

Factors influencing large-scale distribution of two sister species of pine voles (*Microtus lusitanicus* and *Microtus duodecimcostatus*): the importance of spatial autocorrelation

S.M. Santos, A.P. Mira, and M.L. Mathias

Abstract: The Lusitanian pine vole (*Microtus lusitanicus* (Gerbe, 1879)) and the Mediterranean pine vole (*Microtus duodecimcostatus* de Selys-Longchamps, 1839) are sister species with burrowing habits and a restricted European distribution. Our aim was to assess the relative effect of environmental, soil, and spatial characteristics on the distribution of these species in Portugal, and obtain predicted occurrence maps for each species, particularly to identify areas of sympatry. We used spatial eigenvector mapping (SEVM) to describe the spatial autocorrelation in species data, and we partitioned the variance in species distributions to quantify the relative effects of environmental, soil, and spatial characteristics. The spatial variables explained the major part of variability in both species distributions and were more important than environmental or soil variables. The Lusitanian pine vole occurs in areas outside landscape units of grassland, higher rainfall, frost, and cambisols, with mostly acid soils, lower abundance of litosols, and presence of solonchaks. The Mediterranean pine vole is distributed in grassland areas within intermediate values of soil pH, dominated by litosols and luvisols, and lower rainfall, frost, and cambisols. Our results showed disjunct sympatric areas of small size and a parapatry boundary for the centre of Portugal, suggesting that contact zones are probably narrow.

Résumé : Le campagnol basque (*Microtus lusitanicus* (Gerbe, 1879)) et le campagnol provençal (*Microtus duodecimcostatus* de Selys-Longchamps, 1839) sont des espèces-sœurs qui construisent des terriers et qui possèdent une répartition restreinte en Europe. Notre objectif est d'évaluer les effets relatifs des caractéristiques environnementales, pédologiques et spatiales sur la répartition de ces espèces au Portugal, de produire des cartes de l'occurrence prédite pour chaque espèce et, en particulier, d'identifier les zones de sympatrie. Nous utilisons l'analyse spatiale par vecteurs propres (SEVM) pour décrire l'autocorrélation spatiale dans les données des deux espèces et nous partitionnons la variance dans les répartitions des espèces afin de mesurer les effets relatifs des caractéristiques environnementales, pédologiques et spatiales. Les variables spatiales expliquent la plus grande partie de la variabilité des répartitions des deux espèces et elles sont plus importantes que les variables de l'environnement ou du sol. Le campagnol basque se retrouve à l'extérieur des unités de paysage de prairies, dans des zones à pluviosité, gel et cambisols plus fréquents, surtout avec des sols acides, une quantité réduite de lithosols et une présence de solonchaks. Le campagnol provençal se répartit dans les zones de prairies, avec un pH intermédiaire du sol, dominé par des lithosols et des luvisols et avec pluviosité, gel et cambisols moins importants. Nos résultats montrent l'existence de zones disjointes de sympatrie de petite taille et une frontière de parapatry au centre du Portugal, ce qui laisse croire que les zones de contact sont probablement étroites.

[Traduit par la Rédaction]

Introduction

Study of species distribution patterns at large spatial scales has received much attention from ecologists (Osborne and Tigar 1992; Venier et al. 1999; Anderson et al. 2002; Silva et al. 2002; Muñoz et al. 2005). From a conservation

perspective, the knowledge about species distributions and species–habitat relationships at large or regional scales is crucial for biodiversity management (Bustamante 1997; Osborne et al. 2001; Anderson and Martínez-Meyer 2004; Muñoz et al. 2005; Mira et al. 2008). On the other hand, this information is also important for biologists that aim to control pests and diseases (Madison et al. 1981; Delattre et al. 1996; Silva et al. 2002; Peterson and Robins 2003; Venturi et al. 2004; Collinge et al. 2005). Despite their relevance, large-scale surveys of many mammals are difficult because of their secret nature, nocturnal activity, or even their subterranean life (Sutherland 1996).

The pine voles from Europe (genus *Microtus*, subgenus *Terricola*) are characterized by a burrowing behaviour (Matureira 1984; Mathias 1990; Giannoni et al. 1993) and generally a restricted distribution range (Mitchell-Jones et al. 1999). The Lusitanian pine vole (*Microtus lusitanicus* (Gerbe, 1879)) is distributed in the northwestern part of the

Received 23 April 2009. Accepted 8 September 2009. Published on the NRC Research Press Web site at cjz.nrc.ca on 28 November 2009.

S.M. Santos¹ and M.L. Mathias. Centre of Environmental Biology, Department of Animal Biology, Faculty of Sciences, University of Lisbon, Campo Grande, Lisbon 1749-016, Portugal.

A.P. Mira. Unit for Conservation Biology, Department of Biology, University of Évora, Pólo da Mitra, 7002-554 Évora, Portugal.

¹Corresponding author (e-mail: saramlsantos@yahoo.com).