

**Nota Científica**  
**(Short communication)**

**ESCALA DE INDEPENDENCIA ESPACIAL DE LA  
MESOFAUNA EDÁFICA EN UN TRANSECTO BOSQUE-  
PASTIZAL DEL JARDÍN BOTÁNICO “FRANCISCO JAVIER  
CLAVIJERO”**

**Rueda, D. M., S. Negrete Yankelevich & C. Fragoso González.** 2011. Escala de independencia espacial de la mesofauna edáfica en un transecto bosque-pastizal del Jardín Botánico “Francisco Javier Clavijero”. *Acta Zool. Mex. (n. s.)*, 27(1): 191-195.

**Rueda, D. M., S. Negrete Yankelevich & C. Fragoso González.** 2011. Scale of Spatial Independence of Edaphic Mesofauna on a Pasture-Forest Transect at the Botanical Garden “Francisco Javier Clavijero”. *Acta Zool. Mex. (n. s.)*, 27(1): 191-195.

**ABSTRACT.** In order to evaluate the scale of spatial patterns in edaphic mesofauna in a pasture-forest gradient, a collection of soil samples was obtained from a transect, followed by faunal extraction, counting and sorting. Only Sternorrhyncha (except Coccidae) and Coccidae geostatistical analysis showed spatial dependence within the scale 25-500 cm. Results suggest a revision of the current methods of soil-fauna sampling, in which sampling intensity and intervals could be optimized for each taxon.

La diversidad y clasificación de la mesofauna han sido estudiadas desde el punto de vista funcional; sin embargo, se conoce poco sobre el rol que juega el arreglo espacial de estos organismos en los patrones de abundancia y diversidad local (Negrete *et al.* 2006). La escala espacio-dependiente, es decir, el nivel en el que se distribuye espacialmente un grupo particular de fauna cobra particular relevancia para entender la función ecosistémica del suelo y los alcances del disturbio edáfico. En los estudios en donde se han utilizado técnicas geoestadísticas para detectar, modelar y estimar el patrón espacial de organismos del suelo (Rossi *et al.* 1992, Decaëns & Rossi 2001, Chust *et al.* 2003, entre otros) se ha encontrado que las distancias en las muestras en las que estos organismos están relacionadas varían sustancialmente entre grupos y sistemas. Por ello, es relevante preguntarse si la distancia a las que se muestrea la mesofauna es la adecuada para cumplir con los supuestos de independencia para el

análisis estadístico de los datos. El estudio de la variabilidad espacial puede ser útil para entender la estructura y biodiversidad del suelo (Ettema & Wardle 2002), y así facilitar el diseño de muestreos y futuras investigaciones. Los estudios de la mesofauna han mostrado diferentes patrones espaciales en función de las distancias entre muestras, e indican que puede existir relación espacial de la abundancia de microartrópodos y la mesofauna en general (Rueda y Varela 2007); medida en un punto de muestreo con relación a otro punto ubicado a una distancia menor a 1 m (Klironomos *et al.* 1999); y distancias menores de 10 m en nemátodos (Görres *et al.* 1998), en las especies de Coleoptera *Sitophilus* spp., *Stegobium paniceum* (L.) y *Tribolium castaneum* (Herbst) (Nansen *et al.* 2004); o hasta distancias mayores de 10 m en *Collembola* (Chust *et al.* 2003), y unas especies de Carabidae y Staphylinidae (Holland *et al.* 2007). Lo anterior muestra la gran variabilidad en las distancias de muestreo que pueden utilizarse en estudios de edafofauna, cuando se requiere cumplir con la independencia espacial de las muestras.

Con el fin de evaluar la escala de independencia espacial en la distribución de la mesofauna edáfica en dos sistemas ecológicos contrastantes y contiguos, se trazó un transecto de aprox. 10 m × 10 cm en el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero (Xalapa, México; 19° 30' 37" N 96° 56' 36" W; 1250 msnm). El propósito fue realizar un estudio inicial para explorar la composición mesofaunística en un gradiente pastizal-bosque y establecer la distancia óptima que garantice una independencia espacial. El transecto se demarcó entre el borde de un remanente de bosque mesófilo (antiguo cafetal con árboles para dar sombra a los cafetos) y un pastizal inducido hace cerca de 30 años ya que se esperaba observar independencia espacial entre muestras a las distancias en las que los puntos comparados pertenecieran en su mayoría a diferente cobertura. A lo largo del transecto se tomaron 40 muestras de suelo de 10 × 10 × 5 cm cada 25 cm, 16 en pastizal, y 24 en bosque. La extracción de la mesofauna se realizó mediante embudos Berlese con una fuente de luz de 25 watts. En seguida, se contaron, separaron, identificaron y depositaron en la colección del Departamento Biología de Suelos, Instituto de Ecología, A.C. (Xalapa, México).

