

## **Factores condicionantes de la diversidad edáfica en las islas Chafarinas**

L.V. GARCÍA<sup>1</sup>, L. CLEMENTE<sup>1</sup>, E. GUTIÉRREZ<sup>1</sup> & A. JORDÁN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geoecología, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC). P.O. Box 1052, E-41080. Sevilla, España.

<sup>2</sup> Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Facultad de Química (Universidad de Sevilla). C/Profesor García González, 1. CP:41012. Sevilla, España.

### **Resumen**

Se estudian los factores condicionantes de la diversidad edáfica en las tres islas que componen el archipiélago volcánico de las Chafarinas.

Las condiciones climáticas imperantes en las islas, junto al carácter esquelético y somero de gran parte de los suelos, definen un régimen de humedad del suelo de tipo arídico, en el límite con el xérico. Ello condiciona la adscripción de gran parte de los suelos de las islas al gran grupo *Torriorthents*.

Los *Lithic Xeric Torriorthents*, son frecuentes en zonas elevadas y/o con pendiente pronunciada de las tres islas, en las que predominan los procesos erosivos. Los *Xeric Torriorthents*, presentes en la isla del Congreso y en la de Isabel II, representan un estadio algo más desarrollado que se alcanza tanto por progresión en la serie principal como por degradación de inceptisoles, en estrecha relación con la acción humana.

En condiciones de mayor estabilidad del sustrato y/o menor influencia antrópica, se detectan horizontes de alteración de espesor suficiente para definir endopediones cámbicos. En estas situaciones, los suelos modales son los *Lithic Xeric Haplocambids* (Isla del Rey) y los *Xeric (y Sodic Xeric) Haplocambids*, (isla del Congreso). Puntualmente, se han detectado *Sodic Xeric Haplocalcids* sobre materiales piroclásticos en la isla del Congreso.

La mayor parte de los suelos de las islas presentan cantidades significativas de sales solubles en el perfil (especialmente cloruros y nitratos), permitiendo definir fases de ligera a moderadamente salinas en la mayoría de los subgrupos, si bien estos acúmulos de sales solubles sólo llegan a tener carácter diagnóstico en la isla del Congreso (en la que están presentes los *Typic Haplosalids* y, puntualmente, los *Gypsic Haplosalids*).

En conjunto, la Isla del Congreso presenta la mayor diversidad edáfica (7 subgrupos, pertenecientes a 4 grandes grupos y 2 órdenes diferentes de la *Soil Taxonomy*). Esta circunstancia se atribuye a su mayor extensión (40% del total) y a su mayor

diversidad fisiográfica y de materiales, así como a la menor presencia humana. En el otro extremo, la isla de Isabel II, habitada desde antiguo, presenta la menor edafodiversidad (con sólo 2 subgrupos pertenecientes al mismo Gran Grupo), lo que se asocia, en gran medida, a los procesos de erosión y degradación ligados a la acción humana.

La intensa acción de las aves marinas en la superficie de los suelos de las colonias, aunque no llega a tener efecto directo en la clasificación de los mismos (al menos hasta nivel de subgrupo), condiciona una evolución morfológica y química de los mismos ajena al contexto climático actual.

## Abstract

Factors conditioning soil diversity in the Chafarinas Islands (three volcanic islets located in the western Mediterranean, near the Moroccan coast) are studied. A dry-warm climate (average rainfall *ca* 325 mm/yr, average temperature *ca* 19 °C) and soil shallowness are responsible for the prevailing (weak) aridic soil moisture regime. This leads to the placing of most of the studied pedons in the *Torriorthents* great group. Soils classified as *Lithic Xeric Torriorthents* dominate in the highest or steep/eroded sites of the three islands, while those classified as *Xeric Torriorthents* have mainly resulted from the degradation of inceptisols, related to the strong human influence in Isabel Island, which has long been inhabited.

On the two remaining islands (Rey and Congreso), which have had less human influence, soils classified in the *Haplocambids* great group are the most widespread. On Rey Island, soil shallowness makes *Lithic Xeric Haplocambids* the most-widespread soils. On this island, soils show clear morphological and chemical evidence of the influence of seabirds.

