espacial (véase Capítulo 1 para más detalles). Esta subdisciplina ecológica trata de explicar los procesos ecológicos teniendo en cuenta la distribución espacial de sus elementos (Turner *et al.* 2001, Fortin y Dale 2005). En cierto modo, intenta evaluar la respuesta de los organismos frente a condiciones y recursos ambientales que son heterogéneos en el espacio, condicionando en gran medida el funcionamiento de los organismos a dicha heterogeneidad espacial. Sin embargo, factores ambientales que resultan altamente heterogéneos a pequeña escala pueden aparecer como homogéneos a escalas superiores. Imaginemos, por ejemplo, cualquier sierra mediterránea compuesta por una serie de colinas de similar altitud: la humedad edáfica es muy diferente entre las dos laderas de una misma colina (solana y umbría), pero es probable que apenas encontremos diferencias cuando comparemos los valores promedio de humedad entre dos colinas sucesivas. Por tanto, el concepto de escala subyace a cualquier cometido en Ecología Espacial, por el simple hecho de que la mayor parte de la variabilidad ecológica es dependiente de la escala espacial.

En este capítulo revisaré la relación entre el concepto de escala y el análisis espacial en Ecología. En primer lugar complementaré la definición de escala espacial evaluando las similitudes y diferencias entre la escala espacial y los conceptos de nivel de organización biológica y nivel de heterogeneidad estructural ecológica. En segundo lugar, plantearé la importancia de la escala en el análisis espacial como un proceso de análisis de la escala espacial, justificando primero la necesidad intelectual de dicho análisis y desarrollando la idea complementaria de escalamiento. Tras redefinir escala en términos estrictamente analíticos, evaluaré su importancia a la hora de determinar el peso del espacio en la variación de los patrones ecológicos y, más importante, inferir mecanismos ecológicos a través de las relaciones espaciales entre las respuestas de los organismos y las condi-

ciones ambientales. A lo largo del capítulo, haré especial hincapié en el Análisis de Coordenadas Principales de Matrices de Vecinos como un método de análisis, espacialmente explícito, que permite desglosar la variación de parámetros ecológicos a distintas escalas y correlacionar posteriormente dicha variación pluriescalar con una potencia estadística similar.

2.1.2. Escala, niveles de organización biológica y niveles de heterogeneidad estructural ecológica

El desarrollo del concepto de escala en Ecología se relaciona directamente con la distinción de los niveles de organización biológica: célula, organismo, población, comunidad, ecosistema, paisaje, bioma y biosfera. Estos niveles son frecuentemente utilizados para delimitar escalas espaciales de operatividad de distintos procesos ecológicos (O'Neill y King 1998). Los niveles de organización se asimilan como escalas debido a que frecuentemente representan entidades de distintas dimensiones espaciales y temporales (p. ej. las poblaciones suelen ocupar una extensión mayor que los organismos individuales). Además, su estructura jerárquica anidada (la identidad de un nivel se basa en la combinación espacio-temporal de distintos tipos identificables correspondientes al nivel inmediatamente inferior, p. ej., una población se compone de distintos organismos individuales) se ajusta bien al concepto de gradiente de escalas. Sin embargo, los conceptos de escala y nivel de organización no son equiparables, y debemos hacer un esfuerzo por no utilizarlos indistintamente, evitando términos como "a escala de población" o "a escala de bioma". En primer lugar, los conceptos difieren desde el punto de vista de cómo se establecen las definiciones (Allen 1998, Noda 2004). En los niveles de organización, las definiciones son tipológicas, se establecen *a priori* y existen independientemente de las realidades ecológicas que luego representan. Además, no llevan asociada, implícita o explícitamente, ninguna dimensión espacio-temporal (podemos clasificar una realidad biológica como "población" sin necesidad de pensar en dimensión física). Por el contrario, las escalas se definen en asociación directa con la realidad observable, llevando explícitamente una dimensión física. Todos estamos de acuerdo en qué constituye un centímetro, y el centímetro existe antes de que realicemos cualquier observación. Sin embargo, la escala que representa un centímetro sólo adquiere significado en relación a la realidad ecológica cuando es aplicada

como medida, al observar la misma. En segundo lugar, los ajustes intuitivos entre los niveles de organización y las distintas dimensiones espaciales distan de ser generalizables. Por ejemplo, un mismo nivel ecológico, como el organismo individual, representa del mismo modo a realidades que pueden diferir en varios órdenes de magnitud en extensión, como una pulga de agua y un rorcual azul. Por otra parte, realidades que clasificamos como distintos niveles ecológicos pueden mostrar extensiones muy parecidas. Por ejemplo, en una misma superficie de una ladera boscosa de montaña podemos centrar nuestra atención en la población de la especie arbórea dominante o en toda la comunidad forestal.

Ante la situación de confusión terminológica y conceptual entre escala espacial y niveles ecológicos, algunos autores defienden un marco conceptual integrador (Allen y Hoekstra 1990, O'Neill y King 1998; Fig. 2.1). Este marco representaría la posibilidad de que los distintos niveles ecológicos puedan mostrar una misma dimensión espacial, a lo largo de un gradiente de escalas progresivamente más amplias. Además, se da la posibilidad de que una misma realidad ecológica, con una misma dimensión, pueda ser clasificada dentro de niveles de organización ecológica aparentemente muy dispares (p. ej. un ejemplar de ciervo puede ser considerado como un organismo individual o como un ecosistema donde funciona una comunidad de microflora digestiva). Este marco no resolvería, no obstante, la especial dualidad que muestran algunos niveles como el de "paisaje" (Allen 1998). Este término define tradicionalmente a una entidad ecológica situada entre el bioma y el ecosistema, ya que dentro de un bioma somos capaces de reconocer distintos paisajes y un paisaje alberga distintos ecosistemas con posibilidades de interacción entre sí. Sin embargo, se utiliza más frecuentemente en términos de escala, para representar una realidad "pictórica" o contexto relativamente amplio donde sucede algo de interés y que se observa desde un punto prominente (Allen 1998). Desde el punto de vista disciplinar de la Ecología del Paisaje, un paisaje representa un área espacialmente heterogénea, escalada respecto a un organismo o proceso de interés y cuya configuración espacial influye en el funcionamiento del organismo o del proceso (Turner *et al.* 2001). Estrictamente, tanto de paisaje tendría un conjunto de rodales de vegetación sobre una zona montañosa para un alce como un grupo de hojas en una planta de maceta para un pequeño áfido. Sin embargo, la mayoría de las veces el término se utiliza exclusivamente para representar contextos espaciales a escala amplia.

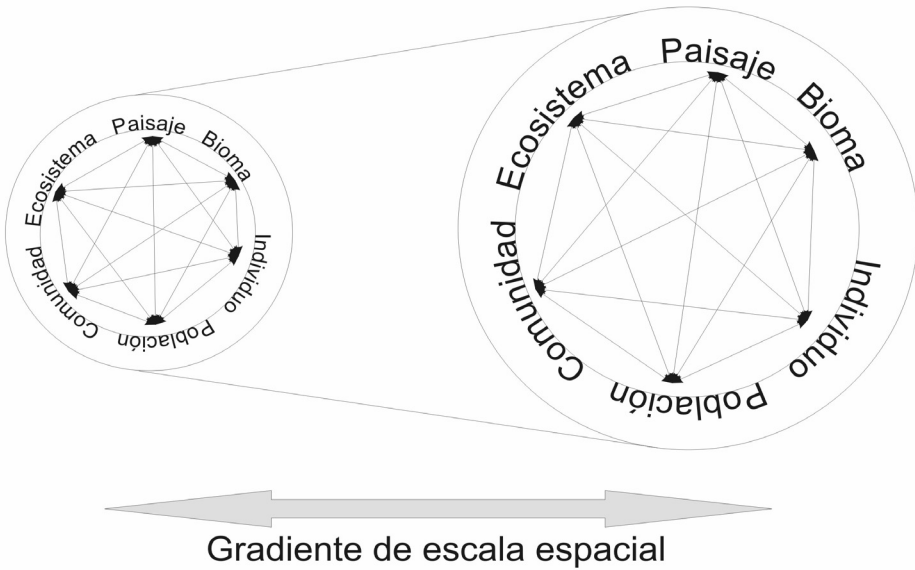


Figura 2.1. Modelo integrado de jerarquía biológica y escala espacial, considerando los niveles de organización situados entre el individuo y el bioma (modificado de Allen y Hoekstra 1990). Todos los niveles pueden ser considerados sobre una misma extensión, y esa extensión puede cambiar a lo largo de un gradiente de escala espacial. Las conexiones internas dentro de extensión indican la posibilidad de que una misma realidad biológica se interprete como niveles de organización diferente.

Además de los niveles de organización, existen otras categorizaciones conceptuales que se equiparan con la escala espacial y que podríamos denominar *niveles de heterogeneidad estructural*. Estos niveles surgen del reconocimiento de que la realidad biológica es fuertemente heterogénea en el espacio, de que esta heterogeneidad se expresa en la aparición de agregados o rodales (*patchiness*) y de que la configuración espacial de estos rodales influye en el resultado de los procesos ecológicos (Wiens 1976, Allen y Hoekstra 1991). Estos niveles tienen una identidad basada más en atributos estructurales que en características funcionales, y representan rasgos del ambiente con un efecto potencial sobre la presencia, abundancia y movilidad de los organismos (presencia de recursos tróficos, sitios de establecimiento, cambios abruptos en condiciones ambientales, etcétera). Los distintos niveles presentan diferencias implícitas en su extensión espacial, y suelen estar organizados de forma jerárquica y anidada, lo que les vincula directamente con gradientes explícitos de escala (Kotliar y Wiens 1990). Un sistema natural ajustable a este esquema es el de las plantas consideradas como recurso de consumo o de puesta de huevos para animales poli-

nizadores, frugívoros, agallíferos y depredadores de semillas, en los que los módulos (brotes, flores y frutos) constituyen un recurso agregado jerárquicamente en ramas (o inflorescencias e infrutescencias) agregadas dentro de plantas individuales, agregadas dentro de rodales, agregados dentro de sectores de paisaje, etcétera (p. ej. Inouye 1999, 2005, García y Ortiz-Pulido 2004, Rabasa *et al.* 2005; Fig. 2.2). Otro ejemplo de marco de heterogeneidad es el considerado en la ecología de la dispersión de semillas y el establecimiento de plántulas, que distingue microhábitats (p. ej.

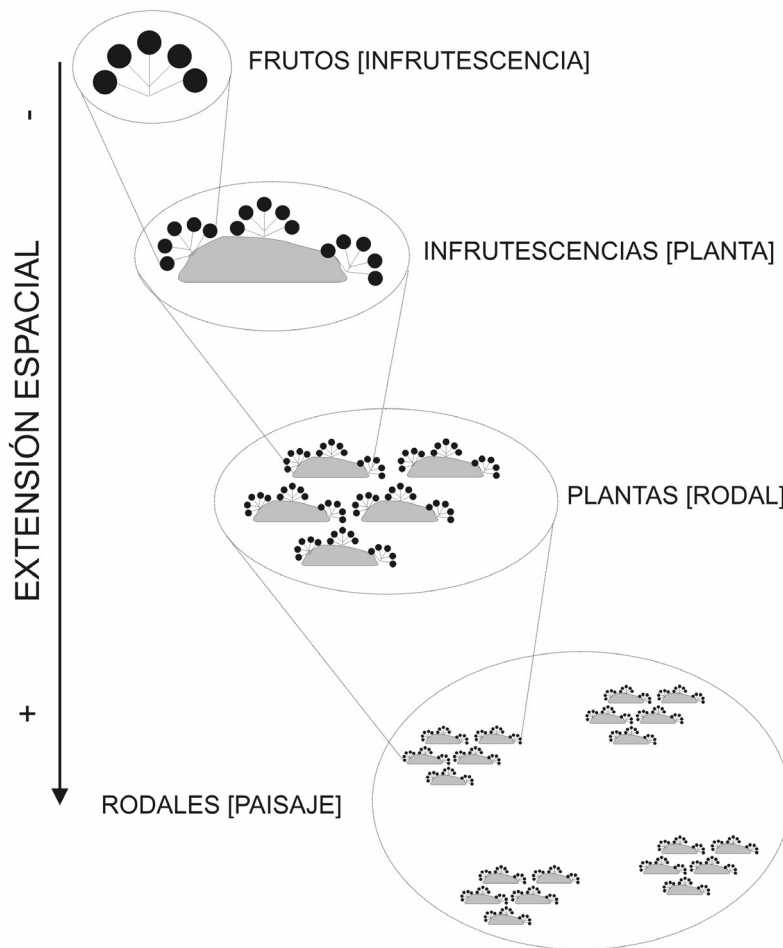


Figura 2.2. Niveles de heterogeneidad estructural (frutos, infrutescencias, plantas individuales, rodales, paisaje) que representan distintos niveles jerárquicos de agregabilidad en el recurso de un animal frugívoro y que se establecen sobre un gradiente de extensión espacial.

pequeños rodales de suelo con o sin hojarasca y herbáceas), hábitats (áreas con o sin dosel de distintas especies leñosas), y paisajes (distintos tipos de rodales forestales; p. ej. Kollmann 2000, Münzbergová 2004, García *et al.* 2005b). Finalmente, algunos marcos de heterogeneidad establecen los niveles en función de atributos espaciales y geográficos. Por ejemplo, en un estudio sobre la riqueza de especies de corales, Karlson y colaboradores (2007) consideraron la variación en distintos hábitats, localidades, islas y regiones del Indo-Pacífico. Independientemente de su carácter biológico, ecológico o geográfico, es importante que los niveles de heterogeneidad estructural queden bien definidos en términos de extensión espacial (i. e. ¿sobre qué extensión se extiende normalmente un hábitat, o una planta individual?), de forma que el proceso de escalamiento sobre los niveles pueda ser traducido a un gradiente de extensión espacial explícita.

2.2. LA ESCALA EN EL ANÁLISIS ESPACIAL (O EL ANÁLISIS DE LA ESCALA)

2.2.1. ¿Por qué analizar la escala espacial?

El interés analítico de los ecólogos en relación a la escala obedece al menos a tres fuentes de necesidad intelectual. En primer lugar, la determinación de la *escala característica* de patrones y mecanismos nos ayuda enormemente a explicar la relación entre los organismos y el ambiente (Wiens 1989, Levin 1992). Dicho de otro modo, el hecho de que las respuestas biológicas de los organismos varíen a la misma escala que las condiciones y los recursos ambientales refuerza las inferencias de causalidad ecológica. Por ejemplo, un análisis de la probabilidad de interacción entre aves frugívoras y plantas con frutos que compare distintas plantas de distintos rodales, y que nos diga que las diferencias principales aparecen entre plantas del mismo rodal, nos sugiere que los frugívoros se relacionan con las plantas en función de “algo” que varía “a escala” de la planta individual, como el tamaño de sus frutos o la abundancia de posaderos a su alrededor (p. ej. García *et al.* 2001). Además de las similitudes, también las diferencias de escala característica entre parámetros biológicos son altamente informativas. Así, numerosos estudios teóricos (p. ej. Tilman y Kareiva 1997, Levin *et al.* 2003, Kneitel y Chase 2004, Van de Koppel *et al.* 2005) tratan de explicar fenómenos clave, como la coexistencia entre especies dentro de las co-

comunidades ecológicas, en función de las diferencias entre especies en la escala espacial a la que operan facetas como la dispersión de propágulos, el rastreo de recursos compartidos o los patrones de movimiento de individuos. Por ejemplo, Westphal y colaboradores (2006) proponen que la coexistencia de especies de abejorros (*Bombus* spp.) en comunidades pratenses centroeuropeas se consigue gracias a que distintas especies exploran el paisaje a distintas escalas espaciales, y no debido a las diferencias interespecíficas en el patrón local de uso floral. Además de los procesos ecológicos, también la evolución puede explicarse en gran medida en términos de cómo de parecidas o diferentes son las escalas espaciales de variabilidad de los rasgos de los organismos y la actividad de las presiones selectivas (Thompson 1994, 1999, Burdon y Thrall 2000). Así, un hongo patógeno puede adaptarse localmente a su planta hospedadora y mostrar un alto grado de virulencia entre hospedadores de la misma población o metapoblación, pero ser muy poco infeccioso en hospedadores de otra metapoblación, porque la dispersión del patógeno actúa a menor escala espacial que el flujo génico del hospedador (Laine 2005).

La segunda razón importante para analizar la escala es su utilidad para extrapolar el conocimiento ecológico. Los ecólogos acostumbramos a establecer la inferencia del funcionamiento de los sistemas naturales a partir de observaciones y experimentos realizados sobre extensiones y períodos muy reducidos. Esto es debido sobre todo a nuestras restricciones físicas de observación y muestreo de la realidad natural. Sólo el desarrollo reciente de tecnología compleja, como los satélites orbitales, nos ha facilitado la medición de parámetros a gran resolución, como el color de los océanos. Además, el peso de la filosofía científica reduccionista, la financiación escasa y a corto plazo, y el énfasis en la productividad científica a corto plazo contribuyen a este sesgo observacional (Peterson y Parker 1998). Sin embargo, nuestros objetos de estudio, como las poblaciones o los ecosistemas, se distribuyen, actúan y varían sobre extensiones frecuentemente mucho más amplias que las observadas. Por ello, la capacidad de transferir información a través de los gradientes de escalas, o *escalamiento* (*scaling*), es un condicionante principal de nuestra capacidad de predicción ecológica. Por ejemplo, ¿hasta qué punto podemos predecir el flujo de carbono de un bosque a partir de mediciones de fotosíntesis e intercambio gaseoso en hojas (o, incluso, partes de hojas) de diversos árboles del bosque?

La tercera razón de peso para desarrollar el análisis de la escala se relaciona con la aplicabilidad social de la ciencia ecológica (Levin 1992, O'Neill y King 1998, Peterson y Parker 1998). La actividad biológica de la especie hu-

mana, y el uso exponencial de los recursos naturales, afectan al resto de la biota a todas las escalas espaciales posibles. Nuestra capacidad de modificación ambiental es tal que se produce desde la escala a la que se estructuran las proteínas y los ácidos nucleicos hasta la escala a la que se regulan los ciclos biogeoquímicos globales. Por ello, la conservación de los organismos y los ecosistemas funcionales, y la gestión del uso de recursos naturales, han de estar necesariamente basadas en conocimiento ecológico pluriescalar. Para paliar la pérdida de biodiversidad, necesitamos, primero, identificar los mecanismos que generan dicha pérdida, acotando sus escalas espaciales de actuación y, segundo, establecer medidas de preservación o gestión de recursos con ámbitos de aplicación (desde local a mundial) claramente definidos y ajustados a los mecanismos de colapso ecológico.

2.2.2. Escala-dependencia y dominios de escala

El proceso de escalamiento se consigue al realizar observaciones de un mismo fenómeno con distintos grados de resolución, y puede interpretarse también como la determinación de la *escala-dependencia* en los patrones y procesos ecológicos. Hablamos de un patrón o proceso escala-dependiente cuando se expresa exclusivamente en una dimensión concreta de un gradiente potencial de escalas analizadas. Por el contrario, un patrón es escala-independiente, o *consistente entre escalas*, cuando mantiene su magnitud y/o signo a lo largo de más de una escala espacial o sobre un gradiente de escalas (ver también Capítulo 16). Por ejemplo, la regeneración de tejo (*Taxus baccata*) en la cordillera Cantábrica está localmente favorecida por un proceso de facilitación frente a herbívoros por plantas nodriza como el acebo (*Ilex aquifolium*). Este proceso se expresa en un patrón local de asociación espacial entre reclutas de tejo y acebos nodrizas, y también en un patrón paisajístico de asociación entre las acebedas con potencial facilitador y la intensidad de reclutamiento del tejo (García y Obeso 2003). En términos de Wiens (1989), estas zonas de consistencia se denominan *dominios de escala*, ya que representan “sectores de dominancia” de un mecanismo (o un conjunto de mecanismos) actuante sobre un proceso biológico dado. Los dominios corresponden a regiones del espectro de escalas sobre las cuales, para un fenómeno particular en un sistema ecológico concreto, los patrones no cambian, o cambian monotónicamente, al cambiar la escala. Los dominios se separan por transiciones relativamente abruptas desde la dominancia de un grupo

de mecanismos hacia la dominancia de otros, como ocurre en las transiciones entre las fases o estados de la materia en los sistemas físicos. Por ejemplo, el patrón de repulsión espacial entre un depredador y su presa, ambos organismos móviles, que podemos encontrar a lo largo de un gradiente de escalas finas y que puede responder al comportamiento anti-depredador de la presa, desaparece progresivamente hasta aparecer un patrón de asociación positivo a escala amplia, cuando la presencia de ambos organismos comienza a depender primordialmente de la presencia y la estructura de un hábitat común en el paisaje (p. ej. Rose y Leggett 1990, Hobbs 2003). Por tanto, los dominios de escala para las combinaciones particulares de patrones y procesos definen los límites de la generalización y la extrapolación ecológica. Los conocimientos inferidos en una escala particular pueden ser extrapolados a otras escalas dentro de un dominio, pero la extensión de la inferencia a través de las transiciones entre dominios no es aceptable.

2.2.3. Parámetros analíticos de escala espacial

Para evaluar la importancia de la escala en el análisis espacial de datos ecológicos necesitamos descomponer el concepto de escala en tres dimensiones (Dungan *et al.* 2002): ecológica, de muestreo y analítica. La escala ecológica expresa, como se expuso anteriormente, la dimensión real de los fenómenos ecológicos. Los ecólogos inferimos esta escala a través del muestreo y el análisis. La escala de muestreo hace referencia a la extensión del área de observación y a las características espaciales de las unidades de muestreo, por ejemplo, el área de un cuadrado de muestreo para contar plantas herbáceas en un prado, o la disposición de esos cuadrados en una retícula mayor. La escala analítica refleja las características espaciales de las unidades de muestreo en términos de análisis, por ejemplo, cómo se distribuye la varianza a lo largo de esas unidades de muestreo. Tanto la escala de muestreo como la analítica pueden definirse en función de tres parámetros, el *grano*, o unidad mínima de resolución espacial que utilizamos en un estudio, la *extensión*, o dimensión espacial máxima cubierta por el muestreo, y el *espaciamiento*, o dimensión de la separación espacial entre unas unidades y otras (Fig. 2.3). Los parámetros son igualmente definibles tanto en diseños que consideran el espacio *de forma explícita*, y que asignan al grano y a la extensión unas dimensiones concretas (p. ej., un sistema de retícula con unidades de muestreo de 1 m² sobre una extensión total de 25 m², Fig. 2.3A)

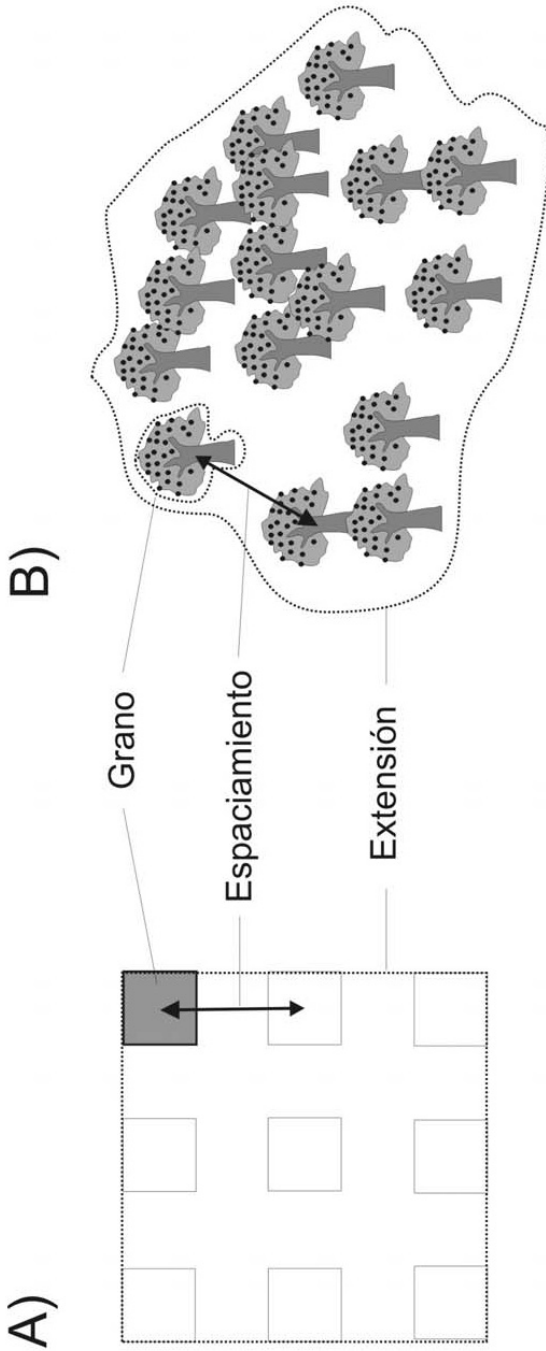


Figura 2.3. Representación del tamaño de grano, la extensión y el espaciamiento en dos diseños de muestreo, uno espacialmente explícito (A), consistente en una serie de cuadrados de muestreo estándar distribuidos regularmente sobre una parcela también cuadrangular, y uno espacialmente implícito (B), basado en los niveles de heterogeneidad estructural correspondientes a árboles individuales dentro de un rodal forestal.

como en los diseños basados en niveles anidados de heterogeneidad estructural y que consideran el espacio *de forma implícita*, al asumir como tamaño de grano la dimensión del nivel inferior y como extensión la dimensión del nivel superior (p. ej. en un diseño con árboles individuales dentro de un rodal, el tamaño medio del árbol representa el tamaño de grano y la dimensión del rodal representa la extensión, Fig. 2.3B). Además de grano y extensión, algunos autores (Schneider 1998, 2001) consideran la envergadura (*scope*) como un parámetro adicional para definir la escala. La envergadura representa la diferencia en dimensiones entre extensión y grano, y se establece como cociente entre estos dos parámetros. Representa también la capacidad de observación espacial de un muestreo, ya que grandes envergaduras corresponderían a muestreos realizados sobre amplias extensiones y con numerosas unidades muestrales. Por otra parte, la envergadura es un concepto cuantitativo que conduce de forma natural a la visión matemática de la escala espacial basada en las leyes de potencia (Schneider 1998, 2001, Urban 2005). Estas leyes se han utilizado frecuentemente en Ecología para establecer relaciones escalares, por ejemplo en las curvas especies-área y las alometrías del tamaño corporal (p. ej. Peters 1983). El cociente entre extensión y grano supone, por tanto, un primer establecimiento de extrapolación isométrica, con un exponente de valor la unidad.

El establecimiento de las dimensiones reales de los parámetros de escala depende de los objetivos del estudio y de las posibilidades logísticas de muestreo, teniendo siempre en cuenta que nuestra capacidad de inferencia dependerá en gran medida de cómo las escalas de muestreo y análisis se ajustan a la escala real del fenómeno ecológico. En este sentido, nuestra extensión de muestreo deberá ser lo suficientemente amplia como para albergar el máximo de variabilidad espacial posible del fenómeno ecológico que estudiamos, ya que una extensión reducida en relación a la escala real del fenómeno nos mostrará sólo una pequeña parte de dicha variación natural (Fig. 2.4A). Por otra parte, el tamaño de grano habrá de ser lo suficientemente reducido como para que las variaciones de un fenómeno a escala fina no pasen desapercibidas, como ocurriría en un muestreo con unidades de mayor tamaño (Fig. 2.4B). Sin embargo, la unidad de muestreo tiene que ser siempre mayor que el objeto ecológico unitario, y suficientemente grande como para incorporar varios objetos, de forma que podamos evaluar las diferencias entre unidades en términos de varianza (Fig. 2.4C).

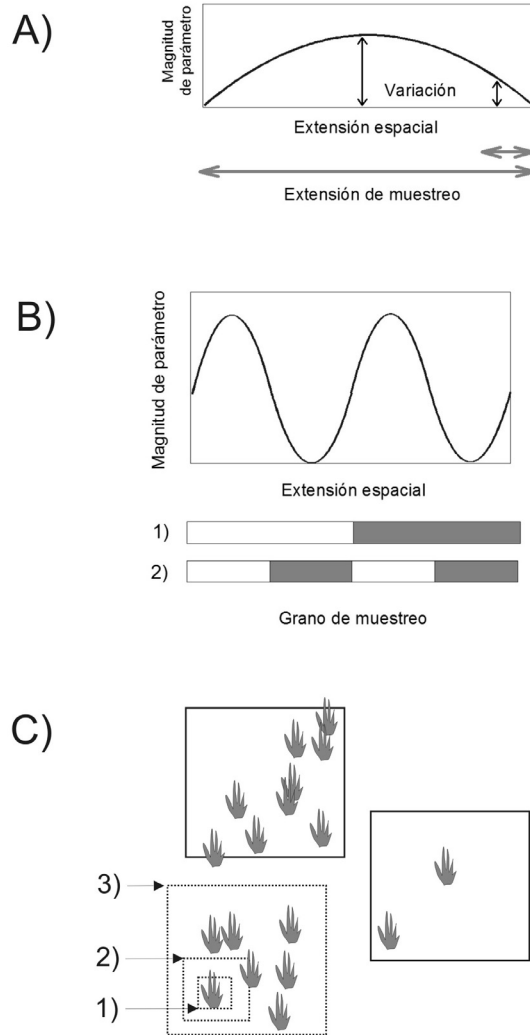


Figura 2.4. A) Una extensión de muestreo pequeña recoge un escaso rango de la variabilidad del parámetro sobre una extensión real dada, mientras que una extensión de muestreo amplia cubre todo el rango de valores de magnitud del parámetro; B) un muestreo con tamaño de grano amplio respecto a la extensión (1) sería insensible a la variabilidad real del parámetro, y no mostraría diferencias en los valores promedio del parámetro entre unidades (grises vs. blancas), mientras que un muestreo de grano fino (2) mostraría fuertes diferencias entre las distintas unidades de muestreo; C) la fiabilidad para representar la variación espacial en la abundancia de un objeto ecológico (gris) cambia al usar unidades de muestreo de distinto tamaño de grano ($1 < 2 < 3$). El grano muestral ha de ser suficientemente amplio (3) como para representar la variación en la abundancia del objeto a lo largo de la extensión.

2.2.4. La escala espacial de los patrones ecológicos

El primer objetivo de los ecólogos es describir la forma de los patrones ecológicos, que, en términos analíticos, equivale a representar cómo se distribuye la variabilidad de un objeto o proceso ecológico con respecto a una dimensión, habitualmente espacio o tiempo (Levin 1992). El primer objetivo analítico de los ecólogos en relación a la escala espacial será, por tanto, representar la escala de los patrones ecológicos a partir del cambio en la variabilidad espacial de objetos y procesos ecológicos tras un proceso de escalamiento (O'Neill y King 1998). Dicho de otro modo, se trata de detectar patrones escala-dependientes, evaluando los cambios en la variabilidad a lo largo de gradientes espaciales.

Para detectar la escala espacial de los fenómenos ecológicos desarrollaremos modelos analíticos del tipo $y=f(x)$, donde y es un parámetro que representa la abundancia de un objeto o la intensidad de un proceso, y x representa el espacio. Tal y como se expuso en el apartado 2.2.3, podemos considerar el espacio (x) de forma explícita, como una variable continua (longitudes, superficies, volúmenes), o bien de forma implícita, como una variable discontinua basada en niveles de heterogeneidad estructural (Fig. 2.5A). En ambos casos, el estudio de la variación espacial de un fenómeno ecológico equivaldrá a detectar si éste se distribuye de forma aleatoria (Fig. 2.5C), de forma regular (sobredispersión en los patrones de puntos, Fig. 2.5B), o bien formando agregados (Fig. 2.5D), con patrones de contagio y repulsión (infradispersión en los patrones de puntos). En un modelo espacialmente explícito representaremos directamente la agregabilidad (*patchiness*) de los fenómenos ecológicos, infiriendo la escala espacial de variabilidad en función de las dimensiones explícitas de los agregados espaciales.

La estadística espacial ofrece diversas herramientas que, partiendo en general de una hipótesis nula de aleatoriedad espacial, evalúan el grado de agregabilidad y permiten inferir la escala espacial de variabilidad de los parámetros ecológicos (Fortin y Dale 2005; Capítulos 3, 5 y 6). En general, se trata de métodos que descomponen la variabilidad de un parámetro, definiendo las escalas de análisis en función de distintos radios de acción donde establecer distancias a vecinos más próximos, como en el índice K de Ripley (Fortin y Dale 2005; Capítulo 3), o bien en función de distancias entre puntos que abarcan distintas dimensiones, como ocurre en los correlogramas de I de Moran y los variogramas (Bellehumeur y Legendre 1998, Legendre y

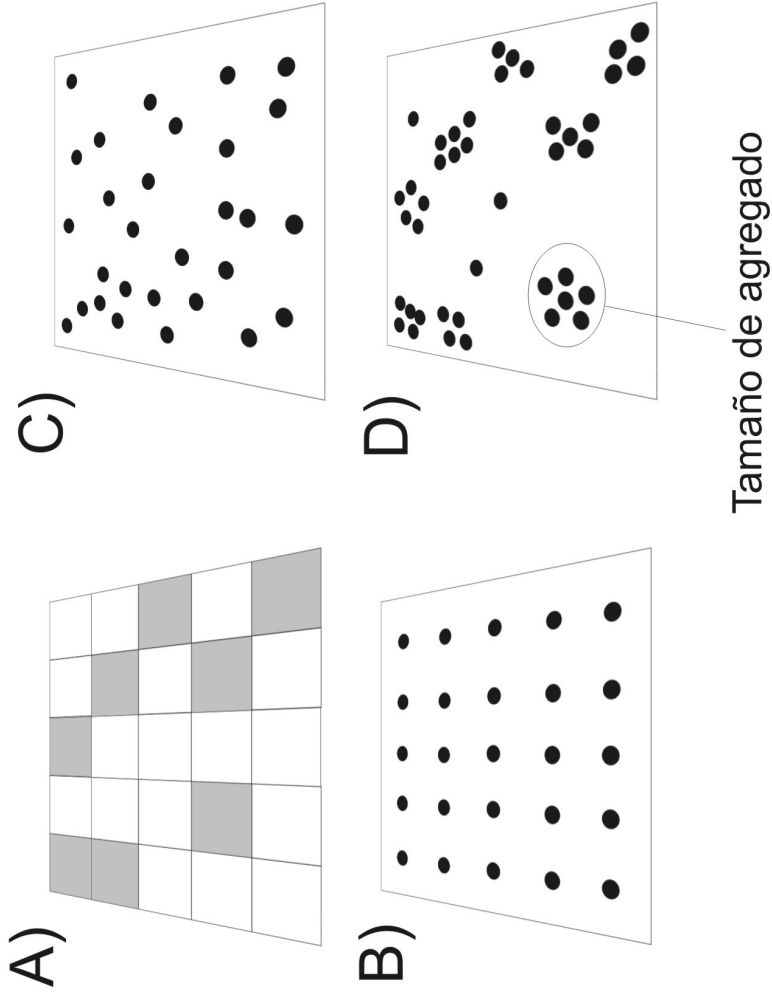


Figura 2.5. Distribución espacial de un objeto ecológico en el espacio, en forma regular (B), aleatoria (C) y contagiosa (D). El espacio puede caracterizarse de forma explícita (A), sobre una retícula de 5x5 unidades cuadrangulares, o bien de forma implícita, considerando dos niveles de heterogeneidad estructural (p. ej. microhábitats) con distintas coloraciones (blanco vs. gris en A). El tamaño del agregado representa la escala principal de variación espacial en la distribución contagiosa.

Legendre 1998; Capítulos 5 y 6). También se pueden aplicar métodos basados en la detección de periodicidades, como el análisis espectral utilizado en las series temporales, pero sustituyendo el tiempo por el espacio evaluado de forma unidimensional, para representar los agregados espaciales de una variable (p. ej. Rose y Leggett 1990). Todos los métodos indican la estructura espacial de una variable en función de una determinada escala de observación. Por ejemplo, el correlograma de la Figura 2.6 nos indica el grado de agregabilidad en función de las distancias a las cuales se detecta autocorrelación espacial positiva (contagio) o negativa (repulsión), definiendo el tamaño y la escala de influencia de los agregados en los que se estructura la tasa de depredación de semillas de acebo (*Ilex aquifolium*). La alternancia de abundantes valores positivos y negativos significativos a lo largo de la sucesión de distancias se interpreta como la existencia de dos grandes agregados de tamaño parecido (radio de acción equivalente a unos 350 m, o 4 clases de distancias positivas significativas) separados entre sí por un valle de unos 500 m de radio (7 clases de distancias negativas significativas; para interpretación de correlogramas ver Legendre y Legendre 1998; Capítulo 5). El correlograma está recogiendo fundamentalmente la variación en la tasa de depredación a gran escala, que originaría dos grandes rodales de alta depredación (entre 0 y 900 m, y entre 1600 y 2500 m, Fig. 2.6) separados por una amplia zona central donde la depredación es baja.

Por otra parte, en los modelos de análisis espacialmente implícitos inferiremos la heterogeneidad espacial en función de las diferencias en las medidas de tendencia central y dispersión entre los distintos subniveles de un nivel de heterogeneidad estructural. Para ello utilizaremos modelos lineales generales o generalizados con estructura de Análisis de la Varianza, donde la variable predictora categórica es el nivel de heterogeneidad estructural (p. ej. microhábitat, con niveles blanco vs. gris en Figura 2.5A). El grado de ajuste del modelo espacial implícito nos indicará hasta qué punto nuestra distinción estructural apriorística recoge la variación espacial del parámetro de estudio (Bellehumeur y Legendre 1998). Cuando el grado de ajuste del modelo es elevado, podremos inferir el tamaño de los agregados espaciales del fenómeno ecológico a partir de nuestro conocimiento previo de las dimensiones promedio de los subniveles de heterogeneidad estructural (Fig. 2.5D). Por ejemplo, considerando la distribución contagiosa de la Figura 2.5D y la plantilla de distinción de los microhábitats blanco y gris (Fig. 2.5A), puede observarse que los microhá-

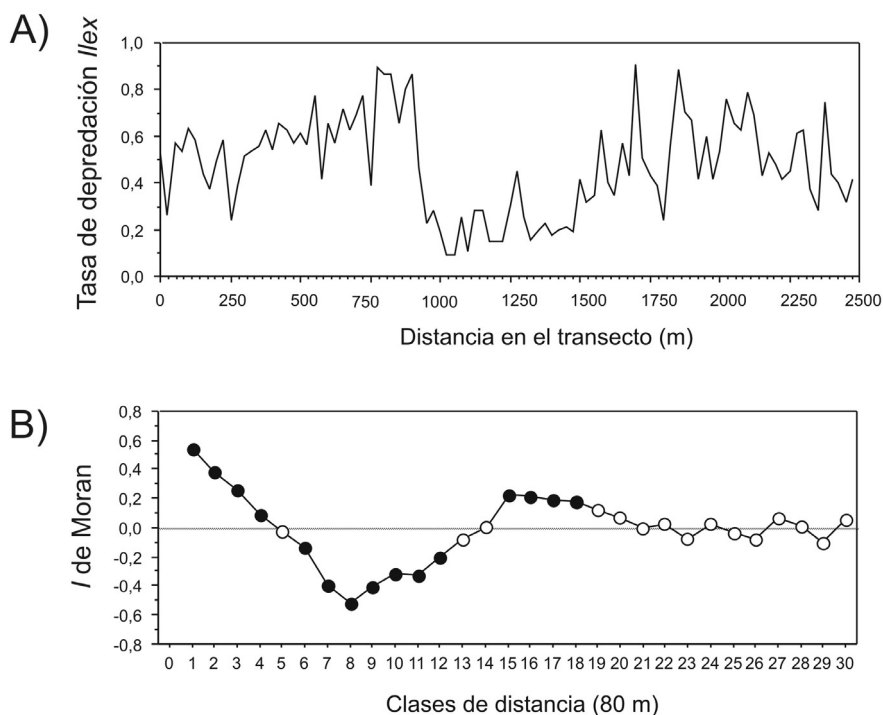


Figura 2.6. A) Depredación de semillas de acebo (*Ilex aquifolium*) por roedores a lo largo de un transecto de 2500 m en la Sierra de Peña Mayor-Trigueiro (Asturias, N España; foto sup. izda.). El transecto se subdividió en 100 unidades contiguas de 25 m. La depredación se evaluó en enero de 2005, en semillas pegadas en soportes de malla plástica (foto sup. dcha.); B) Correlograma de *I* de Moran de la tasa de depredación de semillas de *I. aquifolium* en el marco espacial de dicho transecto. Se consideran 30 clases de distancias entre puntos de muestreo, con 80 m de diferencia de extensión entre clases (clase 1 ~ 80 m; clase 2 ~ 160 m;...). Los valores de *I* indican la autocorrelación espacial positiva o negativa para cada clase de distancia (en negro valores $P < 0,05$ tras corrección de Bonferroni).

bitats difieren fuertemente en abundancia del objeto (gris: $4,85 \pm 0,19ES$; blanco: $0,17 \pm 0,16ES$; ANOVA $F_{1,23} = 376,03$, $P < 0,0001$) y explican más del 90% de la varianza espacial del parámetro, lo que indica que los agregados espaciales se ajustan mucho al tamaño de los microhábitats.