Para el análisis geoestadístico se eligieron los grupos taxonómicos con una densidad mayor a 30 individuos/m<sup>2</sup> y para la abundancia de estos grupos se realizaron variogramas, teniendo en cuenta seis puntos con distancia de separación entre 25 y 500 cm. Se utilizó el programa Variowin 2.21 (Springer-Verlag, N. York, 1996) para construir variogramas por cada taxón. A los variogramas que mostraron autocorrelación en el intervalo de distancias estudiadas se les ajustó un modelo que minimizó la bondad de ajuste al calcular pendiente y *nugget* (Webster & Oliver 2001). Los modelos ajustados fueron el gaussiano y el lineal debido a que explicaban mejor la relación entre muestras.

Se encontraron un total de 3349 individuos (1340 individuos/m<sup>2</sup>), 1008 individuos en pastizales (1008 individuos/m<sup>2</sup>) y 2341 en bosque (1561 individuos/m<sup>2</sup>). Estos in-

dividuos fueron separados en 29 grupos taxonómicos, de los cuales se seleccionaron 15 para su estudio geoestadístico. De los grupos escogidos, Acari fue el grupo predominante en todas las muestras con 1099 individuos (33% del total, 440 individuos/m<sup>2</sup>), seguido de Collembola con 515 individuos (19%, 206 individuos/m<sup>2</sup>). Sólo los variogramas de Sternorrhyncha (excepto Coccidae) y Coccidae fueron modelados ya que presentaron autocorrelación a distancias menores a 5 metros. Nuestros resultados muestran que para la mayoría de los grupos evaluados, la dependencia espacial está estructurada a una escala diferente de las evaluadas durante el estudio, exhibiendo un efecto de *nugget* puro. Lo anterior indica que en este sistema se pueden diseñar muestreos a una distancia de 25 cm o más sin presentarse dependencia entre los puntos de muestreo. En el caso de los grupos modelados, los variogramas fueron construidos únicamente con los datos de los puntos donde el grupo mostraba mayor abundancia, ya que los valores en la mayoría de las muestras eran de cero. El realizar el variograma con estos valores, permitió evitar que hubiera una alta autocorrelación entre los puntos de muestreo en cero y que esto cubriera el patrón de los organismos en las muestras colectadas. Debido a su hábito alimentario, la agrupación de estos grupos en el transecto podría estar relacionada con la presencia de algún recurso vegetal. Los dos grupos de Sternorrhyncha fueron los dos únicos en los que se pudo observar dependencia espacial en las escalas estudiadas y por lo tanto se logró ajustar modelos de dependencia espacial. Para Sternorrhyncha (excepto Coccidae) el modelo que mejor ajustó fue un gaussiano (*nugget* = 0.468, rango = 6.38, *sill* = 0.212), mientras que para Coccidae el mejor modelo fue un potencial (*nugget* = 1.488, potencia = 0.99, pendiente = 0.164). El modelo gaussiano mostró claramente la distancia a la cual se estabiliza la curva (rango = 6.38), es decir, donde Sternorrhyncha (excepto Coccidae) empieza a ser espacialmente independiente. Por lo tanto, en un estudio en el que se busca independencia para estos organismos, los puntos de muestreo tendrían que separarse por más de 6.4 metros. El modelo potencial ajustado a Coccidae mostró que en las distancias evaluadas no se alcanzó la independencia de las muestras, por lo que es necesario un estudio dentro del bosque, donde únicamente se encontraba este grupo, en el que se consideren transectos más largos. Los dos grupos a los que se les detectó dependencia espacial tienen una estrecha relación con las plantas por lo que su distribución reflejada en la detección de la dependencia entre muestras puede deberse a la escala en la que se encuentre algún recurso vegetal, además de su típico agrupamiento.

Se concluye que la abundancia de algunos grupos mesofaunísticos está estructurada espacialmente a una escala menor de 25 cm, lo que respalda lo encontrado en otros estudios (Klironomos *et al.* 1999, Negrete *et al.* 2006; Rueda & Varela 2007), en los cuales la fauna del suelo tiene una estructura espacial a pequeña escala; es decir, menor a 1 m, 5 m y 2.5 m respectivamente. De esta manera, dichos resultados muestran que las distancias mínimas entre una muestra y otra podrían ser menores a las que

comúnmente se utilizan en estudios sobre diversidad de fauna del suelo. Así, mientras que los métodos de CSM-BGBD (Swift & Bignell 2001) y el citado por Huising *et al.* (2008) sugieren distancias mínimas entre trampas pitfall y monolitos de 8 m y entre muestras de suelo para Berlese de alrededor de 4.5 m, nuestros resultados sugieren que para realizar un estudio en estos sistemas (bosque y pastizal) una distancia de unos pocos centímetros sería suficiente, con un ahorro considerable en esfuerzo de muestreo y además cumpliendo independencia entre muestras, requisito asumido en la mayoría de las técnicas estadísticas. En el caso de Coccidae; sin embargo, esto no se aplica porque su independencia espacial parece estar a escalas mayores a 6.4 m, lo que supera las distancias que se tiene entre muestras en los diseños de muestreo para mesofauna.