We have found the maximum soil diversity on the largest and inhabited Congreso Island (7 Soil Taxonomy subgroups, belonging to 4 different great groups: *Haplocambids*, *Haplocalcids*, *Haplosalids*, and *Torriorthents*, despite its having less than 20 Ha covered by soils). We suggest that this comparatively large diversity derives from 1) a higher physiographical diversity (related to the contrasting resistance to weathering of andesite and basalt, the latter lacking on the other two islands), which promotes depth changes, and morphological and chemical diversity; 2) a better preservation of the plant cover than on the uninhabited island; and 3) absence of a persistent direct human perturbation on the soil surface, which has allowed the preservation of the (incipient) alteration horizon in many soils of the uninhabited islands. The strong influence of seagull colonies on the soils of Rey Island has brought about some morphological and chemical changes which were unexpected under the prevailing climatic conditions.

## Introducción

Las islas Chafarinas se localizan en el Mediterráneo occidental (35° 10'/11' N y 2° 25'/27'O) a menos de 5 Km. de la costa marroquí y 50 Km. Melilla (fig. 1). Están constituidas por tres abruptos islotes volcánicos, que suman una extensión total

emergida próxima a las 50 hectáreas. La isla del Congreso (“Congreso”) es la más elevada (137 m.s.n.), abrupta y extensa (~22 Ha). La isla del Rey Francisco I (“Rey”) es la más oriental y pequeña (~12 Ha), mientras que la de Isabel II (“Isabel”), presenta una posición y dimensiones intermedias (~15 Ha). Isabel es la única que ha contado con un asentamiento humano permanente –aunque de dimensiones muy variables- durante el último siglo y medio, lo que ha propiciado una acusada alteración de los suelos y vegetación natural de la isla.

Se han descrito en las islas dos tipos principales de depósitos volcánicos: rocas volcanoclásticas (puntualmente, en la isla del Congreso) y rocas volcánicas coherentes (andesitas y basaltos piroxénicos), fuertemente alterados, que constituyen la mayor parte de la superficie expuesta de las islas. Una fracción significativa de la superficie se encuentra recubierta por una costra caliza, frecuentemente fragmentada.

Los datos meteorológicos relativos a las islas y su entorno inmediato definen un clima mediterráneo seco, semiárido o subdesértico, dependiendo de la clasificación empleada, con una precipitación media anual próxima a 325 mm y una temperatura media cercana a 19°C. Los suelos son, en general, someros, calcáreos, de textura franca, salinos, ricos en materia orgánica y eutróficos, con altos niveles de P y nitratos, a causa de la influencia aviar (Clemente *et al.* 1999; García *et al.*, 2002a, 2002b; García, 2005).

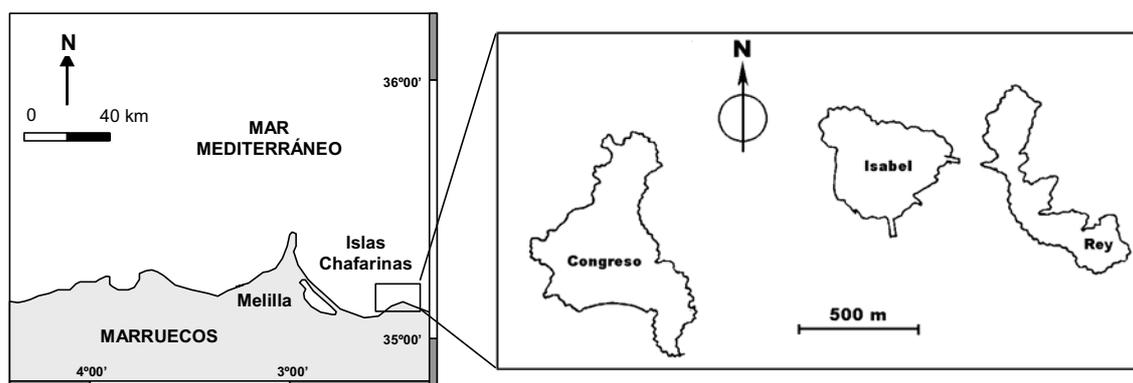


Figura 1. Localización del archipiélago de las Chafarinas y posición relativa de las islas.

## Material y métodos

El estudio de los suelos se ha llevado a cabo usando técnicas estandarizadas de prospección, descripción y muestreo de suelos (F.A.O., 1977; Soil Survey Division Staff, 1993; Schoeneberger *et al.*, 1998), previa interpretación de fotografías aéreas, escala 1:2500, y de cartografía topográfica de la zona, escala 1:1000, realizada por el Ministerio de Defensa.