2.2.5. Desglose de variación espacial pluriescalar

En el apartado 2.2.4 se han expuesto varios ejemplos donde la variación espacial de un parámetro ecológico era especialmente fuerte en una escala espacial concreta, bien identificada por el tamaño de los agregados o “parches” del parámetro definidos sobre la extensión muestral (ver también Fig. 2.7). No obstante, muchos fenómenos ecológicos reparten su variación espacial sobre distintas escalas espaciales, mostrando incluso estructuras de agregabilidad anidada (Fig. 2.7). En este caso, necesitamos modelos analíticos que nos permitan, simultáneamente, representar la agregabilidad y desglosar la variación espacial de un parámetro sobre gradientes, continuos o categóricos, de escala espacial establecidos dentro de la extensión espacial de muestreo. A la hora de establecer el reparto de variación entre escalas hemos de tener en cuenta que el número de unidades de muestreo influirá en nuestra capacidad para detectar una variación significativa a una escala determinada. Deberíamos, por tanto, intentar que todas las escalas que podemos establecer en un estudio se estudien con tamaños de muestra similares. Esto es muy difícil de conseguir, puesto que la extensión espacial de nuestros muestreos siempre es limitada y cuanto más aproximamos la dimensión del grano de muestreo a la extensión total de estudio menos muestras diferentes podemos establecer para estimar la variación. Esto ocurre tanto en los descriptores espaciales explícitos como en los análisis basados en niveles de heterogeneidad estructural. Por ejemplo, en el correlograma de la Figura 2.6, el número de pares de distancias utilizado para la estima de autocorrelación se reduce de 294 a 156 y a 10, en las respectivas clases 1, 15 y 30, con lo cual la estima es progresivamente menos fiable. De forma similar, en el diseño pluriescalar basado en niveles de heterogeneidad de la Figura 2.7, el nivel de escala fina contiene 16 unidades de muestreo, mientras que el de escala amplia únicamente 4. Por lo tanto, debemos ser conscientes de que nuestra capacidad de inferencia analítica se reduce frecuentemente al ampliar la escala espacial, incrementándose la probabilidad de cometer error analítico de tipo II (fallo al considerar verdadera la hipótesis de aleatoriedad espacial cuando realmente es falsa).

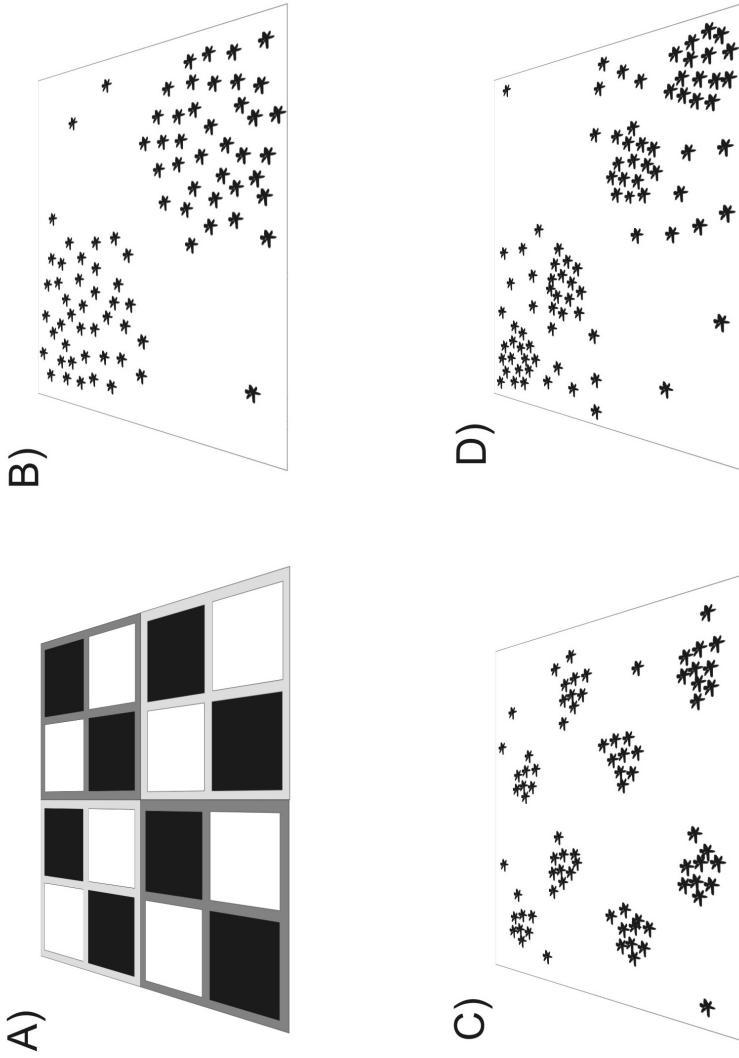


Figura 2.7. Escenarios de variación de la abundancia de un objeto ecológico a lo largo de una extensión espacial donde se consideran dos escalas diferentes (A), bien de forma explícita (con una retícula de 4x4 de cuadrados pequeños y una retícula de 2x2 de cuadrados grandes) o de forma implícita (con niveles de heterogeneidad estructural a escala fina, blanco vs. negro, y a escala amplia, gris claro vs. gris oscuro). La variación puede acumularse a gran escala (B), a escala fina (C), o repartirse proporcionalmente entre las dos escalas, con agregados grandes que incluyen en su interior agregados pequeños (D).

El recientemente desarrollado Análisis de Coordenadas Principales de Matrices de Vecinos (*Principal Coordinates Neighbour Matrices Analysis*, PCNM; Borcard y Legendre 2002, Borcard *et al.* 2004, Dray *et al.* 2006) ofrece una novedosa herramienta metodológica para diseccionar la estructura espacial de los procesos ecológicos a distintas escalas espaciales. El PCNM permite generar modelos espacialmente explícitos que desglosan, con una potencia analítica equivalente, la varianza de un parámetro ecológico dado a lo largo de un gradiente de escalas espaciales. Ilustraré el uso del PCNM en el marco espacial del transecto a lo largo de las acebedas cantábricas que se utilizó antes como ejemplo (ver también ejemplo de uso en Capítulo 17), con 100 puntos equidistantes de muestreo sobre una extensión real de 2500 m. El PCNM empieza por establecer una matriz de distancias euclídeas entre todos los puntos de muestreo, considerando que se parte de una estructura espacial de muestreo determinada (Fig. 2.8). En el ejemplo, esta estructura espacial es un transecto unidimensional de puntos equidistantes, pero el análisis es igualmente útil para un transecto unidimensional de puntos a distancias variables, una retícula regular de puntos equidistantes, una retícula irregular, etc. Seguidamente, esta matriz se “trunca hacia el primer vecino”, estableciendo un valor umbral (distancia de truncado), igual o inmediatamente mayor que la distancia máxima entre puntos de muestreo que son primeros vecinos, y sustituyendo todos los valores de distancia por encima del valor umbral por el valor de 4 veces el umbral. En el ejemplo, la distancia de truncado es 1, y todas las distancias por encima de 1 se sustituyen por 4 (Fig. 2.8). De esta forma, se consigue una matriz de distancias cuya principal fuente de variación son las relaciones espaciales entre puntos primeros vecinos, ya que las distancias por debajo del umbral se mantienen en su medida y todas las distancias mayores se consideran “largas distancias”. Las tendencias de variación espacial entre los puntos de esta matriz truncada se obtienen a partir de un análisis de ordenación (Análisis de Coordenadas Principales), que genera una serie de vectores de coordenadas principales (*eigenvectors*) positivos capaces de asignar valores principales (*eigenvalues*) a cada punto de muestreo. En el transecto equidistante de 100 unidades se generan 67 vectores principales (Fig. 2.8). Estos vectores principales actúan como plantillas teóricas de variación que, con un número de unidades similar al transecto y reduciendo progresivamente su longitud de onda desde el vector 1 al vector 67, son capaces de cubrir todas las estructuras espaciales periódicas posibles en el gradiente de escalas establecido desde la extensión máxima de muestreo a agregados de tamaño similar al tamaño de grano (la distancia máxima de la matriz truncada, Fig. 2.8).

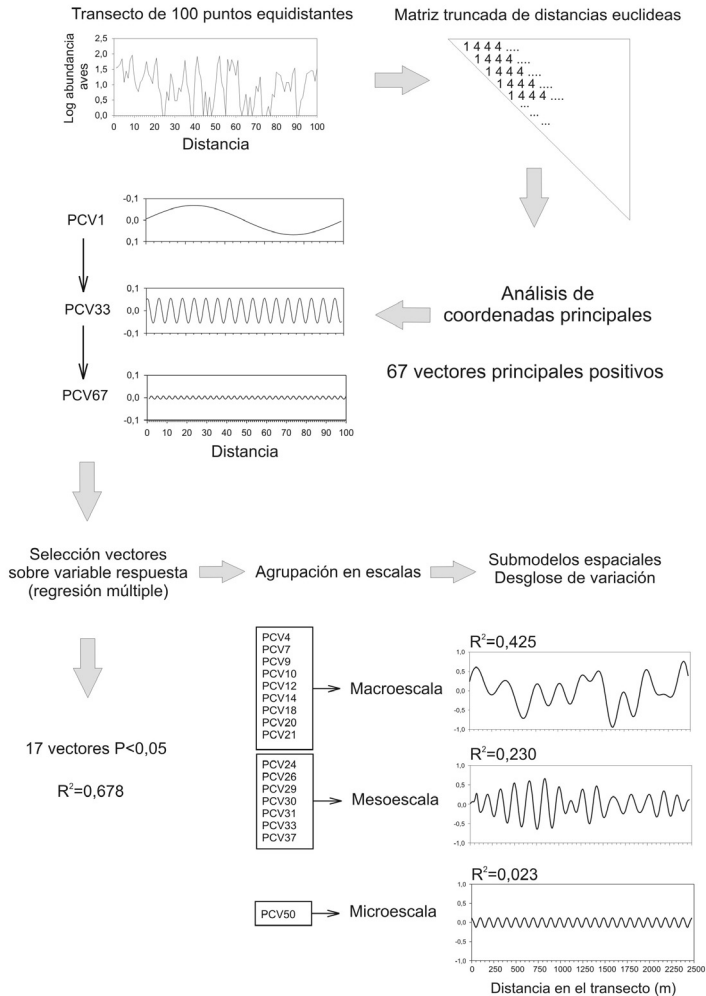


Figura 2.8. Desarrollo del Análisis de Coordenadas Principales de Matrices de Vecinos. A partir de una estructura espacial de muestreo dada (transecto de 100 puntos equidistantes sobre una extensión real de 2500 m en la cordillera Cantábrica), se genera una matriz truncada de distancias euclídeas que se somete a un método de ordenación para obtener 67 vectores principales. Estos vectores representan plantillas de variación espacial sobre escalas progresivamente más finas. Para desglosar la variación pluriescalar de una variable respuesta (logaritmo de la abundancia de aves frugívoras en otoño-invierno de 2004-05) se seleccionan, mediante un modelo de regresión múltiple, aquellos vectores principales con capacidad explicativa que, en conjunto, recogen el 68% de la variación espacial explicable de la variable respuesta. Estos vectores explicativos se agrupan arbitrariamente en tres submodelos espaciales que representan la variación independiente a distintas escalas (macro-, meso- y microescala) y que proporcionan valores predichos con los que interpretar la agregabilidad pluriescalar de la abundancia de aves.

El segundo paso del PCNM es extraer la varianza espacial de las variables estimadas sobre el marco espacial de muestreo, usando para ello los vectores principales como variables predictoras en un modelo de covariación que considere la unidad de muestreo como unidad analítica (p. ej. una regresión múltiple). De este modo, se identifican aquellos vectores que contribuyen de forma significativa a explicar la variación en la variable respuesta (aquellos con coeficientes de regresión con un ajuste igual o por debajo del nivel de significación estándar $\alpha=0,05$). Rehaciendo el modelo de covariación exclusivamente con los vectores significativos se valora el porcentaje de variación espacial no aleatoria en la variable respuesta (Fig. 2.8). En el caso de una variable evaluada sobre el transecto de 100 puntos equidistantes, como la abundancia de aves frugívoras (passeriformes del género *Turdus*), la regresión múltiple con los 67 vectores principales identifica como significativos a 17 de estos vectores, y ofrece un porcentaje de varianza explicado de 67,80% (a partir del coeficiente de determinación R^2 del análisis de regresión múltiple). El 22,20% de variación espacial restante correspondería a variación espacial predecible a una escala menor que la detectable mediante los agregados descritos por el vector PCV67 (agregados muy pequeños que representan variaciones entre unidades de muestreo contiguas) y variación espacial aleatoria.

El tercer paso del PCNM es desglosar la varianza espacial a distintas escalas espaciales. Una vez seleccionados los vectores principales explicativos, éstos pueden agruparse en sectores para definir escalas espaciales, puesto que representan estructuras espaciales de tamaño de agregado progresivamente más fino a lo largo del gradiente espacial que va desde la extensión de muestreo al tamaño de grano. La definición de las escalas es arbitraria, aunque una forma de conseguir sectores equivalentes a lo largo del gradiente escalar es asignar los vectores principales explicativos a los sectores establecidos repartiendo equitativamente el número total de vectores potenciales en tantos sectores como escalas a considerar. Por ejemplo, si repartimos equitativamente los 67 vectores potenciales en 3 escalas de interés (macro-, meso- y microescala) asignaremos a la macroescala aquellos vectores explicativos entre el vector 1 y el 22, a la mesoescala aquellos entre el 23 y el 44, y a la microescala aquellos entre el 45 y el 67 (Fig. 2.8). Para evaluar el porcentaje de variación de la variable respuesta explicado por cada escala espacial repetiremos los análisis de covariación en tres submodelos espaciales, cada uno de ellos con los vectores explicati-

vos correspondientes a cada escala (Fig. 2.8). Estos submodelos espaciales nos ofrecerán unos valores predichos de la variable respuesta en cada punto de muestreo que, expuestos sobre el marco espacial de muestreo, describirán la estructura espacial y la agregabilidad de la variable respuesta a distintas escalas espaciales, de forma siempre independiente entre escalas. En el caso de la abundancia de aves (Fig. 2.8), se observa que la mayor parte de la varianza espacial explicada se acumula en la escala espacial más amplia, y que la distribución espacial va siendo menos predecible conforme descendemos en el gradiente de escalas. La abundancia de aves muestra una distribución espacial pluriescalar compleja (Fig. 2.8). Los valores predichos a macroescala revelan tres grandes agregados de unos 300 m de radio donde aparecen otros agregados de 50-100 m de radio. Con menor potencia explicativa, los valores predichos a meso- y microescala revelan la presencia de agregados aún más pequeños.

En el caso de los diseños pluriescales basados en niveles de heterogeneidad estructural, el desglose de variación espacial se consigue mediante modelos lineales generales o generalizados de más de una vía con estructura anidada, en los que la variación asignada al término de error representa la variación espacial atribuible a la escala más fina y que opera dentro de la dimensión cubierta por la unidad de muestreo (es decir, el tamaño de grano). Por ejemplo, en un estudio sobre las pérdidas predisersivas del enebro (*Juniperus communis*), una gimnosperma arbustiva productora de conos carnosos, a lo largo de toda su área de distribución en Europa (García *et al.* 2000b; Fig. 2.9A), evaluamos la variabilidad espacial en la depredación de semillas por la avispa parásita *Megastigmus bipunctatus* y en el aborto embrionario de semillas considerando tres escalas espaciales (regiones, localidades dentro de cada región, plantas individuales dentro de cada localidad). Para cada una de esas variables respuesta, realizamos un Análisis de Varianza considerando la región y la localidad (anidada en región) como factores aleatorios y las plantas individuales como unidad analítica (término de error). Encontramos que las diferencias entre regiones y entre localidades explicaban cerca de la mitad de la varianza espacial en ambas variables respuesta, pero con un desglose de varianza entre escalas diferente para cada uno de los factores de pérdida predisersiva (Fig. 2.9B). El aborto de semillas varió más entre regiones que entre localidades, mientras que la depredación mostró el patrón contrario. Aunque ambos factores de pérdida de semillas parecen muy condicionados por procesos o rasgos que ope-

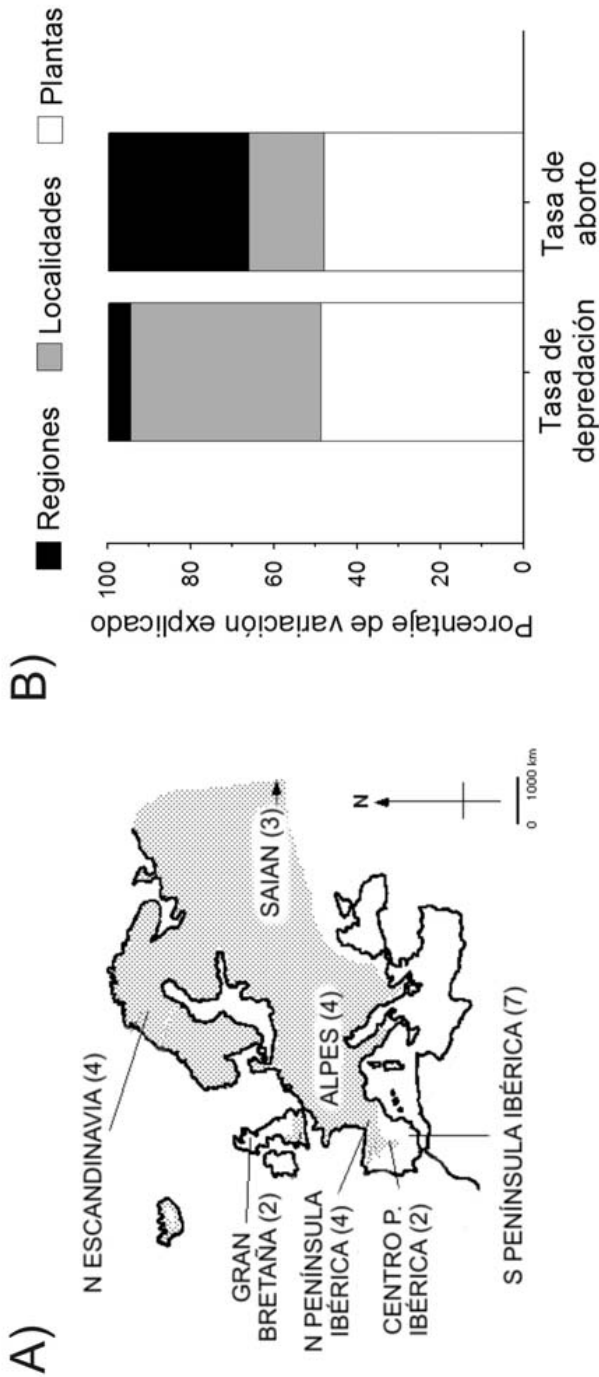


Figura 2.9. Desglose de variación espacial en un diseño con niveles de heterogeneidad estructural. Se analiza la tasa de depredación por *Megastigmus bipunctatus* y el aborto de semillas en conos del arbusto *Juniperus communis*, en un muestreo geográfico amplio (A, se señalan las regiones estudiadas, con el número de localidades por región entre paréntesis, y en trama gris el área de distribución de *J. communis*). Se indica el reparto de varianza para los distintos niveles evaluados para las dos variables respuesta (B), resultado de un Análisis de Varianza considerando la región y la localidad (anidada dentro de región) como factores aleatorios y las plantas dentro de localidad como término de error (véase García et al. 2000b para detalles).

ran a escala de las plantas individuales (p. ej. su edad, la disponibilidad de nutrientes edáficos, el nivel de sombra en el bosque, etcétera), la tasa de aborto sigue un claro patrón biogeográfico, probablemente influido por las diferencias en estrés climático y el grado de aislamiento genético histórico entre distintas partes del área de distribución, mientras que la depredación parece más influida por factores locales que determinen diferencias en el tamaño de población de los depredadores (p. ej. la abundancia de los propios depredadores de *Megastigmus*).

2.2.6. La escala espacial de los procesos ecológicos: covariación pluriescalar

Tras estudiar la variación pluriescalar de los parámetros ecológicos, el segundo objetivo analítico de los ecólogos con respecto a la escala espacial será evaluar cómo afecta la escala a la covariación entre parámetros ecológicos. Este objetivo es de gran importancia, puesto que servirá para inferir cómo cambian las relaciones causales entre mecanismos y patrones a lo largo de los gradientes de escala y, volviendo los planteamientos iniciales de este capítulo, establecer cómo los procesos ecológicos generan distintos patrones al estar controlados por distintos mecanismos a distintas escalas. Partiremos de la base de que la inferencia causal en Ecología está basada en modelos analíticos de covariación entre parámetros del tipo $y=f(x)$, donde y es un parámetro que representa la abundancia de un objeto o la intensidad de un proceso, y x es una (o varias) característica del ambiente, biótica o abiótica, y que puede también representar la abundancia de otro objeto o la intensidad de otro proceso. En términos generales, asumimos que y representa un patrón que emerge ante la actuación de x como mecanismo. La variable y es una respuesta biológica observada, mientras que la variable x puede ser un parámetro natural observado, no manipulado, o un parámetro natural manipulado en forma de gradiente continuo o discontinuo en un diseño experimental (aunque, en términos estrictos, sólo podríamos establecer causalidad cuando x fuera un parámetro experimental). Para evaluar el cambio en la covariación x,y en relación a la escala espacial necesitaremos que las unidades de muestreo donde medimos ambos parámetros sean espacialmente referenciables, bien de forma explícita o bien atribuyéndolas a distintos niveles de heterogeneidad estructural. Por ejemplo, imaginemos que queremos evaluar la relación causal diversidad-productividad en las comunida-

des vegetales, esperando encontrar una relación positiva entre diversidad y productividad, y medimos ambos parámetros en un diseño experimental que incluye parcelas a lo largo de un gradiente geográfico regional que caracterizamos como niveles "locales" (p. ej. Hector *et al.* 1999). En este caso, podremos evaluar la relación diversidad-productividad tanto en las parcelas locales como a lo largo de toda la región.

El establecimiento de la inferencia ecológica mediante covariación a lo largo de un gradiente espacial implica dos aproximaciones. La primera no es estrictamente pluriescalar, y responde a la pregunta de cómo afecta el espacio, o la extensión espacial, a la covariación entre parámetros ecológicos. Dicho de otro modo, pretende responder si la relación entre una variable predictora y una variable respuesta, que han sido muestreada sobre distintas extensiones o "réplicas espaciales", se mantiene de forma consistente a lo largo de esas distintas réplicas espaciales. La *consistencia o inconsistencia espacial* de la covariación nos dice cuánto de generalizable o predecible en el espacio es un vínculo patrón-mecanismo. Volviendo al ejemplo anterior, el primer objetivo sería evaluar si la relación positiva diversidad-productividad aparece en todas las localidades de estudio. La segunda aproximación sí es estrictamente "pluriescalar", y consistirá en evaluar explícitamente cómo una tendencia de covariación se mantiene, desaparece o cambia de signo al efectuar un proceso de escalamiento (*consistencia entre escalas*). En el ejemplo anterior, consistiría en determinar si las localidades más diversas son también más productivas, o, dicho de otro modo, si la relación diversidad-productividad trasciende el ámbito local para generar un vínculo mecanismo-patrón operativo a escala geográfica.

El análisis pluriescalar de la covariación ecológica debe conllevar tanto un proceso de escalamiento, es decir, un cambio de dimensiones de las unidades muestrales, como un proceso de contraste entre la variabilidad de una variable predictora y una variable respuesta correspondiente a distintas escalas espaciales (Fig. 2.10). El desglose de varianza espacial de las variables predictora y respuesta es importante, puesto que para detectar una covariación significativa entre ambos parámetros a una determinada escala necesitaremos que éstos acumulen al menos una parte de su variabilidad espacial en dicha escala. Volviendo al ejemplo anterior, si apenas hay variación regional en la diversidad de las comunidades, por ejemplo, porque no representan un gradiente latitudinal o de sucesión, difícilmen-

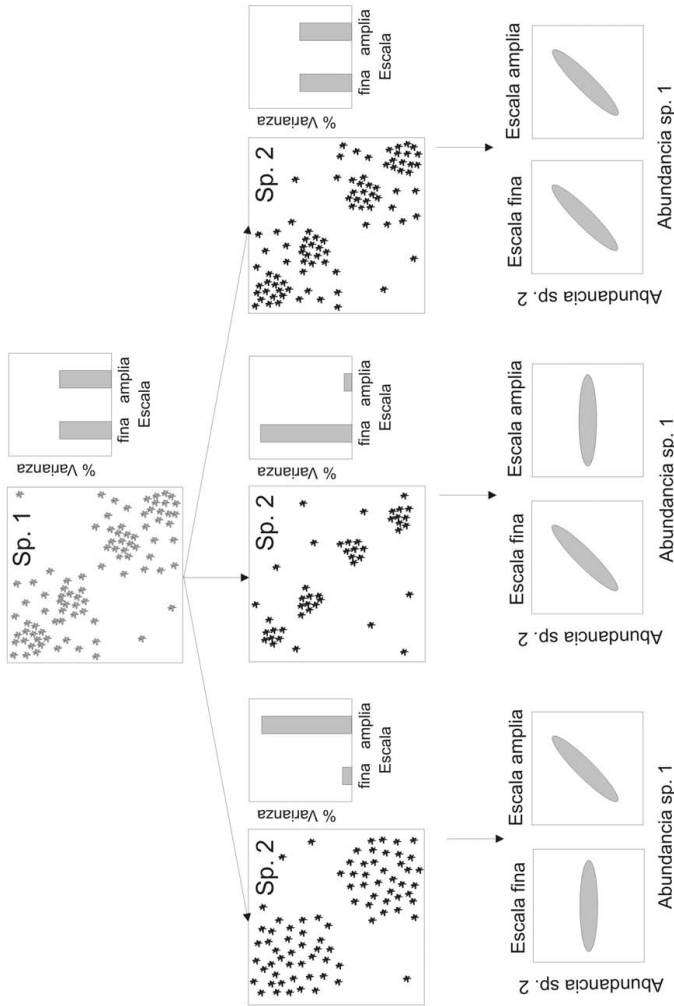


Figura 2.10. Desglose de varianza y covariación entre parámetros a escalas espaciales múltiples. La fila superior representa la distribución de una especie vegetal (sp. 1) en el espacio, mostrando agregación espacial a dos escalas, fina y amplia, y el hipotético reparto de varianza espacial entre dichas escalas. La fila central representa distintos escenarios de distribución espacial de otra especie (sp. 2) en el mismo marco espacial, con agregados grandes y varianza espacial acumulada en la escala amplia (izda.), con agregados pequeños y varianza acumulada en la escala fina (centro) y con agregados anidados y varianza repartida entre las dos escalas (dcha.). La fila inferior representa el ajuste de abundancias de las dos especies (covariación) evaluado en las dos escalas espaciales (la elipse gris representa una hipotética nube de puntos establecida a partir de un conjunto de unidades muestrales donde se evalúa la abundancia de ambas especies, como en Fig. 2.7). La consistencia entre escalas en la covariación sólo se produce cuando las abundancias de ambas especies tienen un desglose de varianza espacial similar.

te detectaremos una covariación diversidad-productividad a escala geográfica. Por lo tanto, la consistencia de la covariación a lo largo de un gradiente de escalas dependerá de que tanto la variable predictora como la variable respuesta tengan un desglose de variación espacial pluriescalar similar y, además, se produzca un ajuste parecido entre las variabilidades de ambos parámetros en las distintas escalas (Fig. 2.10).

Los estadísticos espaciales explícitos mencionados en el apartado 2.2.4 permiten inferir, en cierto modo, el grado de covariación entre dos variables a distintas escalas, verificando si la agregabilidad de una variable es comparable a la de la otra (si los agregados a distintas escalas se estructuran de forma similar en ambas variables). Por ejemplo, un “correlograma cruzado” entre dos variables identificaría las distancias (escalas) a las cuales coinciden niveles altos de autocorrelación positiva o negativa en dichas variables (Legendre y Legendre 1998). De forma similar, el índice K de Ripley para muestras bivariantes indicaría, para distintos radios de acción, el grado de agregación o segregación de una variable con respecto a la otra (Fortin y Dale 2005). También el análisis espectral aplicado a un gradiente espacial unidimensional permite evaluar el ajuste de periodicidades a distintas escalas de dos variables muestreadas sobre el mismo marco (Platt y Denman 1975, Rose y Leggett 1990). En los siguientes subapartados, expondré, con casos prácticos, otros métodos utilizados para evaluar covariaciones en gradientes de escala espacial. En primer lugar expondré métodos que, aunque basados en procesos de escalamiento *sensu stricto* (con un cambio dimensional explícito en grano, extensión o ambos en la variable predictora, la variable respuesta, o en ambas variables), no permiten el contraste independiente de variabilidades a distintas escalas. En segundo lugar, expondré algunos métodos que permiten un desglose pluriescalar explícito de la varianza y el análisis de covariación exclusivamente con la variabilidad espacial atribuible a cada escala particular.

2.2.6.1. Escalamiento sin desglose de varianza espacial

Una primera forma de evaluar el cambio en la covariación de dos parámetros ecológicos a lo largo de un gradiente de escalas es establecer la covariación en grupos muestrales que representan extensiones crecientes de muestreo, conseguidas por adición progresiva de unidades de muestreo (bien en posición anidada o no, Fig. 2.11A). En un estudio sobre la relación entre la abundancia de frutos de olivo (*Olea europaea*) y abundancia de aves frugívoras (pas-

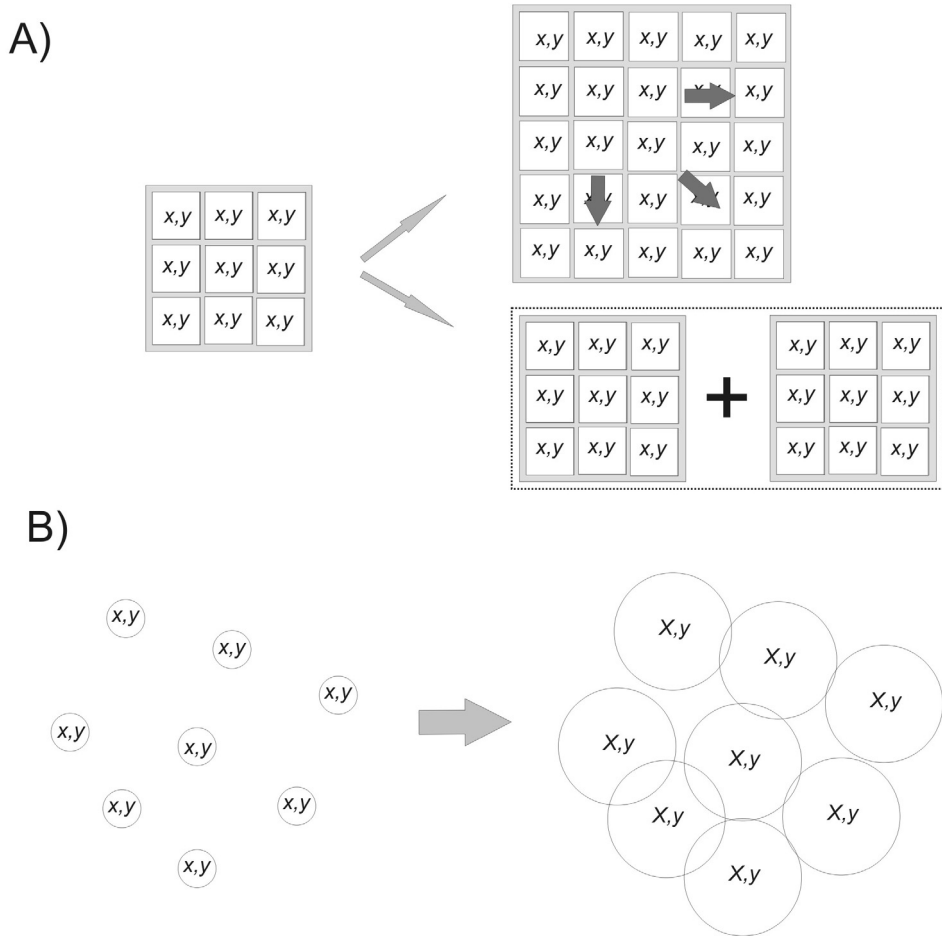


Figura 2.11. Diseños muestrales para evaluar el cambio en la covariación de dos parámetros ecológicos (x,y) a lo largo de un gradiente de escala espacial, bien mediante el uso de grupos muestrales que representan extensiones crecientes de muestreo, conseguidas por adición progresiva de unidades de muestreo, en posición anidada o no (A), bien mediante la ampliación de la resolución en la variable predictora, que es medida en superficies crecientes (B).

seriformes de los géneros *Sylvia* y *Turdus*) en la cuenca del Guadalquivir (S España), Rey (1995) estimó el ajuste lineal entre recurso y consumidor a lo largo de tres escalas espaciales: rodales de árboles dentro de parcelas agrícolas (aprox. 200 m² extensión), parcelas agrícolas (aprox. 8 km²) muestreadas quincenalmente durante 6 meses, y la región agrícola (aprox. 10.000 km²) que contenía las distintas parcelas. Para evaluar la relación a escala de parcela, conside-

ró como unidades las muestras quincenales de cada parcela. Para evaluar la relación a escala regional, consideró como unidades las muestras quincenales aditivas de todas las parcelas de la región. En ambos casos encontró una relación positiva entre la abundancia de aceitunas y la abundancia de pájaros, infiriendo un proceso de rastreo de recursos jerárquico y pluriescalar: las aves son capaces de rastrear el recurso entre regiones y entre parcelas dentro de la región. En este tipo de casos, la varianza muestral de la escala superior incluye completamente a la de la escala inferior. Podemos encontrar una relación a escala superior sin necesidad de que exista una varianza significativa a esa escala, simplemente por la acumulación de las varianzas muestrales de la escala inferior. El problema de esta situación es que podemos llegar a inferir mecanismos a escala superior para explicar patrones que en realidad están determinados por la acumulación de los efectos de mecanismos que operan a escala inferior (ver Capítulo 18 para una reflexión sobre este fenómeno).

Otras covariaciones pluriescales pretenden evaluar cómo la relación entre una variable ambiental, generalmente un parámetro paisajístico evaluado sobre un contexto finito alrededor de una unidad muestral, y una variable ecológica respuesta cambia al observar dicho contexto paisajístico con distintos grados de resolución (Fig. 2.11B). En este caso, el escalamiento muestral sólo afecta a la variable predictora, que es medida, por ejemplo, en superficies crecientes (como círculos concéntricos alrededor de la unidad muestral) para representar la realidad de dicha variable a distintas escalas espaciales. Este es el típico esquema utilizado para evaluar los efectos escala-dependientes de rasgos cuantitativos del paisaje, como el grado de fragmentación o la cantidad de hábitat. Por ejemplo, Ricketts y colaboradores (2001) evaluaron la riqueza de lepidópteros nocturnos a lo largo de un paisaje agroforestal de Costa Rica en relación a la disponibilidad de bosque alrededor de los puntos de muestreo y midiendo dicha disponibilidad en áreas circulares concéntricas de radios progresivamente mayores desde 400 a 2400 m (incrementos de 200 m). El análisis pluriescalar se realizó hallando correlaciones de Pearson entre la riqueza de lepidópteros y la cobertura de forestal en cada uno de los radios de observación y evaluando la fuerza de la relación positiva en función del valor del coeficiente de correlación y su nivel de significación. El análisis evidenció que la relación positiva entre la diversidad de lepidópteros y la cantidad de hábitat forestal se hacía cada vez más fuerte conforme se ascendía en el gradiente de escalas (dimensión del radio de observación del contexto) hasta llegar a una escala umbral donde el efecto mantenía un valor de trayectoria asin-

tótica. Esto sugería que el efecto de la fragmentación a la hora de reducir la biodiversidad local era escala-dependiente. No obstante, este tipo de aproximación plantea dos problemas analíticos. Uno es la falta de independencia entre las realidades biológicas que se muestrean a distintas escalas, ya que el contexto paisajístico evaluado a escala amplia suele contener el contexto en las escalas inmediatamente inferiores, lo que genera una situación de acumulación de varianzas muestrales (al menos en la variable predictora) parecida a la que se planteó en la aproximación anterior. Esto se puede solucionar en cierta medida considerando áreas no anidadas, mediante anillos concéntricos en vez de áreas circulares (p. ej. García y Chacoff 2007). El otro problema es que, al ser los puntos centrales de muestreo fijos en el espacio, al incrementar la escala de observación del contexto aumenta el solapamiento espacial entre unidades muestrales en la variable predictora, lo que genera mayor grado de pseudorreplicación analítica cuanto mayor es la escala (Fig. 2.11B). Esta limitación puede solventarse mediante submuestreos aleatorios de las unidades muestrales con un criterio de solapamiento mínimo (p. ej. Holland *et al.* 2004), aunque siempre suele conllevar cierta pérdida de potencia analítica.

2.2.6.2. Escalamiento con desglose de varianza espacial

Para evitar los problemas de interpretación asociados a la acumulación de varianzas muestrales en los gradientes de escala, podemos recurrir a métodos que permitan desglosar la varianza espacial y contrastar exclusivamente la variabilidad de predictora y respuesta correspondiente a cada escala. En este sentido, también es útil el antes descrito PCNM, puesto que los submodelos espacialmente explícitos que desglosan la varianza de una variable respuesta en escalas independientes también son capaces de generar valores que representan la variación predecible a una escala concreta para cada punto de muestreo (Figs. 2.8, 2.12A). Estos valores predichos son, por tanto, utilizables en análisis de covariación simple o múltiple, frente a una o varias variables ambientales predictoras (Borcard *et al.* 2004). Por ejemplo, los valores predichos de la abundancia de aves frugívoras en el transecto de la cordillera Cantábrica, correspondientes a los tres submodelos espaciales de tres escalas progresivamente más finas, pueden ser enfrentados a una variable predictora como la abundancia de frutos carnosos de distintas especies leñosas (sobre todo acebo y espino albar *Crataegus monogyna*) medida en las mismas unidades muestrales que la

abundancia de aves (Fig. 2.12B). En dicho caso, un análisis de regresión simple para cada escala nos indica que existe una respuesta significativa de las aves a la abundancia de frutos, pero que este rastreo es más patente a escala amplia, sobre el paisaje, y desaparece cuando se reduce la escala espacial (Fig. 2.12B).

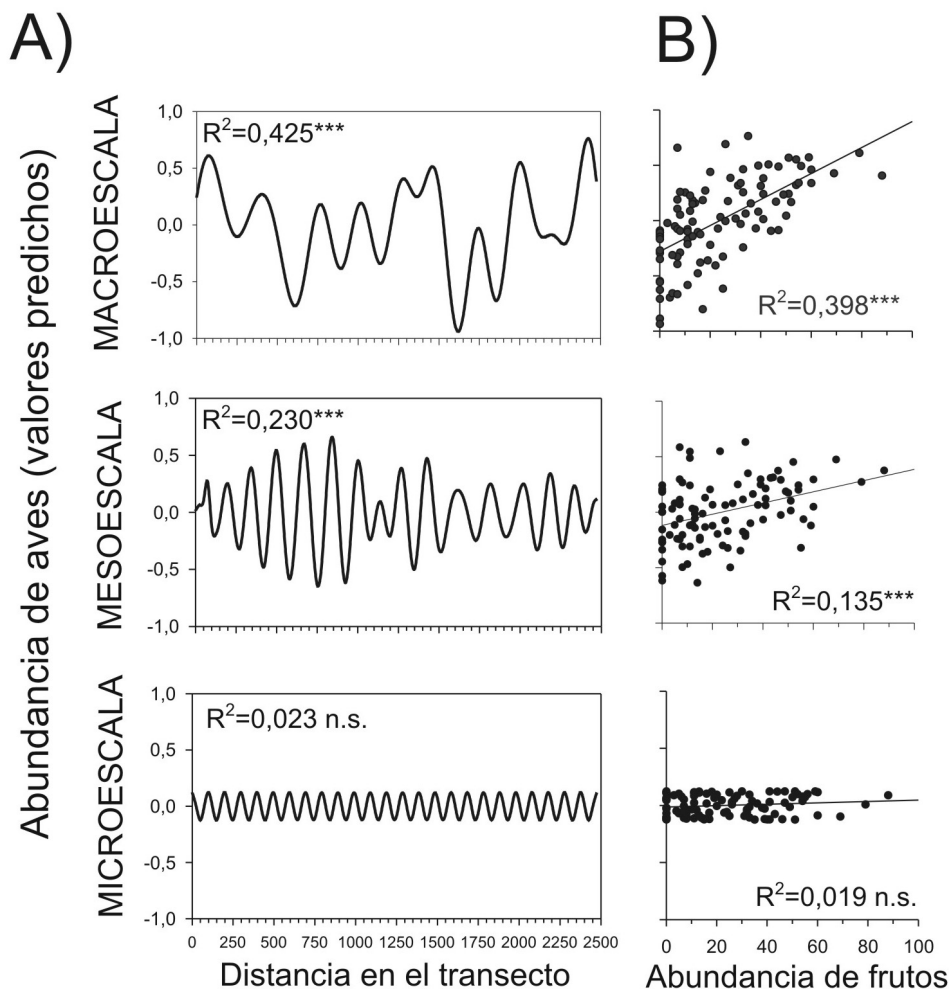


Figura 2.12. Relación pluriescalar entre la abundancia de frutos carnosos y la abundancia de aves en acebedas de la cordillera Cantábrica, establecida contrastando los valores de abundancia de aves predichos por un PCNM para distintas escalas (A; se señalan los porcentaje de variación espacial explicados por el submodelo espacial, ver también Fig. 2.8), frente a la abundancia de frutos (B; se señalan los coeficientes de determinación y el nivel de significación de los ajustes de regresión lineal, *** : $P < 0,0001$, n.s.: $P > 0,05$).

