AEET
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ECOLOGÍA TERRESTRE

Ecosistemas 14 (3): 135-139. Septiembre 2005.
http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=151

ecosistemas
REVISTA CIENTÍFICA Y TÉCNICA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE
www.revistaecosistemas.net

Suelos de las Islas Chafarinas y sus relaciones ecológicas

L.V. García

Instituto de Resursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC, Apartado 1052, E-41080 Sevilla, España

El archipiélago de las Chafarinas (**Fig. 1**) está formado por tres abruptos islotes de origen volcánico próximos a la costa marroquí (4 km) y a Melilla (45 km). Dos de ellos (Congreso, *ca*. 25 ha, y Rey, *ca*. 12 ha) están deshabitados. El tercero (Isabel, *ca*. 15 ha), que llegó a superar los 1000 habitantes, alberga hoy un destacamento militar y una estación biológica (**Fig. 2**).

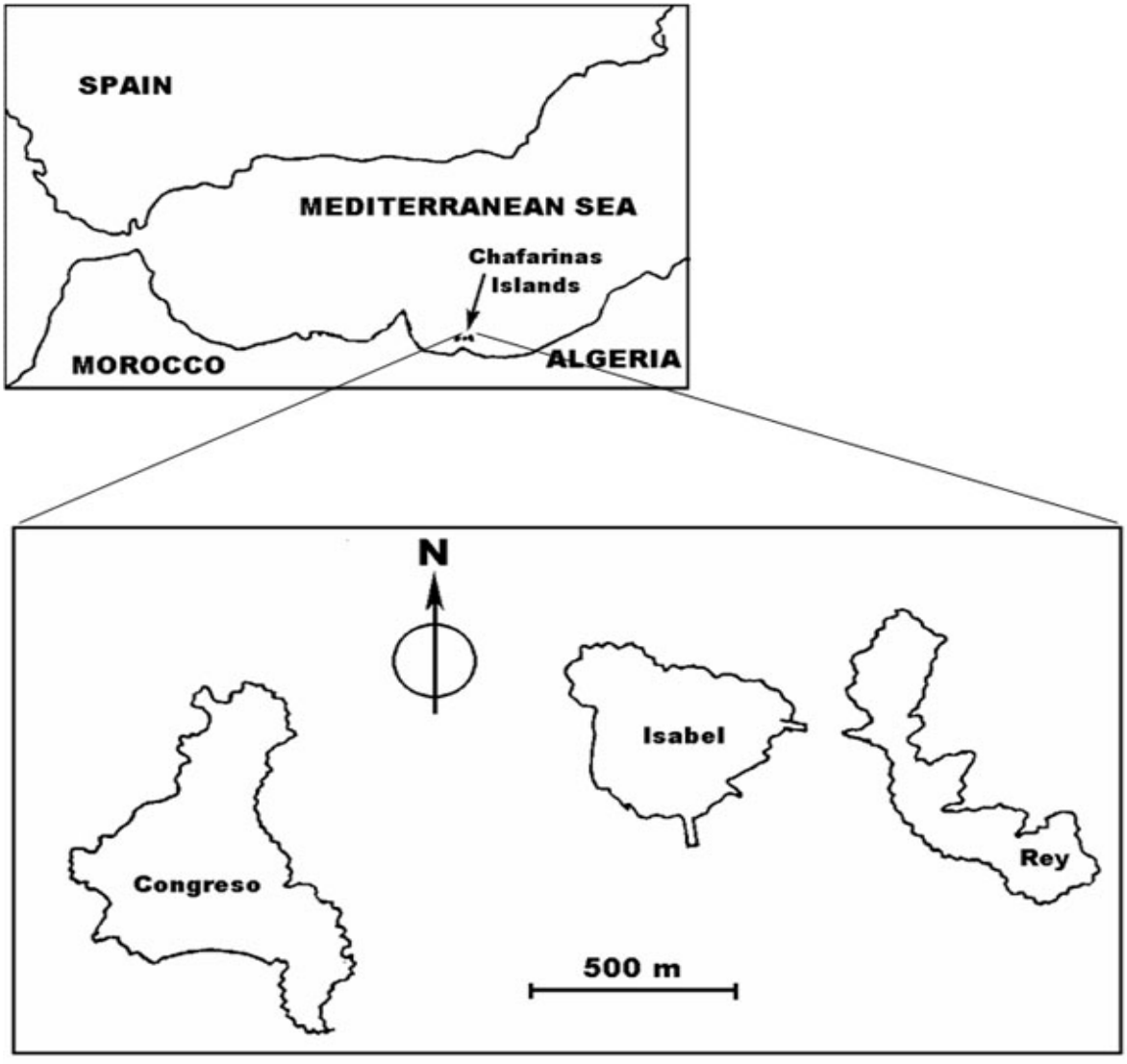

***Figura 1**. Mapa de localización de las islas Chafarinas.*

Ecosistemas no se hace responsable del uso indebido de material sujeto a derecho de autor. ISBN 1697-2473.

