

"Introducción al análisis espacial de datos en ecología y ciencias ambientales: Métodos y Aplicaciones", de Fernando T. Maestre, Adrián Escudero y Andreu Bonet, 2008, ISBN:978-84-9849-308-5, 849 pp., Dykinson S.L., Madrid, España.

T. Wiegand ¹, I. Martínez Cano ¹

(1) UFZ, Helmholtz Centre for Environmental Research, Department of Ecological Modelling, Permoserstr. 15, D-04318 Leipzig, Alemania.

➤ Recibido el 7 de enero de 2009, aceptado el 9 de enero de 2009.

Wiegand, T., Martínez Cano, I. (2009). Reseña bibliográfica del libro "Introducción al Análisis Espacial de Datos en Ecología y Ciencias Ambientales: Métodos y Aplicaciones.", de Fernando T. Maestre, Adrián Escudero y Andreu Bonet. *Ecosistemas* 18(1):92-94.

Esta obra monumental, que pesa 1.85 Kg., es sin duda la compilación más completa de técnicas y ejemplos de análisis espacial en Ecología y Ciencias Ambientales jamás publicada en la literatura impresa en castellano. Hay que agradecer a los editores su trabajo incansable, que finalmente ha resultado en este maravilloso volumen de gran utilidad, que puede servir como introducción al mundo de la Ecología Espacial tanto a estudiantes como a profesores, investigadores o profesionales interesados, así como manual de referencia para los ya familiarizados con esta importante disciplina.

La historia de este libro está estrechamente relacionada con el Grupo de Trabajo de Ecología Espacial (ECESPA; www.ecologiaespacial.es), grupo constituido en 2006 dentro de la Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET; www.aeet.org) con el objetivo de fomentar el contacto e intercambio de conocimientos entre investigadores interesados en técnicas de Ecología Espacial. El precursor de estos 1.85 Kg. fue un monográfico publicado en la revista *Ecosistemas* (número 2006/3) con diez contribuciones conceptuales y metodológicas. La repercusión y acogida de este monográfico hizo evidente la necesidad de un volumen aún más grande que presentara de forma detallada las principales herramientas y conceptos del análisis espacial en Ecología y disciplinas afines. Como indican Fernando Maestre y Adrián Escudero en su introducción, el libro nace con la vocación de contribuir a llenar este hueco.

Pero ¿qué hace de la Ecología Espacial algo tan importante como para merecer llenar 1.85 Kg. de papel cuando nadie hablaba de ella hace 30 años? Aunque la importancia de las relaciones espaciales en Ecología fue reconocida desde el propio nacimiento de la disciplina, el espacio no fue considerado de forma explícita, salvo por unos pocos pioneros, hasta la mitad de la década de los 80. Los experimentos de campo trataban de eliminar la "contaminación espacial" mediante técnicas de aleatorización y diseños en bloques. En los estudios observacionales, se seleccionaban áreas que se percibían como espacialmente homogéneas para tomar las muestras, de tal manera que las comparaciones entre sitios permitieran contrastar escenarios ecológicos idealizados, reduciendo en la medida de lo posible la variabilidad derivada de la heterogeneidad espacial. Pese a que estos años estuvieron marcados por teorías tan influyentes como la Biogeografía de Islas, basadas fundamentalmente en fenómenos espaciales, la formulación de las mismas era implícita en lo que respecta al tratamiento de las relaciones espaciales.

Durante la década de los 80, una serie de factores favorecieron la generalización del tratamiento explícito de las relaciones espaciales por parte de los ecólogos. En primer lugar, se generalizó el uso de imágenes de satélite y fotografía aérea, lo que permitió descubrir gran cantidad de patrones ecológicos ignorados hasta entonces. A la vez, los ordenadores personales, cada vez más potentes, se integraron como herramienta de investigación en Ecología, permitiendo la visualización, modelado y análisis de relaciones espaciales complejas. Finalmente, la Ecología como disciplina había alcanzado un punto en el que la incorporación del espacio era necesaria para poder continuar avanzando. Incluir la componente espacial en los estudios ecológicos impulsó a su vez el desarrollo de las herramientas necesarias para caracterizar y analizar las relaciones espaciales. Muchas de estas técnicas aparecen reunidas por primera vez en este libro.