En el caso de muestreos espaciales basados en niveles de heterogeneidad estructural, un diseño analítico habitualmente utilizado para trabajar con varianzas desglosadas es el modelo tipo Análisis de Covarianza, donde la variable predictora se introduce, en realidad, como una covariable en un modelo lineal que contrasta el espacio, como variable categórica, frente a la variable respuesta de interés. Por ejemplo, Gotelli y Ellison (2002) evaluaron el efecto del hábitat en la relación latitud-diversidad en comunidades de hormigas, comparando turberas y bosques emparejados a lo largo de distintas latitudes en Nueva Inglaterra (EE. UU.). Tanto el hábitat como la latitud y su interacción aparecieron como términos significativos en el ANCOVA, sugiriendo un cambio en el patrón latitudinal de riqueza ante variaciones ambientales a pequeña escala, como las determinadas por las diferencias de hábitat. En otro estudio, Tellería y Pérez-Tris (2007) evaluaron el ajuste entre abundancia de currucas capirotadas (*Sylvia atricapilla*) y frutos carnosos en localidades forestales y de matorral de las serranías del Campo de Gibraltar (S España), utilizando un ANCOVA con el hábitat como variable espacial categórica y la abundancia de frutos como covariable. Encontraron un efecto significativo de la abundancia de frutos pero no del hábitat, y una interacción significativa entre el hábitat y la abundancia de frutos que se reflejaba en distintos grados de ajuste lineal, con distintas pendientes, entre frutos y currucas. Los autores interpretaron los resultados en los siguientes términos: el ajuste local aves-frutos está influido por procesos cuya variabilidad se expresa a escala espacial amplia, como es la estructura de social de la población de aves. Además de los ANCOVA, también son frecuentes los modelos de Análisis de Varianza de factores múltiples, donde, además de uno o más factores puramente biológicos se introduce el espacio como factor. Por ejemplo, Doak (2000) estudió el efecto del tipo de rodal de hábitat en la tasa de ataque por insectos parasitoides en el lepidóptero *Itame andersonii*, considerando rodales de la planta hospedadora de *Itame* con distinto grado de aislamiento y en cinco localidades diferentes (localidad como variable "espacio"). Encontró un efecto significativo del tipo de rodal y de la localidad pero no de la interacción entre ambos, interpretando que, aunque el parasitismo variaba entre sitios, los rodales más pequeños y aislados siempre propiciaban una mayor infestación.

Tanto en el ANCOVA como en el ANOVA descritos anteriormente, la inferencia de covariación pluriescalar ha de realizarse a partir de los térmi-

nos de interacción “espacio x factor” o “espacio x covariable”, lo cual no siempre es fácil de interpretar en términos de covariación predictora-respuesta a la escala superior, independiente de la inferior (suele ser necesario la visualización de las covariaciones para su interpretación). Una forma sencilla de solventar esta dificultad, conseguir trabajar con varianzas desglosadas en las distintas escalas y establecer la covariación en una escala superior, es trabajar con valores de las variables predictor y respuesta estimados a partir de los valores promedio o suma de todos los niveles en la escala inmediatamente inferior (p. ej. García y Ortiz-Pulido 2004, Münzbergová 2004; González-Megías *et al.* 2007). Este cambio de tamaño de grano y extensión suele conllevar una reducción en el tamaño muestral para establecer la covariación, pero nos asegura que la inferencia a escala amplia está libre del ruido analítico determinado por la variación a escala fina. Por ejemplo, en un estudio sobre la capacidad de rastreo pluriescalar de las aves frugívoras (*Turdus* sp.) sobre los conos carnosos de *J. communis*, consideramos como escalas las determinada por grupos de 20-30 plantas individuales en rodales de enebro, y por un grupo de 14 rodales de enebro en la región de las Sierras Béticas (S España; García y Ortiz-Pulido 2004). El análisis a escala de rodal enfrentó, para cada uno de los rodales, la magnitud de frugivorismo por planta con el tamaño de cosecha individual, encontrándose que los frugívoros respondían positivamente a la abundancia de frutos, pero sólo en algunos rodales (Fig. 2.13A). Para cambiar de escala, se calcularon, para cada rodal, los valores promedio de frugivorismo por planta y de abundancia de frutos por planta, corrigiéndose posteriormente estos valores por la cobertura de las plantas en fruto en cada rodal. A partir de estos valores promediados corregidos se estableció un ajuste lineal que sugirió un fuerte rastreo de recursos a escala regional por parte de las aves frugívoras (Fig. 2.13B).

Para terminar, introduciré un tipo de modelos analíticos, de reciente aplicación en Ecología, que permitirían verificar la covariación entre parámetros ecológicos a distintas escalas espaciales y con un claro desglose pluriescalar de la varianza de las variables predictor y respuesta. Se trata los denominados Modelos Lineales Jerárquicos (*Hierarchical Linear models*, HLM; Noda 2004, McMahan y Diez 2007). Los HLM trabajan sobre bases de datos estructuradas de forma jerárquica anidada, como puede ser cualquier diseño espacialmente implícito con niveles de heterogeneidad estructural, donde se muestrea una variable respuesta y distintas variables

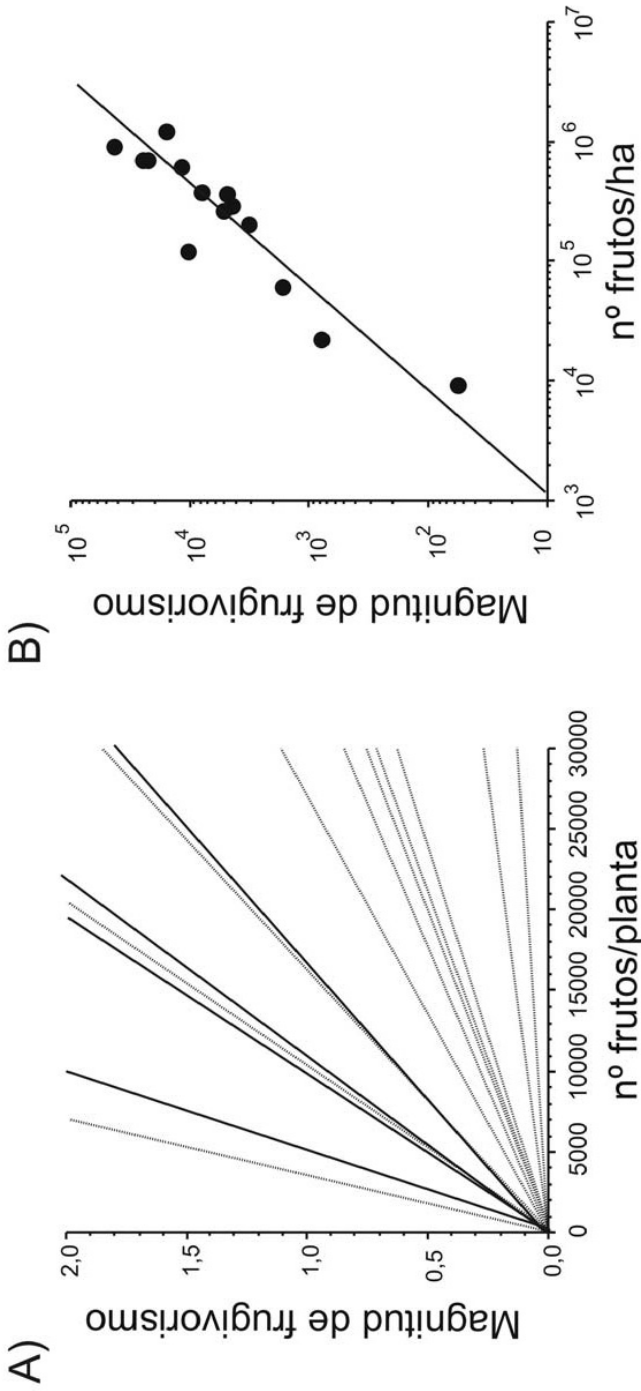


Figura 2.13. Relación entre la abundancia de frutos de enebro (*Juniperus communis*) y la interacción con las aves frugívoras dispersantes (*Turdus* sp.) en las Sierras Béticas, evaluada a escala de rodal (A), enfrentándose el frugivorismo en distintas plantas respecto a su tamaño de cosecha (cada línea representa el ajuste de regresión de un rodal, indicándose en trazo continuo cuando el ajuste es $P < 0.05$; las regresiones se representan forzadas al origen para mejor comparación), y a escala regional (B), enfrentándose la magnitud de frugivoría y la abundancia de frutos de cada rodal (ajuste de regresión $P < 0.001$; véase García y Ortiz-Pulido 2004 para detalles).

predictoras continuas. Estas variables predictoras representan parámetros que operan a distintas escalas espaciales o sobre distintos niveles de organización. En este sentido, las variables predictoras de nivel inferior (o escala fina) presentan una variabilidad muestreada a la misma escala que la variable respuesta, y las predictoras de nivel superior (o escala amplia) muestran una variabilidad a una escala superior, de forma que distintos puntos de muestreo pueden mostrar el mismo valor al pertenecer a un mismo subnivel dentro del nivel superior. McMahon y Díez (2007) ejemplifican este tipo de modelo con un diseño para evaluar la tasa de defoliación por herbívoros en distintos rametes de la asteracea clonal *Eurybia chlorolepis* en el sur de los Apalaches (EE. UU.) que se distribuyen en distintos rodales a lo largo de un valle, en función de características del ramete (altura, longitud de la hoja) y características fisionómicas y ecológicas de los rodales (radiación, humedad y pH del suelo, capacidad de intercambio catiónico y riqueza de especies). En este caso, la altura del ramete y la longitud de la hoja se consideraron variables predictoras que operaban a escala fina y cuyo muestreo proporcionó valores independientes para cada unidad muestral (ramete), mientras que las características de los rodales fueron variables predictoras a escala amplia y su muestreo asignó un mismo valor para todas los rametes de cada rodal. El HLM sigue el marco conceptual y matemático fundamental de la regresión lineal o generalizada múltiple, pero utiliza un algoritmo complejo que permite evitar la pseudorreplicación analítica debida al hecho de que distintas observaciones de alguna de las variables predictoras comparten un mismo valor. Para ello, el modelo desglosa el error residual de la regresión en el error de cada uno de los niveles (o escalas) muestrales representados por cada una de las variables predictoras. Esto permite estimar el porcentaje de la varianza de la variable respuesta que es estrictamente atribuible a cada nivel. En el ejemplo, los autores determinan un reparto equilibrado de la varianza entre la variación entre rametes dentro de rodal y la variación entre rodales. Más importante, el HLM proporciona coeficientes de regresión para cada una de las variables predictoras, evaluados de forma conjunta al resto de parámetros en la misma o en otra escala espacial. Estos coeficientes de regresión representan el efecto sobre la variable respuesta asignable exclusivamente a una variable predictora a una escala espacial concreta, y se asocian a valores de varianza explicada en la variable respuesta que permiten calcular qué porcentaje de la varianza espacial es explicada por cada variable predictora (escala). Volviendo al ejemplo, a pesar del claro desglo-

se de varianza espacial, tan sólo el pH del suelo y la disponibilidad de nutrientes aparecen como predictoras significativas, capaces de explicar, con un efecto neto negativo, la variabilidad de la tasa de defoliación, naturalmente a la escala representada por los rodales.

2.3. CONSIDERACIONES FINALES

La escala es un concepto subyacente a cualquier cometido del análisis espacial de datos ecológicos, por su papel como armazón sobre el que compartimentar la variación de los fenómenos ecológicos. Habitualmente, la varianza ecológica se reparte de forma desigual, y los fenómenos pasan de homogéneos a heterogéneos y viceversa a lo largo de rangos de escalas de observación. Nuestra capacidad de inferencia analítica probablemente depende de la detección de esos sectores de heterogeneidad, donde la varianza es suficientemente grande como para ser diferenciada en unidades espaciales o estructurales y, por otra parte, correlacionada con gradientes ambientales. Los ecólogos disponemos cada vez de más herramientas tecnológicas (sensores remotos, sistemas de información geográfica, etc.) y matemáticas para evaluar la escala-dependencia y la extensión de los dominios de escala espacial de los procesos ambientales. Sin embargo, uno de los grandes retos conceptuales y analíticos aún por hacer frente es determinar y cuantificar cómo los fenómenos que ocurren a una escala pueden depender de los mecanismos que actúan a otras. En otras palabras, dilucidar cómo los patrones a gran escala se generan por la simple acumulación de procesos a pequeña escala, y cómo la expresión de los patrones a pequeña escala está condicionada por procesos macroecológicos. Estas dos cuestiones son especialmente relevantes a la hora de condicionar nuestra capacidad para predecir los principales efectos del cambio global. Así, procesos que causan pérdidas masivas de biodiversidad, como la fragmentación de los hábitats y las invasiones biológicas, tienen ya una escala de expresión global, pero se ejecutan en función de mecanismos que actúan a escalas finas, como los efectos de borde en la fragmentación o la exclusión competitiva en las invasiones, o intermedias, como el colapso de las dinámicas de metapoblaciones por aumento del aislamiento entre rodales de hábitat. Por otra parte, procesos de modificación ambiental global, como el incremento de la temperatura media planetaria o la alteración del ciclo del nitrógeno, han de estar necesariamente modificando el papel local de las condiciones abióticas y la

disponibilidad de nutrientes en la distribución y la abundancia de los organismos. En resumen, un mejor entendimiento de las interacciones entre escalas redundará en una mejora de la capacidad explicativa de los problemas ecológicos por parte de los ecólogos.

2.4. SOFTWARE Y PÁGINAS WEB DE INTERÉS

El laboratorio de Pierre Legendre, Daniel Borcard y Philippe Casgrain (<http://www.bio.umontreal.ca/legendre/>) ofrece un software para desarrollar el PCNM, Spacemaker 2.0 (<http://www.bio.umontreal.ca/casgrain/en/labo/spacemaker.html>), desarrollado para el sistema operativo MacOS. Además, Stéphane Dray (<http://biomserv.univ-lyon1.fr/~dray/index.php>) ha desarrollado recientemente un software similar en lenguaje R, SpacemakeR (<http://biomserv.univ-lyon1.fr/~dray/software.php>). Ambos programas son de libre acceso y se sirven con información detallada que indica cómo establecer la distancia de truncado en función de la estructura de muestreo y cómo generar los vectores de coordenadas principales de matrices de vecinos. Una vez generados y guardados los vectores principales, se puede utilizar cualquier software de estadística general para desarrollar los modelos de regresión múltiple y generar los valores predichos de los submodelos espaciales a distintas escalas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Fernando T. Maestre su invitación para participar en este libro, su labor editorial y, sobre todo, su paciencia y entusiasmo. Dani Martínez, Susana García y Alicia Valdés ayudaron en los muestreos del transecto de Peña Mayor. José Manuel Herrera y Valeria Aschero revisaron cuidadosamente una versión inicial del manuscrito. Para desarrollar este trabajo he contado con la financiación de los proyectos CGL2004-2936/BOS (Ministerio de Educación y Ciencia) y BIOCON03-162 (Fundación BBVA). Dedico este manuscrito a mi padre, José García Gómez, quien, entre muchas otras cosas, me enseñó que en la vida todo depende del cristal con el que se mire.

Bibliografía

- Aas, K., Eikvil, L. y Huseby, R.B. 1999. Applications of hidden Markov chains in image analysis. *Pattern Recognition* 32: 703-713.
- Abdelaziz, A. y Abderrazak, B. 2004. The phenological study of *Atriplex halimus* L. *African Journal of Ecology* 42:69-73.
- Abrahams, A., Parsons, A. J., Wainwright, J. 1995. Effects of vegetation change on interrill runoff and erosion, Walnut Gulch, southern Arizona. *Geomorphology* 13: 37-48.
- Acevedo, P., Escudero, M. A., Muñoz, R. y Gortázar, C. 2006. Factors affecting wild boar abundance across an environmental gradient in Spain. *Acta Theriologica* 51: 327-336.
- Adler, P. B., Raff, D. A. y Lauenroth, W. K. 2001. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128: 465-479.
- Adriaensen, F., Chardon, J.P., De Blust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulinck, H. y Matthysen, E. 2003. The application of 'leastcost' modelling as a functional landscape model. *Landscape and Urban Planning* 64: 233-247.
- Aebischer, N. J., Robertson, P. A. y Kenward, R. E. 1993. Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. *Ecology* 74: 1313-1325.
- Agren, G. I. 1983. Nitrogen productivity of some conifers. *Canadian Journal of Forest Research* 13: 494-500.
- Agresti, A. 1990. *Categorical data analysis*. John Wiley y Sons, Nueva York.
- Aguiar, M. R., Sala, O. E., 1999. Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 273-277.
- Akçakaya, H. R. 2000. Population viability analysis with demography and spatially structured models. *Ecological Bulletins* 48: 23-38.
- Alados, C. L., Gotor, P., Ballester, P., Navas, D., Escos, J. M., Navarro, T. y Cabezudo, B. 2006. Association between competition and facilitation processes and vegetation spatial patterns in alpha steppes. *Biological Journal of the Linnean Society* 87: 103-113.
- Alados, C. L., Pueyo, Y., Giner, M. L., Navarro, T., Escos, J., Barroso, F., Cabezudo, B. y Emlen, J. M. 2003. Quantitative characterization of the regressive ecological succession by fractal analysis of plant spatial patterns. *Ecological Modelling* 163: 1-17.
- Alcántara, J. M. y Rey, P. 2003. Conflicting selection pressures on seed size: evolutionary ecology of fruit size in a bird-dispersed tree, *Olea europaea*. *Journal of Evolutionary Biology* 16: 1168-1176.
- Alcaraz, D. 2005. *Caracterización mediante teledetección del funcionamiento de los ecosistemas ibéricos. Bases para la conservación de la biodiversidad en un escenario de cambio global*. Tesis doctoral (inéd.). Universidad de Almería. Almería. 205 pp.

- Alcaraz, D., Paruelo, J. y Cabello, J. 2006. Identification of current ecosystem functional types in the Iberian Peninsula. *Global Ecology and Biogeography* 15: 200-212.
- Algarra, J. A., Quero, J. M., Rodríguez Hiraldo, C. y Osuna, U. M. 2005. Conservación de flora en la Provincia de Córdoba. *Conservación Vegetal* 9: 9-11.
- Allen, E. J., Allen, L. J. S. y Gilliam, X. 1996. Dispersal and competition models for plants. *Journal of Mathematical Biology* 34: 455-481
- Allen, T. F. H. 1998. The landscape "level" is dead: persuading the family to take it off the respirator. En: *Ecological Scale: Theory and Applications* (eds. Peterson, D. L. y Parker, V. T.), pp. 35-54. Columbia University Press. Nueva York, Estados Unidos.
- Allen, T. F. H. y Hoekstra, T. W. 1990. The confusion between scale-defined levels and conventional levels of organization in ecology. *Journal of Vegetation Science* 1: 5-12.
- Allen, F. H. y Hoekstra, T. W. 1991. Role of heterogeneity in scaling of ecological systems under analysis. En: *Ecological heterogeneity* (eds. Kolasa, J. y Pickett, S. T. A.), pp. 47-68. Springer, Nueva York, Estados Unidos.
- Alloza, J. A. y Vallejo, V. R. 1999. Relación entre las características meteorológicas del año de plantación y los resultados de las repoblaciones. *Ecología* 13: 173-187.
- Alonso, B. y Valladares, F. 2006. Bases de datos y metadatos en ecología: compartir para investigar en cambio global. *Ecosistemas*. 2006/2. (URL:http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=410&Id_Categoria=2&tipo=otros_contenidos).
- Álvarez-Arbesú, R. y Felicísimo, A.M. 2002. GIS and logistic regression as tools for environmental management: a coastal cliff vegetation model in Northern Spain, En: *Management Information Systems* (eds. Brebbia, C. A. y Pascolo, P.), pp. 215-224. Wessex Institute of Technology, Reino Unido.
- Amarasekare, P. 2004a. Spatial variation and density-dependent dispersal in competitive coexistence. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 271: 1497-1506
- Amarasekare, P. 2004b. Spatial dynamics of mutualistic interactions. *Journal of Animal Ecology* 73: 128-142.
- Amézaga, J. M., Santamaría, L. y Green, A. J. 2002. Waterfowl-mediated dispersal and wetland connectedness: supporting a new approach to wetland policy. *Acta Oecologica* 23: 213-222.
- Anadón, J. D., Giménez, A., Martínez, M., Martínez, J., Pérez, I. y Esteve, M.A. 2006. Factors determining the distribution of the spur-thighed tortoise *Testudo graeca* in south-east Spain: a hierarchical approach. *Ecography* 29: 339-346.
- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Andrewartha, H. G. y Birch, L. C. 1954. *The distribution and abundance of animals*. University of Chicago Press.
- Anekonda, T. S. y Libby, W. J. 1996. Effectiveness of nearest-neighbor data adjustment in a clonal test of redwood. *Silvae Genetica* 45: 46-51.
- Anselin, L. 1995. Local indicators of spatial association: LISA. *Geographical Analysis* 27: 93-115.
- Anselin, L. 1996. The Moran Scatterplot as an ESDA Tool to Assess Local Instability in Spatial Association. En: *Spatial Analytical Perspectives on GIS* (eds. Fischer, M.,

- Scholten, H., y Unwin, D.), pp. 111-125. Taylor and Francis, Londres, Reino Unido.
- Anselin, L., Syabri, I. y Kho, Y. 2006. GeoDa: An introduction to spatial data analysis. *Geographical Analysis* 38: 5-22.
- Aragón, C. F., Albert, M. J., Giménez-Benavides, L., Luzuriaga, A. L., y Escudero, A. 2007. Environmental scales on the reproduction of a gypsophyte: a hierarchical approach. *Annals of Botany* 99: 519-527.
- Araujo, M. B. y Guisan, A. 2006. Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography* 33: 1677-1688.
- Arévalo, J. R. y Fernández Palacios, J. M. 2003. Spatial patterns of trees and juveniles in a laurel forest of Tenerife, Canary Islands. *Plant Ecology* 165: 1-10.
- Argüello, J. L., Llanos, A. y Pérez, L. I. 1988. Enfermedad Hemorrágica del conejo en España. *Medicina Veterinaria* 5: 645-650.
- Arnaboldi, F., Conedera, M. y Fonti, P. 2003. Caratteristiche anatomiche e auxometriche di *Ailanthus altissima* una specie arborea a carattere invasivo. Sherwood, V.91, juliol, agost.
- Arques, J. 2000. *Ecología y gestión cinegética de una población de conejos en el sur de la provincia de Alicante*. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. 323 pp. URL: <http://www.cervantesvirtual.com/FichaObra.html?Ref=17994>
- Ashby, E. 1948. Statistical Ecology. II. A reassessment. *The Botanical Review* 14: 222-234.
- Aspinall, R. y Veitch, N. 1993. Habitat mapping from satellite imagery and wildlife survey data using a Bayesian modeling procedure in a GIS. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 59: 537-543.
- Atlan, H. 1992. L'organisation biologique et la théorie de l'information. Hermann. París.
- Ayyad, M. A. y Ghabbour, S. I. 1993. Dry ecosystems of eastern north Africa. En: *Dry coastal ecosystems Africa, America, Asia and Oceania. Ecosystems of the world 2B* (eds. Van der Maarel, E.), pp. 1-16. Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Azais, J.M., Monod, H. y Bailey, J.K. 1998. The influence of design on validity and efficiency of neighbour methods. *Biometrics* 54: 1374-1387.
- Baddeley, A. y Turner, R. 2000. Practical maximum pseudolikelihood for spatial point patterns (with discussion). *Australian and New Zealand Journal of Statistics* 42: 283-322.
- Baddeley, A. y Turner, R. 2005. Spatstat: an R package for analyzing spatial point patterns. *Journal of Statistical Software* 12: 1-42.
- Baddeley, A. y Turner, R. 2006. Modelling Spatial Point Patterns in R. En: *Case Studies in Spatial Point Process Modelling* (eds. Baddeley, A., Gregori, P., Mateu, J., Stoica, R. y Stoyan, D.), pp. 23-74. Springer, Heidelberg, Alemania.
- Baddeley, A., Kerscher, M., Schladitz, K. y Scott, B. T. 2000. Estimating the J function without edge correction. *Statistica Neerlandica* 54: 315-328
- Baeza, S., Paruelo, J. M., y Altesor, A. 2006. Functional characterization of Uruguayan vegetation using remote sensing. *Interciencia* 31: 382-388.
- Bailey, T.C. y Gatrell, A.C. 1995. *Interactive spatial data analysis*. Longman Scientific & Technical, Harlow, Reino Unido.

- Baker, W. y Cai, Y. 1992. The rule programs for multiscale analysis of landscape structure using the GRASS geographical information system. *Landscape Ecology* 7: 291-302.
- Baldi, P. y Brunak, S. 1998. *Bioinformatics, the Machine Learning Approach*. MIT Press.
- Baldi, P., Chauvin, Y., Hunkapiller, T. y McClure, M. A. 1994. Hidden Markov models of biological primary sequence information. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 91: 1059-1063.
- Balkau, B. J. y Feldman, M. W. 1973. Selection for migration modification. *Genetics* 74: 171-174.
- Balzter, H., Braun, P. W. y Köhler, W. 1998. Cellular automata models for vegetation dynamics. *Ecological Modeling* 107: 113-125.
- Banks, P. B., Hume, I. D. y Crowe, O. 1999. Behavioural, morphological and dietary response of rabbits to predation risk from foxes. *Oikos*, 85:247-256.
- Barber, A., Cabrera, M. R. y Guardiola, I. 1997. *Sobre la cultura de l'espart al territori valencià*. Fundació Bancaja, Valencia.
- Barbour, M. G., Burk, J. H. y Pitts, W. D. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. Benjamin Cummings Publ., California. EEUU.
- Barbujani, G. y Sokal, R. R. 1990. Zones of sharp genetic change in Europe are also linguistic boundaries. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA* 87: 1816-1819.
- Barbujani, G., Oden, N. L. y Sokal, R. R. 1989. Detecting regions of abrupt change in maps of biological variables. *Systematic Zoology* 38: 376-389.
- Barclay, H. J. y Hall, T. H. 1986. Shawn: A model of Douglas-fir Ecosystem Response to Nitrogen Fertilization and Thinning: A Preliminary Approach. Forestry Canada, Pacific Forestry Centre, Victoria B.C., 30 pp.
- Bárdossy, A. y Lehmann, W. 1998. Spatial distribution of soil moisture in a small catchment. Part I: geostatistical analysis. *Journal of Hydrology* 206: 1-15.
- Barkham, J. P. y Hance, C. E. 1982. Population dynamics of the wild daffodil (*Narcissus pseudonarcissus*) III. Implications of a computer model of 1000 years of population change. *Journal of Ecology* 70: 323-344
- Barnes, R. J., Baxter, S. J. y Lark, R. M. 2007. Spatial covariation of *Azotobacter* abundance and soil properties: A case study using the wavelet transform. *Soil Biology and Biochemistry* 39: 295-310.
- Barot, S., Gignoux, J. y Menaut, J. C. 1999. Demography of a savanna palm tree: predictions from comprehensive spatial pattern analysis. *Ecology* 80: 1987-2005.
- Barredo, J. I. 1996. Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del Territorio. Editorial Rama.
- Barry, S. y Elith, J. 2006. Error and uncertainty in habitat models. *Journal of Applied Ecology* 43: 413-423.
- Bartlett, M.S. 1978. Nearest neighbour models in the analysis of field experiments. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B* 40: 147-174.
- Bartley, R., Roth, C. H., Ludwig, J., McJannet, D., Liedloff, A., Corfield, J., Hawdon, A., Abbott, B. 2006. Runoff and erosion from Australia's tropical semi-arid rangelands: influence of ground cover for differing space and time scales. *Hydrological Processes* 20: 3317-3333.

- Bascompte, J y Solé, R. 1995. Rethinking complexity: modelling spatiotemporal dynamics in ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 361-366
- Bascompte, J. y Solé, R.V. 1994. Spatially induced bifurcations in single-species population-dynamics. *Journal of Animal Ecology* 63: 256-264.
- Batista, J. L. F y Maguire, D. A. 1998. Modelling the spatial structure of tropical forests. *Forest Ecology and Management* 110: 293-314.
- Baulies, X. y Pons, X. 1995. Approach to forest inventory and mapping by means of multispectral airborne data. *Int. J. Remote Sensing* 16:61-80.
- Baum, L. E., Petrie, T., Soules, G. y Weiss, N. 1970. A maximization technique occurring in the statistical analysis of probabilistic functions of Markov chains. *The Annals of Mathematical Statistics* 41: 164-171.
- Bautista, S. 1999. *Regeneración post-incendio de un pinar (Pinus halepensis, Miller) en ambiente semiárido. Erosión del suelo y medidas de conservación a corto plazo*, Tesis doctoral, Universidad de Alicante. 238 pp.
- Bautista, S. y Vallejo, V. R. 2002. Spatial variation of post-fire plant recovery in Aleppo pine forests. En: *Fire and Biological Processes* (eds Trabaud L. y Prodon, R.), pp. 13-24. Backhuys Publishers, Leiden, Holanda.
- Bautista, S., Mayor, A. G., Bourakhouadar, J., Bellot, J. 2007. Plant spatial pattern predicts hillslope runoff and erosion in a semiarid Mediterranean landscape. *Ecosystems* 10 : 987-998.
- Beaumont, L. J. y Hughes, L. 2002. Potential changes in the distributions of latitudinally restricted Australian butterfly species in response to climate change. *Global Change Biology* 8: 954-971.
- Beckage, B. y Clark, J. S. 2003. Seedling survival and growth of three forest species, the role of spatial heterogeneity. *Ecology* 84: 1849-1861.
- Begon, M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. 1995. *Ecología. Individuos, Poblaciones y Comunidades*. Ediciones Omega, Barcelona.
- Belda, F y Melía J., 2000. Relationships between climatic parameters and forest vegetation: application to burned area in Alicante (Spain). *Forest Ecology and Management* 135: 195-204.
- Belgelson, J. 1990. Life after death: site pre-emption by the remains of *Poa annua*. *Ecology* 71: 2157-2161.
- Bell, E. D. 1998. *Spatio-temporal dynamics of UK moths*. Tesis Doctoral, Universidad de Leicester.
- Bellehumeur, C. y Legendre, P 1998. Multiscale source of variation in ecological variables: modelling spatial dispersion, elaborating sampling designs. *Landscape Ecology* 13: 15-25.
- Bellehumeur, C., Legendre, P y Marcotte, D. 1997. Variance and spatial scales in a tropical rain forest: changing the size of sampling units. *Plant Ecology* 130: 89-98.
- Bellot, J., Bautista, S. y Meliá, N. 2000. Post-fire regeneration in a semiarid pine forest as affected by the previous vegetation spatial pattern. En: *Mediterranean Desertification. Research results and policy implications, EUR 19303* (eds. Balabanis, P., Peter, D., Ghazi, A. y Tsogas, M.) pp. 343-350. European Commission, Luxembourg.

- Bellot, J., Bonet, A., Sanchez, J. R. y Chirino, E. 2001. Likely effects of land use on the runoff and aquifer recharge in semiarid landscape using a hydrological model. *Landscape and Urban Planning* 55: 41-53
- Bellot, J., Bonet, A., Peña, J. y Sánchez, J.R. 2007. Human impacts on land cover and water balances in a coastal Mediterranean county. *Environmental Management* 39: 412-422.
- Belnap, J. y Lange, O. L. 2001. *Biological Soil Crusts. Structure, Function, and Management*. Springer, Berlin.
- Belnap, J., Kaltenecker, J. H., Rosentreter, R., Williams, J., Leonard, S., y Eldridge, D., 2001. *Biological soil crust: ecology and management*. U. S. Department, National Science and Technology Center. Denver, Colorado. V + 110 pp.
- Bengio, Y. 1999. Markovian models for sequential data. *Neural Computing Surveys* 2: 129-162.
- Benjamini, Y. y Hochberg, Y. 1995. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B* 57: 289-300.
- Bernáldez, F. G. 1981. *Ecología y Paisaje*. Blume Ediciones, Madrid.
- Best, L. B. y Stauffer, D. F. 1986. Factors confounding evaluation of bird-habitat relationships. En: *Wildlife 2000: modelling habitat relationships of terrestrial vertebrates* (ed. Verner J. et al.), pp. 209-216. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, Estados Unidos.
- Beyer, H. L. 2004. *Hawth's Analysis Tools for ArcGIS*. Available at <http://www.spatial-ecology.com/htools>.
- Bi, J., Blanco, J. A., Seely, B., Kimmins, J. P., Ding, Y. y Welham, C. 2007. Yield decline in Chinese-fir plantations: A simulation investigation with implications for model complexity *Canadian Journal of Forest Research* (en prensa).
- Bickel, P. J., Ritov, Y., y Ryden, T. 1998. Asymptotic normality of the maximum-likelihood estimator for general hidden Markov models. *Annals of Statistics* 26: 1614-1635.
- Biondi, F., Myers, D. E. y Avery, C. C. 1994. Geostatistically modelling stem size and increment in an old-growth forest. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 1354-1368.
- Blackman, G. E. 1935. A study by statistical methods of the distribution of species in grassland. *Annals of Botany* 49: 749-777.
- Blackshaw, R. P. y Vernon, R. S. 2006. Spatiotemporal stability of two beetle populations in non-farmed habitats in an agricultural landscape. *Journal of Applied Ecology* 43: 680-689.
- Blanco, J. A., Seely, B., Welham, C., Kimmins, J. P. y Seebacher, T. M. 2007. Testing the performance of a forest ecosystem model (FORECAST) against 1 29 years of field 2 data in a *Pseudotsuga menziesii* plantation. *Canadian Journal of Forest Research* 37 : 1808-1820.
- Blanco, J. A., Zavala, M. A., Imbert, J. B. y Castillo, F. J. 2005. Evaluation of thinning sustainability using a nutrient cycling simulation model. *Forest Ecology and Management* 213: 209-228.

- Blate, G. M., Peart, D. R. y Leighton, M. 1998. Post-dispersal predation on isolated seeds: a comparative study of 40 tree species in a Southeast Asian rainforest. *Oikos* 82:522-538
- Blázquez, R. 1984. *Geoestadística aplicada a la mecánica del suelo*. CEDEX, Madrid.
- Bliss, C. I. 1941. Statistical problems in estimating populations of Japanese beetle larvae. *Journal of Economic Entomology* 34: 221-232.
- Blondel, J. y Aronson, J. 1999. *Biology and wildlife in Mediterranean region*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Bochet, E., Poesen, J. y Rubio, J. L. 2000. Mound development as an interaction of individual plants with soil, water erosion and sedimentation processes on slopes. *Earth Surface Processes and Landforms* 25: 847-867.
- Boer, M., Puigdefábregas, J. 2005. Effects of spatially structured vegetation patterns on hillslope erosion in a semiarid Mediterranean environment: a simulation study. *Earth Surface Processes and Landforms* 30, 149-167.
- Bohan, D. A., Glen, D. M., Wiltshire, C. W. y Hughes, L. 2000. Parametric intensity and the spatial arrangement of the terrestrial mollusc herbivores *Deroceras reticulatum* and *Arion intermedius*. *Journal of Animal Ecology* 69: 1031-1046.
- Bohrer, G., Nathan, R. y Volis, S. 2005. Effects of long-distance dispersal for metapopulation survival and genetic structure at ecological time and spatial scales. *Journal of Ecology* 93: 1029-1040.
- Boix-Fayos, C., Martínez-Mena, M., Arnau-Rosalén, E., Calvo-Cases, A., Castillo, V. y Albaladejo, J. 2006. Measuring soil erosion by field plots: Understanding the sources of variation. *Earth-Science Reviews* 78: 257-285.
- Bolker, B. y Pacala, S.W. 1997. Using moment equations to understand stochastically driven spatial pattern formation in ecological systems. *Theoretical Population Biology* 52: 179 - 197.
- Bolker, B. M. y Pacala, S. W. 1999. Spatial moment equations for plant competition: Understanding spatial strategies and the advantages of short dispersal. *American Naturalist* 153: 575-602.
- Bolker, B. M., Pacala, S. W. y Neuhauser, C. 2003. Spatial dynamics in model plant communities: What do we really know? *American Naturalist* 162: 135-148.
- Bolliger, J., Bergamini, A., Stofer, S., Kienast, F. y Scheidegger, Ch. 2007. Predicting the potential spatial distributions of epiphytic lichen species at the landscape. *Lichenologist* 39: 279-291.
- Bolós, O. 1967. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* 13.
- Bolós, O., Font, X. y Vigo, J. 2001. *Atlas Corológico de la Flora Vasculare dels Països Catalans*. Vol XI. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- Bolstad, P. 2005. *GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems*, 2nd. ed. White Bear Lake, MN: Eider Press.
- Bonet, A. 1997. Efectos del abandono de los cultivos sobre la vegetación en la cuenca del Alt Llobregat (Barcelona). Relación con factores ambientales y de usos del suelo. *Ecología* 11: 91-104.

- Bonet, A. 2004. Secondary succession on semi-arid Mediterranean old-fields in south-eastern Spain: Insights for conservation and restoration of degraded lands. *Journal of Arid Environments* 56:213–233.
- Bonet, A., Bellot, J. y Peña, J. 2004. Landscape dynamics in a semiarid Mediterranean catchment (SE Spain). In Mazzoleni S. (ed), *Recent dynamics of Mediterranean vegetation and landscape*. Wiley, Chichester, pp 41–50
- Bonet, A., Bellot, J., Eisenhuth, D., Peña, J., Sánchez, J.R. y Tejada C.J. 2006. Some evidence of landscape change, water usage and management system co-dynamics in south-eastern Spain. In: Koundouri, P., Karousakis, K., Assimacopoulos, D., Jeffrey, P y Lange, M. (Eds.), *Water Management in Arid and Semi-Arid Regions: Interdisciplinary Perspectives*. 226-251. Edward Elgar, Aldershot.
- Bonet, A., Peña, J., Bellot, J., Cremades, M. y Sánchez, J. R. 2001. Changing vegetation and landscape patterns in semi-arid Spain. En: *Ecosystems and sustainable development III* (eds. Villacampa, Y., Brebbia, C. A. y Usó, J. L.), pp 377–386. Wessex Institute of Technology, Reino Unido.
- Borcard, D, Legendre, P y Drapeau P. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 76: 2176-2183.
- Borcard, D. y Legendre, P. 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecological Modelling* 153: 51-68.
- Borcard, D., Legendre, P., Avois-Jacquet, C. y Tuomisto, H. 2004. Dissecting the spatial structure of ecological data at multiple scales. *Ecology* 85: 1826-1832.
- Bosque, J. 1997. *Sistemas de Información Geográfica*, 2º edición. Ediciones Rialp, Madrid, España.
- Bossard, M., Feranec, J. y Otahel, J. 2000. *Corine land cover technical guide. Addendum 2000*. Technical Report 40. European Commission/European Environment Agency, Copenhagen, Dinamarca. Disponible en <http://reports.eea.eu.int/tech40-add/en>.
- Boyce, M. S., Vernier, P. R., Nielsen, S. E. y Schmiegelow, F. K. A. 2002. Evaluating resource selection functions. *Ecological Modelling* 157: 281-300.
- Bradley, B. A. y Mustard, J. F. 2006. Characterizing the lanscape dynamics of an invasive plant and risk of invasion using remote sensing. *Ecological Applications* 16: 1132-1147.
- Bradshaw, G. A. y Spies, T. A., 1992. Characterizing canopy gap structure in forests using wavelet analysis. *Journal of Ecology* 80: 205-215.
- Bramson, M., Durrett, R. y Schonmann, R. H. 1991. The Contact Processes in a Random Environment. *The Annals of Probability* 19: 960-983.
- Brand, L. A., Noon, B. R. y Sisk, T. D. 2006. Predicting abundance of desert riparian birds: validation and calibration of the effective area model. *Ecological Applications* 16: 1090-1102.
- Brandt, J. 2000. The landscape of landscape ecologists. *Landscape Ecology* 15: 181-185.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ediciones Blume, Madrid, España.
- Brix, H. 1971. Effects of nitrogen fertilization on photosynthesis and respiration in Douglas-fir. *Forest Science* 17: 407–414.