Figura 2. *Vista desde la isla de Rey hacia el Este. Se observa en el centro la isla de Isabel II, fuertemente humanizada, mientras que en segundo plano asoma el promontorio basáltico (137 msnm) de la isla de Congreso. A la izquierda se observa la costa marroquí (Foto: L. Clemente).*

Desde hace tiempo han merecido la atención de los naturalistas por albergar especies amenazadas como la foca monje (*Monachus monachus*) o la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*). Sin embargo, hasta mediados de los años 90, el medio físico terrestre de las islas había sido objeto de escasa atención. En esas fechas, la proliferación desmedida de *Lavatera mauritanica* en la isla de Rey, donde se asentaba la principal colonia de gaviotas de Audouin, amenazó con interferir en su nidificación. Surgió entonces la preocupación porque el aumento de los aportes aviares -derivado del incremento en la densidad de gaviotas ocurrido en la isla tras la protección efectiva de la zona, a principios de los años ochenta- pudiera afectar a los suelos y vegetación de las islas.

En este contexto, el Ministerio de Medio Ambiente propició diversas campañas de estudios sobre el terreno (1997-2000), con objeto de caracterizar los suelos y de evaluar el efecto potencial de los aportes aviares en el suelo y vegetación de las islas (p. ej. ver novedades florísticas en Mateos *et al.* 1999). En esta Tesis Doctoral se han presentado los resultados más relevantes.

Las características, y la clasificación, de los suelos de las Islas Chafarinas resultan condicionadas por cinco factores principales: 1º) los regímenes de humedad y temperatura imperantes, que se han tipificado como *arídico suave* y *térmico*, respectivamente; 2º) el espesor de la tierra fina, estrechamente relacionado con la topografía y los fenómenos de ladera asociados; 3º) la maresía, que constituye el principal aporte de sales solubles al suelo; 4º) los aportes de las aves marinas, responsables de la (macro- y micro-) eutrofización del suelo; así como de su salinización, por acumulación de nitratos; y 5º) la influencia antrópica, directa e indirecta, responsable de gran parte de los procesos de degradación detectados en los suelos de la zona. La mayor parte de los suelos estudiados se encuadran en los grandes grupos *Haplocambids* y *Torriorthents*, dependiendo de la presencia y entidad del horizonte de alteración. En la isla de Congreso, es significativa la presencia de aridisoles hipersalinos (*Haplosalids*) en zonas topográficamente deprimidas (Clemente *et al.* 1999).

El estudio de la composición química de heces aviares y de suelos con distintos grados de afectación por las deposiciones, ha permitido concluir que la influencia diferencial de las aves marinas constituye la principal fuente de variabilidad de las características químicas del suelo. Los suelos intensamente afectados por los productos aviares tienden a presentar mayor disponibilidad de N, P y K, contenidos de materia orgánica más elevados, mayor capacidad de retención de humedad, contenidos más elevados de sales solubles, especialmente nitrato-potásicas, y un pH significativamente inferior. Presentan asimismo una disponibilidad significativamente superior de elementos traza, tanto esenciales (Cu, Fe, Mn y, sobre todo, Zn) como no esenciales (particularmente Cd y Cr y, en menor medida, Ni), ligada en parte a la acidificación del suelo (García *et*

al. 2002a, b). Se detecta, no obstante, un incremento en los *contenidos totales* de ciertos macro- y microelementos, particularmente de N, P, Cd, Zn y Cu. En la **Figura 3** se muestra un modelo simple de ecuaciones estructurales de la relación ave-suelo.