La última década de investigación en Ecología y disciplinas afines ha supuesto un aumento importante de los estudios que incluyen un tratamiento específico de la dimensión espacial, haciendo de la Ecología Espacial una de las áreas más activas y dinámicas dentro de la Ecología contemporánea. El objetivo actual consiste en relacionar y unificar la heterogeneidad espacial y la escala a la que se manifiestan distintos procesos y, a la vez, a estudiar la estructuración espacial de las poblaciones y comunidades. Por tanto, una de las mayores dificultades de la Ecología Espacial radica en su carácter interdisciplinar, lo que muchas veces obstaculiza la difusión y el intercambio de métodos entre disciplinas y dificulta la elaboración de material didáctico. Esto se ve magnificado al considerar la creciente inclusión de información relacionada con el ambiente físico y socioeconómico en los estudios con carácter más aplicado.

Por tanto, alguien que se enfrente por primera vez a esta disciplina puede verse fácilmente abrumado por la gran variedad en contenidos y orígenes de la información disponible. En la mayoría de los casos, las referencias de carácter general no se han desarrollado pensando en una audiencia que se ajuste a la formación o experiencia de un ecólogo. Tal es el caso de la principal obra de referencia en análisis espacial escrita por Noel Cressie (1993), destinada a estadísticos y cuyo volumen y densidad de conocimientos pueden fácilmente desanimar a alguien que da sus primeros pasos en este vasto campo. No obstante, una de las grandes aportaciones de la obra de N. Cressie fue sistematizar y dividir la Estadística Espacial en tres grandes ramas: (i) el análisis de datos continuos, que se identifica con la geoestadística (Isaaks y Srivastava, 1989; Diggle y Ribeiro, 2007); (ii) el análisis de variables promediadas para un área determinada, (Haining, 2003; Banerjee et al., 2004); y (iii) el análisis de entes discretos y puntuales (Diggle, 2003; Illian et al., 2008). Además de esta especialización en distintas ramas, otra de las grandes dificultades existentes es la de encontrar un software de confianza para realizar estos análisis o adquirir la información necesaria, aunque el programa de uso público R representa una opción gratuita, actualizada y fiable (Bivand et al., 2008).

De esta manera, cualquiera que trate de enfrentarse por primera vez al análisis de datos espaciales, se ve enfrentado también a un maremágnum de literatura marcado por una impronta disciplinar importante y a la existencia de una gran variedad de herramientas. En esta situación y gracias al esfuerzo de los miembros del ECESPA, surge el ambicioso proyecto de reunir en un formato accesible y asequible la información necesaria para comenzar a andar por este complejo mundo del análisis de datos espaciales. Tal fin exigió reunir a más de medio centenar de investigadores procedentes de distintos centros de investigación y universidades de España y el extranjero.

La obra resultante, de más de 800 páginas y 1.85 Kg., consta de 27 capítulos organizados en dos grandes secciones: i) conceptos y técnicas para el análisis espacial de datos ecológicos y ii) aplicaciones prácticas. La primera parte del libro contiene 14 capítulos de introducción general que cubren la vasta variedad de técnicas y conocimientos necesarios para el análisis de datos cuantitativos, categóricos y de puntos. Estos capítulos contienen, entre otras, introducciones al concepto de escala, análisis de patrones de puntos, índices de distancia (SADIE), métodos geoestadísticos, análisis multivariado con estructura espacial, modelos de distribución espacial, y modelos espacialmente explícitos. La segunda parte del libro presenta casos prácticos de aplicación de las técnicas introducidas en la primera parte, incluyendo en gran medida investigaciones recientes o incluso aún en proceso de publicación.

Pese a que comúnmente el reto de componer una obra homogénea en estructura, profundidad y enfoque a lo largo de los distintos capítulos suele verse mermada en tales situaciones, es mérito de los editores F.T. Maestre, A. Escudero y A. Bonet haber conseguido elaborar un volumen consistente y que ha logrado sin lugar a dudas el difícil objetivo que se habían planteado. Debido a este esfuerzo, el libro posee un carácter eminentemente aplicado y pedagógico y al mismo tiempo mantiene una estructura común en los distintos capítulos, incluyendo ejemplos con datos ecológicos reales, una revisión de software disponible y una revisión de páginas Web de interés. Es notorio destacar que el libro incluye además un CD con datos y algunos ejemplos acompañados de rutinas de programación en R y SAS.