- Brotons, L., Thuiller, W., Araújo, M. B. y Hirzel, A. H. 2004. Presence-absence versus presence-only modelling methods for predicting bird habitat suitability. *Ecography* 27: 437-448.
- Brownie, C. y Gumpertz, M. L. 1997. Validity of spatial analyses for large field trials *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 2: 1-23.
- Brubaker, L.B. 1986. Responses of tree populations to climatic change. *Vegetatio* 67: 119-130.
- Bruinderink, G.G., Van Der Sluis, T., Lammertsma, D., Opdam, P. y Pouwels, R. 2003. Designing a coherent ecological network for large mammals in northwestern Europe. *Conservation Biology* 17: 549-557.
- Bruno, J. F., Lee, S. C., Kertesz, S., Carpenter, R. C., Long, Z., T. y Duffy, E. 2006. Partitioning the effects of algal species identity and richness on benthic marine primary production. *Oikos* 115: 170-178.
- Bryan, T. L. y Metaxas, A. 2007. Predicting suitable habitat for deep-water gorgonian corals on the Atlantic and Pacific Continental Margins of North America. *Marine Ecology Progress Series* 330: 113-126.
- Brzeziecki, B., Kienast, F., y Wildi, O. 1993. A simulated map of the potential natural forest vegetation of Switzerland. *Journal of Vegetation Science* 4: 499-503.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. y Thomas, L. 2001. *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Bullock, J. M. y Clarke, R. T. 2000. Long distance seed dispersal by wind: measuring and modelling the tail of the curve. *Oecologia* 124: 1432-1939.
- Bullock, J. M., Shea, K. y Skarpaas, O. 2006. Measuring plant dispersal: an introduction to field methods and experimental design. *Plant Ecology* 186: 217-234.
- Burdon, J. J. y Thrall, P.H. 2000. Coevolution at multiple spatial scales: *Linum marginale-Melampsora lini* ñ ñ from the individual to the species. *Evolutionary Ecology* 14: 261-281.
- Burgaz, A. R. y Martínez, I. 2003. *Peltigerales: Lobariaceae, Nephromataceae, Peltigeraceae*. Sociedad Española de Liqueología, Murcia.
- Burgess, T. M. y Webster, R. 1980. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties II. Block kriging. *Journal of Soil Science* 31: 333-341.
- Burnham, K. P. y Anderson, D. 2002. *Model Selection and Multi-Model Inference. A Practical Information-Theoretic Approach*. Springer.
- Burrough, P. A. 1987. Spatial aspects of ecological data. En: *Data Analysis in Community and Landscape Ecology* (eds. Jongman, R. H. G., ter Braak, C. J. F. y Van Tongeren, O. F. R.), pp. 213-248. Cambridge Univ. Press, Cambridge, Reino Unido.
- Burrough, P. A. y McDonnell, R. 2000. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Burrough, P. A. 1990. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment*. Clarendon Press, Oxford, Reino Unido.
- Busby, J. R. 1986. A biogeographical analysis of *Nothofagus cunninghamii* (Hook.) Oerst. in southeastern Australia. *Australian Journal of Ecology* 11: 1-7.

- Busby, J. R. 1991. BIOCLIM – A bioclimatic analysis and prediction system. En: *Nature Conservation: Cost Effective Biological Surveys and Data Analysis* (eds. Margules, C. R. y Austin, M. P.), pp. 64-68. CSIRO, Canberra, Australia.
- Bustamante, J. y Seoane, J. 2004. Predicting the distribution of four species of raptors (Aves: Accipitridae) in southern Spain: statistical models work better than existing maps. *Journal of Biogeography* 31: 295-306.
- Caballero, I. 2006. *Estructura espacio-temporal del banco de semillas: las comunidades gipsícolas del centro de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco, Bilbao
- Caballero, I., Olano, J. M., Escudero, A. y Loidi, J. 2008. Seed bank spatial structure in semi-arid environments: Beyond the patch-bare area dichotomy. *Plant Ecology* 195 : 215-224.
- Caballero, I., Olano, J. M., Loidi, J. y Escudero, A. 2003. Seed bank structure along a semi-arid gypsum gradient in Central Spain. *Journal of Arid Environments* 55: 287-299.
- Caballero, I., Olano, J. M., Luzuriaga, A L., y Escudero, A. 2005. Spatial coherence between seasonal seed banks in a semi-arid gypsum community: density changes but structure does not. *Seed Science Research* 15: 153-160.
- Cabello, J. 1997. *Factores ambientales, estructura y diversidad en comunidades de matorral mediterráneo semiárido (Tabernas-Sierra Alhambilla-Níjar, SE Ibérico)*. Tesis doctoral. Universidad de Almería. Almería. 612 pp.
- Cabello, J., Alcaraz, D., Liras, E. y Paruelo J.M. 2007. Evaluación de los impactos del uso el suelo sobre las ganancias de carbono a través de diferentes ecosistemas hospedantes del SE ibérico mediante el Índice Verde Normalizado. *I Congreso Nacional sobre Cambio Global*. 25, 26 y 27 Abril. Getafe, España.
- Cabeza, M., Araújo, M. B., Wilson, R. J., Thomas, C. D., Cowley, M. J. R. y Moilanen, A. 2004. Combining probabilities of occurrence with spatial reserve design. *Journal of Applied Ecology* 41: 252-262.
- Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A., Weathers, K. C. y Jones, C. G. 2003. A framework for a theory of ecological boundaries. *Bioscience* 53: 750-758.
- Cadwell, L. L., Downs, J. L., Phelps, C. M., Nugent, J. J., Marsh, L. y Fitzner, L. 1996. Sagebrush restoration in the shrub-steppe of south-central Washington in Proceedings: Shrubland ecosystem dynamics in a changing environment. Las Cruces, NM, 23-25 May, 1995. Intermountain-Research-Station, USDA Forest Service. General Technical Report No. INT-GTR-338.
- Callaway, R. M. 1995. Positive interactions among plants. *Botanical Review* 61: 306-349.
- Calvete, C., Estrada, R., Angulo, E. y Cabezas-Ruiz, S. 2004. Habitat factors related to wild rabbit conservation in an agricultural landscape. *Landscape Ecology* 19: 531-542.
- Calvete, C., Estrada, R., Villafuerte, R., Osácar, J.J. y Lucientes, J. 2002. Epidemiology of viral haemorrhagic disease (VHD) and myxomatosis in a free-living populations of wild rabbits. *The Veterinary Record* 150: 776-782.
- Calviño-Cancela, M. 2002. Spatial patterns of seed dispersal and seedling recruitment in *Corema album* (Empetraceae): the importance of unspecialized dispersers for regeneration. *Journal of Ecology* 90: 775-784.

- Camarero, J. J. y Gutiérrez, E. 1999. Estructura, patrón espacial y regeneración de una población de *Pinus uncinata* Ram. en su límite occidental de distribución (Castiello de Vinuesa, Soria-La Rioja). *Zubía* 17: 99-153.
- Camarero, J. J. y Rozas, V. 2006. Técnicas de análisis espacial de patrones de superficies y detección de fronteras aplicado a la ecología forestal. *Investigaciones Agrarias Sistemas y Recursos Forestales* 15: 66-87.
- Camarero, J. J., Bartumeus, F. y Gutiérrez, E. 2005b. La detección de fronteras mediante espectros de diversidad: ejemplos con patrones de plantas vasculares a lo largo de ecotonos del límite del bosque en los Pirineos. Actas del Congreso "La Unidad en la Diversidad: un Congreso de Ecología tras el Legado de Margalef". Asociación Española de Ecología Terrestre, Barcelona.
- Camarero, J. J., Gutiérrez, E. y Fortin, M.-J. 2000a. Boundary detection in altitudinal treeline ecotones in the Spanish Central Pyrenees. *Arctic and Alpine Research* 32: 117-126.
- Camarero, J. J., Gutiérrez, E. y Fortin, M.-J. 2000b. Spatial pattern of subalpine forest-alpine grassland ecotones in the Spanish Central Pyrenees. *Forest Ecology and Management* 134: 1-16.
- Camarero, J. J., Gutiérrez, E. y Fortin, M.-J. 2006. Spatial patterns of plant richness across treeline ecotones in the Pyrenees reveal different locations for richness and tree cover boundaries. *Global Ecology and Biogeography* 15: 182-191.
- Camarero, J. J., Gutiérrez, E., Fortin, M.-J. y Ribbens, E. 2005a. Spatial patterns of tree recruitment in a relict population of *Pinus uncinata*: forest expansion through stratified diffusion. *Journal of Biogeography* 32: 1979-1992.
- Camarero, J.J. y Fortin, M.J. 2006. Detección cuantitativa de fronteras ecológicas y ecotonos. *Écosistemas* 2006/3: 29-40. URL: http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=435&Id_Categoria=1&tipo=portada
- Camargo, L. 1973. Las ciencias cartográficas y el ordenador. La proyección UTM. *Boletín de la Información del Servicio Cartográfico del Ejército* 21: 25-46.
- Cammeraat, L. H. 2002. A review of two strongly contrasting geomorphological systems within the context of scale. *Earth Surface Processes and Landforms* 27: 1201-1222.
- Cammeraat, L. H., Imeson, A. C. 1999. The evolution and significance of soil-vegetation patterns following land abandonment and fire in Spain. *Catena* 37: 107-127.
- Campagne, D. M., Cantó, M. T., Hernández, M. y Peña, J. 2005. Turismo y agricultura intensiva en la Marina Baixa. Tensiones jurídico-ambientales en zonas de alto impacto turístico. *Revista de Derecho Urbanístico*. Nº 220.
- Cantwell, M.D. y Forman, R.T.T. 1993. Landscape graphs, ecological modelling with graph theory to detect configurations common to diverse landscapes. *Landscape Ecology* 8:239-255.
- Cappé, O. 2001a. *Ten years of HMMs*. URL: www.tsi.enst.fr/~cappe/docs/hmmbib.html
- Cappé, O. 2001b. *H2M: A set of MATLAB/OCTAVE functions for the EM estimation of mixtures and hidden Markov models*. URL: www.tsi.enst.fr/~cappe/h2m/
- Cappé, O., Moulines, E. y Rydén, T. 2005. *Inference in Hidden Markov Models*. Springer.

- Carelli, J. A. y Herrero, H. R. 2005. Análisis de errores de modelos digitales de terreno para la provincia de Tucumán, Argentina. *Mapping interactivo* 5: 1-7.
- Carey, P. D. y Brown, N. J. 1995. The use of GIS to identify sites that will become suitable for a rare orchid, *Himantoglossum hircinum* L., in future changed climate. *Biodiversity Letters* 2: 117-123.
- Carlquist, S. 1966a. The biota of long-distance dispersal, II. Loss of dispersibility in Pacific Compositae. *Evolution* 20: 30-48.
- Carlquist, S. 1966b. The biota of long-distance dispersal, III. Loss of dispersibility in the Hawaiian Flora. *Brittonia* 18: 310-335.
- Carmel, Y. y Kadmon, R., 2000. Spatio-temporal Predictive Models of Mediterranean Vegetation Dynamics. *Ecological Applications* volume 11, No.1, p.268-280.
- Carpenter, G., Gillison, A. N. y Winter, J. 1993. DOMAIN: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity and Conservation* 2: 667-680.
- Carreño, F. 2005. *Análisis de la influencia de variables topográficas y usos del suelo en los modelos digitales de elevaciones SRTM*. Proceedings X Conferencia de la Sociedad Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (XCISIG). San Juan, Puerto Rico.
- Carreño, F., de Pablo, M. A. y Martín-González, F. 2007. *Assessment and potential uses of the SRTM DEM (90 m) for geosciences: Some cases in Spain*. European Geosciences Union, Vienna, Austria.
- Carver, S. J. 1991. Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems* 5: 321-339.
- Casals, P., Romanyà, J., Cortina, J., Bottner, P., Couteaux, M. M. y Vallejo, V. R. 2000. CO₂ efflux from a Mediterranean semi-arid forest soil. I. Seasonality and effects of stoniness. *Biogeochemistry* 48: 261-281.
- Cassinello, J., Acevedo, P. y Hortal, J. 2006. Prospects for population expansion of the exotic aoudad (*Ammotragus lervia*; Bovidae) in the Iberian Peninsula: clues from habitat suitability modelling. *Diversity and Distributions* 12: 666-678.
- Castellano, S. y Balletto, E. 2002. Is the partial Mantel test inadequate? *Evolution* 56: 1871-1873.
- Castroviejo, S., García, R. y Quintanar, A., 2003. *Estudio preliminar de las Plantas vasculares alóctonas de los parques nacionales españoles*. R.S.E.H.N. Organismo Autónomo Parques Nacionales, MMA.
- Caswell, H. 2001. *Matrix Population Models. Construction, Analysis and Interpretation*. Second edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts.
- Caswell, H. 2001. *Matrix population models. Construction, Analysis and Interpretation*. 2nd Ed. Sinauer Associates, Inc.
- Cerdà A. 1997. The effect of patchy distribution of *Stipa tenacissima* L. on runoff and erosion. *Journal of Arid Environments* 9: 27-38.
- Cerdà, A. 1998. Soil aggregate stability under different Mediterranean vegetation types. *Catena*, 32: 73-86.
- Chambers J. C. y McMahon, M. 1994. A day in the life of a seed - Movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 25: 263-292.

- Chapin, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Taylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds A. L., Hooper D. U., Lavorel, S., Sala, O. E., Hobbie, S. E., Mack, M. C. y Diaz, S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Charalambidou, I., Santamaría, L., LangeVoord, O. 2005. Effect of ingestion by five duck dispersers on the retention time, retrieval and germination on *Ruppia moritium* seeds. *Functional Ecology* 17: 747-753.
- Chatterjee, S. y B. Price. 1991. *Regression Analysis by Example*. 2nd edition. Wiley, Nueva York, Estados Unidos.
- Chefaoui, R. M., Hortal, J. y Lobo, J. M. 2005. Potential distribution modelling, niche characterization and conservation status assessment using GIS tools: a case study of Iberian Copris species. *Biological Conservation* 122: 327-338.
- Cherrill, A. J., McClean, C., Watson, P., Tucker, K., Rushton, S. P. y Sanderson, R. 1995. Predicting the distributions of plant species at the regional scale: a hierarchical matrix model. *Landscape Ecology* 10:197-207.
- Chesson, P. 1981. Models for spatially distributed populations: the effect of within-patch variability. *Theoretical Population Biology* 19: 288-325.
- Chesson, P. 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31: 343-366.
- Chesson, P. y Warner, R. R. 1981. Environmental variability promotes coexistence in lottery competitive systems. *The American Naturalist* 117: 923-943.
- Chilès, J. P. y Delfiner, P. 1999. *Geostatistics: Modelling Spatial Uncertainty*. Wiley.
- Chirino, E., Bonet, A., Bellot, J. y Sánchez, J. R. 2006. Effects of 30-year-old Aleppo pine plantations on runoff, soil erosion, and plant diversity in a semi-arid landscape in south eastern Spain. *Catena* 65:19-29
- Chirino, E., Sánchez, J. R., Bonet, A. y Bellot J. 2001. Effect of afforestation and vegetation dynamics on soil erosion in a semiarid environment (SE Spain). En: *Ecosystems and sustainable development III* (eds. Villacampa, Y., Brebbia, C. A. y Uso, J. L.), pp. 239-248. Wessex Institute of Technology, Southampton, Reino Unido.
- Chrisman, N.R. 1997. *Exploring Geographic Information Systems*, John Wiley and Sons, Nueva York.
- Christensen, O.F. y Ribeiro, P.J. 2002. geoRglm - a package for generalised linear spatial models. *R-News* 2: 26-28.
- Christian, C. E. 2001. Consequences of a biological invasion reveal the importance of mutualism for plant communities. *Nature* 413: 635-639.
- Chuvieco, E. 1990. *Fundamentos de teledetección espacial*. Ed. Rialp. Madrid.
- Cipriotti, P. A. y Aguiar, M. R. 2005. Effects of grazing on patch structure in a semi-arid two-phase vegetation mosaic. *Journal of Vegetation Science* 16: 57-66.
- Clark, C. J., Poulsen, J. R., Bolker, B. M., Connor, E. F. y Parker, V. T. 2005. Comparative seed shadows of bird-, monkey-, and wind-dispersed trees. *Ecology* 86: 2684-2694.
- Clark, J. S., Silman, M., Kern, R., Macklin, E. y HilleRis-Lambers, J. 1999. Seed dispersal near and far: Patterns across temperate and tropical forests. *Ecology* 80: 1475-1494.

- Clark, P. J., y Evans, F.C. 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35: 445-453.
- Cliff, A. D. y Ord, J. K. 1981. *Spatial Processes: Models and Applications*. Pion, Londres, Reino Unido.
- Cliff, A. y Ord, J.K. 1973. *Spatial Autocorrelation*. Pion Limited, Londres, Reino Unido.
- Climent, A., Constán-Nava, S., Terrones, B., Pastor, E. y Bonet, A. 2006. Distribució de les poblacions de l'espècie invasora *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle al Parc Natural del Carrascal de la Font Roja. *Iberis* 4: 89-101.
- Cocu, N., Conrad, K., Harrington, R. y Rounsevell, M. D. A. 2005. Analysis of spatial patterns at a geographical scale over north-western Europe from point-referenced aphid count data. *Bulletin of Entomological Research* 95: 47-56.
- Cohen, D. 1966. Optimizing reproduction in a randomly varying environment. *Journal of Theoretical Biology* 12: 119-129.
- Collins, R.P. y Jones, M.B. 1985. The influence of climatic factors on the distribution of C4 species in Europe. *Vegetatio* 64: 121-129
- Collins, S. L. y Good, R. E. 1987. The seedling regeneration niche, habitat structure of tree seedlings in an oak-pine forest. *Oikos* 48: 89-98.
- Comins, H. N., Hassell, M. P. y May, R. M. 1992. The Spatial Dynamics of Host-Parasitoid Systems. *The Journal of Animal Ecology* 61: 735-748.
- Condit, R., Hubbell, S. P. y Foster, R. B. 1994. Density dependence in two understorey tree species in a Neotropical forest. *Ecology* 75: 671-680.
- Conant, R. T., Klopatek, J. M. y Klopatek, C. C. 2000. Environmental factors controlling soil respiration in three semiarid ecosystems. *Soil Science Society of America Journal* 64: 383-390.
- Conant, R. T., Dalla-Betta, P., Klopatek, C. C. y Klopatek, J. M. 2004. Controls on soil respiration in semiarid soils. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 945-951.
- Connell, J. H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. En: *Dynamics of populations* (eds. Den Boer, P. J. y Gradwell, G.), pp. 298-312. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Holanda.
- Conrad, K., Perry, J. N., Woiwood, I. P. y Alexander, C. J. 2006. Large-scale temporal changes in spatial pattern during declines of abundance and occupancy in a common moth. *Journal of Insect Conservation* 10: 53-64.
- Cordeiro, N. J. y Howe, H. F. 2001. Low Recruitment of Trees Dispersed by Animals in African Forest Fragments. *Conservation Biology* 15: 1733-1741.
- Cordeiro, N. J. y Howe, H. F. 2003. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100: 14052-14056.
- Corlett, R. T. 2000. Environmental heterogeneity and species survival in degraded tropical landscapes. En: *The Ecological Consequences of Environmental Heterogeneity* (eds. Hutchings, M. J., John, E. A. y Stewart, A. J. A.), pp. 333-356. Blackwell Science, Cambridge, Reino Unido.
- Corlett, R. T. 2007. The impact of hunting on the mammalian fauna of tropical asian forests. *Biotropica* 39: 292-303.

- Costanza, R. y Maxwell, T. 1994. Resolution and Predictability: An Approach to the Scaling Problem. *Landscape Ecology* 9: 47-57.
- Costa-Silva, J., Dutkowsky, G.W. y Gilmour, A.R. 2001. Analysis of early tree height in forest genetic trials is enhanced by including a spatially correlated residual. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1887-1893.
- Courboules, J., Manière, R. y Bouchon, C. 1988. Systèmes d'informations géocodées et télédétection à haute résolution. Exemple d'application aux côtes jordaniennes. *Oceanologie Acta* 11: 337-351.
- Couteron, P. y Ollier, S. 2005. A generalized, variogram-based framework for multi-scale ordination. *Ecology* 86: 828-834.
- Couteron, P., Seghier, J. y Chadoeuf, J. 2003. A test for spatial relationships between neighbouring plants in plots of heterogeneous plant density. *Journal of Vegetation Science* 14: 163-172.
- Covelo, F. y Gallardo, A. 2001. Temporal variation in total leaf phenolics concentration of *Quercus robur* in forested and harvested stands in northwestern Spain. *Canadian Journal of Botany* 79: 1262-1269.
- Covelo, F. y Gallardo, A. 2004. Green and senescent leaf phenolics showed spatial autocorrelation in a *Quercus robur* population in northwestern Spain. *Plant and Soil* 259: 267-276.
- Cox, E. W., Garrot, R. A. y Cary, J. R. 1997. Effect of supplemental cover on survival of snowshoe hares and cottontail rabbits in patchy habitat. *Canadian Journal of Zoology* 75: 1357-1367.
- Crall, A. W., Meyerson, L. A., Stohlgren, T. J., Jarnevich, C. S., Newman, G. J. y Gram, J. 2006. Show me the numbers: what data currently exist for non-native species in the USA? *Frontiers in Ecology and the Environment* 4: 414-418.
- Crawley, M. J. 1992. Seed predators and plant population dynamics. En: *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (ed. Fenner, M.), pp. 157-191. CABI Publishing, Londres, Reino Unido.
- Crespo, A., Barreno, E. 1975. Ensayo florístico y ecológico de la vegetación liquenica de los yesos del centro de España. *Anales del instituto botánico de Antonio Jose Cavanilles* 32: 873-908.
- Cressie, N. A. C. 1993. *Statistics for spatial data*. John Wiley & Sons, Nueva York, Estados Unidos.
- Crist, T. O. 1998. The spatial distribution of termites in shortgrass steppe: a geostatistical approach. *Oecologia* 114: 410-416.
- Csillag, F. y Kabos, S. 2002. Wavelets, boundaries and the analysis of landscape pattern. *Ecoscience* 9: 177-190.
- Csillag, F., Boots, B., Fortin, M.-J., Lowell, K. y Potvin, F. 2001. Multiscale characterization of boundaries and landscape ecological patterns. *Geomatica* 55: 291-307.
- Cullis, B.R. y Gleason, A.C. 1991. Spatial analysis of field experiments. An extension of two dimensions. *Biometrics* 47: 1449-1460.
- Cuzick, J. y Edwards, R. 1990. Spatial clustering for inhomogeneous populations (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society (series B)* 52: 73-104

- D'Odorico, P., Laio F. y Ridolfi L. 2006. Patterns as indicators of productivity enhancement by facilitation and competition in dryland vegetation. *Journal of Geophysical Research* 111: G03010
- Dale, M. E., Iverson, L. R., Prasad, Anantha, y Scott, C. T. A. 1997. GIS-derived Integrated Moisture Index to Predict Forest Composition and Productivity of Ohio Forests (U.S.A.). *Landscape Ecology* 12: 331-348.
- Dale, M. R. T. 1999. *Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Dale, M. R. T. y Mah, M. 1998. The use of wavelets for spatial pattern analysis in ecology. *Journal of Vegetation Science* 9: 805-814.
- Dale, M. R. T., Blundon, D. J., MacIsaac, D. A. y Thomas, A. G. 1991a. Multiple species effects and spatial autocorrelation in detecting species associations. *Journal of Vegetation Science* 2: 635-642.
- Dale, M. R. T., John, E. A. y Blundon, D. J. 1991b. Contact sampling for the detection of interspecific association: A comparison in two vegetation types. *Journal of Ecology* 79: 781-792.
- Dale, M. R. T., Dixon, P., Fortin, M.-J., Legendre, P., Myers, D. E. y Rosenberg, M. S. 2002. Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis. *Ecography* 25: 558-577.
- Dale, M., Dale, P. y Edgoose, T. 2002. Using Markov models to incorporate serial dependence in studies of vegetation change. *Acta Oecologica* 23: 261-269.
- Dale, M. R. T. y Fortin, M.-J. 2002. Spatial autocorrelation and statistical tests in ecology. *Ecoscience* 9: 162-167.
- Dalling, J. W., Muller-Landau, H. C., Wright, S. J. y Hubbell, S. P. 2002. Role of dispersal in the recruitment limitation of neotropical pioneer species. *Journal of Ecology* 90: 714-727.
- Daubechies, I. 1992. *Ten Lectures on Wavelets*. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, Estados Unidos.
- Davenport, D. W., Breshears, D. D., Wilcox, B. P., Allen, C. D. 1998. Viewpoint: Sustainability of piñon-juniper ecosystems – a unifying perspective of soil erosion thresholds. *Journal of Rangeland Management* 51: 231-240.
- Davidar, P. y Morton, E. S. 1986. The relationship between fruit crop size and fruit removal rates by birds. *Ecology* 67: 262-265.
- De Frutos, A., Olea, P.P. y Vera, R. 2007. Analyzing and modelling spatial distribution of summering lesser kestrel: The role of spatial autocorrelation. *Ecological Modelling* 200: 33-44.
- De la Cruz, M. 2006. Introducción al análisis de datos mapeados. *Ecosistemas* 2006/3: 20-40. URL://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id= 448&Id_categoria = 1&tipo=portada
- De la Cruz, M., Romao, R., Escudero, A. y Maestre, F. T. 2008. Where do seedling go? 'A spatio-temporal analysis of seedling movility in a semiarid gypsophite. *Ecography*, (En prensa).
- De Lucio Fernández, J.V., Atauri Mezquida, J.A., Sastre Olmos, P. y Martínez Alandi, C. 2003. Conectividad y redes de espacios naturales protegidos: del modelo teórico a la visión práctica de la gestión. En: *Conectividad ambiental: las áreas pro-*

- tegidas en la Cuenca Mediterránea* (coord. García Mora, M. R.), pp. 29-53. Junta de Andalucía, Sevilla, España.
- De Miguel, J.M. y Gómez Sal, A. 2002. Diversidad y funcionalidad de los paisajes agrarios tradicionales. En: *La diversidad biológica de España* (eds. Pineda, F. D., de Miguel, J. M., Casado, M. A. y Montalvo, J.), pp. 273-284. Pearson Educación, S.A. Madrid, España.
- De Pablo, C. L y Pineda, F. D. 1985. Análisis multivariante del territorio para su cartografía ecológica. Ensayo preliminar en la provincia de Madrid. *Anales de Geografía de la UCM* 5: 235-260.
- De Pablo, C. L. 2000. Cartografía ecológica: conceptos y procedimientos para la representación espacial de ecosistemas. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)* 96:57-68.
- Debouzie, D., Bendjedid, A., Bensid, T. y Gautier, N. 1996. *Stipa tenacissima* aerial biomass estimated at regional scale in an Algerian steppe, using geostatistical tools. *Vegetatio* 124: 173-181.
- DeFalco, L. A., Detling, J. K., Richard, C. y Warren S. D. 2001. Physiological variation among native and exotic winter annual plants associated with microbiotic crusts in the Mojave Desert. *Plant and Soil* 234: 1-14
- Delgado, R., Delgado, G., Párraga, J., Gámiz, E., Sánchez, M. y Tenorio, M. A. 1989. Mapa de suelos, hoja 1027. Instituto para la Conservación de la Naturaleza, Madrid.
- Delgado, R., Delgado, G., Párraga, J., Gámiz, E., Sánchez, M. y Tenorio M. A. 1989. *Proyecto Lucdeme. Mapa de suelos. Güejar-Sierra 1027*. Industrias Gráficas Marte, SA, España.
- Dempster, A.P., Laird, N.M. y Rubin, D.B. 1977. Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society Series B* 39: 1-38.
- Dennis, P., Aspinall, R. J. y Gordon, I. J. 2002. Spatial distribution of upland beetles in relation to landform, vegetation and grazing management. *Basic and Applied Ecology* 3: 183-193.
- Di Castri, F. y Hansen, A.J. 1992. *Landscape Boundaries. Consequences for biotic diversity and ecological flows*. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Díaz Pineda, F. 2000. Espacio y tramas de funcionamiento en el paisaje mediterráneo. En: *El hombre y el paisaje: evaluación y conservación del paisaje natural, rural y urbano* (eds. Morey, M. y Mayol, J.), pp. 37-54. Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Santander, España.
- Díaz, R., Zas, R. y Fernández-López, J. 2007. Genetic variation of *Prunus* in susceptibility to cherry leaf spot (*Blumeriella jaapii*) in spatially heterogeneous infected seed orchards. *Annals of Forest Science* 64: 21-30.
- Díaz, S., Acosta, A. y Cabido, M. 1994. Community structure in montane grasslands of Central Argentina in relation to land use. *Journal of Vegetation Science* 5: 483-488.
- Díaz-Delgado, R. y Pons, X. 2001. Spatial patterns of forest fires in Catalonia (NE of Spain) along the period 1975-1995; analysis of vegetation recovery after fire. *Forest Ecology and Management* 147: 67-74.

- Dieckmann, U., Law, R., y Metz, J. A. (eds), 2000, *The geometry of ecological interactions*, Cambridge Studies in Adaptive dynamics, Cambridge University Press, Reino Unido.
- Diggle, P. J. 1979a. On parameter estimation and goodness-of-fit testing for spatial point patterns. *Biometrics* 35: 87-101.
- Diggle, P. J. 1979b. Statistical methods for spatial point patterns in ecology. En: *Spatial and Temporal Analysis in Ecology* (eds. Cormack, R.M. y Ord, J.K.), pp. 99-150. International Co-operative Publishing House, Fairland, Estados Unidos.
- Diggle, P. J. 1983. *Statistical Analysis of Spatial Point Patterns*. Academic Press, Londres, Reino Unido.
- Diggle, P. J. 2003. *Statistical Analysis of Spatial Point Patterns*. 2ª ed. Arnold, Londres, Reino Unido.
- Diggle, P. J., Gratton, R. J. 1984. Monte Carlo methods of inference for implicit statistical models. *Journal of the Royal Statistical Society (series B)* 46: 193-212.
- Diggle, P., Chetwynd, A., Haggkvist, R. y Morris, S. 1995 Second-order analysis of space-time clustering. *Statistical Methods in Medical Research* 4: 124-136
- Diniz-Filho, J.A.F, Bini, L.M y Hawkins, B.A. 2003. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecology & Biogeography* 12: 53-64.
- Dirichlet, G. L. 1850. Über die Reduktion der positiven quadratischen Formen mit drei unbestimmten ganzen Zahlen. *Journal für die Reine und Angewandte Mathematik* 40: 209-227.
- Dixon, P. M. 2002a. Nearest-neighbor contingency table analysis of spatial segregation for several species. *Ecoscience* 9: 142-151.
- Dixon, P. M. 2002b. Nearest neighbor methods. En: *The encyclopedia of environmetrics* (eds. El-Shaarawi, A.H. y Piergorsch, W.W.), pp. 1370-1383. John Wiley & Sons Ltd, Nueva York, Estados Unidos.
- Dixon, P. M. 2002c. Ripley's K function. En: *The encyclopedia of environmetrics* (eds. El-Shaarawi, A. H. y Piergorsch, W. W.), pp. 1796-1803. John Wiley & Sons Ltd, Nueva York, Estados Unidos.
- Dixon, R. K., Meldahl, R. S., Ruark, G. A. y Warren, W. G. 1990. Process Modelling of Forest Growth Responses to Environmental Stress. Timber Press, Portland.
- Doak, P. 2000. The effects of plant dispersion and prey density on parasitism rates in a naturally patchy habitat. *Oecologia* 122: 556-567.
- Donnelly, K. P. 1978. Simulations to determine the variance and edge effect of total nearest-neighbor distance. En: *Simulation Studies in Archaeology* (ed. Hodder, I.), pp. 91-95. Cambridge University Press. Cambridge.
- Donohue, K. 1998. Maternal Determinants of Seed Dispersal in *Cakile edentula*: Fruit, Plant, and Site Traits. *Ecology* 79: 2771-2778.
- Draper, D., Roselló-Graell, A., García, C., Tauleigne, C. y Sergio, C. 2003. Application of GIS in plant conservation programmes in Portugal. *Biological Conservation* 113: 337-349.
- Dray, S., Legendre, P. y Peres-Neto, P.R. 2006. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbour matrices (PCNM). *Ecological Modelling* 196: 483-493.

- Duke, C. S. 2006. Data: share and share alike. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4: 395.
- Dungan, J. L., Perry, J. N., Dale, M. R. T., Legendre, P., Citron-Pousty, S. Fortin, M.-J., Jakomulska, A., Miriti, M. y Rosenberg, M. S. 2002. A balanced view of scale in spatial statistical analysis. *Ecography* 25: 626–640.
- Dunkerley, D. L. 1997. Banded vegetation: development under uniform rainfall from a simple cellular automaton model. *Plant Ecology* 129: 103-111.
- Dunn, C. P., Sharpe, D. M., Guntenspergen, G. R., Stearns, F. y Yang, Z. 1991. Methods for analyzing temporal changes in landscape pattern. En: *Quantitative Methods in Landscape Ecology: The Analysis and Interpretation of Landscape Heterogeneity* (eds. Turner, M. G. y Gardner, R. H.). Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Dupré, C. y Ehrlén, J. 2002. Habitat configuration, species traits and plant distributions. *Journal Ecology* 90:796-805.
- Durbin, R., Eddy, S., Krogh, A. y Mitchison, G. 1998. *Biological sequence analysis. Probabilistic models of proteins and nucleic acids*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Durrett, R. 1999. Stochastic Spatial Models. *SIAM Review* 41: 677-718.
- Durrett, R. y Levin, S.A. 1994. Stochastic spatial models: a user's guide to ecological applications. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 343: 329-350.
- Durrett, R. y Neuhauser, C. 1997. Coexistence Results for Some Competition Models. *The Annals of Applied Probability* 7: 10-45.
- Dutilleul, P. 1993a. Modifying the t test for assessing the correlation between two spatial processes. *Biometrics* 49: 305-314.
- Dutilleul, P. 1993b. Spatial heterogeneity and the design of ecological field experiments. *Ecology* 74: 1646-1658.
- Dutilleul, P. 1998. Incorporating scale in ecological experiments: study designs. En: *Ecological scale: theory and applications* (eds. Peterson, D.L. y Parker, V.T.). Columbia University Press, Nueva York, Estados Unidos.
- Dutilleul, P. y Legendre, P. 1993. Spatial heterogeneity against heteroscedasticity: an ecological paradigm versus a statistical concept. *Oikos* 66: 152-171.
- Dutkowski, G.W., Costa-e-Silva, J., Gilmour, A.R., Wallendorf, H. y Aguiar, A. 2006. Spatial analysis enhances modelling of a wide variety of traits in forest genetic trials. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 1851-1870.
- Dutkowski, G.W., Costa-Silva, J., Gilmour, A.R. y Lopez, G.A. 2002. Spatial analysis methods for forest genetic trials. *Canadian Journal of Forest Research* 32: 2201-2214.
- Dye, D. G. y Goward, S. N. 1993. Photosynthetically active radiation absorbed by global land vegetation in August 1984. *International Journal of Remote Sensing* 14: 3361-3364.
- Eastman, J. R. 1997. *Idrisi for Windows User's Guide, version 2.0*. Clark University, Worcester.
- Efron, B. y Tibshirani, R. J. 1993. *An introduction to the bootstrap*. Chapman and Hall, Nueva York, Estados Unidos.

- Ehleringer, T. E., Cerling, T. E. y Hellinker, B. R. 1997. C4 Photosynthesis, CO₂ atmospheric and Climate. *Oecologia* 112: 285-299.
- Ehrlén, J. y Eriksson, O. 2000. Dispersal limitation and patch occupancy in forest herbs. *Ecology* 81: 1667-1674.
- Eldridge, D. J. y Rosentreter, R. 1999. Morphological groups: a framework for monitoring microphytic crusts in arid landscapes. *Journal of Arid Environments* 41: 11-25.
- Eldridge, D. J., 1996. Distribution and floristics of terricolous lichens in soil crusts in arid and semi-arid New South Wales, Australia. *Australian Journal of Botany* 44: 581-599.
- Eldridge, D.J. y Tozer, M. E. 1997. Environmental factors relating to the distribution of terricolous bryophytes and lichens in semi-arid eastern Australia. *Bryologist* 100: 28-39.
- Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R. J., Huettmann, F., Leathwick, J. R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L. G., Loiselle, B. A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J. McC. M., Peterson, A. T., Phillips, S. J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R. E., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M. S. y Zimmermann, N. E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151.
- Elliot, R.J., Aggoun, L. y Moore, J.B. 1995. *Hidden Markov Models – Estimation and Control*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Ellis, Ch. J., Coppins, B. J. y Dawson, T. P. 2007. Predicted response of the lichen epiphyte *Lecanora populicola* to climate change scenarios in a clean-air region of Northern Britain. *Biological Conservation* 135: 396-404.
- Ellner, S. 1985. ESS germination strategies in randomly varying environments. 1. Logistic-type models. *Theoretical Population Biology* 28: 50-79.
- Ellner, S. y Shmida, A. 1981. Why are adaptations for long-range seed dispersal rare in desert plants? *Oecologia* 51: 133-144.
- Engler, R., Guisan, A. y Rechsteiner, L. 2004. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. *Journal of Applied Ecology* 41: 263-274.
- Eriksson, O. y Ehrlén, J. 1992. Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. *Oecologia* 91: 360-364.
- Ermentrout G. y Edelstein-Keshet, L. 1992. Cellular automata approaches to biological modelling. *Journal of Theoretical Biology* 160: 97-133.
- Escobar, M. 1999. *Análisis gráfico/exploratorio*. Editorial La Muralla, Madrid.
- Escudero, A., Carnes, L. y Pérez-García F. 1997. Seed germination of gypsophytes and gypsovags in semiarid central Spain. *Journal of Arid Environments* 36: 487-497.
- Escudero, A., Iriondo, J. M. y Torres, M. E. 2003. Spatial analysis of genetic diversity as a tool for plant conservation. *Biological Conservation* 113: 351-365.
- Escudero, A., Iriondo, J. M., Olano, J. M., Rubio, A. y Somolinos, R. C. 2000. Factors affecting establishment of a gypsophyte: The case of *Lepidium subulatum* (Brassicaceae). *American Journal of Botany* 87: 861-871.

- Escudero, A., Martínez, I., de la Cruz, A., Otálora, M. A. G. y Maestre, F. T. 2007. Soil lichens have species-specific effects on the seedling emergence of three gypsophile plant species. *Journal of Arid Environments* 70: 18-28.
- Escudero, A., Romão, R., de la Cruz, M. y Maestre, F. T. 2005. Spatial pattern and neighbor effects on *Helianthemum squamatum* seedlings in a semiarid Mediterranean gypsum community. *Journal of Vegetation Science* 16: 383-390.
- Escudero, A., Somolinos, R. C., Olano, J. M. y Rubio, A. 1999. Factors controlling the establishment of *Helianthemum squamatum* (L.) Dum., an endemic gypsophile of semi-arid Spain. *Journal of Ecology* 87: 290-302.
- ESRI, 2003. *Getting to know ArcGIS*. ERSI press, Redlands, Estados Unidos.
- Esteban, J. y Fairén, 2006. Self-organized formation of banded vegetation patterns in semi-arid regions. *Ecological Complexity* 3: 109-118
- Ettema, C. H. y Wardle, D. A. 2002. Spatial soil ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 177-83.
- Ettema, C. H., Coleman, D. C., Vellidis, G., Lowrance, R. y Rathbun, S. L. 1998. Spatio-temporal distributions of bacterivorous nematodes and soil resources in a restored riparian wetland. *Ecology* 79: 2721-2734.
- Etteberria, J. 1999. *Regresión múltiple*. Editorial La Muralla y Editorial Hespérides, Madrid, España.
- Ezoe, H. y Nakamura, S. 2006. Size distributions and spatial autocorrelation of subpopulations in a size structured metapopulation model. *Ecological Modelling* 198: 293-300.
- Fa, J. E., Sharples, C. M. y Bell, D. J. 1999. Habitat correlates of European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) distribution after the spread of RVHD in Cadiz Province, Spain. *Journal of Zoology* 249: 83-96.
- Fagan, W. F., Fortin, M.-J. y Soykan, C. 2003. Integrating edge detection and dynamic modeling in quantitative analyses of ecological boundaries. *Bioscience* 53: 730-738.
- Fagroud, M. y Meirvenne, M.V. 2002. Accounting for soil spatial autocorrelation in the design of experimental trials. *Soil Science Society of America Journal* 66: 1134-1142.
- Fajardo, A., Goodburn, J. M. y Graham, J. 2006. Spatial patterns of regeneration in managed uneven-aged Ponderosa pine/Douglas-fir forests of Western Montana, USA. *Forest Ecology and Management* 223: 255-266.
- FAO, 1999. Sistema de Información Geográfica en el desarrollo sostenible. SD dimensiones: Sistema de Información Geográfica. Servicio del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (SDRN). Dirección de Investigación, Extensión y Capacitación de la FAO. (URL: <http://www.fao.org/sd/spdirect/gis/EIgis000.htm>)
- Farina, A. 1998. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman & Hall. Cambridge, Reino Unido.
- Farr, T.G. y Kobrick, M. 2000. Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data. *American Geophysic Union Eos* 81: 583-585.
- Fauchald, P. y Erikstad, K.E. 2002. Scale-dependent predator-prey interactions: the aggregative response of seabirds to prey under variable prey abundance and patchiness. *Marine Ecology Progress Series* 231: 279-291.