La preparación (molienda-tamizado por 2mm) y el análisis (químico y físico) de las muestras se llevó a cabo de acuerdo con los métodos y recomendaciones generales contenidas en Klute (1986) y Sparks (1996).

El régimen de humedad del suelo se ha aproximado considerando tanto los datos (muy limitados) de la estación existente en las islas, como los de estaciones marroquíes y españolas (Melilla) próximas, empleando el modelo NSM (Van Wambeke *et al.* 1986).

Para la clasificación de los suelos, hasta nivel de subgrupo, se ha seguido el sistema de la *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 1999, 2003).

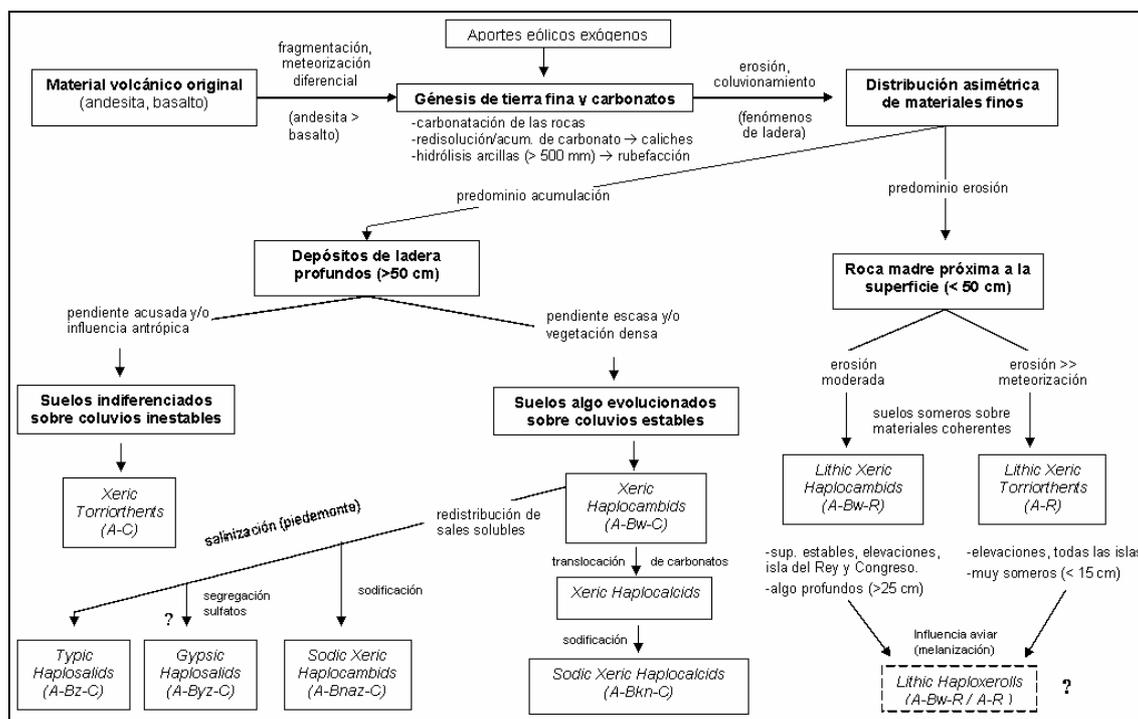


Figura 2. Diversidad edáfica en las Islas Chafarinas.

## Resultados

Los datos climáticos y los resultados de la aplicación del modelo NSM, apuntan a un régimen de humedad arídico suave (“weak aridic”), en la frontera con el xérico. Ello sitúa el conjunto de los suelos estudiados en el orden Aridisols y en el gran grupo *Torriorthents*, dependiendo de su desarrollo, y obliga a considerar los intergrados hacia los correspondientes taxones bajo régimen de humedad xérico (por ejemplo, los *Xerorthents*), siempre que el sistema de clasificación lo permite.