El libro parte de una introducción general por F.T. Maestre y A. Escudero dedicada a los problemas que plantea el análisis de datos espaciales y los distintos tipos de datos espaciales. A continuación, D. García (Capítulo 2) profundiza en el importante concepto de la escala espacial como eje central y unificador de los distintos tipos de análisis, para seguir con el tratamiento de los distintos tipos de datos. M. de la Cruz Rot (Capítulo 3) presenta una excelente introducción a los desarrollos más recientes del análisis de patrones de puntos, que constituyen una de las principales fuentes de información de datos

espaciales y una rama muy dinámica dentro del análisis espacial. El capítulo 4, de F.T. Maestre y J.L. Quero, está enfocado a los datos en forma de recuentos (p. ej. número de insectos por planta, o de semillas por muestra de suelo) y su análisis con índices basados en distancia (SADIE). El análisis de la correlación espacial en datos continuos y agregados por áreas es expuesto por J.M. Iriondo y colaboradores (Capítulo 5); mientras que las aplicaciones basadas en la Geoestadística (análisis de variables continuas en el espacio) son presentadas por A. Gallardo y F.T. Maestre (Capítulo 6).

A continuación, F. Rodríguez y colaboradores presentan una introducción a los modelos ocultos de Markov (Capítulo 7), que permiten analizar aspectos de la dinámica temporal de datos espaciales. A. López de Luzuriaga y J.M. Olano exponen seguidamente la utilización de métodos multivariados en el análisis espacial de datos ecológicos (Capítulo 8). En el Capítulo 9, J.J. Camarero y M.J. Fortin revisan los conceptos y las técnicas asociados a la detección cuantitativa de fronteras ecológicas y ecotonos en ecosistemas terrestres. Este es un aspecto olvidado en la mayoría de tratados de carácter general, pero que posee un gran interés en Ecología. R. Díaz-Sierra y M.A. Zavala presentan una revisión sobre los modelos dinámicos y espacialmente explícitos (Capítulo 10), con énfasis en los modelos matemáticos y mecanicistas. A continuación, I. Martínez y colaboradores presentan una introducción al importante campo de los modelos empíricos predictivos de distribución (Capítulo 11). L. Santamaría y colaboradores (Capítulo 12) introducen los modelos mecanicistas de dispersión de semillas, que consideran simultáneamente plantas y animales. El siguiente capítulo por J. Peña y colaboradores trata sin duda de uno de los aspectos más importantes y que representa la herramienta básica para la adquisición y preparación de datos espaciales, es decir, los Sistemas de Información Geográfica. Los capítulos teóricos concluyen con la excelente revisión por R. Zas sobre la autocorrelación espacial y el diseño y análisis de experimentos, que destaca tanto por su contenido como por su calidad y claridad en la exposición.

El libro se completa con una sección final de aplicaciones prácticas que abarcan investigaciones en un rango amplio de sistemas ecológicos y niveles tróficos. Estos estudios permiten al lector profundizar e identificar las distintas técnicas presentadas en la parte teórica y muestran cómo el empleo de las mismas puede ayudar a dar respuesta a las grandes cuestiones dominantes en la Ecología actual.

Esta obra supone por tanto una referencia de gran valor para cualquiera interesado en la Ecología Espacial, especialmente para aquellos que estén iniciando una carrera de investigación en Ecología o pretendan ampliar la calidad y enfoque de sus estudios. Se añade además la posibilidad de descargar el libro completo a través de la página Web del ECESPA (www.ecologiaespacial.es), lo que permitirá explorarlo desde cualquier parte sin tener que llevar siempre encima los 1.85 Kg. Sin duda alguna, el valor pedagógico y como manual de referencia de este volumen le aseguran tener un rincón reservado en el escritorio de cualquier investigador interesado en la Ecología Espacial.

Referencias

- Banerjee, S., Carlin, B.P., Gelfand, A.E. 2004. *Hierarchical modeling and analysis for spatial data*. Monographs on statistics and applied probability, vol. 101. Chapman and Hall/CRC, Boca Ratón, Florida, USA.
- Bivand, R.S., Pebesma, E.J., Gómez-Rubio, V. 2008. *Applied spatial data analysis with R*. Springer, New York, USA.
- Cressie, N.A.C. 1993. *Statistics for spatial data*. Wiley series in probability and mathematical statistics. Applied probability and statistics section. John Wiley and Sons, Inc. New York, USA.
- Diggle, P.J. 2003. *Statistical analysis of spatial point patterns*, 2nd ed. Arnold; London. UK.
- Diggle, P.J., Ribeiro, P.J.Jr. 2007. *Model-based geostatistics*. Springer, New York, USA.
- Haining, R. 2003. *Spatial data analysis: Theory and practice*. Cambridge University Press, UK.
- Illian, J., Penttinen, A., Stoyan, H., Stoyan, D. 2008. *Statistical analysis and modelling of spatial point patterns*. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
- Isaaks, E.H., Srivastava, R.M. 1989. *Introduction to applied geostatistics*, Oxford University Press, New York, USA.