- Fauchald, P., Erikstad, K. E. y Skarsfjord, H. 2000. Scale-dependent predator-prey interactions: the hierarchical spatial distribution of seabirds and prey. *Ecology* 81: 773-783.
- Federer, W.T. y Nguyen, N.-K. 2002. Incomplete block designs. En: *Encyclopedia of Environmetrics*. (eds. El-Shaarawi, A.H. y Piegorisch, W.W.), pp. 1039-1042. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, Reino Unido.
- Felicísimo, A.M., Francés, E., Fernández, J.M., González-Díez, A. y Varas, J. 2002. Modeling the potential distribution of forests with a GIS. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 68: 455-461.
- Ferguson, A.W., Klukowski, Z., Walczak, B., Perry, J. N., Muggleston, M. A., Clark, S. J. y Williams, I. H. 2000. The spatio-temporal distribution of adult *Ceutorhynchus assimilis* in a crop of winter oilseed rape in relation to the distribution of their larvae and that of the parasitoid *Trichomalus perfectus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 95: 161-171.
- Ferguson, J. W. H. y Bester, M. N. 2002. The treatment of spatial autocorrelation in biological surveys: the case of line transect surveys. *Antarctic Science* 14: 115-122.
- Fernández, N. 2005. Spatial patterns in European rabbit abundance after a population collapse. *Landscape Ecology*, 20: 897-910.
- Fernandez-Ales, R., Martin, A., Ortega, F. y Ales, E. E. 1992. Recent changes in landscape structure and function in a Mediterranean region of SW Spain (1950-1984). *Landscape Ecology* 7: 3-18
- Fernández-Juricic, E. 2004. Spatial and temporal analysis of the distribution of forest specialists in an urban-fragmented landscape (Madrid, Spain). Implications for local and regional bird conservation. *Landscape and Urban Planning* 69: 17-32.
- Fernández-Sañudo, P. y Schmitz, M. F. 2003. *Caracterización ambiental de los paisajes culturales de Madrid. Cartografía básica para la planificación y gestión del uso recreativo del territorio*. Serie Documentos del Centro de Investigación en Espacios Naturales Protegidos Fernando González Bernáldez nº41.
- Ferreras, P. 2001. Landscape structure and asymmetrical inter-patch connectivity in a metapopulation of the endangered Iberian lynx. *Biological Conservation* 100: 125-136.
- Fielding, A. H. y Bell, J. F. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24: 38-49.
- Figuerola, J., Green, A. J. y Michot, T. C. 2005. Invertebrate eggs can fly: Evidence of waterfowl-mediated gene flow in aquatic invertebrates. *The American Naturalist* 165: 274-280.
- Fine, S., Singer, Y. y Tishby, N. 1998. The Hierarchical Hidden Markov Model: Analysis and applications. *Machine Learning* 32: 41-62.
- Fisher, R. A. 1926. The arrangement of field experiments. *Journal of the Ministry of Agriculture* 33: 503-513.
- Fisher, R. A. 1937. The wave of advance of advantageous genes. *Annals of Eugenics* 7: 355-369.

- Fisher, R. A., Thornton, H. G. y Mackenzie, W. A. 1922. The accuracy of the plating method of estimating the density of bacterial populations, with particular reference to the use of Thornton's agar method with soil samples. *Annals of Applied Botany* 9: 325-259.
- Flores, J. y Jurado, E. 2003. Are nurse-protégé interactions more common among plants from arid environments? *Journal of Vegetation Science* 14: 911-916.
- Ford, E. D. y Renshaw, E. 1984. The interpretation of process from pattern using two-dimensional spectral analysis: modelling single species patterns in vegetation. *Vegetatio* 56: 113-123.
- Forman, R. T. T. 1981. Interaction among landscape elements: a core of landscape ecology. En: *Proceedings of the International Congress of the Netherlander Society for Landscape Ecology*, pp. 35-48. Veldhoven, Pudoc, Wageningen, Holanda.
- Forman, R. T. T. 1995. *Landscape Mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Forman, R. T. T. 1997. Networks and the matrix. En: *Land Mosaics* (ed. Forman, R.T.T.), pp. 253-282. Cambridge University Press, Cambridge.
- Forman, R. T. T. y Godron, M. 1981. Patches and Structural Components for a Landscape Ecology. *Bioscience* 31:733-740.
- Forman, R. T. T. y Godron, M. 1984. Landscape ecology principles and landscape function. En: *Proceedings of the 1st International Seminar of the International Association for Landscape Ecology*. Roskilde, Denmark.
- Forman, R. T. T. y Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Fortescue, J. A. C. 1980. *Environmental Geochemistry*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Fortin, M.-J. 1994. Edge detection algorithms for two-dimensional ecological data. *Ecology* 75: 956-965.
- Fortin, M.-J. 1997. Effects of data types on vegetation boundary delineation. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 1851-1858.
- Fortin, M.-J. 1999a. Spatial statistics in landscape ecology. En: *Landscape Ecological Analysis: Issues and Applications* (eds. Klopatek, J. M. y Gardner, R. H.), pp. 253-279. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Fortin, M.-J. 1999b. The effects of quadrat size and data measurement on the detection of boundaries. *Journal of Vegetation Science* 10: 43-50.
- Fortin, M.-J. y Dale, M. R. T. 2005. *Spatial Analysis: A Guide for Ecologists*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fortin, M.-J. y Drapeau, P. 1995. Delineation of ecological boundaries: comparison of approaches and significance tests. *Oikos* 72: 323-332.
- Fortin, M.-J. y Gurevitch, J. 2001. Mantel tests. Spatial structures in field experiments. En: *Design and analysis of ecological experiments. Second edition*. (eds. Scheiner, S.M. y Gurevitch, J.), pp. 308-326. Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos.
- Fortin, M.-J. y Jacquez, G. M. 2000. Randomization tests and spatially autocorrelated data. *Bulletin of the Ecological Society of America* 81: 201-205.

- Fortin, M.-J. y Payette, S. 2002. How to test the significance of the relation between spatially autocorrelated data at the landscape scale: A case study using fire and forest maps. *Ecoscience* 9: 213-218.
- Fortin, M.-J., Dale M. R. T y Ver Hoef, J. 2002. Spatial analysis in ecology. En: *Encyclopedia of Environmetrics* (eds. El-Shaarawi, A.H. y Piegorisch W.W.), vol 4 pp.2051-2058. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, Reino Unido.
- Fortin, M.-J., Drapeau, P y Jacquez, G. M. 1996. Quantification of the spatial co-occurrences of ecological boundaries. *Oikos* 77: 51-60.
- Fortin, M.-J., Drapeau, P y Legendre, P. 1989. Spatial autocorrelation and sampling design in plant ecology. *Vegetatio* 83: 209-222.
- Fortin, M.-J., Keitt, T. H., Maurer, B. A., Taper, M. L., Kaufman, D. M. y Blackburn, T. M. 2005. Species' geographic ranges and distributional limits: pattern analysis and statistical issues. *Oikos* 108: 7-17.
- Fortin, M.-J., Olson, R.J., Ferson, S., Iverson, L., Hunsaker, C., Edwards, G., Levine, D., Butera, K. y Klemas, V. 2000. Issues related to the detection of boundaries. *Landscape Ecology* 15: 453-466.
- Fowler, N. L. 1986. The role of competition in plant communities in arid and semiarid regions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 89-110.
- Frank, A. B., Liebig, M. A. y Hanson, J. D. 2002. Soil carbon dioxide fluxes in northern semiarid grasslands. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 1235-1241.
- Franke, A., Caelli, T. y Hudson, R.J. 2004. Analysis of movements and behavior of caribou (*Rangifer tarandus*) using hidden Markov models. *Ecological Modelling* 173: 259-270.
- Franke, A., Caelli, T., Kuzyk, G. y Hudson, R.J. 2006. Prediction of wolf (*Canis lupus*) kill-sites using hidden Markov models. *Ecological Modelling* 197: 237-246.
- Fu, Y. 2003. On implementation of incomplete block designs in forest genetic field trials. *Forest Genetics* 10: 23-33.
- Fu, Y., Clarke, G.P.Y., Namkoong, G., Yanchuk, A.D. y Fu, Y.B. 1998. Incomplete block designs for genetic testing: statistical efficiencies of estimating family means. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 977-986.
- Fu, Y.B., Yanchuk, A.D. y Namkoong, G. 1999a. Incomplete block designs for genetic testing: some practical considerations. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 1871-1878.
- Fu, Y.B., Yanchuk, A.D. y Namkoong, G. 1999b. Spatial patterns of tree height variations in a series of Douglas-fir progeny trials: implications for genetic testing. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 714-723.
- Fuentes, M., Guitián, J., Guitián, P., Bermejo, T., Larrinaga, A. R., Amézquita, P. y Bongiorno, S. 2001. Small-scale spatial variation in the interactions between *Prunus mahaleb* and fruit-eating birds. *Plant Ecology* 157: 69-75.
- Gabriel, K. R. y Sokal, R. R. 1969. A new statistical approach to geographic variation analysis. *Systematic Zoology* 18: 259-270.
- Galetti, M., Alves-Costa, C. P. y Cazetta, E. 2003. Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. *Biological Conservation* 111:269-273.

- Galiano, E. F. 1982. Pattern detection in plant populations through the analysis of plant-to-all-plants distances. *Vegetatio* 49: 39-43.
- Galindo-Leal, C. y Bunnell, F. L. 1995. Ecosystem management: implications and opportunities of a new paradigm. *Forestry Chronicle* 71: 601-606.
- Gallardo, A. 2003a. Spatial Variability of Soil Properties in a Floodplain Forest in Northwest Spain. *Ecosystems* 6: 564 – 576.
- Gallardo, A. 2003b. Effect of tree canopy on the spatial distribution of soil nutrients in a Mediterranean Dehesa. *Pedobiologia* 47: 117–125.
- Gallardo, A. y Covelo, F. 2005. Spatial pattern and scale of leaf N and P concentration in a *Quercus robur* population. *Plant and Soil* 273: 269-277.
- Gallardo, A., Paramá R. y Covelo F. 2006. Differences between soil ammonium and nitrate spatial pattern in six plant communities. Simulated effect on plant populations. *Plant and Soil* 279: 333-346.
- Gallardo, A., Paramá, R. y Covelo, F. 2005. Soil ammonium vs. nitrate spatial pattern in six plant communities: simulated effect on plant populations. *Plant and Soil* 277: 207–219.
- Gallardo, A., Rodríguez-Saucedo, J. J., Covelo, F., y Fernández-Alés, R. 2000. Soil nitrogen heterogeneity in a Dehesa ecosystem. *Plant and Soil* 222: 71-82.
- Gámiz, A., Ruiz, M. y Seguí, J.M. 1995. *Prácticas de análisis espacial*. Oikos-Tau, Barcelona.
- García, C., Jordano, P. y Godoy, J.A. 2007. Contemporary pollen and seed dispersal in a *Prunus mahaleb* population: patterns in distance and direction. *Molecular Ecology* 16: 1947-1955.
- García, D. 2001. Effect of seed dispersal on *Juniperis communis* recruitment on a Mediterranean mountain. *Journal of Vegetation Science* 12: 839-848.
- García, D. y Chacoff, N. P. 2007. Scale-dependent effects of habitat fragmentation on hawthorn pollination, frugivory and seed predation. *Conservation Biology* 21: 400-411.
- García, D. y Houle, G. 2005 Fine-scale spatial patterns of recruitment in red oak (*Quercus rubra*): what matters most, abiotic or biotic factors? *Ecoscience* 12: 223-235.
- García, D. y Obeso J. R. 2003. Facilitation by herbivore-mediated nurse plants in a threatened tree *Taxus baccata*: local effects and landscape level consistency. *Ecography* 26: 739-750.
- García, D. y Ortiz-Pulido, R. 2004. Patterns of resource tracking by avian frugivores at multiple spatial scales – two case studies on discordance among scales. *Ecography* 27:187-196.
- García, D., Martínez, I. y Obeso, J. R. 2007. Seed transfer among bird dispersed trees and its consequences for post-dispersal seed fate. *Basic and Applied Ecology* 8: 533-543.
- García, D., Obeso, J. R. y Martínez, I. 2005a. Rodent seed predation promotes differential recruitment among bird-dispersed trees in temperate secondary forests. *Oecologia* 144: 435-446.
- García, D., Obeso, J. R. y Martínez, I. 2005b. Spatial concordance between seed rain and seedling establishment in bird-dispersed trees: does scale matter? *Journal of Ecology* 93: 693-704.

- García, D., Zamora, R., Gómez, J. M. y Hódar, J. A. 2001. Frugivory at *Juniperus communis* depends more on population characteristics than on individual attributes. *Journal of Ecology* 89: 639-647.
- García, D., Zamora, R., Gómez, J. M., Jordano, P. y Hódar, J. A. 2000b. Geographical variation in seed production, predation and abortion in *Juniperus communis* throughout its range in Europe. *Journal of Ecology* 88: 436-446.
- García, D., Zamora, R., Hódar, J. A., Gómez, J. M. y Castro, J. 2000a. Yew (*Taxus baccata* L.) regeneration is facilitated by fleshy-fruited shrubs in Mediterranean environments. *Biological Conservation* 95: 31-38.
- García, L. V. 2004. Escaping the Bonferroni iron claw in ecological studies. *Oikos* 105: 657-663.
- García-Fayos, P. y Gasque, M. 2002. Consequences of a severe drought on spatial patterns of woody plants in a two-phase mosaic steppe of *Stipa tenacissima* L. *Journal of Arid Environments* 52: 199-208.
- García-Fayos, P., Recatalá, T. M., Cerdá, A. y Calvo, A. 1995. Seed population dynamics on badland slopes in southeastern Spain. *Journal of Vegetation Science* 6: 691-696.
- García Mora, M.R. y Rosabal, P., 2003. Conectividad ambiental. Las áreas protegidas en el contexto mediterráneo. En: *Conectividad ambiental: las áreas protegidas en la Cuenca Mediterránea* (coord. García Mora, M. R., pp. 181-196. Junta de Andalucía, Sevilla, España.
- Gardiner, W. P. 1997. *Statistics for the biosciences: data analysis using Minitab software*. Prentice Hall Europe. Reino Unido. 449 pp.
- Garrido, J. L., Rey, P. J. y Herrera, C. M. 2005. Pre- and post-germination determinants of spatial variation in recruitment in the perennial herb *Helleborus foetidus* L. (Ranunculaceae). *Journal of Ecology* 93: 60-66.
- Geary, R. 1954. The contiguity ratio and statistical mapping. *The Incorporated Statistician* 5: 115-145.
- GEIB. 2006. *TOP 20: Las 20 especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España*. GEIB, Serie Técnica N. 2, León, España.
- Getis, A. y Franklin, J. 1987. Second-order neighborhood analysis of mapped point patterns. *Ecology* 68: 473-477.
- Getis, A. y Ord, J. K. 1992. The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical Analysis* 24: 189-206.
- Geyer, C.J. 1999. Likelihood Inference for Spatial Point Processes. En: *Stochastic Geometry: Likelihood and Computation* (eds. Barndorff-Nielsen, O. E., Kendall, W. S. y Van Lieshout, M. N. M.), pp. 79-140. Chapman and Hall / CRC, Monographs on Statistics and Applied Probability, number 80.
- Gezan, S.A., White, T.L. y Huber, D.A. 2006. Comparison of experimental designs for clonal forestry using simulated data. *Forest Science* 52: 108-116.
- Ghahramani, Z. y Jordan, M.I. 1997. Factorial hidden Markov models. *Machine Learning* 29: 245-273.
- Gil F., Iriarte J. y Jimenez M. S. 1982. Energética y ecología de las plantas C4. En: *La Fotosíntesis C4. Revisión del Síndrome de Kranz*. (eds. Gil F., Iriarte J. y Jimenez M. S.). pp. 199-218. La Laguna, Islas Canarias.

- Gilbert, B. y Lechowicz, M. J. 2004. Neutrality, niches, and dispersal in a temperate forest understory. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 101: 7651-7656.
- Gilbert, G. S., Hubbell, S. P. y Foster, R. B. 1994. Density and distance-to-adult effects of a canker disease of trees in a moist tropical forest. *Oecologia* 98: 100-108.
- Gilmour, A. R., Cullis, B. R. y Verbyla, A. P. 1997. Accounting for natural and extraneous variation in the analysis of field experiments. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics* 2: 269-293.
- Gilmour, A. R., Cullis, B. R., Welham, S. J. y Thompson, R. 1999. *ASREML*. NSW Agricultural Technical Report, Orange, New South Wales, Australia.
- Ginoux, J., Duby, C. y Barot, S. 1999. Comparing the performance of Diggle's test of spatial randomness for small samples with and without edge-effect correction: application to ecological data. *Biometrics* 55: 156-164.
- Giudici, P., Ryden, T. y Vandekerkhove, P. 2000. Likelihood-Ratio Tests for Hidden Markov Models. *Biometrics* 56: 742-747.
- Godown, M. E. y Peterson, A. T. 2000. Preliminary distributional analysis of US endangered bird species. *Biodiversity and Conservation* 9: 1313-1322.
- Godoy, J. A. y Jordano, P. 2001. Seed dispersal by animals: exact identification of source trees with endocarp DNA microsatellites. *Molecular Ecology* 10: 2275-2283.
- Gómez Sal, A., Rodríguez, M.A. y de Miguel, J. M. 1992. Matter transfer and land use by cattle in a dehesa ecosystem of Central Spain. *Vegetatio* 99-100:345-354.
- Gómez, J. M. 2003. Spatial patterns in long-distance dispersal of *Quercus ilex* acorns by jays in a heterogeneous landscape. *Ecography* 26: 573-584.
- Gómez, J. M. 2004. Bigger is not always better: conflicting selective pressures on seed size on *Quercus ilex*. *Evolution* 58: 71-80.
- Gómez-Aparicio, L., Valladares, F., Zamora, R. y Quero, J. L. 2005b. Response of tree seedlings to the abiotic heterogeneity generated by nurse shrubs: an experimental approach at different scales. *Ecography* 28: 757-768.
- Gómez-Aparicio, L., Zamora, R. y Gómez, J. M. 2005a. The regeneration status of the endangered *Acer opalus* subsp. *granatense* throughout its geographical distribution in the Iberian Peninsula. *Biological Conservation* 121: 195-206.
- González Bernáldez, F. 1991 Ecological consequences of the abandonment of traditional land use in central Spain. *Options Méditerranées* 15: 23-29.
- González-Megías, A., Gómez, J. M. y Sánchez-Piñero, F. 2007. Diversity-habitat heterogeneity relationship at different spatial and temporal scales. *Ecography* 30: 31-41.
- Good, B. J. y Whipple, S.A. 1982. Tree spatial patterns: South Carolina bottomland and swamp forest. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 109: 529-536.
- Goodall, D. W. y West, N. E. 1979. A comparison of techniques for assessing dispersion pattern. *Vegetatio* 40: 15-27.
- Goovaerts, P. 1992. Factorial kriging analysis: a useful tool for exploring the structure of multivariate spatial soil information. *Journal of Soil Science* 43: 597-619.
- Goovaerts, P. 1997. *Geostatistics for natural resources evaluation*. Oxford University Press, Nueva York.

- Goovaerts, P. 1999. Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives. *Geoderma* 89: 1-45.
- Goovaerts, P. y Webster, R. 1994. Scale-dependent correlation between topsoil copper and cobalt concentrations in Scotland. *European Journal of Soil Science* 45: 79-95.
- Gorb, E. y Gorb, S. 2000. Effects of seed aggregation on the removal rates of elaiosome-bearing *Chelidonium majus* and *Viola odourata* seeds carried by *Formica polycetena* ants. *Ecological Research* 15: 187-192.
- Goreaud, F. y Pélissier, R. 1999. On explicit formulas of edge effect correction for Ripley's K-function. *Journal of Vegetation Science* 10: 433-438.
- Goreaud, F. y Pélissier, R. 2000. *Spatial structure analysis of heterogeneous point patterns: examples of application to forest stands*. ADS in ADE-4/Topic documentation 8.1/21/12/00. Disponible en: <ftp://pbil.univ-lyon1.fr/pub/mac/ADE/ADE4/Doc-ThemPDFUS/Thema81.pdf>
- Goreaud, F. y Pelissier, R. 2003. Avoiding misinterpretation of biotic interactions with the intertype K_{12} -function: population independence vs. random labelling hypotheses. *Journal of Vegetation Science* 14: 681-692
- Goslee, S. y Urban, D. 2007. *Ecodist: Dissimilarity-based functions for ecological analysis. Version 1.10*. Comprehensive R Archive Network. URL: www.r-project.org.
- Gotelli, N. J. y Ellison, A. M. 2002. Biogeography at a regional scale: determinants of ant species density in New England bogs and forests. *Ecology* 83: 1604-1609.
- Gotelli, N. J. y Ellison, A. M. 2004. *A Primer of Ecological Statistics*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Goulard, M. y Voltz, M. 1992. Linear correlogram model: tools for estimation and choice of cross-variogram matrix. *Mathematical Geology* 24: 269-286.
- Gower, J. C. 1996. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika* 56: 325-338.
- Graham, C. H., Ferrier, S., Huettman, F., Moritz, C. y Peterson, A. T. 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology and Evolution* 19: 497-503.
- Greaves, G. J., Mathieu, R. y Seddon, P. J. 2006. Predictive modelling and ground validation of the spatial distribution of the New Zealand long-tailed bat (*Chalinolobus tuerkulatus*). *Biological Conservation* 132: 211-221.
- Green, B.H., Simmons, E.A. y Woltjer, I. 1996. *Landscape conservation. Some steps towards developing a new conservation dimension*. A draft report of the IUCN-CEPS Landscape Conservation Working Group. Dept. of Agriculture, Horticulture and Environment, Wye College, Ashford, Kent.
- Greenberg, J. D., Logsdon, M. G. y Franklin, J. F. 2002. Introduction to Geographic Information Systems (GIS). En: *Landscape Ecology in Theory and Practice. A Practical Guide to Concepts and Techniques* (eds. Turner, M. G. y Gergel, S. E.). Springer Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Greig-Smith, P. 1952. The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities. *Annals of Botany* 16: 293-316.
- Greig-Smith, P. 1979. Pattern in vegetation. *Journal of Ecology* 67: 755-779.
- Greig-Smith, P. 1983. *Quantitative Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

- Grimm, V. y Railsback, S. F. 2005. *Individual-Based Modelling and Ecology*. Princeton University Press, Princeton, Estados Unidos.
- Grogan, P. 2005. The use of hypotheses in ecology. *British Ecological Society Bulletin* 36: 43-47.
- Grubb, P. J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Review* 52: 107-145.
- Guan, Y. 2006. Test for independence between marks and points of a marked point process. *Biometrics* 62: 119-125.
- Guan, Y. y Afshartous, D. 2007. Test for independence between marks and points marked point processes: a subsampling approach. *Environmental and Ecological Statistics* 14: 101-111.
- Guerrero, J. C., Vargas, J. M. y Real, R. 2005. A hypothetico-deductive analysis of the environmental factors involved in the current reptile distribution pattern in the Canary Islands. *Journal of Biogeography* 32: 1343-1351.
- Guerschman, J. P. y Paruelo, J. M. 2005. Agricultural impacts on ecosystem functioning in temperate areas of North and South America. *Global and Planetary Change* 47: 170-180.
- Guevara, S. y Laborde, J. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Vegetatio* 107/108: 319-338.
- Guilford, T., Roberts, S., Biro, D. y Rezek, I. 2004. Positional entropy during pigeon homing II: navigational interpretation of Bayesian latent state models. *Journal of Theoretical Biology* 227: 25-38.
- Guisan, A. 2002. Semi-quantitative response models for predicting the spatial distribution of plant species. En: *Predicting species occurrences. Issues of accuracy and scale* (eds. Scott, J.M. et al.), pp. 315-326. Island Press.
- Guisan, A. y Hofer, U. 2003. Predicting reptile distribution at the mesoscale: relation to climate and topography. *Journal of Biogeography* 30:1233-1243.
- Guisan, A. y Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8: 993-1009.
- Guisan, A. y Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in Ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.
- Guisan, A., Edwards, T. C. y Hastie, J. T. 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling* 157: 89-100.
- Guisan, A., Graham, C. H., Elith, J., Huettmann, F. y the NCEAS Species Distribution Modelling Group 2007. Sensitivity of predictive species distribution models to change in grain size. *Diversity and Distributions* 13: 332-340.
- Gutián, J., Fuentes, M., Bermejo, T. y López, B. 1992. Spatial variation in the interactions between *Prunus mahaleb* and frugivorous birds. *Oikos* 63: 125-130.
- Guo, Z., Gan, Y. y Li, Y. 2003. Spatial pattern of ecosystem function and ecosystem conservation. *Environmental Management* 32: 682-692.
- Gurevitch, J. Scheiner, S. M. y Fox, G. A. 2002. *The ecology of plants*. Sinauer Associates, Sunderland.

- Gustafson, E. J. 1998. Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art. *Ecosystems* 143-156.
- Gustafson, E. J., Parker, G. R. 1994. Using an index of habitat patch proximity for landscape design. *Landscape and Urban Planning* 29: 117-130.
- Gustafson, E.J. y Parker, G.R. 1992. Relationships between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern. *Landscape Ecology* 7, 101-110.
- Gutiérrez, D., Fernández, P., Seymour, A. S. y Jordano, D. 2005. Habitat distribution models: are mutualist distributions good predictors of their associates? *Ecological Applications* 15: 3-18.
- Gutiérrez, J. y Gould, M. 1994. *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Editorial Síntesis. Madrid.
- Guterman, Y. 1994 Strategies of seed dispersal and germination in plants inhabiting deserts. *Botanical Review* 60: 373-425.
- Gutzwiller, K. J. y Barrow Jr, W. C. 2001. Bird-landscape relations in the Chihuahuan desert: coping with uncertainties about predictive models. *Ecological Applications* 11: 1517-1532.
- Haase, P. 1995. Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K-Function: Introduction and methods of edge correction. *Journal of Vegetation Science* 6: 575-582.
- Haase, P. 2001. Can isotropy vs. anisotropy in the spatial association of plant species reveal physical vs. biotic facilitation? *Journal of Vegetation Science* 12: 127-136.
- Haase, P., Pugnaire, F. I., Clarck, S. C. y Incoll, L. D. 1996. Spatial patterns in a two-tiered semi-arid shrubland in southeastern Spain. *Journal of Vegetation Science* 7: 527-534.
- Haber, W. 1990. Basic concepts of landscape ecology and their application in land management. *Physiological Ecology* 27:131-144.
- Haining, R. P. 1990. *Spatial Data Analysis in the Social and Environmental Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Halvorson, J. J., Bolton, H., Smith, J. L. y Rossi, R. E. 1994. Geostatistical analysis of resource islands under *Artemisia tridentata* in the shrub-steppe. *Great Basin Naturalist* 54: 313-328.
- Halvorson, J. J., Smith, J. L., Bolton, H. y Rossi, R. E. 1995. Evaluating shrub-associated spatial patterns of soil properties in a shrub-steppe ecosystem using multiple-variable geostatistics. *Soil Science Society of America Journal* 59: 1476-1487.
- Hamann, A., Namkoong, G. y Koshy, M.P. 2002. Improving precision of breeding values by removing spatially autocorrelated variation in forestry field experiments. *Silvae Genetica* 51: 210-215.
- Hamann, A., Namkoong, G. y Koshy, M.P. 2002. Improving precision of breeding values by removing spatially autocorrelated variation in forestry field experiments. *Silvae Genetica* 51: 210-215.
- Hamilton, W. D. y May, R. M. 1977. Dispersal in stable habitats. *Nature* 269: 578-581.
- Hampe, A. 2004. Extensive hydrochory uncouples spatiotemporal patterns of seed fall and seedling recruitment in a bird-dispersed riparian tree. *Journal of Ecology* 92: 797-807.

- Hanley, J. A. y McNeil, B. J. 1982. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* 143: 29-36
- Hansen, A. J. y di Castri, F. (Eds.) 1992. *Landscape Boundaries: Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows*. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Hansen, A. J., di Castri, F. y Naiman, R. J. 1988. Ecotones: what and why. En: *A new look at ecotones*. *Biology Internacional* (eds. Di Castri, F., Hansen, A.J. y Holland, M.M), pp. 9-45. IUBS, UNESCO, MAB, SCOPE.
- Hanski, I. 1994. A Practical Model of Metapopulation Dynamics. *Journal of Animal Ecology* 63: 151-162.
- Hanski, I. y Gaggiotti, O. (eds). 2004. *Ecology, Genetics, and Evolution in Metapopulations*. Academic Press.
- Hanski, I. y Ovaskainen, O. 2000. The metapopulation capacity of a fragmented landscape. *Nature* 404: 755-758.
- Hardesty, B. D., Hubbell, S. P. y Bermingham, E. 2006. Genetic evidence of frequent long-distance recruitment in a vertebrate-dispersed tree. *Ecology Letters* 9: 516-525.
- Harper K. T. y Belnap, J. 2001. The influence of biological soil crusts on mineral uptake by associated vascular plants. *Journal of Arid Environmental* 47: 347-357.
- Hart, D. R. y Gardner, R. H. 1997. A spatial model for the spread of invading organisms subject to competition. *Journal of Mathematical Biology* 35: 935-948.
- Harte, D.S. 2005. *Package "HiddenMarkov": Discrete Time Hidden Markov Models*. Statistics Research Associates, Wellington. URL: www.statsresearch.co.nz/software.html
- Hassell, M. P., Comins, H. y May, R. M. 1991. Spatial structure and chaos in insect population dynamics. *Nature* 353: 255-258.
- Hastie, T. y Tibshirani, R. 1986. Generalized additive models. *Statistical Science* 3: 297-318.
- Hastie, T. y Tibshirani, R. 1990. *Generalized additive models*. Chapman & Hall, Nueva York, Estados Unidos.
- Hatch, M. D. y Slack, C. R. 1968. A new Enzyme for the Interconversion of Pyruvate and Phosphoenolpyruvate and its Role in the C4- dicarboxylic Acid Pathway of Photosynthesis. *Biochemical Journal* 106: 141-146.
- He, F. y Duncan, R. P. 2000. Density-dependent effects on tree survival in an old-growth Douglas fir-forest. *Journal of Ecology* 88: 676-688.
- Heckerman, D. 1996. *A tutorial on learning with Bayesian networks*. Technical Report MSR-TR-95-06. Microsoft Research, Redmon.
- Hector, A., Schmid, B., Beierkuhnlein, C., Caldeira, M. C., Diemer, M., Dimitrakopoulos, P. G., Finn, J. A., Freitas, H., Giller, P. S., Good, J., Harris, R., Högl, P., Huss-Danell, K., Joshi, J., Jumpponen, A., Dörner, C., Leadley, P. W., Loreau, M., Minns, A., Mulder, C. P. H., O'Donovan, G., Otway, S. J., Pereira, J. S., Prinz, A., Read, D. J., Scherer-Lorenzen, M., Schulze, E. D., Siamantziouras, A. S. D., Spohn, E. M., Terry, A. C., Troumbis, A. Y., Woodward, F. I., Yachi, S. y Lawton, J. H. 1999. Plant Diversity and Productivity Experiments in European Grasslands. *Science* 286: 1123-1127.

- Hernández, J. y Mulla, D. 2002. Comparing classical and spatial statistical analysis methods for landscape scale experimental designs. En: *Proceedings of the 6th International Conference on Precision Agriculture*. ASA – CSSA – SSSA. (eds. Robert, P.C., Rust, R.H. y Larson, W.E.), Madison, WI, Estados Unidos.
- Heywood, J. S. 1991. Spatial analysis of genetic variation in plant populations. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 335-355.
- Higgins, S. I., Nathan, R. y Cain, M. L. 2003. Are long-distance dispersal events in plants usually caused by non-standard means of dispersal? *Ecology* 84: 1945-1956.
- Hill, M.O. 1973. The intensity of spatial pattern in plant communities. *Journal of Ecology* 61: 225-235.
- Hille Ris Lambers, L., Clark, J.S. y Beckage, B. 2002. Density-dependent mortality and the latitudinal gradient in species diversity. *Nature* 417: 732-735.
- HilleRisLambers, R., Rietkerk, M., Van den Bosch, F., Prins, H. H. T. y de Kroon, H. 2001. Vegetation Pattern Formation in Semi-Arid Grazing Systems. *Ecology* 82: 50-61.
- Hilmo, O. y Såstad, S. M. 2001. Colonization of old-forest lichens in a young and an old boreal *Picea abies* forest: an experimental approach. *Biological Conservation* 102: 251-259.
- Hirzel, A. H. y Arlettaz, R. 2003. Modelling habitat suitability for complex species distributions by the environmental-distance geometric mean. *Environmental Management* 32: 614-623.
- Hirzel, A. H., Hausser, J. y Perrin, N. 2004. *Biomapper 3.1*. Laboratory of Conservation Biology, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne. URL: <http://www.unil.ch/biomapper>.
- Hirzel, A. H., Hausser, J., Chessel, D. y Perrin, N. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? *Ecology* 83: 2027-2036.
- Hirzel, A. H., Le Lay, G., Helfer, V., Randin, Ch. y Guisan, A. 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecological Modelling* 199: 142-152.
- Hoare, D. y Frost, P. 2004. Phenological description of natural vegetation in southern Africa using remotely-sensed vegetation data. *Applied Vegetation Science* 7: 19-28.
- Hobbs, N. T. 2003. Challenges and opportunities in integrating ecological knowledge across scales. *Forest Ecology and Management* 181: 223-238.
- Holbrook, K. M. y Smith, T. B. 2000. Seed dispersal and movement patterns in two species of *Ceratogymna* hornbills in a West African tropical lowland forest. *Oecologia* 125: 249-257.
- Holl, K. D. y Howarth, R. B. 2000. Paying for restoration. *Restoration Ecology* 8: 260-267.
- Holley, R. A. y Liggett, T. M. 1975. Ergodic Theorems for Weakly Interacting Infinite Systems and The Voter Model. *The Annals of Probability* 3: 643-663.
- Holland M. M., Risser P. G. y Naiman R. J. (Eds.) 1991. *Ecotones. The Role of Landscape Boundaries in the Management and Restoration of Changing Environments*. Chapman & Hall, Nueva York.

- Holland, J. D., Bert, D. G. y Fahrig, L. 2004. Determining the spatial scale of species' response to habitat. *Bioscience* 54: 227-233
- Holland, J. M., Perry, J. N. y Winder, L. 1999. The within-field spatial and temporal distribution of arthropods in winter wheat. *Bulletin of Entomological Research* 89: 499-513.
- Hollister, J. W. y Walker, H. A. 2007. Beyond data: reproducible research in ecology and environmental sciences. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 11-12.
- Holmes, E. E., Lewis, M. A., Banks, J. E. y Veit, R. R. 1994. Partial Differential Equations in Ecology: Spatial Interactions and Population Dynamics. *Ecology* 75: 17-29.
- Holt, R. D. y Gomulkiewicz, R. 2004. Conservation Implications of Niche Conservatism and Evolution in Heterogeneous Environments. En: *Evolutionary Conservation Biology*. (eds. Ferrière, R., Dieckmann, U. y Couvet, D.), pp. 244-264. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Hong, N., White, J.G., Gumpertz, M.L. y Weisz, R. 2005. Spatial analysis of precision agriculture treatments in randomized complete blocks: guidelines for covariance model selection. *Agronomy Journal* 97: 1082-1096.
- Hooge, P.N. y Eichenlaub, B. 1997. *Animal movement extension to ArcView. ver. 2.0*. Alaska Biological Science Center, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, Estados Unidos.
- Holbrook, K. M. y Loiselle, B. A. 2007. Using toucan-generated seed shadows to estimate seed dispersal in Amazonia Ecuador. En: *Seed dispersal. Theory and its implications in a changing world* (eds. Dennis, A., Green, R., Schupp, E. W. y Westcott, D. A.). CABI Publishing, Londres, Reino Unido.
- Hooper, D. U. y Vitousek, P. M. 1997. The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. *Science* 277: 1302-1305.
- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer J., y Wardle, D. A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3-35.
- Hortal J., Borges P. A. V., Dinis F., Jiménez-Valverde A., Chefaoui R. M., Lobo J. M., Jarroca S., Azevedo E. B. d., Rodrigues C., Madruga J., Pinheiro J., Gabriel R., Rodrigues F. C. y Pereira A. R. 2005. Using ATLANTIS - TIERRA 2.0 and GIS environmental information to predict the spatial distribution and habitat suitability of endemic species. En: *A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores* (eds. Borges, P. A. V., Cunha, R., Gabriel, R., Martins, A. F., Silva, L., Vieira, V.), pp. 69-113. Direção Regional de Ambiente and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada, Portugal.
- Hortal, J. y Lobo, J. M. 2005. An ED-based protocol for optimal sampling of biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 14: 2913-2947.
- Howe, H. F. y Miriti, M. N. 2004. When seed dispersal matters. *Bioscience* 54: 651-660.
- Howe, H. F. y Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematic* 13: 201-228.
- Hubbell, S. P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. *Science* 203: 1299-1309.

- Hubbell, S. P. 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, Estados Unidos.
- Huffaker, C. B. 1958. Experimental studies on predation: Dispersion factors and predator-prey oscillations, *Hilgardia* 27: 343-383.
- Hulme, P. E. 1994. Post-dispersal seed predation in grassland: its magnitude and sources of variation. *Journal of Ecology* 82: 645-652.
- Hulme, P. E. 1997. Postdispersal seed predation and the establishment of vertebrate dispersed plants in Mediterranean scrublands. *Oecologia* 111: 91-98.
- Hulme, P. E. 1998. Post-dispersal seed predation: consequences for plant demography and evolution. *Perspectives in Plant Ecology Evolution Systematics* 1: 46-60.
- Hulme, P. E. y Benkman, C. W. 2002. Granivory. En: *Plant Animal Interactions, an evolutionary approach*. (ed. Carlos Herrera y Olley Pellmyr). Blackwell Science, Oxford, Reino Unido.
- Hutchings, M. J. 1979. Standing crop and pattern in pure stands of *Mercurialis perennis* and *Rubus fruticosus* in mixed deciduous woodland. *Oikos* 31: 351-357.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22:415-427.
- Hyatt, L. A., Rosenberg, M. S., Howard, T. G., Bole, G., Fang, W., Anastasia, J., Brown, K., Grella, R., Hinman, K., Kurdziel, J. P. y Gurevitch, J. 2003. The distance dependence prediction of the Janzen-Connell hypothesis: a meta-analysis. *Oikos* 103: 590-602.
- Inouye, B. D. 1999. Integrating nested spatial scales: implications for the coexistence of competitors on a patchy resource. *Journal of Animal Ecology* 68: 150-162.
- Inouye, B. D. 2005. Scaling up from local competition to regional coexistence across two scales of spatial heterogeneity: insect larvae in the fruits of *Apeiba membranacea*. *Oecologia* 145: 187-195.
- Internicola, A. I., Juillet, N., Smithson, A. y Gigord, L. D. B. 2006. Experimental investigation of the effect of spatial aggregation on reproductive success in a rewardless orchid. *Oecologia* 150: 435-441.
- Isaaks, E. H., y Srivastava, R. M. 1989. *An introduction to applied geostatistics*. Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos.
- Iverson, L.R., Prasad, A.M. y Schwartz M.W. 1999. Modeling potential future individual tree-species distributions in the Eastern United States under a climate change scenario: a case study with *Pinus virginiana*. *Ecological Modelling* 115: 77-93.
- Jackson, R. B. y Caldwell, M. M. 1993a. The scale of nutrient heterogeneity around individual plants and its quantification with geostatistics. *Ecology* 74: 612-624.
- Jackson, R. B. y Caldwell, M. M. 1993b. Geostatistical patterns of soil heterogeneity around individual perennial plants. *Journal of Ecology* 81: 683-692.
- Jacquemyn, H., Butaye, J., Dumortier, M., Hermy, M. y Lust, N. 2001. Effects of age and distance on the composition of mixed deciduous forest fragments in an agricultural landscape. *Journal of Vegetation Science* 12: 635-642.
- Jacquez, G. M. 1995. The map comparison problem: tests for the overlap of geographical boundaries. *Statistics in Medicine* 14: 2343-2361.