Las descripciones morfológicas y analíticas resultantes de más de un centenar de observaciones de suelos llevadas a cabo en las islas han permitido identificar un conjunto de rasgos de diagnóstico, relevantes a nivel de clasificación (como los endopediones cámbico, gípsico, cálcico, sálico; el epipedión ócrico, Soil Survey Staff 1999, 2003) los cuales, junto a otras tendencias de variación y propiedades (mólicas, sódicas), han permitido elaborar la figura 2, en la que se interpreta la diversidad edáfica encontrada (un total de cuatro grandes grupos y 8 subgrupos distintos de la *Soil Taxonomy*, en menos de 50 Ha de superficie edafizada) en relación con la variabilidad geológica y geomorfológica existente, con la variación

interinsular de la influencia antropozoógena y la maresía y con los diferentes procesos edafogenéticos detectados.

## Conclusiones

Al igual que desde el punto de vista geológico, zoológico y botánico (Rodríguez-Vidal *et al.* 1999, 2000; Mateos *et al.* 1999; Serra, 2006) las islas Chafarinas albergan una notable diversidad edáfica, como resultado, por un lado, de la variabilidad en las características del material original -tanto en su naturaleza (andesita, basalto, costras calcáreas, depósitos eólicos) como en su diferente grado de alteración- y, sobre todo, de la interacción entre dicha variabilidad, la geomorfología y las influencias bióticas y abióticas superpuestas (aves marinas, maresía, influencia humana), que han actuado con diferente intensidad a lo largo del tiempo en las diferentes islas, generando acusados gradientes de variabilidad en propiedades relevantes para el establecimiento y desarrollo de la vegetación (como la salinidad, reacción y la disponibilidad de macro- y micronutrientes) que permiten la coexistencia de comunidades vegetales de gran interés ecológico y de especies vegetales singulares, adaptadas a condiciones extremas.

## Referencias

- Clemente, L., García, L.V., & Rodríguez, A. (1999). Los Suelos de la Isla del Congreso (Chafarinas). Avances en el estudio del Cuaternario español. Gerona. Pp.: 201-206.
- FAO. (1977). Guía para la descripción de perfiles de suelo. 2ª edición.
- García, L.V., Marañón T., & Clemente, L. (2002a). Animal influences on soil properties and plant cover in the Chafarinas Islands (NW Africa). En: Rubio, J.L., Morgan, R.P.C., & Asins, S. (eds.). Man and soil at the third millennium. Vol. 1. Geoforma Ediciones. Logroño. Pp.: 705-712.
- García, L.V., Marañón T., Ojeda, F., Clemente, L., & Redondo, R. (2002b). Seagull influence on soil properties, chenopod shrub distribution, and leaf nutrient status in semi-arid Mediterranean islands. *Oikos* 98: 75-86.
- García, L.V. (2005). Suelos de las islas Chafarinas y sus relaciones ecológicas. *Ecosistemas* 14(3).
- Klute, A. (ed.) (1986). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agronomy 9.
- Mateos, M., Ojeda, F., & Marañón, T. 1999. Nuevas citas para las Islas Chafarinas (España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 57:188-190.
- Rodríguez-Vidal, J., Cáceres, L., & Alonso, F.M. (1999). El Cuaternario en las Islas Chafarinas. Avances en el estudio del Cuaternario español. Pp.: 195-200.
- Rodríguez-Vidal, J., Cáceres, L., Martínez, A., Alcaraz, J.M., Belluomi, G., Alonso, F.M., Rodríguez, A., & Cantano, M. (2000). Dataciones isotópicas de carbonatos continentales en el Pleistoceno superior de las islas Chafarinas. *Cuaternario y Geomorfología* 14:3-4.

- Serra, R. (2006). Las islas Chafarinas, tres perlas del mediterráneo. *Quercus* 241:28-33.
- Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., & Broderson, W.D. (1998). (ed). *Field Book for Describing and Sampling Soils*. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center. Lincoln.
- Soil Survey Division Staff (1993). *Soil Survey Manual*. Soil Survey. U.S. Department of Agriculture. Handbook n° 18.
- Soil Survey Staff (1999). *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. Second Edition. USDA-NRCS, Agriculture Handbook 436.
- Soil Survey Staff (2003). *Keys to Soil Taxonomy*. 9<sup>th</sup> Ed. USDA-NRCS. Washington, DC.
- Sparks, D.L. (ed.) (1996). *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. Soil Science Society of America. Madison.
- Van Wambeke, A.R., Hastings, P., Tolomeo, M. (1986). *The Newhall Simulation Model*. Cornell University. Cornell.