A partir de estos resultados y de los resultados obtenidos en otros estudios que muestran la variabilidad temporal y entre sitios en el patrón espacial de los organismos del suelo (Klironomos *et al.* 1999, Görres *et al.* 1998, Chust *et al.* 2003, Nansen *et al.* 2004, Negrete *et al.* 2006, Holland *et al.* 2007, Rueda & Varela 2007, entre otros), se sugiere realizar muestreos espaciales preliminares que permitan determinar la distancia óptima de muestreo para cada grupo taxonómico bajo estudio. Esto será de ayuda para optimizar la eficacia de muestreo, cumplir con los supuestos de independencia de las técnicas estadísticas utilizadas y asegurar así resultados confiables. En particular se debe considerar que tomar distancias fijas para todos los grupos y en todos los ecosistemas puede llevar a los investigadores a conclusiones inexactas.

### LITERATURA CITADA

- Chust, G., J. L. Pretus, D. Ducrot, A. Bedos & L. Deharveng.** 2003. Response of soil fauna to landscape heterogeneity. *Conservation Biology*, 17: 1712-1723.
- Decaëns, T. & J.-P. Rossi.** 2001. Spatio temporal structure of earthworm community in a tropical pasture. *Ecography*, 24: 671-682.
- Ettema, C. H. & D. A. Wardle.** 2002. Spatial soil ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 17: 177-183.
- Görres, J. H., M. J. Dichiaro, J. B. Lyons & J. A. Amador.** 1998. Spatial and temporal patterns of soil biological activity in a forest and a old field. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 219-230.
- Huising, E., R. Coe, J. Cares, J. Louzada, R. Zanetti, F. Moreira, F. Susilo, S. Konaté, M. van Noordwijk & S. Huang.** 2008. Sampling strategy and design to evaluate below-ground biodiversity Pp. 17-42. In: F. Moreira, E. Huising and D. Bignell (Eds). *Tropical Soil Biology*. Earthscan, Londres.
- Holland, J. M., C. F. G. Thomas, T. Birkett & S. Southway.** 2007. Spatio-temporal distribution and emergence of beetles in arable fields in relation to soil moisture. *Bulletin of Entomological Research*, 97: 89-100.
- Klironomos, J. N., M. C. Rillig & M. F. Allen.** 1999. Designing below ground field experiments with the help of semivariance and power analysis. *Applied Soil Ecology*, 12: 227-238.
- Nansen, C., B. Subramanyam & R. Roesli.** 2004. Characterizing spatial distribution of trap captures of beetles in retail pet stores using SADIE software. *Journal of Stored Products Research*, 40: 471-483.

- Negrete, S., C. Fragoso, A. Newton, G. Russell & O. Heal.** 2006. Spatial patchiness of litter, nutrients and macroinvertebrates during secondary succession in a Tropical Montane Cloud Forest in Mexico. *Plant and Soil*, 286: 123-139.
- Rossi, R. E., D. J. Mulla, A. G. Journel & E. H. Franz.** 1992. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecological Monographs*, 62: 277-314.
- Rueda, D. M. & A. Varela.** 2007. Abundancia, composición y análisis espacial de la meso- y macrofauna edáfica presente en la hojarasca en bosque y cafetal (Montenegro, Quindío). *Memorias XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*. Guanajuato, México.
- Swift, M. J. & D. Bignell.** 2001. *Standard methods for assessment of soil biodiversity and land use practice*. Southeast Asian Regional Research Programme. Bogor, Indonesia.
- Webster, R. & M. Oliver.** 2001. *Geostatistics for environmental science*. John Wiley and Sons, Toronto, Canadá.

**Diana Marcela RUEDA,<sup>1</sup> Simoneta NEGRETE YANKELEVICH<sup>2</sup>  
& Carlos FRAGOSO GONZÁLEZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana. Carrera 7 No. 43-82, Edificio 53, Lab. 406B, Bogotá, D.C., Colombia. E-mail: drueda@javeriana.edu.co

<sup>2</sup>Instituto de Ecología A.C. Km 25 Carretera Antigua a Coatepec #351, El Haya, Xalapa, Mexico, 91070. E-mail: simoneta.negrete@inecol.edu.mx; carlos.fragoso@inecol.edu.mx