- Jacquez, G. M., Maruca, S. y Fortin, M.-J. 2000. From fields to objects: a review of geographic boundary analysis. *Journal of Geographical Systems* 2: 221-241.
- Jaeger, J.A.G. 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology* 15, 115-130.
- Jansen, P. A., Bongers, F. y Prins, H. H. T. 2006. Tropical rodents change rapidly germinating seeds into long-term food supplies. *Oikos* 113: 449-458.
- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-528.
- Janzen, D. H. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review in Ecology and Systematics* 2: 465-492.
- Jayat, J. P. y Pacheco, S. 2006. Distribución de *Necromys lactens* y *Phyllotis osilae* (Rodentia: Cricetidae: Signodontinae) en el Noroeste Argentino: modelos predictivos basados en el concepto de nicho ecológico. *Mastozoología Neotropical* 13: 69-88.
- Jelinski, D. E. y Wu, J. 1996. The modifiable areal unit problem and implications for landscape ecology. *Landscape Ecology* 3: 129-140.
- Jeltsch, F., Milton, S. J., Dean, W. R. J., Van Rooyen, N. y Moloney, K. A. 1998. Modelling the impact of small-scale heterogeneities on tree-grass coexistence in semi-arid savannas. *Journal of Ecology* 86: 780-93.
- Jiménez, I. 2005. Development of predictive models to explain the distribution of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in tropical watercourses. *Biological Conservation* 125: 491-503.
- Jiménez-García, D., Martínez-Pérez, J.E. y Peiró, V. 2007. Relationship between game species and landscape structure in the SE Spain. *Wildlife Biology in Practice* (en prensa).
- Joffre, R., Rambal, S. y Romane, F. 1996. Local variations of ecosystem functions in Mediterranean evergreen oak woodland. *Annales des Sciences Forestieres* 53: 561-570.
- Johnson, L. B. 1990. Analyzing spatial and temporal phenomena using geographical information systems. *Landscape Ecology* 4: 31-43.
- Johnston, C. A. 1998. *Geographic information systems in ecology*. Methods in Ecology Series. Blackwell Science, Malden, Estados Unidos.
- Johnston, C. A., Pastor, J. y Pinay, G. 1992. Quantitative methods for studying landscape boundaries. En: *Landscape Boundaries: Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows* (eds. Hansen, A. y di Castri, F.), pp. 107-128. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Jones, C. G. y Lawton, J. H. 1995. *Linking Species and Ecosystems*. Chapman y Hall, Nueva York, Estados Unidos.
- Jones, F. A., Chen, J., Weng, G. J. y Hubbell, S. P. 2005. A genetic evaluation of seed dispersal in the neotropical tree *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae). *American Naturalist* 166: 543-555.
- Jones, P.G., Galwey, N., Beebe, S. E. y Tohme J. 1997. The use of geographical information systems in biodiversity exploration and conservation. *Biodiversity Conservation* 6:947-958
- Jonsson B. G. y Moen, J. 1998. Patterns in species associations in plant communities: the importance of scale. *Journal of Vegetation Science* 9: 327-332.

- Jordano, P. 2007. Frugivores, seeds, and genes: analysing the key components of seed shadows. En: *Seed dispersal: theory and its application in a changing world* (eds. Dennis, E., Schupp, R. Green, y D. Westcott (Eds.)). CAB International Publishing, Wallingford, Reino Unido (en prensa).
- Jordano, P., Bascompte, J. y Olesen, J. M. 2003. Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. *Ecology Letters* 6: 69-81.
- Jordano, P. y Godoy, J. A. 2002. Frugivore-generated seed shadows: A landscape view of demographic and genetic effects. En: *Seed dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation* (eds. Levey, D. J., Silva, W. R. y Galetti, M.), pp. 305-321. CAB International, Wallingford, Nueva York.
- Jordano, P. y Herrera, C. M. 1995. Shuffling the offspring: Uncoupling and spatial discordance of multiple stages in vertebrate seed dispersal. *Ecoscience* 2: 230-237.
- Jordano, P. y Schupp, E. W. 2000. Seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological Monographs* 70(4): 591-615.
- Journel, A. G. y Huijbregts, C. J. 1978. *Mining Geostatistics*. Academic Press, Nueva York.
- Joyce, D.G., Ford, R. y Fu, Y.B. 2002. Spatial patterns of tree height variations in a black spruce farm-field progeny test and neighbors-adjusted estimations of genetic parameters. *Silvae Genetica* 51: 13-18.
- Jutila, H. M. 1998. Seed banks of grazed and ungrazed Baltic seashore meadows. *Journal of Vegetation Science* 9: 395-408.
- Kaiser, H. 1983. Small-scale spatial heterogeneity influences predation success in an unexpected way. Model experiments on the functional response of predatory mites (*Acarina*). *Oecologia* 56: 249-256.
- Kabos, S. y Csillag, F. 2002. The analysis of spatial association on a regular lattice by join-count statistics without the assumption of first-order homogeneity. *Computers & Geosciences* 28: 901- 910.
- Kaluzny, S. P., Vega, S. C., Cardoso, T. P. y Shelly, A. A. 1998. *S+ Spatial stats user's manual for Windows and Unix*. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Kang-tsung, C. 2006. *Introduction to Geographic Information Systems*, 4th edition. McGraw-Hill, Nueva York, Estados Unidos.
- Karban, R. y Agrawal, A. A. 2002. Herbivore offense. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 641-664.
- Karlson, R. H., Cornell, H. V. y Hughes, T. P. 2007. Aggregation influences coral species richness at multiple spatial scales. *Ecology* 88: 170-177.
- Katul, G. G., Porporato, A., Nathan, R., Siqueira, M., Soons, M. B., Poggi, D., Horn, H. S. y Levin, S. A. 2005. Mechanistic analytical models for long-distance seed dispersal by wind. *American Naturalist* 166: 368-381.
- Kennington, J. L. y Helgarson, R. V. 1980. *Algorithms for Network Programming*. Wiley y Sons, Nueva York, Estados Unidos.
- Kent, M., Moyeed, R. A., Reid, C. L., Pakeman, R. y Weaver, R. 2006. Geostatistics, spatial rate of change analysis and boundary detection in plant ecology and biogeography. *Progress in Physical Geography* 30: 201-231.

- Kerley, G. I. H. y Erasmus, T. 1991. What do mice select for in seeds? *Oecologia* 86: 261-267.
- Kie, J. G., Baldwin, J. A. y Evans, C. J. 1996. CALHOME: a program for estimating animal home ranges. *Wildlife Society Bulletin* 24: 342-344.
- Kikvidze, Z., Khetsuriani, L. y Kikodze, D. 2005b. Small-scale guild proportions and niche complementarity in a Caucasian subalpine hay meadow. *Journal of Vegetation Science* 16: 565-570.
- Kikvidze, Z., Pugnaire, F., Brooker, R. W., Choler, P., Lortie, C. J., Michalet, R. y Callaway, R. M. 2005a. Linking patterns and processes in alpine plant communities: a global study. *Ecology* 86: 1395-1400.
- Kimmins, J. P. 1988. Community organization: methods of study and prediction of the productivity and yield of forest ecosystems. *Canadian Journal of Botany* 66: 2654-2672.
- Kimmins, J. P. 1990. Modelling the sustainability of forest production and yield for a changing and uncertain future. *Forestry Chronicle* 66: 271-280.
- Kimmins, J. P., Mailly, D. y Seely, B. 1999. Modelling forest ecosystem net primary production: the hybrid simulation approach used in FORECAST. *Ecological Modelling* 122: 195-224.
- King, R. S., Richardson, C. J., Urban, D. L. y Romanowicz, E. A. 2004. Spatial dependency of vegetation-environment linkages in an anthropogenically influenced wetland ecosystem. *Ecosystems* 7: 75-97.
- Kinzig, A., Pacala, S. W. y Tilman, D. (eds). 2002. *The Functional Consequences of Biodiversity*. Princeton University Press, Princeton, Estados Unidos.
- Kirkby, M., Bracken, L., Reaney, S. 2002. The influence of land use, soil and topography on the delivery of hillslope runoff to channels in SE Spain. *Earth Surface Processes and Landforms* 27: 1459-1473.
- Klausmeier, C. A. 1999. Regular and irregular patterns in semiarid vegetation. *Science* 284: 1826-1829.
- Kleijn, D. y Steinger, T. 2002. Contrasting effects of grazing and hay cutting on the spatial and genetic population structure of *Veratrum album*, an unpalatable, long-lived, clonal plant species. *Journal of Ecology* 90: 360-370.
- Kneitel, J. M. y Chase, J. M. 2004. Trade-offs in community ecology: linking spatial scales and species coexistence. *Ecology Letters* 7: 69-80.
- Kolasa, J. y Rollo, C. D. 1991. The heterogeneity of heterogeneity: a glossary. En: *Ecological heterogeneity* (eds. Kolasa, J. y Pickett, S. T.), pp. 1-23. Springer, Nueva York, Estados Unidos.
- Kollmann, J. 2000. Dispersal of fleshy-fruited species: a matter of spatial scale? *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 3: 29-51.
- Kollmann, J., Coomes, D. A. y White, S. M. 1998. Consistencies in post-dispersal seed predation of temperate fleshy-fruited species among seasons, years and sites. *Functional Ecology* 12: 683-690.
- Koomen, E., Stillwell, J., Bakema, A. y Scholten, H.J. 2007. *Modelling Land-Use Change. Progress and applications*. Springer, Dordrecht, Holanda.

- Korie, S., Perry, J. N., Mugglestone, M. A., Clark, S. J., Thomas, C. F. G. y Mohamad-Roff, M. N. 2000. Spatiotemporal associations in beetle and virus count data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 5: 214-239.
- Korzukhin, M. D., Ter-Mikaelian, M. T. y Wagner, R. G. 1996. Process versus empirical models: which approach for forest ecosystem management? *Canadian Journal of Forest Research* 26: 879-887.
- Kotliar, N. B. y Wiens, J. A. 1990. Multiple scales of patchiness and structure: a hierarchical framework for the study of heterogeneity. *Oikos* 59: 253-260.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, Nueva York, Estados Unidos.
- Kullman, L. 1989. Recent retrogression of the forest-alpine tundra ecotone (*Betula pubescens* Ehrh. ssp. *tortuosa* (Ledeb.) Nyman) in the Scandes Mountains, Sweden. *Journal of Biogeography* 16: 83-90.
- Kunsch, H., Geman, S. y Kehagias, A. 1995. Hidden Markov random fields. *The Annals of Applied Probability* 5: 577-602.
- Kwit, C., Levey, D. J. y Greenberg, C.H. 2004. Contagious seed dispersal beneath heterospecific fruiting trees and its consequences. *Oikos* 107: 303-308.
- Laine, A.-L. 2005. Spatial scale of local adaptation in a plant-pathogen metapopulation. *Journal of Evolutionary Biology* 18: 930-938.
- Lambers, J. H., Clark, J. S. y Beckage, B. 2002. Density-dependent mortality and the latitudinal gradient in species diversity. *Nature* 417: 732-735.
- Lambin E. F. y Geist H. J. 2001. Global land-use and cover change: What have we learned so far? *Global Change Newslett* 46:27-30.
- Lancaster, J. y Downes, B. 2004. Spatial point pattern analysis of available and exploited resources. *Ecography* 27: 94-102.
- Lange, O. L., Kiddron G. J., Buedel B., Meyer, A., Filian, E. y Abeliovich, A. 1992. Taxonomic composition and photosynthetic characteristics of the "biological soil crusts" covering sand dunes in the western Negev desert. *Functional Ecology* 6: 519-527.
- Lanquaye-Opoku, N. y Mitchell, S. J. 2005. Portability of stand-level empirical widththrow rixk models. *Forest Ecology and Management* 216: 134-148.
- Lasanta, T., Gonzalez-Hidalgo, J. C., Vicente-Serrano, S. M. y Sferi, E. 2006. Using landscape ecology to evaluate an alternative management scenario in abandoned Mediterranean mountain areas. *Landscape and Urban Planning* 78: 101-114.
- Law, R., Purves, D. W. Murrell, D. J., y Dieckmann, U. 2001. Causes and effects of small-scale spatial structure in plant populations. En: *Integrative Ecology and Evolution in a spatial context* (eds. Silvertown, J. y Antonovics, J.), pp. 21-44. Blackwell Science, Cambridge, Reino Unido.
- Lechowicz, M. J. y Bell, G. 1991. The ecology and genetics of fitness in forest plants, part 2. Microspatial heterogeneity of the edaphic environment. *Journal of Ecology* 79: 687-696.
- Legendre, P. 1993. Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? *Ecology* 74: 1659-1673.
- Legendre, P. y Anderson, M. J. 1999. Distance-based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. *Ecological Monographs* 69: 1-24.

- Legendre, P. y Fortin, M.-J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio* 80: 107-138.
- Legendre, P. y Gallagher, E. D. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129: 271-280.
- Legendre, P. y Legendre, L. 1998. *Numerical ecology*. Second English Edition. Elsevier Publishers, Amsterdam, Holanda.
- Legendre, P., Borcard, P. y Peres-Neto, P. R. 2005. Analyzing beta diversity: Partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs* 75: 435-450.
- Legendre, P., Dale, M. R. T., Fortin, M.-J., Casgrain, P. y Gurevitch, J. 2004. Effects of spatial structures on the results of field experiments. *Ecology* 85: 3202-3214.
- Legendre, P., Dale, M. R. T., Fortin, M.-J., Gurevitch, J. y Myers, D. E. 2002. The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. *Ecography* 25: 601-615.
- Legendre, P., Lapointe, F.-J. y Casgrain, P. 1994. Modelling brain evolution from behavior: a permutational regression approach. *Evolution* 48: 1487-1499.
- Levin, S. A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology* 73: 1943-1976.
- Levin, S. A., Muller-Landau, H. C., Nathan, R. y Chave, J. 2003. The ecology and evolution of seed dispersal: A theoretical perspective. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 34: 575-604.
- Levine, J. M. y Murrell, D. J. 2003. The community-level consequences of seed dispersal patterns. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 34: 549-574.
- Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15: 237-240
- Li, B. y Archer, S. 1997. Weighted mean patch size: a robust index for quantifying landscape structure. *Ecological Modelling* 102: 353-361.
- Li, H. y Reynolds, J.F. 1993. A new contagion index to quantify spatial patterns of landscapes. *Landscape Ecology* 8: 155-162.
- Li, H. y Reynolds, J. F. 1995. On definition and quantification of heterogeneity. *Oikos* 73: 280-284.
- Lichstein, J. W. 2007. Multiple regression on distance matrices: a multivariate spatial analysis tool. *Plant Ecology* 188: 117-131.
- Lichstein, J. W., Simons, T. R., Shriver, S. A. y Franzreb, K. E. 2002. Spatial autocorrelation and autoregressive models in ecology. *Ecological Monographs* 72: 445-463.
- Liebhold, A. M., Rossi, R. E. y Kemp, W. P. 1993. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology* 38: 303-327.
- Liebhold, A.M. y Sharov, A.A. 1998. Testing for correlation in the presence of spatial autocorrelation in insect count data. En: *Population and Community Ecology for Insect Management and Conservation*. (eds. Baumgartner, J., Brandmayr, P. y B.F.J. Manly), pp. 111-117, Balkema, Rotterdam, Holanda.
- Linnell, J. D. C., Swenson, J. E. y Andersen, R. 2000. Conservation of biodiversity in Scandinavian boreal forests: large carnivores as flagships, umbrellas, indicators, or keystones? *Biodiversity and Conservation* 9: 857-868.

- Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W. y Wolfinger, R.D. 1996. *SAS System for mixed models*. SAS Institute, Cary, NC.
- Liu, C., Berry, P. M., Dawson, T. P. y Pearson, R. G. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography* 28: 385-393.
- Lloret, F., Calvo, E., Pons, X. y Díaz-Delgado, R. 2002. Wildfires and landscape patterns in the Eastern Iberian Peninsula. *Landscape Ecology* 17: 745-759.
- Lloret, F., Médail, F., Brundu, G. y Hulme, P. E. 2004. Local and regional abundance of exotic plant species on Mediterranean islands: are species traits important? *Global Ecology and Biogeography* 13: 37-45.
- Lloyd, D. 1990. A phenological classification of terrestrial vegetation cover using shortwave vegetation index imagery. *International Journal of Remote Sensing* 11: 2269-2279.
- Lloyd, M. 1967. Mean crowding. *Journal of Animal Ecology* 36: 1-30.
- Lo, C.P. y Yeung, A.K.W. 2002. *Concepts and Techniques of Geographic Information Systems*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Lobo, J. M. y Hortal, J. 2003. Modelos predictivos: un atajo para describir la distribución de la diversidad biológica. *Ecosistemas* 2003/1 (URL: <http://www.aet.org/ecosistemas/031/investigacion3.htm>).
- Lobo, J. M. y Martín-Piera, F. 2002. Searching for a predictive model for Iberian dung beetle species richness based on spatial and environmental variables. *Conservation Biology* 16: 158-173.
- Lobo, J. M., Verdú, J. R. y Numa, C. 2006. Environmental and geographical factors affecting the Iberian distribution of flightless *Jekelius* species (Coleoptera: Geotrupidae). *Diversity and Distributions* 12: 179-188.
- Loiselle, B. A., Sork, V. L., Nason, J. y Graham, C. 1995. Spatial genetic structure of a tropical understory shrub, *Psychotria officinalis* (Rubiaceae). *American Journal of Botany* 82: 1420-1425.
- Lombardi, L., Fernández, N. y Moreno, S. 2007. Habitat use and spatial behaviour in the European rabbit in three Mediterranean environments. *Basic and Applied Ecology* (en prensa).
- Lombardi, L., Fernández, N., Moreno, S. y Villafuerte, R. 2003. Habitat-related differences in rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) abundance, distribution, and activity. *Journal of Mammalogy* 84: 26-36.
- Longley, P., Goodchild, M. F., Maguire, D. y Rhind D. 2001 *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley and Sons, Chichester, Reino Unido.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., y Rhind, D. W. 2005. *Geographic Information Systems and Science*, 2nd ed. Chichester, Hoboken, Estados Unidos.
- Loosmore, N. B. y Ford, E. D. 2006. Statistical inference using the G or K point pattern spatial statistics. *Ecology* 87: 1925-1931.
- López-Jurado L. F., Talavera P. A., Ibáñez J. M., Mac Ivor J. A. y García Alcazar A. 1979. *Las tortugas terrestres Testudo graeca y Testudo hermanni en España*. Naturalia Hispanica 17. ICONA. Madrid.
- López, M. V., y Arrúe, J. L. 1995. Efficiency of an incomplete block design based on geostatistics for tillage experiments. *Soil Science Society of America Journal* 59: 1104-1111.

- López-Pintor, A., Gómez Sal, A. y Rey Benayas, J. M. 2006. Shrubs as a source of spatial heterogeneity: the case of *Retama sphaerocarpa* in Mediterranean pastures of central Spain. *Acta Oecologica* 29: 247-255.
- Loreau, M., Naeem, S. y Inchausti, P. 2002. *Biodiversity and ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Lotwick, H. W. y Silverman, B. W. 1982. Methods for analysing spatial processes of several types of points. *Journal of the Royal Statistical Society B* 44: 406-413
- Lubchenco, J., Olson, A. M., Brubaker, L. B., Carpenter, S. R., Holland, M. M., Hubbel, S. P., Levin, S. A., MacMahon, J. A., Matson, P. A., Melillo, J. M., Money, H. A., Peterson, C. H., Pulliam, H. R., Real, L. A., Regal, P. J. y Grises, P. G. 1991. The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda. *Ecology* 72: 371-412
- Ludwig, J. A. y Tongway, D. J. 1995. Spatial organisation of landscapes and its function in semi-arid woodlands, Australia. *Landscape Ecology* 10: 51-63.
- Ludwig, J. A., Bastin, G. N., Chewings, V. H., Eager, R. W. y Liedloff, A. C. 2007. Leakiness: A new index for monitoring the health of arid and semiarid landscapes using remotely sensed vegetation cover and elevation data. *Ecological Indicators* 7: 442-454.
- Luzuriaga, A. L., Albert, M. J., Giménez-Benavides, L. y Escudero, A. 2006. Population structure effect on reproduction of a rare plant: beyond population size effect. *Canadian Journal of Botany* 84: 1371-1379.
- MacDonald, I. L. y Zucchini, W. 1997. *Hidden Markov and Other Models for Discrete-Valued Time Series*. Chapman and Hall, Londres, Reino Unido.
- Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M. y Bazzaz, F. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10: 689-710.
- McArdle, B. H. y Anderson, M. J. 2001. Fitting multivariate models to community data: A comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology* 82: 290-297.
- Madelaine, C., Pelissier, R., Vincent, G., Molino, J.F., Sabatier, D., Prévost, M.F. y de Namur, C. 2007. Mortality and recruitment in a lowland tropical rain forest of French Guiana: effects of soil type and species guild. *Journal of Tropical Ecology* 23: 1-11.
- Maestre, F. T. 2002. *La restauración de la cubierta vegetal en zonas semiáridas en función del patrón espacial de factores bióticos y abióticos*. Tesis doctoral, Universidad de Alicante. Alicante. 365 pp. URL: <http://www.cervantesvirtual.com/FichaObra.html?Ref=8589>
- Maestre, F. T. 2003a. Variaciones en el patrón espacial a pequeña escala de los componentes de la costra biológica en un ecosistema mediterráneo semiárido. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 35-46.
- Maestre, F. T. 2003b. Small-scale spatial patterns of two soil lichens in semi-arid Mediterranean steppe. *Lichenologist* 35: 71-81.
- Maestre, F. T. 2006. Linking the spatial patterns of organisms and abiotic factors to ecosystem function and management: Insights from semi-arid environments. *Web Ecology* 6: 75-87.

- Maestre, F. T. y Cortina, J. 2002. Spatial patterns of surface soil properties and vegetation in a Mediterranean semi-arid steppe. *Plant and Soil* 241: 279-291.
- Maestre, F. T. y Cortina, J. 2003. Small-scale spatial variation in soil CO₂ efflux in a Mediterranean semiarid steppe. *Applied Soil Ecology* 23: 199-209.
- Maestre, F. T., Bautista, S., Cortina, J. y Bellot, J. 2001. Potential of using facilitation by grasses to establish shrubs on a semiarid degraded steppe. *Ecological Applications* 11: 1641-1655.
- Maestre, F. T., Cortina, J., Bautista, S., Bellot, J. y Vallejo, R. 2003a. Small-scale environmental heterogeneity and spatio-temporal dynamics of seedling survival in a degraded semiarid ecosystem. *Ecosystems* 6: 630-643.
- Maestre, F. T., Escudero, A., Martínez, I., Guerrero, C. y Rubio, A. 2005b. Does spatial pattern matter to ecosystem functioning? Insights from biological soil crusts. *Functional Ecology* 19: 566-573.
- Maestre, F. T., Huesca, M. T., Zaady, E. y Cortina, J. 2002. Infiltration, penetration resistance and microphytic crust composition in contrasted microsites within a Mediterranean semi-arid steppe. *Soil Biology & Biochemistry* 34: 895-898.
- Maestre, F. T. y Reynolds, J. F. 2006. Spatial heterogeneity in nutrient supply modulates plant nutrient and biomass responses to multiple global change drivers in model grassland communities. *Global Change Biology* 12: 2431-2441.
- Maestre, F. T., Rodríguez, F., Bautista, S. y Cortina, J. 2003b. Análisis del patrón espacial de la vegetación en un espartal semiárido (Alicante, SE España) utilizando distintos métodos de análisis espacial y mallas de muestreo. I. Patrones individuales. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica)* 98: 159-172.
- Maestre, F. T., Rodríguez, F., Bautista, S. y Cortina, J. 2003c. Análisis del patrón espacial de la vegetación en un espartal semiárido (Alicante, SE España) utilizando distintos métodos de análisis espacial y mallas de muestreo. II. Patrones de covariación. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica)* 98: 173-185.
- Maestre, F. T., Rodríguez, F., Bautista, S., Cortina, J. y Bellot, J. 2005a. Spatial associations and patterns of perennial vegetation in a semi-arid steppe: a multivariate geostatistics approach. *Plant Ecology* 179: 133-147.
- Magnussen, S. 1990. Application and comparison of spatial models in analyzing tree-genetics field trials. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 536-546.
- Magnussen, S. 1993a. Bias in genetic variance estimates due to spatial autocorrelation. *Theoretical and Applied Genetics* 86: 349-355.
- Magnussen, S. 1993b. Design and analysis of tree genetic trials. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 1144-1149.
- Magnussen, S. 1994. A method to adjust simultaneously for spatial microsite and competition effects. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 985-995.
- Mander, U., Kull, A. y Kuusemets, V. 2000. Nutrient flows and land use change in a rural catchment: a modelling approach. *Landscape Ecology* 15: 187-199.
- Manel, S., Williams, H. C. y Ormerod, S. J. 2001. Evaluating presence-absence models in ecology: the need to account for prevalence. *Journal of Applied Ecology* 38: 921-931.

- Manly, B. F. J. 1997. *Randomization. Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology*. Chapman and Hall, Londres.
- Manning, A. D., Fischer, J. y Lindenmayer, D. B. 2006. Scattered trees are keystone structures – Implications for conservation. *Biological Conservation* 132: 211-221.
- Mantel, N. A. 1967. The depletion of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research* 27: 209-220.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Omega, Barcelona, España.
- Margalef, R. 1980. *La biosfera. Entre la termodinámica y el juego*. Omega, Barcelona.
- Margalef, R. 1991. *Teoría de los Sistemas Ecológicos*. Publicacions de la Universitat de Barcelona, Barcelona, España.
- Margalef, R. y Gutiérrez, E. 1983. How to introduce connectance in the frame of an expression for diversity. *The American Naturalist* 121:601-607.
- Martens, S. N., Breshears, D. D., Meyer, C. W. y Barnes, F. J. 1997. Scales of above-ground and below-ground competition in a semi-arid woodland detected from spatial pattern. *Journal of Vegetation Science* 8: 655-664.
- Martín de Agar, P. M., de Pablo, C. L. y Pineda, F. D. 1995. Mapping the ecological structure of a territory: a case study in Madrid. *Environmental Management* 19:345-357.
- Martín de Agar, P. M., de Pablo, C.L., Alonso Campos, G., Pérez Gutiérrez, P. y Roldán Martín, M. J. 2003. *Cambios en los valores ambientales del territorio inducidos por cambios en la estructura del paisaje*. Informe Final del Proyecto de Investigación UCM PR1/03-11633.
- Martín de Agar, P., de Pablo, C. L. y Pineda, F. D. 1995. Mapping the ecological structure of a territory: a case study in Madrid (Central Spain). *Environmental Management* 19: 345-357.
- Martínez, I. 1999. Taxonomía del género *Peltigera* Willd. (Ascomycetes liquenizados) en la Península Ibérica y estudio de sus hongos liquenícolas. *Ruizia* 15: 3-200.
- Martínez, I., Aragón G., Carrión, F. J., Escudero, A., Burgaz, A. R. y Coppins, B. 2003. Threatened lichens in central Spain. *Cryptogamie, Mycologie* 24: 73-97.
- Martínez, I., Carreño, F., Escudero, A. y Rubio, A. 2006. Are threatened lichen species well-protected in Spain? Effectiveness of a protected areas network. *Biological Conservation* 133: 500-511.
- Martínez, I., Escudero, A., Maestre, F. T., de la Cruz, A., Guerrero, C. y Rubio, A. 2006. Small-scale patterns of abundance of mosses and lichens forming biological soil crusts in two semi-arid gypsum environments. *Australian Journal of Botany* 54: 339-348.
- Martínez, I. J. P., Ledent, J. F., Bajji, M., Kinet, J. M. y Lutts S. 2003. Effect of water stress on growth, Na⁺ and K⁺ accumulation and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two populations of *Atriplex halimus*. *Plant Growth Regulation* 41: 63-73
- Martínez, I. J. P., Kinet, J. M., Bajji, M. y Lutts, S. 2005. NaCl alleviates polyethylene glycol-induced water stress in the halophyte species *Atriplex halimus* L. *Journal of Experimental Botany* 419: 2421-2431.

- Martínez-Sánchez, J. J., Casares, P. M., Guerra, J., Gutiérrez, C. L., Ros, R. M., Hernández, B. J. y Cano, M. J. 1994. A special habitat for bryophytes and lichens in the arid zones of Spain. *Lindbergia* 19: 116-121.
- Marull, J. y Mallarach, J. M. 2004. A new GIS methodology for assessing and predicting landscape and ecological connectivity: Applications to the Metropolitan Area of Barcelona (Catalonia, Spain). *Landscape and Urban Planning* 71 (2-4): 243-262
- Mateu, J. y Morell, I. (eds.). 2003. *Geoestadística y modelos matemáticos en hidrogeología*. Publicacions de la Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions, Castellón de Plana.
- Matheron, G. 1963. Principles of geostatistics. *Economic Geology* 58: 1246-1266.
- Matheron, G. 1970. *La Théorie des Variables Regionalisées et ses Applications*. Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau, Fascicule 5, Ecole de Mines de Paris, 212 p.
- MathWorks Inc., 2005. *MATLAB: the language of technical computing*. Version 7. MathWorks, Inc., Natick, Estados Unidos.
- Matías, L., Mendoza, I. y Zamora, R. 2008. Strong pattern consistency of post-dispersal seed predation in a Mediterranean mosaic landscape. *Plant Ecology* (en prensa).
- May, R. M. 1978. Host-Parasitoid Systems in Patchy Environments: A Phenomenological Model. *The Journal of Animal Ecology* 47: 833-844.
- May, R. M. 1999. Unanswered questions in ecology. *Philosophical Transactions Royal Society of London* 354: 1951-1959.
- May, R. M. 2004. Uses and Abuses of Mathematics in Biology. *Science* 303: 790-793.
- McArdle, B. H. y Anderson, M. J. 2001. Fitting multivariate models to community data: A comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology* 82: 290-297.
- McCarthy, B. C. y Facelli, J. M. 1990. Microdisturbances in old fields and forests: implications for woody seedlings establishment. *Oikos* 58: 55-60.
- McConkey, K. R. y Drake, D. R. 2006. Flying foxes cease to function as seed dispersers long before they become rare. *Ecology* 87: 271-276.
- McCoy, E. D., Bell, S. S. y Walters, K. 1986. Identifying biotic boundaries along environmental gradients. *Ecology* 67: 749-759.
- McCullagh, P. y Nelder, J.A. 1989. *Generalised Linear Modelling*. Chapman and Hall, Nueva York, Estados Unidos.
- McGarigal, K. y Marks, B. J. 1995. *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, USA.
- McIntire, E. J. B. y Fortin, M.-J. 2006. Structure and function of wildfire and mountain pine beetle forest boundaries. *Ecography* 29: 309-318.
- McMahon, S. M. y Díez, J. M. 2007. Scale of association: hierarchical linear models and the measurement of ecological systems. *Ecology Letters* 10: 437-452.
- MEA. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Millenium Ecosystem Assessment; disponible en <http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>.
- Mead, A. 1988. *The design of experiments. Statistical principles for practical application*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

- Meggaro, Y. y Vilà, M. 2002. Distribución y regeneración después del fuego de las especies exóticas *Ailanthus altissima* y *Robinia pseudoacacia* en el parque de Collserola (Barcelona). *Montes* 68: 25-32.
- Meggs, J. F., Munks, S. A., Corkrey, R. y Richards, K. 2004. Development and evaluation of predictive habitat models to assist the conservation planning of a threatened lucanid beetle, *Hoplogonus simsoni*, in north-east Tasmania. *Biological Conservation* 118: 501-511.
- Melià, J., Segarra, D., Belda, F., Caballer, P., Fortea, J.C., García, J., López, E., Moreno, J., Serrano, J.C. y Viedma, O. 1996. Evaluación mediante teledetección de los procesos de reforestación en zonas afectadas por incendios. *La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana*. CEAM. Generalitat Valenciana, pp. 149-212.
- Menges, E. S. 2000. Population viability analysis in plants: challenges and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 51-56.
- Mergen F. 1959. A toxic principle in the leaves of *Ailanthus*. *Botanical Gazette* 121: 32-36.
- Metzger, J-P y Muller, E. 1996. Characterizing the complexity of landscape boundaries by remote sensing. *Landscape Ecology* 11:65-77.
- Meyer G. A. y Witmer M. C. 1998. Influence of seed processing by frugivorous birds on germination success of three North American shrubs. *American Midland Naturalist* 140: 129-139.
- Meyer, S. E. 1986. The ecology of gypsophile endemism in the Eastern Mojave desert. *Ecology* 67: 1303-1313.
- Meyer, W.B. y Turner, B.L. 1994. *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Migahid, M. M. 2003. Effect of salinity shock on some desert species native to the northern part of Egypt. *Journal of Arid Environments* 53: 155-167.
- Miller, J. H. 1990. *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle ailanthus. En: *Silvics of North America: Vol. 2. Hardwoods*. (coords. Burns, R. M., Honkala, B. H.), pp. 101-104. Agriculture Handbook 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington DC, Estados Unidos.
- Miller, J. y Franklin, J. 2002. Modeling the distribution of four vegetation alliances using generalized linear models and classification trees with spatial dependence. *Ecological Modelling* 157: 227-247.
- Miller, R. I. 1986. Predicting rare plant distribution patterns in the southern Appalachians of the south-eastern U.S.A. *Journal of Biogeography* 13: 293-311.
- Milne, B.T. 1991. Heterogeneity as a multiscale characteristics of landscape studies. En: *Ecological Heterogeneity* (eds. Kolasa, J. y Pickett, S. T. A.), pp. 69-84. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Moh'd Khair J. El -Shatnawi y Yaser M. Mohawesh. 2000. Seasonal chemical composition of saltbush in semiarid grasslands of Jordan. *Journal of Range Management* 53: 211-214.
- Moles, A. T., Warton, D. I. y Westoby, M. 2003. Do small-seeded species have higher survival through seed predation than large-seeded species? *Ecology* 84: 3148-3161.

- Moller, J. y Waagepetersen, R. P. 2003. *Statistical Inference and Simulation for Spatial Point Processes*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton.
- Moller, J. y Waagepetersen, R. P. 2007. Modern statistics for spatial point patterns. *Scandinavian Journal of Statistics* 34: 643-684.
- Monnerot, M., Vigne, J. D., Biju-Duval, C., Casane, D., Callou, C. C. H., Mougel, F., Soriguer, R.C., Dennebouy, N. y Mounolou, J. C. 1994. Rabbit and man: genetic and historic approach. *Genetics Selection Evolution*, 26, 167s-182s.
- Monteith, J. L. 1972. Sola radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 9: 426-31
- Montero de Burgos, J.L. y González Rebollos, J.L. 1983. *Diagramas bioclimáticos*. I.C.O.N.A., D.L. Madrid, España.
- Monturiol, F. y Alcalá del Olmo, L. 1990. *Mapa de asociaciones de suelos de la Comunidad de Madrid*. Escala 1:200.000. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Monzeglio, U. y Stoll, P. 2005. Spatial patterns and species performances in experimental plant communities. *Oecologia* 145: 619-628.
- Moorcroft, D., Whittingham, M. J., Bradbury, R. B. y Wilson, J. D. 2002. The selection of stubble fields by wintering granivorous birds reflects vegetation cover and food abundance. *Journal of Applied Ecology* 39: 535-547.
- Moore, L. A. y Willson, M. F. 1982. The effect of microhabitat, spatial distribution, and display size on dispersal of *Lindera benzoin* by avian frugivores. *Canadian Journal of Botany* 60: 557-560.
- Moral, F. J. 2003. *La Representación Gráfica de las Variables Regionalizadas*. *Geoestadística lineal*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura, Badajoz.
- Moral, F. J. 2004. Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. *Ecosistemas*. 2004/1. URL: http://www.revistacosistemas.net/articulo.asp?Id=167&Id_Categoria=2&tipo=portada
- Morales, J. M. y Carlo, T. A. 2006. The effects of plant distribution and frugivore density on the scale and shape of dispersal kernels. *Ecology* 87: 1489-1496.
- Moran, P. A. P. 1950. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika* 37: 17-23.
- Moreno, S. y Villafuerte, R. 1995. Traditional management of scrubland for the conservation of rabbits *Oryctolagus cuniculus* and their predators in Doñana National Park, Spain. *Biological Conservation* 73: 81-85.
- Moreno, S., Villafuerte, R. y Delibes, M. 1996. Cover is safe during the day but dangerous at night: the use of vegetation by European wild rabbits. *Canadian Journal of Zoology* 74 : 1656-1660.
- Morisita, M. 1959. Measuring the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University Series E (Biology)* 2: 215-235
- Morris W. F. y Doak, D. F. 2002. *Quantitative Conservation Biology: the theory and practice of population viability analysis*. Sinauer. Sunderland, Estados Unidos
- Morris, D. M., Kimmins, J. P. y Duckert, D. R. 1997. The use of soil organic matter as a criterion of the relative sustainability of forest management alternatives: a modelling approach using FORECAST. *Forest Ecology and Management* 94: 61-78.

- Morrison, M. L., Timossi, I. C. y With, K. 1987. Development and testing of linear regression models predicting bird-habitat relationships. *Journal of Wildlife Management* 51: 247-253.
- Mozafar, A. y Goodin, J. R. 1970. Versiculated hairs: a mechanism for salt tolerance in *Atriplex halimus* L. *Plant Physiology* 45: 62-65
- Música, M., de Lucio, J.V., Martínez, C., Sastre, P., Atauri, J.M., Montes, C., Castro, H., Molina, F y García M.R. 2002. Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos. Junta de Andalucía, Sevilla, España.
- Muller-Landau, H. C. 2007. Predicting the long-term effects of hunting on plant species composition and diversity in tropical forests. *Biotropica* 39: 272-384.
- Münzbergova, Z. 2004. Effect of spatial scale on factors limiting species distributions in dry grassland fragments. *Journal of Ecology* 92: 854-867.
- Muñoz, A. R., Real, R., Barbosa, A. M. y Vargas, J. M. 2005. Modelling the distribution of Bonelli's eagle in Spain: implications for conservation planning. *Diversity and Distributions* 11: 477-486.
- Muñoz, J. y Felicísimo, Á. M. 2004. A comparison between some statistical methods commonly used in predictive modeling. *Journal of Vegetation Science* 15: 285-292.
- Murphy, K. 1998. *Hidden Markov Model (HMM) Toolbox for Matlab*. URL: www.cs.ubc.ca/~murphyk/Software/HMM/hmm.html
- Murray, J. D. 1989. *Mathematical Biology*. Springer-Verlag. Berlin, Alemania.
- Murray, K. G. 1988. Avian seed dispersal of three neotropical gap-dependent plants. *Ecology Monographs* 58: 271-298.
- Musick, H.B. y Grover, H.D. 1991. Image textural measures as indices of landscape pattern. En: *Quantitative Methods in Landscape Ecology* (eds. Turner, M. G. y Gardner, R. H.), pp. 77-104. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Nachman, G. 1981. A simulation-model of spatial heterogeneity and non-random search in an insect host-parasitoid system. *Journal of Animal Ecology* 50: 27-47.
- Nagendra, H., Munroe, D.K. y Southworth, J. 2004. From pattern to process: Landscape fragmentation and the analysis of land use/ land cover change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 101: 111- 115.
- Nason J. D. y Hamrick J. L. 1997. Reproductive and genetic consequences of forest fragmentation: two case studies of neotropical canopy trees. *Journal of Heredity* 88: 264-276.
- Nathan, R. y Muller-Landau, H. C. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 278-285.
- Nathan, R., Perry, G., Cronin, J. T., Strand, A. E. y Cain, M. L. 2003. Methods for estimating long-distance dispersal. *Oikos* 103: 261-273.
- Navulur, K. C. S. y Engel, B. A. 1998. Groundwater vulnerability assessment to non-point source nitrate pollution on a regional scale using GIS. *Transactions of the ASAE* 41: 1671-1678.
- Nelder, J. A. y Mead, R. 1965. A simplex algorithm for function minimization. *Computer Journal* 7: 308-313.