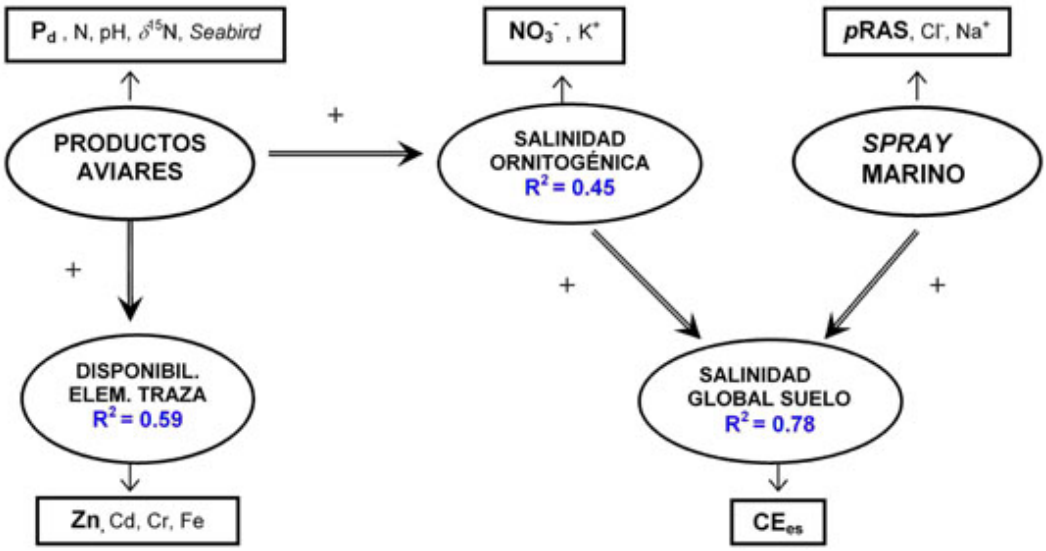

***Figura 3**. Diagrama de pasos (path diagram) correspondiente al modelo de relaciones entre los factores causales propuestos (intensidad de la presencia aviar y del hálito marino) y las propiedades del suelo consideradas (salinidad, disponibilidad de elementos traza). Las variables indicadoras se incluyen en cajas rectangulares (en negrita las más estrechamente relacionadas con los factores que definen) y los factores latentes en óvalos. 'Seabird' es un indicador de influencia aviar (véase texto); CEes es la conductividad del extracto de pasta saturada; pRAS (=Na+ x (Ca++)-1/2) adopta valores máximos en el agua marina. Los valores de los índices CFI (Jorskög) y d(Bollen) del modelo fueron 0.95 y 0.98, respectivamente. El número total de estaciones consideradas fue de 44.*

El estudio conjunto de la composición mineral de los suelos y hojas de *Salsola oppositifolia* (**Fig. 4)** junto al seguimiento simultáneo de la firma isotópica aviar en el suelo y en los tejidos vegetales, ha evidenciado que el incremento de la influencia aviar promueve no sólo el enriquecimiento de los tejidos foliares en N y P, como se venía reconociendo, sino también *en elementos traza tanto esenciales* (especialmente Zn y Cu, pero también Mn y Fe), *como no esenciales* (sobre todo Cd y Cr, pero también Ni). Este enriquecimiento se produce no sólo asociado a mayores signos superficiales de presencia aviar sino también con el incremento simultáneo de la intensidad de la firma isotópica aviar (δN^{15}), tanto en los tejidos foliares como en el suelo subyacente.

Figura 4. *Detalle de las inflorescencias de Salsola opossitifolia Desf (Foto: T. Marañón)*

La cuantificación de los aportes de los distintos elementos al suelo con las heces aviares y su comparación con los contenidos de los distintos elementos medidos en suelos no afectados, ha mostrado que los elementos que aparecen más claramente implicados en la cadena de transferencia ave-suelo-planta (N, P, Zn y Cd) se añaden al suelo en cantidad suficiente como para incrementar de forma significativa tanto las concentraciones disponibles (extraidos con EDTA) como las *quasi*-totales (extraidos con agua regia), medidas en suelos y horizontes poco afectados, tras periodos de aporte relativamente breves (<10 años).

Los resultados obtenidos muestran con claridad que existe una transferencia significativa de elementos traza, mediada por las aves, desde los niveles más elevados de las cadenas tróficas marinas, al suelo y, desde ahí, al primer eslabón de las cadenas tróficas terrestres. Algunos elementos tóxicos, como el Cd o Hg llegan a alcanzar altos niveles en los tejidos de las aves marinas -dotadas de una alta tolerancia natural a estos metales- y pueden llegar a acumularse en los suelos y afectando a las cadenas tróficas terrestres.

LUIS V. GARCÍA FERNÁNDEZ

Suelos de las islas Chafarinas y sus relaciones ecológicas.

Tesis Doctoral
Universidad de Sevilla
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC
Mayo de 2005
Dirección: T. Marañón Arana y L. Clemente Salas

Referencias

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* 51: 289?300.

Clemente, L., García, L.V. y Rodríguez, A. 1999. Los Suelos de la Isla del Congreso (Chafarinas). *Avances en el estudio del Cuaternario español*, pp. 201-206. Gerona.

García L.V. 2003. Controlling the false discovery rate in ecological research. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 553-554.

García L.V. 2004. Escaping the Bonferroni iron claw in ecological studies. *Oikos* 105: 657-663.

García, L.V., Marañón T. y Clemente, L. 2002a. Animal influences on soil properties and plant cover in the Chafarinas Islands (NW Africa). En *Man and soil at the third millennium* (eds. Rubio, J. L., Morgan, R.P.C. y Asins, S.) Vol. 1, pp. 705-712. Geoforma Ediciones, Logroño, España.

García, L.V., Marañón T., Ojeda, F., Clemente, L. y Redondo, R. 2002b. Seagull influence on soil properties, chenopod shrub distribution, and leaf nutrient status in semi-arid Mediterranean islands. *Oikos* 98: 75-86.

Mateos, M., Ojeda, F. y Marañón, T. 1999. Nuevas citas para las Islas Chafarinas (España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 57: 188-190.

Rice, W.R. 1989. Analyzing tables of statistical tests. *Evolution* 43: 223?225.

Roback, P.J. y Askins, R.A. 2005. Judicious use of multiple hypothesis tests. *Conservation Biology* 19: 261-267.

Verhoeven, K.J.F., Simonsen, K. y McIntyre, L.M. 2005. Implementing false discovery rate control: increasing your power. *Oikos* 108: 643-647.