- Nelson, M. R., Orum, T. V., Jaime-García, R. y Nadeem, A. 1999. Applications of geographic information systems and geostatistics in plant disease epidemiology and management. *Plant Disease* 83: 308-319.
- Nielsen, S. E., Johnson, C. J., Heard, D. C. y Boyce, M. S. 2005. Can models of presence-absence be used to scale abundance? Two case studies considering extremes in life history. *Ecography* 28: 197-208.
- Nilsson, L. A. 1988. The evolution of flowers with deep corolla tubes. *Nature* 334: 147-149.
- Nemani, R. R., Keeling, C. D., Hashimoto, H., Jolly, W. M., Piper, S. C., Tucker, C. J., Myneni, R. B., y Running, S. W. 2003. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. *Science* 300: 1560-1563.
- Neuhauser, C. 2001. Mathematical Challenges in Spatial Ecology. *Notices of the AMS*. 48: 1304-1314.
- Neuhauser, C. y Pacala, S. W. 1999. An Explicitly Spatial Version of the Lotka-Volterra Model with Interspecific Competition. *The Annals of Applied Probability* 9: 1226-1259.
- Nicolau, J. M., Solé-Benet, A., Puigdefábregas, J., Gutiérrez, L. 1996. Effects of soil and vegetation on runoff along a catena in semi-arid Spain. *Geomorphology* 14: 297-309.
- Nimis, P. L. 2003. *Checklist of the lichens of Italy 3.0*. University of Trieste. URL: <http://dbiodbs.univ.trieste.it>.
- Ninyerola, M., Pons, X. y Roure, JM. 2005. *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España.
- Noble, I. R. 1993. A model of the responses of ecotones to climate change. *Ecological Applications* 3: 396-403.
- Noda, T. 2004. Spatial hierarchical approach in community ecology: a way beyond high context-dependency and low predictability in local phenomena. *Population Ecology* 46: 105-117.
- Nolasco, A. y Orts, R. 1991. *Introducción al análisis espacial: aplicaciones en las ciencias de la salud*. Conselleria de Sanitat i Consum, Valencia, España.
- Novák, D., Cuesta-Frau, D., Ani, T. A., Aboy, M., Mico, P. y Lhotská, L. 2004. Speech Recognition Methods Applied to Biomedical Signals Processing. *Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS*, San Francisco, CA, pp. 118-121.
- Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environmental and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 25-51.
- O'Neill, R. V., Hunsaker, C. T., Timmins, S. P., Jackson, B. L., Jones, K. B., Riitters, K. H., y Wickham, J. D. 1996. Scale problems in reporting landscape pattern at the regional scale. *Landscape Ecology* 11: 169-180.
- O'Neill, R. V., Riitters, K. H., Wickham, J. D. y Jones, K. B. 1999. Landscape pattern metrics and regional assessment. *Ecosystem Health* 5: 225-233.
- O'Neill, R. V. y King, A. W. 1998. Homage to St. Michael, or, why are there so many books on scale? En *Ecological Scale: Theory and Applications* (eds. Peterson, D. L. y Parker, V. T.), pp: 3-15. Columbia University Press. Nueva York.

- O'Neill, R.V., Krummel, J.R., Gardner, R.H., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D.L., Milne, B.T., Turner, M.G., Zygmunt, B., Christensen, S.W., Dale, V.H. y Graham, R.L. 1988. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology* 1, 153–162.
- Ochoa, M. J. 1977. *Relaciones entre vegetación y tipo-grado de salinidad en el suelo*. Tesis doctoral. Universidad de Navarra, Navarra. 701 pp.
- Oddou-Muratorio, S., Demesure-Musch, B., Péliissier, R. y Gouyon, P.H. 2004. Impacts of gene flow and logging history on the local genetic structure of a scattered tree species, *Sorbus torminalis* L. *Molecular Ecology* 13: 3689-3702.
- Oden, N. L. y Sokal, R. R. 1986. Directional autocorrelation: an extension of spatial correlograms to two dimensions. *Systematic Zoology* 35: 608-617.
- Oden, N. L., Sokal, R. R., Fortin, M.-J. y Goebel, H. 1993. Categorical wombling: detecting regions of significant change in spatially located categorical variables. *Geographical Analysis* 25: 315-336.
- Odom, R. H., Ford, W. M., Edwards, J. W., Stihler, C. W. y Menzel, J. M. 2001. Developing a habitat model for the endangered Virginia northern flying squirrel (*Glaucomys sabrinus fuscus*) in the Allegheny Mountains of West Virginia. *Biological Conservation* 99: 245-252.
- Olano, J. M., Caballero, I., Laskurain, N. A., Loidi, J. y Escudero, A. 2002. Seed bank spatial pattern in a temperate secondary forest. *Journal of Vegetation Science* 13: 775–784.
- Olano, J. M., Caballero, I., Loidi, J. y Escudero, A. 2005. Prediction of plant cover from seed bank analysis in a semi-arid plant community on gypsum. *Journal of Vegetation Science* 16: 215-222.
- Olea, R. 2006. A six-step practical approach to semivariogram modeling. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 20: 307-318.
- Olesen, J. M. y Jordano, P. 2002. Geographic patterns in plant-pollinator mutualistic networks. *Ecology* 83: 2416-2424.
- Olesen, J. M. y Valido A. 2003. Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution* 18 : 177-181.
- Olsen, P. D. y Doran, B. 2002. Climatic modelling of the Australian distribution of the grass owl (*Tyto capensis*): is there an inland population? *Wildlife Research* 29: 117-125.
- Oosting, H. J. 1948. *The study of plant communities*. W. H. Freeman, Chicago, Estados Unidos.
- Osborne, P.E., Alonso, J.C. y Bryant, R.G., 2001. Modelling landscape-scale habitat use using GIS and remote sensing: a case study with great bustards. *Journal of Applied Ecology* 38:2 458-471
- Ostendorf, B. y Reynolds, J.F. 1998. A model of arctic tundra vegetation derived from topographic gradients. *Landscape Ecology* 13: 187-201.
- Ovaskainen W. y Cornell, S. 2006. Space and stochasticity in population dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103: 12781-12786.
- Pacala, S. W. y Deutschman, D. H. 1995. Details that matter: the spatial distribution of individual trees maintains forest ecosystem function. *Oikos* 74: 357-365.

- Pacala, S. W. y Tilman, D. 1994. Limiting similarity in mechanistic and spatial models of plant competition in heterogeneous environments. *American Naturalist* 143: 222-257.
- Pacala, S.W., Canham, C.D., Saponara, J., Silander, J.A., Kobe, R.K. and Ribbens, E. 1996. Forest models defined by field measurements: estimation, error analysis and dynamics. *Ecological Monographs* 66: 1-43.
- Palacio, S., Escudero, A., Montserrat-Martí, G., Maestro, M., Milla, R. y Albert, M. J. 2007. Plants living on gypsum: beyond the specialist model. *Annals of Botany* 99: 333-343.
- Palmer, M. A., Swan, C. M., Nelson, K., Silver, P y Alvestad, R. 2000. Streambed landscapes: evidence that stream invertebrates respond to the type and spatial arrangement of patches. *Landscape Ecology* 15:576-576.
- Papadakis, J. S. 1937. Méthode statistique pour des expériences sur champ. *Bulletin de l'Institut d'Amelioration des Plantes, Thessalonike* 23.
- Paramá, R. 2006. *Heterogeneidad Espacial de Nutrientes del Suelo en Ecosistemas Terrestres*. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.
- Parmesan, C. y Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
- Paruelo, J. M. y Lauenroth, W. K. 1995. Regional patterns of normalized difference vegetation index in North American shrublands and grasslands. *Ecology* 76: 1888-1898.
- Paruelo, J. M., Burke, I. C., y Lauenroth, W. K. 2001. Land-use impact on ecosystem functioning in eastern Colorado, USA. *Global Change Biology* 7: 631-639.
- Pascual, M. 2005. Computational ecology: from the complex to the simple and back. *PLOS Computational Biology*. 1: e18.
- Pascual, M., Mazzega, P. y Levin, S. A. 2001. Oscillatory Dynamics and Spatial Scale: The Role of Noise and Unresolved Pattern. *Ecology* 82: 2357-2369.
- Pasiecznik, N. M., Vera-Cruz, M. T. y Harris, P. J. C. 1996. The current status of *Atriplex* on the Cape Verde Islands. *Journal of Arid Environments* 34: 507-519.
- Pastor, J. y Johnston, C.A. 1992. Using simulation models and geographic information systems to integrate ecosystem and landscape ecology. En: *Integrated Watershed Management* (ed. Naiman R. J.), pp. 324-346. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Pastor, J. y Post, W. M. 1985. *Development of a Linked Forest Productivity-Soil Process Model*. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Estados Unidos.
- Pastor, J., Dewey, B., Moen, R., Mladenoff, D. J., White, M. y Cohen, Y. 1998. Spatial patterns in the moose-forest-soil ecosystem on Isle Royale, Michigan, USA. *Ecological Applications* 8: 411-424.
- Paszkowski, C. A. y Tonn, W. M. 2000. Community concordance between fishes and aquatic birds of northern Alberta lakes: the relative importance of environmental and biotic factors. *Freshwater Biology* 43:421-437.
- Pearce, J. y Ferrier, S. 2001. The practical value of modelling relative abundance of species for regional conservation planning: a case study. *Biological Conservation* 98: 33-43.

- Pearce, J. L. y Boyce, M. S. 2006. Modelling distribution and abundance with presence-only data. *Journal of Applied Ecology* 43: 405-412.
- Pearl, J. 1988. *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*. Morgan Kaufmann, San Mateo.
- Pebesma, E. J. 2004. Multivariable geostatistics in S: the gstat package. *Computers & Geosciences* 30: 683-691.
- Pélissier, R. 1998. Tree spatial patterns in three contrasting plots of a southern Indian tropical moist evergreen forest. *Journal of Tropical Ecology* 14: 1-16.
- Pélissier, R. y Couteron, P. 2007. An operational, additive framework for species diversity partitioning and beta-diversity analysis. *Journal of Ecology* 95: 294-300.
- Pélissier, R. y Goreaud, F. 2001. A practical approach to the study of spatial structure in simple cases of heterogeneous vegetation. *Journal of Vegetation Science* 12: 99-108.
- Penny W. D., Roberts S. J. 1998. *Gaussian Observation Hidden Markov Models for EEG analysis*. Technical Report TR-98-12, Imperial College, Londres, Reino Unido.
- Penttinen, A. 2006. Statistics for Marked Point Patterns. En: *The yearbook of the Finnish Statistical Society*, pp. 70-91.
- Peña J., Martínez, R. M., Bonet, A., Bellot, J. y Escarré, A. 2005. Cartografía de las coberturas y usos del suelo de la Marina Baixa (Alicante) para 1956, 1978 y 2000. *Investigaciones Geográficas* 37: 93-107.
- Peña, J. 2006. *Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Gestión del Territorio. Entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales. Teoría general y práctica para ESRI ArcGIS 9*. Editorial Club Universitario. Alicante, España.
- Peña, J., Bonet, A., Bellot, J., Sánchez, J.R., Eisenhuth, D., Hallett, S. y Aledo, A. 2007. Driving forces of land-use change in a cultural landscape of Spain, A preliminary assessment of the human-mediated influences. En: *Modelling Land-Use Change. Progress and applications* (eds. Koomen, E., Stillwell, J., Bakema, A. y Scholten, H. J.), pp. 97-116. Springer, Dordrecht, Holanda.
- Peres, C. A. y Palacios, E. 2007. Basin-wide effects of game harvest on vertebrate population densities in amazonian forests: implications for animal-mediated seed dispersal. *Biotropica* 39: 304-315.
- Peres-Neto, P. R., Legendre, P., Dray, S. y Borcard, D. 2006. Variation partitioning of species data matrices: Estimation and comparison of fractions. *Ecology* 87: 2614-2625.
- Pérez Cueva, J. A. 1994. *Atlas climático de la Comunidad Valenciana*. Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, Valencia, España.
- Pérez, I., Giménez, A., Sánchez-Zapata, J. A., Anadón, J. D., Martínez, M. y Esteve, M. A. 2004. Non-commercial collection of spur-thighed tortoises (*Testudo graeca graeca*): a cultural problem in southeast Spain. *Biological Conservation* 118: 175-181.
- Pérez-Badía, M. R. 1997. Flora Vascular y Vegetación de la comarca de la Marina Alta. Ed. *Instituto de Cultura Juan Gil-Albert*. Diputación Provincial de Alicante. 566 pp.
- Pérez-Mellado, V. 1989. Estudio ecológico de la lagartija balear *Podarcis lilfordi* (Günther, 1874) en Menorca. *Revista de Menorca* 80: 455-511.

- Perry G. L. W. 2004. SpPack: Spatial point pattern analysis in Excel using Visual Basic for Applications (VBA). *Environmental Modelling and Software* 19: 559-569.
- Perry, J. N. 1995a. Spatial analysis by distance index. *Journal of Animal Ecology* 64: 303-314.
- Perry, J. N. 1995b. Spatial aspects of animal and plant distribution in patchy farmland habitats. En: *Ecology and Integrated Farming Systems* (eds. Glen, D. M., Greaves, M. P. y Anderson, H. M), pp. 221-242. John Wiley & Sons Ltd, Bristol, Reino Unido.
- Perry, J. N. y Dixon, P. 2002. A new method to measure spatial association for ecological count data. *Ecoscience* 9: 133-141.
- Perry, J. N. y Hewitt, M. 1991. A new index of aggregation for animal counts. *Biometrics* 47: 1505-1518.
- Perry, J. N. 1998. Measures of spatial pattern for counts. *Ecology* 79: 1008-1017.
- Perry, J. N., Bell, E. D., Smith, R. H. y Woiwod, I. P. 1996. SADIE: software to measure and model spatial pattern. *Aspects of Applied Biology* 46: 95-102.
- Perry, J. N., Liebhold, A. M., Rosenberg, M. S., Dungan, J. L., Miriti, M., Jakomulska, A. y Citron-Pousty, S. 2002. Illustrations and guidelines for selecting statistical methods for quantifying spatial pattern in ecological data. *Ecography* 25: 578-600.
- Perry, J. N., Winder, L., Holland J. M. y Alston R. D. 1999. Red-blue plots for detecting clusters in count data. *Ecology Letters* 2: 106-113.
- Peters, R. H. 1983. *The ecological implications of body size*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Peterson, A. T., Soberón J. y Sánchez-Cordero, V. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285: 1265-1267.
- Peterson, D. L. y Parker, V. T. 1998. Dimensions of scale in ecology, resource management, and society. En: *Ecological Scale: Theory and Applications* (eds. Peterson, D. L. y Parker, V. T), pp. 499-522. Columbia University Press. Nueva York, Estados Unidos.
- Phipps, M. 1981. Entropy and community pattern analysis. *Journal of Theoretical Biology* 93: 253-273.
- Pickett, S. T. A. y Cadenasso, M. L. 1995. Landscape ecology: Spatial heterogeneity in ecological systems. *Science* 269: 331-334
- Pielou, E. C. 1961. Segregation and symmetry in two-species populations as studied by nearest neighbor relationships. *Journal of Ecology* 49: 255-269.
- Pilot, M., Jedrzejewski, W., Branick, W., Sidorovich, V., Jedrzejewska, B., Stachura, K. y Funck, S. 2006. Ecological factors influence population genetic structure of European grey wolves. *Molecular Ecology* 15: 4533-4553.
- Pimm, S. L., 1984. The complexity and stability of ecosystems. *Nature* 307: 321 – 326.
- Pino, J., Rodà, F., Ribas, J. y Pons, X. 2000. Landscape structure and bird species richness: implications for conservation in rural areas between natural parks. *Landscape and Urban Planning* 49: 35-48.
- Piñol, J., Terradas, J. y Lloret, F. 1998. Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. *Climatic change* 38:345-357.

- Piper, J. K. 1986. Effects of habitat and size of fruit display on removal of *Smilacina stellata* (Liliaceae) fruits. *Canadian Journal of Botany* 64: 1050-1054.
- Platt, T. y Denman, K. L. 1975. Spectral analysis in ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 6: 189-210.
- Plotnick, R. E., Gardner, R. H. y O'Neill, R. V. 1993. Lacunarity indices as measures of landscape texture. *Landscape Ecology* 8: 201-211.
- Porporato, A., D'Odorico, P., Laio, F., Ridolfi, L. y Rodriguez-Iturbe, I. 2002. Ecohydrology of water-controlled ecosystems. *Advances in Water Resources* 25: 1335-1348.
- Potts, J. M. y Elith, J. 2006. Comparing species abundance models. *Ecological Modelling* 199: 153-163.
- Potvin, C. y Tardif, S. 1988. Sources of variability and experimental design in growth chambers. *Functional Ecology* 2: 123-130.
- Prasse, R. y Bornkamm, R. 2000. Effect of microbiotic soil surface crusts on emergence of vascular plants. *Plant Ecology* 150: 65-75.
- Prendergast, J. R., Quinn, R. M., Lawton, J. H., Eversham, B. C. y Gibbons, D. W. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365: 335-337.
- Prince, S. D., Brown De Colstoun, E., y Kravitz, L. L. 1998. Evidence from rain-use efficiencies does not indicate extensive Sahelian desertification. *Global Change Biology* 4: 359-374.
- Pringle, C. M. 1990. Nutrient spatial heterogeneity. Effects on community structure, physiognomy, and diversity of stream algae. *Ecology* 71: 905-920.
- Proctor, M. C. F., Nasy, Z., Csintalan, Z. y Takács, Z. 1998. Water-content components in bryophytes: Analysis of pressure-volume relationships. *Journal of Experimental Botany* 49: 1845-1954.
- Puigdefábregas, J. y Sánchez, G. 1996. Geomorphological implications of vegetation patchiness on semiarid slopes. En: *Advances in hillslope processes*, Volume 2 (eds. Anderson, M. G. y Brooks, S. M.), pp. 1027-1060. John Wiley & Sons, Londres, Reino Unido.
- Puigdefábregas, J., Solé, A., Gutierrez, L., Barrio, G., Boer, M. 1999. Scales and processes of water and sediment redistribution in drylands: results from the Rambla Honda field site in Southeast Spain. *Earth-Science Reviews* 48: 39-70.
- Purves, D. W., Zavala, M. A., Ogle, K., Prieto, F. y Rey Benayas, J. M. 2007. Environmental heterogeneity, bird-mediated directed dispersal, and oak woodland dynamics in Mediterranean Spain. *Ecological Monographs* 77: 77-97.
- Pyankov, V. I., Gunin, P. D., Tsoog, S. y Black, C. C. 2000. C4 plants in the vegetation of Mongolia: their natural occurrence and geographical distribution in relation to climate. *Oecologia* 123:15-31.
- Qi, Y. y Wu, J. 1996. Effects of changing spatial resolution on the results of landscape pattern analysis using spatial autocorrelation indices. *Landscape Ecology* 11: 39-49.
- Qiao, C. G., Basford, K. E., DeLacy, I. H. y Cooper, M. 2000. Evaluation of experimental designs and spatial analyses in wheat breeding trials. *Theoretical and Applied Genetics* 100: 9-16.

- Qiao, C.G., Basford, K.E., DeLacy, I.H. y Cooper, M. 2004. Advantage of single-trial models for response to selection in wheat breeding multi-environment trials. *Theoretical and Applied Genetics* 108: 1256-1264.
- Quero J. L. 2006. SADIE como herramienta de cuantificación de la heterogeneidad espacial: casos prácticos en el Parque Nacional de Sierra Nevada (Granada, España). *Ecosistemas* 2006/3: 41-48. URL: http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=436&Id_Categoria=1&tipo=portada.
- Quevedo, M., Bañuelos, M. J. y Obeso, J. R. 2006. The decline of Cantabrian capercaillie: How much does habitat configuration matter? *Biological Conservation* 127: 190-200.
- Quinn, G. P. y Keough, M. J. 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Quintana-Ascencio, P. F., Caballero, I., Olano, J. M., Escudero, A. y Albert, M. J. 2007. Does habitat structure matter? Spatially explicit population modelling of an Iberian Gypsum endemic. *Journal of Ecology* (en revisión).
- R Development Core Team. 2006. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org>.
- Rabasa, S. G., Gutiérrez, D. y Escudero, A. 2005. Egg laying by a butterfly on a fragmented host-plant: a multilevel approach. *Ecography* 28: 629-639.
- Rabiner, L.R. 1989. A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition. *Proceedings of the IEEE* 77: 257-286.
- Rabus, B., Eineder, M., Roth, A. y Bamler, R. 2003. The Shuttle Radar Topography mission- a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. *Photogrammetry Remote Sensing* 57: 241-262.
- Ramírez-Sanz, L., Alcaide, M. T., Cuevas, J. A., Guillén, D.F. y Sastre Olmos, P. 2000. A methodology for environmental planning in Protected Natural Areas. *Journal of Environmental Planning and Management* 43:785-798.
- Randlane, T. 1998. Red list of Estonian macrolichens. *Folia Cryptogamica Estonica* 32: 75-79.
- Rangel, T. F. V. B. L., Diniz-Filho, J. A. F. y Bini, L. M. 2006. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. *Global Ecology and Biogeography* 15: 321-327.
- Raufaste, N. y Rousset, F. 2001. Are partial mantel tests adequate? *Evolution* 55: 1703-1705.
- Read, J. M. y Lam, N. S. N. 2002. Spatial methods for characterising land cover and detecting land-cover changes for the tropics. *International Journal of Remote Sensing* 23: 2457-2474.
- Real, L. A. y McElhany, P. 1996. Spatial pattern and process in plant-pathogen interactions. *Ecology* 77: 1011-1025.
- Reberg-Horton, C., Gallandt, E.R. y Molloy, T. 2006. Measuring community shifts in a weed seed bank study with the use of distance-based redundancy analysis. *Weed Science* 54: 861-866.

- Reed, B.C., Brown, J.F., Vanderzee, D., Loveland, T.R., Merchant, J.W. y Ohlen, D.O. 1994. Measuring phonological variability from satellite imagery. *Journal of Vegetation Science* 5: 703-714.
- Rees, M., Mangel, M., Turnbull, L., Sheppard, A. y Briese, D. 2000. The effects of heterogeneity on dispersal and colonization in plants. En: *The Ecological Consequences of Environmental Heterogeneity* (eds. Hutchings, M. J., John, E. A. y Stewart, A. J. A.), pp. 237-266. Blackwell Science, Cambridge, Reino Unido.
- Reid, K. D., Wilcox, B., Breshears, D., MacDonald, L. 1999. Runoff and erosion in a piñon-juniper woodland: influence of vegetation patches. *Soil Science Society of American Journal* 63: 1869-1879.
- Reid, N. 1989. Dispersal of mistletoes by honeyeaters and flowerpeckers: components of seed dispersal quality. *Ecology* 70: 137-145.
- Renshaw, E. 1997. Spectral techniques in spatial analysis. *Forest Ecology and Management* 94: 165-174.
- Renshaw, E. y Ford, E. D. 1984. The description of spatial pattern using two-dimensional spectral analysis. *Vegetatio* 56: 75-85.
- Rescia, A.J., Schmitz, M.F., Martín de Agar, P., de Pablo, C.L. y Pineda, F.D. 1997. A fragmented landscape in northern Spain analyzed at different spatial scales: Implications for management. *Journal of Vegetation Science* 8:343-352.
- Reutter, B., Helfer, V., Hirzel, A. H. y Vogel, P. 2003. Modelling habitat-suitability using museum collections: an example with three sympatric *Apodemus* species from the Alps. *Journal of Biogeography* 30: 581-590.
- Rey, J. M. 1984. Cartografía automática y el sistema CUTM. *Fontqueria* 6: 21-32.
- Rey, P. J. 1995. Spatio-temporal variation in fruit and frugivorous bird abundance in olive orchards. *Ecology* 76: 1625-1635.
- Rey, P.J., Garrido, J. L., Alcántara, J. M., Ramírez, J. M., Aguilera, A., García, L., Manzaneda, A. J. y Fernández, R. 2002. Spatial variation in ant and rodent post-dispersal predation of vertebrate-dispersed seeds. *Functional Ecology* 16: 773-781.
- Reynolds, J. F., Kemp, P. R., Ogle, K. y Fernandez, R. J. 2004. Modifying the 'pulse-reserve' paradigm for deserts of North America: precipitation pulses, soil water, and plant responses. *Oecologia* 141: 194-210.
- Rhode, K. 2005. Cellular automata and ecology. *Oikos* 110: 203-207.
- Ribbens, E., Silander, J. A. y Pacala, S. W. 1994. Seedling recruitment in forests: calibrating models to predict patterns of tree seedling dispersion. *Ecology* 75: 1794-1806.
- Ribeiro, P.J. y Diggle, P.J. 2001. geoR: A package for geostatistical analysis. *R-News* 1: URL: <http://cran.r-project.org/doc/Rnews>.
- Ricketts, T., Daily, G. C., Ehrlich, P. R. y Fay, J. P. 2001. Country-side biogeography of moths in a fragmented landscape: biodiversity in native and agricultural habitats. *Conservation Biology* 15: 378-388.
- Riera, N., Traveset, A. y García, O. 2002. Breakage of mutualisms by exotic species: the case of *Cneorum tricoccon* L. in the Balearic Islands (Western Mediterranean Sea). *Journal of Biogeography* 29: 713-719.
- Rigual, A. 1972. *Flora y vegetación de la provincia de Alicante*. Instituto Juan Gil-Albert. Diputación de Alicante, Alicante, España.

- Ripley, B. D. 1976. The second order analysis of stationary point processes. *Journal of Applied Probability* 13: 255-266.
- Ripley, B. D. 1978. Spectral analysis and the analysis of pattern in plant communities. *Journal of Ecology* 66: 965-981.
- Ripley, B. D. 1979. Test of "randomness" for spatial patterns. *Journal of the Royal Statistical Society (series B)* 41: 368-374.
- Rivas-Martínez, S. y Loidi, J. 1999. Bioclimatology of the Iberian Peninsula. *Itinera Geobotanica* 13: 41-47.
- Rivera, D. y Obón, C. 1991. *La guía de incafo de las plantas útiles y venenosas de la Península Ibérica y Baleares (excluidas medicinales)*. Editorial Incafo, Madrid, España.
- Robertson, G. P. 1987. Geostatistics in ecology: interpolating with known variance. *Ecology* 68: 744-748.
- Robertson, M. P., Caithness, N. y Villet, M. H. 2001. A PCA-based modelling technique for predicting environmental suitability for organisms from presence records. *Diversity and Distributions* 7: 15-27.
- Rodríguez, F y Bautista, S. 2001. Patch-gap analysis of presence-absence data in vegetation transect using hidden Markov models, with application to the characterisation of post-fire plant pattern disturbance in a semiarid pine forest. En: *Ecosystems and Sustainable Development III, Advances in Ecological Sciences* 10 (eds. Brebbia, C.A., Villacampa, Y. y Usó, J.L.), pp. 801-809. WIT Press, Southampton, Reino Unido.
- Rodríguez, F. y Bautista, S. 2006. Modelos ocultos de Markov para el análisis de patrones espaciales. *Ecosistemas* 2006/3: 69-76. URL: www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=433&Id_Categoria=1&tipo=portada
- Rodríguez-Fernández, L. R. 2004. Mapa geológico de España 1:2.000.000. En: *Geología de España* (ed. Vera, J. A.). SGE-IGME, Madrid, España.
- Rodríguez-Pérez J. 2006. Consecuencias ecológicas, demográficas y genéticas de las interacciones planta-animal en dos especies de *Daphne* (*Thymelaeaceae*). Tesis doctoral, Universidad de las Islas Baleares.
- Rodríguez-Rey Arenas, L. 2002. *Estudio previo a la realización del Plan de Manejo del acebo (Ilex aquifolium) en el Parque Natural del Moncayo: el acebo como acompañante del pinar de Pinus sylvestris*. Proyecto Fin de Carrera, Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Roldán Martín, M.J., de Pablo, C.L. y Martín de Agar, P. 2003a. Landscape Mosaics recognition and changes over time: a methodological approach. En: *Multifunctional landscapes Vol. III Continuity and change* (eds. Mander, Ü. y Antrop, M), pp. 55-77. WIT Press, Southampton, Reino Unido.
- Roldán Martín, M.J., Martín de Agar, P., de Pablo, C.L., Pérez Gutiérrez, P. y Alonso Campos, G. 2003b. Evolución del paisaje de la Sierra Norte de Madrid: cambios en los usos, las fronteras y los mosaicos (1946-1999). En: *Actas del VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre*. Julio 2003. Barcelona. España. (edición en CD-ROM).
- Roldán, A., García-Orenes, F. y Albaladejo, J. 1994. Microbial populations in the rhizosphere of *Brachypodium retusum* and their relationship with stable aggregates in a semiarid soil of Southeastern Spain. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 8: 105-114.

- Romão, R. L. y Escudero, A. 2005. Gypsum physical soil crust and the existence of gypsophytes in semi-arid central Spain. *Plant Ecology* 181: 1-11.
- Romero-Calcerrada, R. y Perry, G.L.W. 2004. The Role of Land Abandonment in Landscape Dynamics in the SPA 'Encinares del río Alberche y Cofio' Central Spain, 1984-1999. *Landscape and Urban Planning* 66: 217-232.
- Rose, G. A. y Leggett, W. 1990. The importance of scale to predator-prey spatial correlations: an example of atlantic fishes. *Ecology* 71: 33-43.
- Rosenberg, M. S. 2001. *PASSAGE, Pattern Analysis, Spatial Statistics, and Geographic Exegis. Version 1.1.3.4*. Department of Biology, Arizona State University, Tempe, Estados Unidos. URL: <http://www.passagesoftware.net>.
- Rossi, J. P. 2003. Short-range structures in earthworm spatial distribution. *Pedobiologia* 47: 582-587.
- Rossi, R. E., Mulla, D. J., Journel, A. G. y Franz, E. H. 1992. Geostatistical tools for modelling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecological Monographs* 62: 277-314.
- Rotenberry, J.T. 1986. Habitat relationships of shrub steppe birds: even "good" models cannot predict the future. En: *Wildlife 2000: modelling habitat relationships of terrestrial vertebrates* (eds. Verner, J. et al.), pp: 217-222. University of Wisconsin Press, Madison, Estados Unidos.
- Rouget, M., Richardson, D.M., Nel, J.I., Le Maitre, D.C., Egoh, B. y Mgidi, T. 2004. Mapping the potential ranges of major plant invaders in South Africa, Lesotho and Swaziland using climatic suitability. *Diversity and Distributions* 10: 475-484.
- Rowlingson, B. y Diggle, P. J. 1993. Splancs: Spatial Point pattern analysis Code in S-plus. *Computers and Geosciences* 19: 627-655.
- Rowlingson, B. y Diggle, P. J. 2005. *splancs: Spatial and Space-Time Point Pattern Analysis. R package version 2.01-16*. URL: <http://www.r-project.org>, <http://www.maths.lancs.ac.uk/~rowlings/Splancs/>
- Roxburgh, L. y Nicolson, S. W. 2005. Patterns of host use in two African mistletoes: the importance of mistletoe-host compatibility and avian disperser behaviour. *Functional Ecology* 19: 865-873.
- Rubert de Ventós, X. 2006. La teoría de la frontera. En: *Sessió Conjunta en Homenatge al Doctor Margalef: Espai i Temps en Ecologia*. IEC, SCB, Barcelona, España.
- Rubio, A. y Escudero, A. 2000. Small-scale spatial soil-plant relationship in semi-arid gypsum environment. *Plant and Soil* 220: 139-150.
- Rue, H. y Held, L. 2005. *Gaussian Markov Random Fields. Theory and Applications*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, Estados Unidos.
- Rumiz, D. I. 2006. Google Earth© y Trackmaker© aplicados a la biología de campo y la conservación. *Kempffiana* 2: 173-177
- Running, S. W. 1984. Documentation and Preliminary Validation of H2OTRANS and DAYTRANS, Two Models for Predicting Transpiration and Water Stress in Western Coniferous Forests. US Forest Service Research, Corvallis, Estados Unidos.
- Russel, S. K. y Schupp, E. W. 1998. Effects of microhabitat patchiness on patterns of seed dispersal and seed predation of *Cercocarpus ledifolius* (Rosaceae). *Oikos* 81: 434-443.

- Rustad, L., Huntington, T. y Boone, R., 2000. Control on soil respiration: Implication for climate change. *Biogeochemistry* 48: 1-6.
- Ryel, R. J., Caldwell, M. M. y Manwaring, J. H. 1996. Temporal dynamics of soil spatial heterogeneity in sagebrush-wheatgrass steppe during a growing season. *Plant and Soil* 184: 299-306.
- Saaty, T. 1977. A scaling method for priorities in hierarquical structures. *Journal of mathematical Psychology* 15: 234-281.
- Sakai, A. K. y Oden, N. L. 1983. Spatial Pattern of Sex Expression in Silver Maple (*Acer saccharinum* L.): Morisita's Index and Spatial Autocorrelation. *The American Naturalist* 122: 489-508.
- Saenz-Romero, C., Nordheim, E.V., Guries, R.P y Crump, P.M. 2001. A case study of a provenance/progeny test using Trend Analysis with correlated errors and SAS PROC MIXED. *Silvae Genetica* 50: 127-135.
- Saetre, P. 1999. Spatial patterns of ground vegetation, soil microbial biomass and activity in a mixed spruce-birch stand. *Ecography* 22: 183-192.
- Sage, F. F., Wedin, D. A. y Meirong L. 1999. The biogeography of C4 photosynthesis: patterns and controlling factors. En: *C4 plant biology* (eds. Sage, R. F. y Monson, R. K.), pp. 313-356. Academic Press, Londres, Reino Unido.
- Sage, R. F. y Monson R. K. 1999. *C4 Plant Biology*, Academic Press, Londres, Reino Unido.
- Sain, S. R., Baggerly, K. A. y Scott, D. W. 1994. Cross-validation of multivariate densities. *Journal of the American Statistical Association* 89: 807-817.
- Saint-Louis, V., Fortin, M.-J. y Desrochers, A. 2004. Association between microhabitat and territory boundaries of two forest songbirds. *Landscape Ecology* 19: 591-601.
- Salem, B. B. 2003. Application of GIS to biodiversity monitoring. *Journal of Arid Environments* 54: 91-114.
- Sallabanks, R. 1992. Fruit fate, frugivory, and fruit characteristics: a study of the hawthorn, *Crataegus monogyna* (Rosaceae). *Oecologia* 91: 296-304.
- Sallabanks, R. 1993. Hierarchical mechanisms of fruit selection by an avian frugivore. *Ecology* 74: 1326-1336.
- Salvador A. 2006. Lagartija balear – *Podarcis lilfordi*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles* (eds. Carrascal, L. M. y Salvador, A.), pp. 1-20. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. URL: <http://www.vertebradosibericos.org/>.
- Samper, F. J. y Carrera, J. 1990. *Geoestadística: aplicaciones a la hidrogeología subterránea*. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona.
- Sánchez Palomares, O., Sánchez Serrano, F. y Carretero, M. P. 1999. *Modelos y cartografía de estimaciones climáticas termoplumiométricas para la España peninsular*. INIA, Madrid, España.
- Sanchez, G., Puigdefábregas, J. 1994. Interactions between plant growth and sediment movement in semi-arid slopes. *Geomorphology* 9: 243-260.
- Sancho, J. 1996. La función del paisaje: cartografía analítica y sintética. *Serie Geográfica* 6: 179-212.
- Sansom, J. 1999. Large scale variability of rainfall through hidden semi-Markov models of breakpoint data. *Journal of Geophysical Research* 104 (D24): 31631-31643.

- Sansom, J. y Thompson, C.S. 2003. Mesoscale spatial variation of rainfall through a hidden semi-Markov model of breakpoint data. *Journal of Geophysical Research* 108 (D8): 8379.
- Santos, T. 1985. *Estudio sobre la biología migratoria de la tribu Turdini (Aves) en España*. ICONA, Monogr. no. 39, Publ. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.
- Sanz, M., Dana, E. D. y Sobrino, E. 2004. *Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España.
- Saracco, J. E., Collazo, J. A. y Groom, M. J. 2004. How do frugivores track resources? Insights from spatial analyses of bird foraging in a tropical forest. *Oecologia* 139: 235-245.
- SAS Institute. 1999. *SAS/STAT User's guide, Version 8*. SAS Institute Inc., Cary, Estados Unidos.
- SAS Institute. 2005. *The GLIMMIX Procedure*. SAS Institute Inc., Cary, Estados Unidos. Disponible en: <http://support.sas.com/rnd/app/papers/glimmix.pdf>.
- Sass, L., Csintalan, Z., Tuba, Z. y Vass, I. 1996. Thermoluminescence studies on the function of the photosystem II in the desiccation tolerant lichen *Cladonia convoluta*. *Photosynthesis Research* 48: 205-212.
- Schabenberger, O. y Gotway, C.A. 2005. *Statistical methods for spatial data analysis*. Chapman & Hall/CRC, Londres, Reino Unido.
- Schaefer, J. A. y Messier, F. 1995. Habitat selection as a hierarchy: the spatial scales of winter foraging by musk oxen. *Ecography* 18: 333-344.
- Schaug, J., Iversen, T. y Pedersen, U. 1993. Comparison of Measurements and Model Results for Airborne Sulphur and Nitrogen Components with Kriging. *Atmospheric Environment* 27A: 831-844.
- Scheiner, S. M. y Gurevitch, J. 2001. *Design and analysis of ecological experiments*. Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos.
- Schenk, H. J., Holzapfel, C., Hamilton, J. G. y Mahall, B. E. 2003. Spatial ecology of a small desert shrub on adjacent geological substrates. *Journal of Ecology* 91: 383-395.
- Schilthuizen, M. 2000. Ecotone: speciation-prone. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 130-131.
- Schlather, M., Ribeiro, P. J. y Diggle, P. J. 2004. Detecting dependence between marks and locations of marked point processes. *Journal of the Royal Statistical Society B* 66: 79-93.
- Schlesinger, W. H., Abrahams, A. D., Parsons, A. J., Wainwright, J. 1999. Nutrient losses in runoff from grassland and shrubland in Southern New Mexico: I. rainfall simulation experiments. *Biogeochemistry* 45: 21-34.
- Schlesinger, W. H., Raikes, J. A., Hartley, A. E. y Cross, A. F. 1996. On the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. *Ecology* 77: 364-74.
- Schmid, B. y Harper, J. L. 1985. Clonal growth in grassland perennials. *Journal of Ecology* 73: 793-808.
- Schmid, B., Hector, A., Huston, M. A., Inchausti, P., Nijs, I., Leadley, P. W. y Tilman, D. 2002. The design and analysis of biodiversity experiments. En: *Biodiversity and*

- Ecosystem Functioning* (eds. Loreau, M., Naeem, S. y Inchausti, P.), pp. 61-75. Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos.
- Schmitt, J. y Antonovics, J. 1986. Experimental studies of the evolutionary significance of sexual reproduction. IV. Effect of neighbor relatedness and aphid infestation on seedling performance. *Evolution* 40: 830-836.
- Schneider, D. C. 1998. Applied scaling theory. En: *Ecological Scale: Theory and Applications* (eds. Peterson, D. L. y Parker, V. T.), pp: 253-270. Columbia University Press. Nueva Cork, Estados Unidos.
- Schneider, D. C. 2001. The rise of the concept of scale in ecology. *BioScience* 51: 545-553.
- Schupp, E. W. 1992. The Janzen-Connell model for tropical tree diversity: population implications and the importance of spatial scale. *American Naturalist* 140: 526-530.
- Schupp, E. W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/108: 15-29.
- Schupp, E. W. 1995. Seed-seedling conflicts, habitat choice, and patterns of plant recruitment. *American Journal of Botany* 82: 399-409.
- Schupp, E. W. y Fuentes, M. 1995. Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant population ecology. *Écoscience* 2: 267-275.
- Schurr, F. M., Bossdorf, O., Milton, S.J. y Schumacher, J. 2004. Spatial pattern formation in semi-arid shrubland: a priori predicted versus observed pattern characteristics. *Plant Ecology* 173: 271-282.
- Scott, J. M., Davis, F. W., Csuti, B., Butterfield, B., Groves, C., Anderson, H., Caicco, S., D'Erchia, F., Edwards, T. C., Ulliman, J. y Wright, R. G. 1993. Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123: 1-41.
- Scott, J. M., Heglund, P. J., Morrison, M. L., Haufler, J. B., Raphael, M. G., Wall, W. A. y Samson, F. D. 2002. *Predicting species occurrences*. Island Press, Washington, Estados Unidos.
- Scoullar, K. A., Kimmins, J. P., Thauberger, R., Waldie, W. C. y Kremsater, L. 1995. FOORTOON: the game. Life Sciences Programming Ltd., Naramata.
- Searman, E., Griffith, B. y Powell, R. A. 1998. KERNELHR: a program for estimating animal home ranges. *Wildlife Society Bulletin* 26: 95-100.
- Seely, B. y Welham, C. 2006. *Towards the application of SOM as a measure of ecosystem productivity in the Quesnel Forest District: Deriving thresholds, determining effective sampling regimes, and evaluating practices*. Report # FSP Y061143. British Columbia Ministry of Forests Forest Sciences Program, Victoria, Canada.
- Seely, B., Nelson, J., Wells, R., Peter, B., Meitner, M., Anderson, A., Harshaw, H., Sheppard, S., Bunnell, F.L., Kimmins, H. y Harrison, D. 2004. The application of a hierarchical, decision-support system to evaluate multi-objective forest management strategies: a case study in northeastern British Columbia, Canada. *Forest Ecology and Management* 199: 283-305.
- Seely, S. Welham, C. y Kimmins, H. 2002. Carbon sequestration in a boreal forest ecosystem: results from the ecosystem simulation model, FORECAST. *Forest Ecology and Management* 169: 123-135.

- Segurado, P. y Araújo, M. B. 2004. An evaluation of methods for modelling species distributions. *Journal of Biogeography* 31: 1555-1568.
- Seidler, T. G. y Plotkin, J. B. 2006. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *PLoS Biology* 4: e344.
- Seiwa, K., Watanabe, A., Irie, K., Kanno, H., Saitoh, T. y Akasaka, S. 2002. Impact of site-induced caching and transport behaviour on regeneration in *Castanea crenata*. *Journal of Vegetation Science* 13: 517-526.
- Sellers, P. J. 1994. A global 1° by 1° NDVI data set for climate studies. Part 2: the generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from the NDVI. *International Journal of Remote Sensing* 15: 3519-3545.
- Sellers, P. J., Randall, D. A., Collatz, G. J., Berry, J. A., Field, C. B., Dazlich, D. A., Zhang, C., Collelo, G. D. y Bounoua, L. 1996. A revised land surface parameterization (SiB2) for atmospheric GCMs. Part I: Model formulation. *Journal of Climate* 9: 676-705.
- Seoane, J., Bustamante, J. y Díaz-Delgado, R. 2004. Competing roles for landscape, vegetation, topography and climate in predictive models of bird distribution. *Ecological Modelling* 171: 209-222.
- Seoane, J., Viñuela, J., Díaz-Delgado, R. y Bustamante, J. 2003. The effects of land use and climate on red kite distribution in the Iberian Peninsula. *Biological Conservation* 111: 401-414.
- Serra, L. 2005. *Estudio crítico de la flora vascular de la provincia de Alicante: aspectos nomenclaturales, biogeográficos y de conservación*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante.
- Serrada, R. (coord.). 1997. *Actas de la reunión de Madrid sobre causas de las marras*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, número 4. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Madrid.
- Shannon, C. y Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press, 117 p.
- Shilton, L. A., Altringham, J. D., Compton, S. G. y Whittaker, R. J. 1999. Old world fruit bats can be long-distance seed dispersers through extended retention of viable seeds in the gut. *Proceedings of the Royal Society of London B* 266: 219-223.
- Shimono, A., Ueno, S., Tsumura, Y. y Washitani, I. 2006. Spatial genetic structure links between soil seed banks and above-ground populations of *Primula modesta* in subalpine grassland. *Journal Ecology* 94: 77-86.
- Shomer-Ilan, A., Nissenbaum, A. y Waisel, Y. 1981. Photosynthetic Pathways and the ecological distribution of the Chenopodiaceae in Israel. *Oecologia* 48: 244-248.
- Shugart, H. H. 1998. *Terrestrial Ecosystems in Changing Environments*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Sierra, B. 2006. *Aprendizaje automático: conceptos básicos y avanzados. Aspectos prácticos utilizando el software Weka*. Pearson-Prentice Hall, Madrid, España.
- Silander, J. A. Jr. y Pacala, S. W. 1985. Neighborhood predictors of plant performance. *Oecologia* 66: 256-263.
- Silvertown, J., Holtier, S., Johnson, J. y Dale, P. 1992. Cellular automaton models of interspecific competition for space – the effect of pattern on process. *Journal of Ecology* 80: 527-534.

- Silvertown, J. y Wilson, J. B. 1994. Community structure in a desert perennial community. *Ecology* 75: 409-417.
- Simioni, G., Gignoux, J. y Le Roux, X. 2003. Tree layer spatial structure can affect savanna production and water budget: results of a 3-d model. *Ecology* 84: 1879-1894.
- Singh, M., Malhotra, R.S., Ceccarelli, S., Sarker, A., Grando, S. y Erskine, W. 2003. Spatial variability models to improve dryland field trials. *Experimental Agriculture* 39: 151-160.
- Smith, B. M., Diaz, A., Winder, L. y Daniels, R. 2005. The effect of provenance on the establishment and performance of *Lotus corniculatus* L. in a re-creation environment. *Biological Conservation* 125: 37-46.
- Smith, M. W., Smith, M. H. y Chesser, R. K. 1983. Biochemical genetics of mosquitofish, 1. Environmental correlates, and temporal and spatial heterogeneity of allele frequencies within a river drainage. *Copeia* 1: 182-193.
- Smith, P. G. 2004. Automated log-ratio analysis of compositional data: software suited to analysis of habitat preference from radio tracking data. *Bat Research News* 45: 16.
- Smyth, P. 1997. Belief networks, hidden Markov models, and Markov random fields: A unifying view. *Pattern Recognition Letters* 18: 1261-1268.
- Smyth, P., Heckerman, D. y Jordan, M.I. 1997. Probabilistic independence networks for hidden Markov probability models. *Neural Computation* 9: 227-269.
- Snow, B. y D. Snow. 1988. *Birds and berries*. Redwood Books, Trowbridge, Wilshire.
- Sokal, R. R. y Oden, N. L. 1978. Spatial autocorrelation in biology 1. Methodology. *Biological Journal of the Linnean Society* 10: 199-228.
- SPSS. 2004. *SPSS Trends 13.0*. Spss Inc., Chicago, Estados Unidos.
- Stauffer, D. F. 2002. Linking populations and habitats: where have we been? En: *Predicting species occurrences* (eds. Scott, J.M. et al.), pp: 53-62. *Issues of accuracy and scale*. Island Press.
- Stenger, R., Priesack, E. y Beese, F. 2002. Spatial variation of nitrate-N and related soil properties at the plot-scale. *Geoderma* 105: 259-275.
- Stevens, P. H. y Jenkins, D. G. 2000. Analyzing species distributions among temporary ponds with a permutation test approach to the join count statistic. *Aquatic Ecology* 34: 91-99.
- Stewart, A. J. A., John, E. A. y Hutchings, M. J. 2000. The world is heterogeneous: ecological consequences of living in a patchy environment. En: *The Ecological Consequences of Environmental Heterogeneity* (eds. Hutchings, J. M., John E. A. y Stewart A. J. A.), pp. 1-8. Blackwell Science, Londres, Reino Unido.
- Stinchcombe, M. and White, H. 1998. Consistent specification testing with nuisance parameters present only under the alternative. *Econometric Theory* 14: 295-324.
- Stoll, P. y Prati, D. 2001. Intraspecific aggregation alters competitive interactions in experimental plant communities. *Ecology* 82: 319-327.
- Stowe, L. G. y Teeri, J. A. 1978. The Geographic Distribution of the C4 Species of the Dicotyledonae in Relation to Climate. *The American Naturalist* 112 (985): 609-623.

- Stoyan, D. y Penttinen, A. 2000. Recent applications of point process methods in forestry statistics. *Statistical Science* 15: 61-78.
- Stoyan, H., De-Polli, H., Bohm, S., Robertson, G. P. y Paul, E. A. 2000. Spatial heterogeneity of soil respiration and related properties at the plant scale. *Plant and Soil* 222: 203-214.
- Stoyan, D. y Stoyan, H. 1994. *Fractals, Random Shapes and Point Fields*. Wiley, Chichester, Reino Unido.
- Stratton, D. A. 1994. Genotype-by-environment interactions for fitness of *Erigeron annuus* show fine-scale selective heterogeneity. *Evolution* 48: 1607-1618.
- Stroup, W.W., Baenziger, P.S. y Mulitze, D.K. 1994. Removing spatial variation from wheat yield trials: a comparison of methods. *Crop Science* 86: 62-66.
- Su, J. C., Debinski, D. M., Jakubauskas, M. E. y Kindscher, K. 2004. Beyond species richness: Community similarity as a measure of cross-taxon congruence for coarse-filter conservation. *Conservation Biology* 18: 167-173.
- Sun, C., Ives, A. R., Kraeuter, H. J. y Moermond, T. C. 1997. Effectiveness of three turacos as seed dispersers in a tropical montane forest. *Oecologia* 112: 94-103.
- Suzuki, R.O., Kudoh, H. y Kachi, N. 2003. Spatial and temporal variations in mortality of the biennial plant, *Lysimachia rubida*: effects of intraspecific competition and environmental heterogeneity. *Journal of Ecology* 91: 114-125.
- Swingle, W.T. 1916. The early European history and the botanical name of the tree-of-heaven, *Ailanthus altissima*. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 6: 409-498.
- Takeda, T. 1985. An investigation for the occurrence of C4 photosynthesis in the cyperaceae from Australia. *Botanical Magazine* 98: 393-411.
- Tamura, R., Nelson, L. y Naderman, G. 1988. An investigation of validity and usefulness of trend analysis for field plot data. *Agronomy Journal* 80: 712-718.
- Teeri, J. A., Stowe, L. G. y Livingstone, D. A. 1980. The distribution of C4 Species of the Cyperaceae in North America in Relation to Climate. *Oecologia* 47: 307-310.
- Tellería, J.L. y Pérez-Tris, J. 2007. Habitat effects on resource tracking ability: do wintering Blackcaps *Sylvia atricapilla* track fruit availability? *Ibis* 149: 18-25.
- Ter Braak, C. J. F. y Šmilauer, P. 2002. *CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power. Ithaca, NY, Estados Unidos.
- Ter Braak, C. J. R. y Schaffers, A. P. 2004. Co-correspondence analysis: a new ordination method to relate two community compositions. *Ecology* 85: 834-846.
- Termorshuizen, J.W., Opdama, P. y Van den Brink, A. 2007. Incorporating ecological sustainability into landscape planning. *Landscape and Urban Planning* 79: 374-384.
- Terradas, J. 2001. *Ecología de la vegetación. De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes*. Editorial Omega, Barcelona.
- Terradas, J., Prat, N., Escarré, A. y Margalef, R. 1989. Sistemes Naturals. En: *História Natural dels Països Catalans*. Enciclopedia Catalana S.A, Barcelona, España.
- Terrones, B., Bonet, A., Carchano, R., Brotons, J. y Segura, M. 2006a. Cartografía de la cubierta vegetal del Paque Natural del Carrascal de la Font Roja. *Iberis* 4: 73-87.

- Terrones, B., Constan-Nava, S., Bonet, A., Vizcaíno, N. y Climent, A. 2006b. Hábitat disponible para la especie invasora *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle en el P.N. del Carrascal de la Font Roja, Alicante. Congreso Nacional de Especies Exóticas Invasoras. GEIB. León, España.
- Thiery, J. M., D'Herbes, J. M. y Valentin, C. 1995. A model simulating the genesis of banded vegetation patterns in Niger. *Journal of Ecology* 83: 497-507.
- Thomas, C. F. G., Parkinson, L., Griffiths, G. J. K., García, A. E. y Marshall, E. J. P. 2001. Aggregation and temporal stability of carabid beetle distributions in field and hedgerow habitats. *Journal of Applied Ecology* 38: 100-116.
- Thompson, J. N. 1994. *The coevolutionary process*. The University of Chicago Press. Chicago, Estados Unidos.
- Thompson, J. N. 1999. Specific hypothesis on the geographic mosaic evolution. *The American Naturalist* 153: S1-S14.
- Thor, G. y Arvidsson, L. 1999. *Rödlistade lavar I Sverige-Artfakta*. [Swedish Red Data Book of Lichens]. Artdatabanken, SLU, Uppsala, Suecia.
- Tieszen, L. L., Senyimba, M. M., Imbamba, S. K. y Troughton, J. H. 1979. The Distribution of C3 and C4 Grasses and Carbon Isotope Discrimination Along an Altitudinal and Moisture Gradient in Kenya. *Oecologia* 37: 337-350.
- Tilman D. 1980. Resources: a graphical-mechanistic approach to competition and predation. *American Naturalist* 116: 362-393.
- Tilman, D. 1982. *Resource competition and community structure*. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey, Estados Unidos.
- Tilman, D. 1994. Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology* 75: 2-16.
- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M. y Siemann, E. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science* 277: 1300-1302.
- Tilman, D. 2001. Effects of diversity and composition on grassland stability and productivity. En: *Ecology: Achievement and Challenge* (eds Press, M. C., Huntly, N. J. y Levin, S. A.), pp. 183-210. Blackwell Science, Oxford, Reino Unido.
- Tilman, D. y Kareiva, P. (eds) (1997) *Spatial Ecology: The Role of Space in Population Dynamics and Interspecific Interactions*. Princeton University Press, Princeton, Estados Unidos.
- Tilman, D., Wedin, D. y Knops, J. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* 379: 718-720.
- Tirado, R. y Pugnaire, F. I. 2003. Shrub spatial association and consequences for reproductive success. *Oecologia* 136: 296-301.
- Tischendorf, L. 2001. Can landscape indices predict ecological processes consistently? *Landscape Ecology* 16:235-354.
- Tole, L. 2006. Choosing reserve sites probabilistically: A Colombian Amazon case study. *Ecological Modelling* 194: 344-356.
- Topp, G. C. y Davis, J. L. 1985. Measurement of soil water content using time-domain reflectometry (TDR): a field evaluation. *Soil Science Society of America Journal* 49: 19-24.

- Torrence, C. y Compo, G. P. 1998. A practical guide to wavelet analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society* 79: 61-78.
- Torres, E. 1999. *Estudios de autoecología, biología reproductiva y estructura genética de Antirrhinum microphyllum Rothm. (Scrophulariaceae). Evaluación de su estado de conservación*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Torres, E., Iriando, J. M., Escudero, A. y Pérez, C. 2003. Analysis of within-population spatial genetic structure in *Antirrhinum microphyllum* (Scrophulariaceae). *American Journal of Botany* 90: 1688-1695.
- Touissant, G. T. 1980. The relative neighbourhood graph of a finite planar set. *Pattern Recognition* 12: 261-268.
- Traveset, A. 1999. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. *Perspectives in Ecology, Evolution and Systematics* 1/2: 151-190.
- Traveset, A. y Richardson, D. M. 2006. Biological invasions as disruptors of plant reproductive mutualisms. *Trends in Ecology and Evolution* 21: 208-216.
- Traveset, A. y Riera, N. 2005. Disruption of a plant-lizard seed dispersal system and its ecological effects on a threatened endemic plant in the Balearic Islands. *Conservation Biology* 19: 1-12.
- Traveset, A. y Willson, M. F. 1997. Effects of birds and bears on seed germination of fleshy-fruited plants in temperate rainforests of southeast Alaska. *Oikos* 80:89-95.
- Traveset, A., Gulias, J., Riera, N. y Mus, M. 2003. Transition probabilities from pollination to establishment in a rare dioecious shrub species (*Rhamnus ludovici-salvatorii*) in two habitats. *Journal of Ecology* 91: 427-437.
- Traveset, A., Robertson, A. W. y Rodríguez-Pérez, J. 2007. A review on the role of endozoochory on seed germination. En: *Seed dispersal. Theory and its implications in a changing world*. (eds. Dennis, A., Green, R., Schupp, E. W. y Westcott, D. A.). CAB International, Wallingford, Nueva York, Estados Unidos.
- Traveset, A., Rodríguez-Pérez, J. y Pías, B. 2008 Changes in seed traits in the digestive tract of dispersers and consequences for emergence and seedling growth. *Ecology* 89 : 95-106.
- Traveset, A. y Santamaría, L. 2004. Alteración de mutualismos planta-animal debido a la introducción de especies exóticas en ecosistemas insulares. En: *Ecología Insular* (ed. Fernandez Palacios, J. M.), pp. 251-276. Asociación Española de Ecología Terrestre, La Laguna, España.
- Traveset, A. y Verdú, M. 2002. A meta-analysis of the effect of gut treatment on seed germination. En: *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation* (eds. Levey, D. J., Silva, W. R. y Galetti, M.), pp. 339-350. CAB International, Wallingford, Reino Unido.
- Trout, R. S., Langton, S., Smith, G. C. y Haines-Young, H. 2000. Factors affecting the abundance of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in England and Wales. *Journal of Zoology* 252: 227-238.
- Tuba, Z., Csintalan, Z. y Proctor, M. C. F. 1996. Photosynthetic responses of a moss, *Tortula ruralis*, ssp. *ruralis*, and the lichens *Cladonia convoluta* and *C. furcata* to water deficit and short periods of desiccation, and their ecophysiological signi-

- fificance: a baseline study at present-day CO₂ concentration. *New Phytologist* 133: 353-361.
- Tucker, B.C. y Anand, M. 2005. On the use of stationary versus hidden Markov models to detect simple versus complex ecological dynamics. *Ecological Modelling* 185: 177-193.
- Tucker, C. J. y Sellers, P. J. 1986. Satellite remote sensing of primary production. *International Journal of Remote Sensing* 7: 1395-1416.
- Tucker, C., Pinzon, J., Brown, M., Slayback, D., Pak, E., Mahoney, R., Vermote, E. y El Saleous, N. 2005. An extended AVHRR 8-km NDVI dataset compatible with MODIS and SPOT vegetation NDVI data. *International Journal of Remote Sensing* 26: 4485-4498.
- Tuomisto, H. y Ruokolainen, K. 2006. Analyzing or explaining beta diversity? Understanding the targets of different methods of analysis. *Ecology* 87: 2697-2708.
- Tuomisto, H., Ruokolainen, K. y Yli-Halla, M. 2003 Dispersal environment and floristic variation of Western Amazonian forests. *Science* 299: 241-244.
- Turecheck, W. W. y Madden, L. V. 1999. Spatial pattern of strawberry leaf blight in perennial production systems. *Phytopathology* 89: 421-433.
- Turecheck, W. W. y Madden, L. V. 2000. Analysis of the association between the incidence of two spatially aggregated foliar diseases of strawberry. *Phytopathology* 90: 157-170.
- Turkington, R. y Harper, J. L. 1979. The growth, distribution and neighbor relationships of *Trifolium repens* in a permanent pasture. I. Ordination, pattern and contact. *Journal of Ecology* 67: 201-218.
- Turner, M. G. 1990. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landscape Ecology* 4: 21-30.
- Turner, M. G. y Gardner, R. H. (eds.) 1991. *Quantitative Methods in Landscape Ecology*. Springer Verlag, Nueva York, Estados Unidos. 536 pp.
- Turner, M. G., Gardner, R. H. y O'neill, R. V. 2001. *Landscape Ecology in Theory and Practice. Pattern and Process*. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Turner, M.G., O'Neill, R.V., Garner, R.H. y Milne, B.T. 1989. Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern. *Landscape Ecology* 3: 153-163.
- Uchmanski, J. y Grimm, V. 1996. Individual-based modelling in ecology: what makes the difference? *Trends in Ecology and Evolution* 11: 437-441.
- Ueno, O. y Takeda, T. 1992. Photosynthetic Pathways, Ecological Characteristics, and the Geographical Distribution of the Cyperaceae in Japan. *Oecologia* 89: 195-203.
- Upton, G. J. G. y Fingleton, B. 1985. *Spatial Data Analysis by Example. Volume 1: Point Pattern and Quantitative Data*. John Wiley & Sons, Chichester, Reino Unido.
- Urban, D. L. 2005. Modelling ecological processes across scales. *Ecology* 86: 1996-2006.
- Urban, D., Goslee, S., Pierce, K. y Lookingbill, T. 2002. Extending community ecology to landscapes. *Ecoscience* 9: 200-212.
- Valentin, C., d'Herbes, J. M. y Poesen, J. 1999. Soil and water components of banded vegetation patterns. *Catena* 37: 1-24.

- Valladares, F. y Guzmán, B. 2006. Canopy structure and spatial heterogeneity of understorey light in an abandoned Holm Oak woodland. *Annals of Forest Science* 63: 1-13.
- Van Cleve, K., Chapin, F. S., Dryness, C. T. y Vireck, L. A. 1991. Element cycling in taiga forest: state-factor control. *BioScience* 41: 78-88.
- Van der Maarel, E. 1976. On the establishment of plant community boundaries. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 89: 415-443.
- Van der Maarel, E. 1990. Ecotones and ecoclines are different. *Journal of Vegetation Science* 1:135-138.
- Van der Pijl, L. 1982. *Principles of dispersal of higher plants*. Springer-Verlag, Berlin.
- Van Horne, B. 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality. *Journal of Wildlife Management* 47: 893-901.
- Van de Koppel, J., Bardgett, A., Bengtsson, R. J., Rodriguez-Barrueco, C., Rietkerk, M., Wassen, M. y Wolters, V. 2005. The effects of spatial scale on trophic interactions. *Ecosystems* 8: 801-807.
- Van Leeuwen C. G. 1966. A relation theoretical approach to pattern and process in vegetation. *Wentia* 15: 25-46.
- Van Lieshout, M.N.M. y Baddeley, A.J. 1996. A nonparametric measure of spatial interaction in point patterns. *Statistica Neerlandica* 50: 344-361
- Van Lieshout, M.N.M. y Baddeley, A.J. 1999. Indices of dependence between types in multivariate point patterns. *Scandinavian Journal of Statistics* 26: 511-532.
- Van Oost, K., Goves, G. y Desment, P. 2000. Evaluating the effects of landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology* 15:577-589.
- Vanacker, V., Molina, A., Govers, G., Poesen, J., Dercon, G., Deckers, S. 2005. River channel response to short-term human-induced change in landscape connectivity in Andean ecosystems. *Geomorphology* 72: 340-353.
- Vázquez, A. y Moreno, J. M. 2001. Spatial distribution of forest fires in Sierra de Gredos (Central Spain). *Forest Ecology and Management*, Volume 147, Issue 1, 55-65.
- Veldkamp, A. y Lambin, E. 2001. Predicting land-use change. *Agriculture Ecosystems and Environment* Vol. 85: Nos. 1-3
- Venable, D. L. y Brown, J. S. 1988. The selective interactions of dispersal, dormancy, and seed size as adaptations for reducing risk in variable environments. *American Naturalist* 131: 360-384.
- Venables, W.N. y Ripley, B. D. 2002. *Modern Applied Statistics with S*. 4ª ed. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Ver Hoef, J. M., y Cressie N. 2001. Spatial statistics: analysis of field experiments. En: *Design and analysis of ecological experiments*, Second edition (eds. Scheiner S.M. y Gurevitch J.), pp. 289-307. Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos.
- Ver Hoef, J.M., y Cressie, N. 1997. Using hidden Markov chains and empirical Bayes change-point estimation for transect data. *Environmental and Ecological Statistics* 4: 247-264.
- Verburg, P.H. y Veldkamp A. 2005. Introduction to the Special Issue on Spatial modeling to explore land use dynamics. *International Journal of Geographic Information Science* 19: 99-102

- Verdú, M. y Traveset, A. 2004. Bridging meta-analysis and the comparative method: a test of seed size effect on germination after frugivores gut passage. *Oecologia* 138: 414-418.
- Verdú, M. y Traveset, A. 2005. Early emergence enhances plant fitness: a phylogenetically controlled meta-analysis. *Ecology* 86: 1385-1394.
- Ver Hoef, J. M. y Cuessie, N. A. C. 1997. Using hidden Markov chains and empirical Bayes change-point estimation for traussect data. *Environmental and Ecological statistics*. 4 : 247-264.
- Ver Hoef, J.M. y Cressie, N.A.C. 2001. Spatial statistics: analysis of field experiments. En: *Design and analysis of ecological experiments. Second edition.* (eds. Scheiner, S.M. y Gurevitch, J.), pp. 289-307. Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos.
- Vernier, P.R., Schmiegelow, F.K.A. y Cumming, S.G. 2002. Modelling bird abundance from forest inventory data in the boreal mixed-wood forest of Canada. En: *Predicting species occurrences. Issues of accuracy and scale* (eds. Scott, J.M. et al.), pp: 559-572. Island Press.
- Villafuerte, R. 1994. *Riesgo de predación y estrategias defensivas del conejo, Oryctolagus cuniculus, en el Parque Nacional de Doñana.* Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba.
- Villafuerte, R. y Moreno, S. 1997. Predation risk, cover type, and group size in European rabbits in Doñana (SW Spain). *Acta Theriologica* 42: 225-230.
- Villafuerte, R., Calvete, C., Blanco, J.C. y Lucientes, J. 1995. Incidence of viral hemorrhagic disease in wild rabbit populations in Spain. *Mammalia* 59: 651-659.
- Viovy, N. y Saint, G. 1994. Hidden Markov Models Applied to Vegetation Dynamics Analysis Using Satellite Remote Sensing. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 32: 906-917.
- Visser, I., Raijmakers M.E.J. y Molenaar P.C.M. 2000. Confidence intervals for hidden Markov model parameters. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology* 53: 317-327.
- Visser, I., Raijmakers, M.E.J. y Molenaar, P.C.M. 2002. Fitting hidden Markov models to psychological data. *Scientific Programming* 10: 185-199.
- Viterbi, A.J. 1967. Error bounds for convolutional codes and an asymptotically optimal decoding algorithm. *IEEE Transactions on Information Theory* 13: 260-269.
- Vitousek, P. M. y Hooper, D. U. 1993. Biological diversity and terrestrial ecosystem biogeochemistry. *Biological Diversity and Ecosystem Function.* En: (eds. Schulze, D. y Money, H. A.), pp. p. 3-14. Springer-Verlag, Berlín, Alemania.
- Voogd, H. 1983. *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning.* Pion Ltd., Londres, Reino Unido.
- Vormisto, J., Svenning, J.-C., Hall, P. y Balslev, H. 2004. Diversity and dominance in palm (Arecaceae) communities in terra firme forests in the western Amazon basin. *Journal of Ecology* 92: 577-588.
- Waggoner, P. y Stephens, G. 1970. Transition probabilities for a forest. *Nature* 225: 1160-1161.
- Wagner, H. H. 2003. Spatial covariance in plant communities: integrating ordination, geostatistics, and variance testing. *Ecology* 84: 1045-1057.

- Wagner, H. H. 2004. Direct multi-scale ordination with canonical correspondence analysis. *Ecology* 85: 342-351.
- Wagner, H. H. y Fortin M.-J. 2005. Spatial analysis of landscapes: concepts and statistics. *Ecology* 86: 1975-1987.
- Wainwright, J., Parsons, A. J. y Abrahams, A. D. 2000. Plot-scale studies of vegetation, overland flow and erosion interactions: case studies from Arizona and New Mexico. *Hydrological Processes* 14: 2921-2943.
- Waisel, J. 1972. *Biology of halophytes*. Academic Press. Londres, Reino Unido.
- Walker, P.A. y Cocks, P.A. 1991. HABITAT: a procedure for modelling a disjoint environmental envelope for a plant or animal species. *Global Ecology and Biogeography Letters* 1: 108-118.
- Wallinga, J., Groeneveld, R. M. W. y Lotz, L. A. P. 1998. Measures that describe weed spatial patterns at different levels of resolution and their applications for patch spraying of weeds. *Weed Research* 38: 351-359.
- Walsh, S.J. y Crews-Meyer, K.A. 2002. *Linking people, place, and policy. A GIScience approach*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.
- Ward, M. J. y Paton, D. C. 2007. Predicting mistletoe seed shadow and patterns of seed rain from movements of the mistletoebird, *Dicaeum hirundinaceum*. *Austral Ecology* 32: 113-121.
- Wardle, D. A., Bonner, K. I y Barker, G. M. 2000. Stability of ecosystem properties in response to above-ground functional group richness and composition. *Oikos* 89: 11-23.
- Watt, A. S. 1947. Pattern and process in plant community. *Journal of Ecology* 12: 1-22.
- Webb, S. L. y Wilson, M. F. 1985. Spatial heterogeneity in post-dispersal predation on *Prunus* and *Uvularia* seeds. *Oecologia* 67: 150-153.
- Webster, R. 1973. Automatic soil-boundary location from transect data. *Mathematical Geology* 5: 27-37.
- Webster, R. 1985. Quantitative spatial analysis of soil in the field. *Advances in Soil Science* 3: 1-70.
- Webster, R. 2001. Statistics to support soil research and their presentation. *European Journal of Soil Science* 52: 331-340.
- Webster, R. y Boag, B. 1992. Geostatistical analysis of cyst nematodes in soil. *Journal of Soil Science* 43: 583-595.
- Webster, R. y Oliver, M. A. 1990. *Statistical Methods For Land Resource Survey*. Oxford University Press, Oxford.
- Webster, R. y Oliver, M. A. 1992. Sample adequately to estimate variograms of soil properties. *Journal of Soil Science* 43: 177-192.
- Webster, R. y Oliver, M. A. 1997. Software review. *European Journal of Soil Science* 48: 173-175.
- Webster, R. y Oliver, M. A. 2001. *Geostatistics for Environmental Scientists*. John Wiley & Sons, Chichester, Reino Unido.
- Webster, R., Atteia, O. y Dubois J. P. 1994. Coregionalization of trace metals in the soil in the Swiss Jura. *European Journal of Soil Science* 45: 205-218.

- Weerts, H. J. T. y Bierkens, M. F. P. 1993. Geostatistical Analysis of Over Bank Deposits of Anatomising and Meandering Fluvial Systems; Rhine-Meuse Delta, The Netherlands. *Sedimentary Geology* 85: 221-232.
- Wehncke, E. V., Hubbell, S. P., Foster, R. B. y Dalling, J. W. 2003. Seed dispersal patterns produced by white-faced monkeys: implications for the dispersal limitation of neotropical tree species. *Journal of Ecology* 91: 677-685.
- Wei, X., Kimmins, J. P. y Zhou, G. 2003. Disturbances and the sustainability of long-term site productivity in lodgepole pine forests in the central interior of British Columbia – an ecosystem modeling approach. *Ecological Modeling* 164: 239-256.
- Weider, L. J. 1989. Spatial heterogeneity and clonal structure in arctic populations of apomictic *Daphnia*. *Ecology* 70: 1405-1413.
- Welham, C., Seely, B. y Kimmins, H. 2002. The utility of the two-pass harvesting system: an analysis using the ecosystem simulation model FORECAST. *Canadian Journal of Forest Research* 32: 1071-1079.
- Welham, C., Seely, B., Van Rees, K. y Kimmins, H. 2007. Projected long-term productivity in Saskatchewan hybrid poplar plantations: weed competition and fertilizer effects. *Canadian Journal of Forest Research* 37 : 356-370.
- Wenny, D. G. y Levey, D. J. 1998. Directed seed dispersal by bellbirds in a tropical cloud forest. *Proceedings of the National Academy of Science* 95: 6204-6207.
- Wentworth, T. R. 1983. Distribution of C4 plants along environmental and compositional gradients in southeastern Arizona. *Vegetatio* 52:21-34.
- Werner, M. 2001. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Mission overview. *Journal of Telecommunication (Frequenz)* 55: 75-79.
- Wesche, K., Hensen, I. y Undrakh, R. 2006, Range-wide analysis provides evidence of natural isolation among populations of the Mongolian endemic *Potentilla ikonnikovii* Juz. (Rosaceae). *Plant Species Biology* 21: 155-163.
- Wescott, D. A. y Graham, D. L. 2000. Patterns of movement and seed dispersal of a tropical frugivore. *Oecologia* 102: 249-257.
- West, N. E. 1990. Structure and function of mycophytic soil crusts in wildland ecosystems of arid to semi-arid regions. *Advances in Ecological Research* 20: 179-223.
- Westcott, D. A., Bentrupperbäumer, J., Bradford, M. G. y McKeown, A. 2005. Incorporating patterns of disperser behaviour into models of seed dispersal and its effects on estimated dispersal curves. *Oecologia* 146: 57-67.
- Western, A. W., Blöschl, G. y Grayson, R. B. 2001. Toward capturing hydrologically significant connectivity in spatial patterns. *Water Resources Research* 37: 83-97.
- Westphal, C., Steffan Dewenter, I. y Tschardtke, T. 2006. Bumblebee experience landscapes at different spatial scales: possible implications for coexistence. *Oecologia* 149: 289-300.
- Whisenant, S. G. 1999. *Repairing Damaged Wildlands*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Whitford, P. B. 1949. Distribution of woodland plants in relation with succession and clonal growth. *Ecology* 30: 199-208.
- Whittaker, R. H. 1960, *Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California*. *Ecological Monographs* 30: 279-338.

- Whittingham, M.J., Wilson, J. D. y Donald, P.F. 2003. Do habitat associations models have any generality? Predicting skylark *Alauda arvensis* abundance in different regions of southern England. *Ecography* 26: 521-531.
- Wiegand, T. y Moloney, K. A. 2004. Rings, circles and null-models for point pattern analysis in ecology. *Oikos* 104: 209-229
- Wiegand, T., Camarero, J. J., Rüger, N. y Gutiérrez, E. 2006. Abrupt population changes in treeline ecotones along smooth gradients. *Journal of Ecology* 94: 880-892.
- Wiegand, T., Kissling, W.D., Cipriotti, P.A. y Aguiar, M.R. 2006. Extending point pattern analysis to objects of finite size and irregular shape. *Journal of Ecology* 94: 825-837.
- Wiens, J. A. 1976. Population responses to patchy environment. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 7: 81-120.
- Wiens, J. A. 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3: 385-397.
- Wiens, J. A. 1999a. Toward an unified landscape ecology. En: *Issues in Landscape Ecology* (eds. Wiens, J.A. y Moss, M.R.), pp. 148-151. 5th IALE-World Congress. Snowmass, Estados Unidos.
- Wiens, J. A. 1999b. Landscape Ecology – scalling from mechanism to management. En: *Perspectives in Ecology* (ed. Farina, A), pp. 13-24. Backhuys Publishers, Leiden.
- Wiens, J. A. 2000. Ecological heterogeneity: an ontogeny of concepts and approaches. En: *The Ecological Consequences of Environmental Heterogeneity* (eds. Hutchings, M. J., John, E. A. y Stewart, A. J. A.), pp. 9-32. Blackwell Science, Cambridge.
- Wiens, J. A. 2002. Predicting species occurrences: progress, problems, and prospects. En: *Predicting species occurrences. Issues of accuracy and scale* (eds. Scott, J. M. et al.), pp. 739-750. Island Press.
- Wiens, J. A., Crawford, C. S. y Gosz, J. R. 1985. Boundary dynamics: a conceptual framework for studying landscape ecosystems. *Oikos* 45: 421-427.
- Wilcox, B. P. 2003. Ecohydrology of a semiarid woodland. *Ecological Monographs* 73:192-223.
- Wilkinson, G.N., Eckert, S.R., Hancock, T.W. y Mayo, O. 1983. Nearest neighbour (NN) analysis of field experiments. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B* 45: 151-211.
- Williams, E.R. 1986. A neighbour model for field experiments. *Biometrika* 73: 279-287.
- Wilsey, B. J. y Polley, W. 2004. Realistically low species evenness does not alter grassland species-richness-productivity relationships. *Ecology* 85: 2693-2700.
- Wilsey, B. J. y Potvin, C. 2000. Biodiversity and ecosystem functioning: importance of species evenness in an old field. *Ecology* 81: 887-892.
- Wilson, J. B. y Agnew, A. D. Q. 1992. Positive-feedback switches in plant communities. *Advances in Ecological Research* 23: 263-336.
- Wilson, M. F. 1993. Dispersal mode, seed shadows and colonization patterns. *Vegetatio* 107/108: 261-280.
- Wilson, S. D. 2000. Heterogeneity, diversity and scale in plant communities. En: *The Ecological Consequences of Environmental Heterogeneity* (eds. Hutchings, M. J., John, E. A. y Stewart, A. J. A.), pp. 53-70. Blackwell Science, Cambridge, Reino Unido.

- Wilson, W. G. y Nisbet, R. M. 1997. Cooperation and competition along smooth environmental gradients. *Ecology* 78: 2004-2017.
- Wilson, W. G., Nisbet, R. M., Ross, A. H., Robles, C. y Desharnais, R. A. 1996. Abrupt population changes along smooth environmental gradients. *Bulletin of Mathematical Biology* 58: 907-922.
- Winder, L., Alexander, C., Holland, J. M., Woolley C. y Perry, J. N. 2001. Modelling the dynamic spatio-temporal response of predators to transient prey patches in the field. *Ecology Letters* 4: 568-576.
- Winder, L., Perry, J. N. y Holland, J. M. 1999. The spatial and temporal distribution of the grain aphid *Sitobion avenae* in winter wheat. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 93: 277-290.
- Winters-Hilt, S. 2006. Hidden Markov model variants and their application. *BMC Bioinformatics* 7 (Supl. 2): S14.
- Womble, W. H. 1951. Differential systematics. *Science* 114: 315-322.
- Woodcock, B. A., Pywell, R. F., Roy, D. B., Rose, R. J. y Bell, D. (2005) Grazing management of calcareous grasslands and its implication for the conservation of beetle communities. *Biological Conservation* 125: 193-202.
- Wootton, J. 2001. Prediction in complex communities: analysis of empirically derived markov models. *Ecology* 82: 580-598.
- Wright, S. J., Stoner, K. E., Beckman, N., Corlett, R. T., Dirzo R., Muller-Landau H. C., Núñez-Iturri G., Peres C. A. y Wang, B. C. 2007 The plight of large animals in tropical forests and the consequences for plant regeneration. *Biotropica* 39: 289-291.
- Wu, J. y Hobbs, R. 2002. Key issues and research priorities in landscape ecology: An idiosyncratic synthesis. *Landscape Ecology* 17:355-365.
- Wu, J. y Loucks, O. L. 1995. From balance of nature to hierarchical patch dynamics: a paradigm shift in ecology. *The Quarterly Review of Biology* 70: 439-466.
- Wu, J. y H. Li. 2006. Concepts of scale and scaling. En: *Scaling and uncertainty analysis in ecology: methods and applications* (eds. Wu, J., Jones, K. B., Li, H. y Loucks O. L.), pp. 3-15. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Wu, T. y Dutilleul, P. 1999. Validity and efficiency of neighbor analyses in comparison with classical complete and incomplete block analyses of field experiments. *Agronomy Journal*. 91: 721-731.
- Wu, X. B., Thurow, L. y Whisenant, G. 2000. Fragmentation and changes in hydrologic function of tiger bush landscapes, south-west Niger. *Journal of Ecology* 88: 790-800.
- Xu, M. y Qi, Y. 2001. Soil-surface CO₂ efflux and its spatial and temporal variations in a young ponderosa pine plantation in northern California. *Global Change Biology* 7: 667-677.
- Xu, X. M. y Madden, L. V. 2003. Considerations for the use of SADIE statistics to quantify spatial patterns. *Ecography* 26: 821-830.
- Xu, X. M. y Madden, L. V. 2005. Interrelationships among SADIE indices for characterizing spatial patterns of organisms. *Phytopathology* 95: 874-883.
- Yamamura, N. 1976. A mathematical approach to spatial distribution and temporal succession in plant communities. *Bulletin of Mathematical Biology* 38: 517-526.

- Yang, R.-C., Ye, T., Blade, S. y Bandara, M. 2004. Efficiency of spatial analyses of field pea variety trials. *Crop Science* 44: 49-55.
- Yankelevich, S., Fragoso, C., Newton, A., Russell, G. y Heal, O. 2006. Spatial patchiness of litter, nutrients and macroinvertebrates during secondary sucesión in a Tropical Montane Cloud Forest in Mexico. *Plant and Soil* 286: 123-139.
- Yates, F. 1936. A new method of arranging variety trials involving a large number of varieties. *Journal of Agricultural Science* 26: 424-455.
- Zaady, E., Gutterman, Y. y Boeken, B. 1997. The germination of mucilaginous seeds of *Plantago coronopus*, *Reboudia pinnata*, and *Carrichtera annua* on cyanobacterial soil crust from the Negev Desert. *Plant and Soil* 190: 247-252.
- Zaniewski, A. E., Lehmann, A. y Overton, J. M. 2002. Predicting species spatial distributions using presence-only data: a case study of native New Zealand ferns. *Ecological Modelling* 157: 261-280.
- Zas, R. 2006a. Consecuencias de la estructura espacial de los datos en el diseño y análisis de experimentos en campo. *Ecosistemas* 2006/3: URL: http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=434&Id_categoria=431&tipo=portada.
- Zas, R. 2006b. Iterative kriging for removing spatial autocorrelation in analysis of forest genetic trials. *Tree Genetics & Genomics* 2: 177-186.
- Zas, R. 2008. The impact of spatial heterogeneity on selection: a case study on *Pinus pinaster* breeding seedling orchards. *Canadian Journal of Forest Research* 38 : 114-124.
- Zas, R., Merlo, E. y Fernández-López, J. 2004. Genetic parameter estimates for Maritime pine in the Atlantic coast of North-west Spain. *Forest Genetics* 11: 45-53.
- Zas, R., Solla, A. y Sampredo, L. 2007. Variography and kriging allow screening *Pinus pinaster* resistant to *Armillaria ostoyae* in field conditions. *Forestry* 80: 201-209.
- Zavala, M., Díaz-Sierra, R., Purves, D., Zea, G. y Urbieto, I. 2006. Modelos Espacialmente Explícitos. *Ecosistemas*. http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=437&Id_Categoria=1&tipo=portada
- Zimmerman, D.L. y Harville, D.A. 1991. A random field approach to the analysis of field-plot experiments and other spatial experiments. *Biometrics* 47: 223-239.
- Zonneveld, I. 1989a. The land unit – A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology* 3:67-86.
- Zonneveld, I.S. 1989b. Perceived land use patterns and landscape values. *Landscape Ecology* 1:37-45.
- Zonneveld, I.S. 1990. Scope and Concepts of Landscape Ecology as an Emerging Science. En: *Changing landscapes: An Ecological perspective* (eds. Zonneveld, I.S. y Forman R.T.T.), pp. 1-20. Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- Zúñiga, B., Malda, G. y Suzan, H. 2005. Planta-nodrizza interactions in *Lophophora diffusa* (Cactaceae) in a subtropical desert in México. *Biotropica* 37: 351-356.

