

La Edafogeografía: la quinta rama olvidada de la Geografía Física

JESÚS RODRIGO COMINO¹ ✉ | JOSÉ MARÍA SENCIALES GONZÁLEZ²

Recibido: 22/12/2012 | Aceptado : 25/05/2013

Resumen

Este trabajo pretende esclarecer los orígenes y evolución de la Geografía de los Suelos a través de una revisión bibliográfica, aportando novedad a una disciplina que no cuenta con bibliografía amplia y específica para estudiar sus tendencias. Nuestro objetivo es mostrar que la Edafogeografía (disciplina que estudia las causas de la distribución del manto edáfico en el territorio) puede afianzarse, por su base teórico-epistemológica, como una rama sólida e independiente de la Geografía Física, al mismo nivel que la Geomorfología, la Climatología, la Hidrogeografía o la Biogeografía, de las que participa y a las que aporta valiosa información.

Palabras clave: Edafogeografía, Geografía, suelo, K.D. Glinka y Ordenación del Territorio.

Abstract

The Edaphogeography: The Forgotten Fith Branch of Physical Geography.

This paper aims to clarify the origins and evolution of the Geography of Soils through a literature review. We want to bring novelty in a discipline still without a specific and comprehensive bibliography to study trends both historically and currently. Our aim is to show that the Edaphogeography (discipline that studies the causes of soil distribution in the territory) can hold, for his theoretical and epistemological basis, as a strong and independent branch of Physical Geography, the same level as the Geomorphology, Climatology, Biogeography or Hidrogeography, from which it participates and provides valuable information.

Keywords: Edaphogeography, Geography, soil, K.D. Glinka and Land Management.

Resumé

L'Edaphogéographie: la cinquième branche oubliée de Géographie Physique.

Cet article vise à clarifier les origines et l'évolution de la géographie des sols à travers une revue de la littérature, en fournissant de nouveaux dans une affaire toujours sans une bibliographie spécifique et complète pour étudier les tendances à la fois historiquement et actuellement. Notre objectif est de montrer que la Edaphogéographie (discipline qui étudie les causes de la répartition de la couverture pédologique sur le territoire) peut contenir, par son fondement théorique et épistémologique, comme une branche forte et indépendante de la géographie physique, au même niveau que la Géomorphologie, la Climatologie, la Biogéographie ou la Hydrogéographie, à partir de laquelle il participe et fournit des informations précieuses.

Mots-clé: Edaphogéographie, Géographie, sol, K.D. Glinka et la Planification.

1. Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga. E-mail: geo.jrc@gmail.com

2. Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga. E-mail: senciales@uma.es

1. Introducción

Desde los manuales tradicionales elaborados por la escuela del paisaje ruso del siglo XVIII y XIX, hasta las obras escritas durante el siglo XX por organismos norteamericanos (Departamento de Agricultura de EE.UU.), australianos (CSIRO, Organización para la Investigación Científica e Industrial Australiana), franceses, alemanes, españoles o internacionales como la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) se han tratado de establecer taxonomías de los tipos de suelos para identificar y clasificar dicho recurso y encontrar las causas de su distribución.

Cabe destacar dos serias dificultades a la hora de poder elaborar un eje cronológico de esta disciplina: el debate de los orígenes de la Edafología moderna, desde la que parten el resto de las Ciencias del Suelo (Porta y Villanueva, 2012) y que no parece terminar de aclarar de qué autor se comienza: Lomónosov, Dokuchaev, Hilgard, Fallou, Rammann; la no existencia de una bibliografía específica sobre Edafogeografía (evolución, autores, trabajos,..), salvo las “tradicionalmente” relacionadas con las obras de carácter descriptivo y corológico del recurso suelo.

Por este motivo, se ha buscado de entre los numerosos autores analizados, alguno del que se pueda partir, por su relación con la Geografía, definida como “relación entre el hombre y el territorio” (Claval, 2001), en función de la siguiente premisa: “la comprensión de las causas de la distribución de los suelos a través del territorio” (FAO-PNUMA, 1989). Así, en nuestro caso, hemos identificado al ruso K.D. Glinka como el más apropiado para dicho fin.

Por último, se analizan las tareas desempeñadas por los edafogeógrafos/as en el campo de la gestión del territorio y las investigaciones en el S.XXI, que se apoyan en unas bases epistemológicas y diferencias teóricas que la distinguen del resto de disciplinas de las Ciencias del Suelo y la Geografía Física, y, concretamente, de la Biogeografía y la Geomorfología.

Como disciplina geográfica, la Edafogeografía o Geografía de los Suelos aún carece de una clara adscripción a la Geografía e, incluso, de una definición aceptada de su objeto de estudio. Tradicionalmente, se ha conocido como una rama complementaria, meramente descriptiva e integradora, que vive ligada a los planteamientos entre el mundo biótico y abiótico. No obstante, documentos oficiales de organismos internacionales como la FAO señalan que la Geografía de los Suelos es una “disciplina perteneciente a las Ciencias del Suelo” (FAO, 2006a) y, como veremos, con un largo recorrido histórico desde finales del siglo XIX (Rodrigo Comino, 2012).

Para poder realizar una cronología sobre los hitos más importantes en los estudios y el desarrollo de esta rama de las *Ciencias del Suelo* o *Soil Sciences*, término que denomina a esta disciplina desde el *Primer Congreso de Roma* en 1924 (Porta y Villanueva, 2012), es obligatorio señalar que existía una total relación entre esta y la agricultura.

No obstante, la clave de su importancia en la actualidad no solo recae en su relación con esta actividad económica, sino en ser un actor principal que interactúa con gran parte de los elementos que lo rodea (De Pedraza, 1996). Como se advierte en las grandes obras de reputados autores en dicha materia (Glinka y Marbut, 1927; Huguet del Villar, 1929; Kubiena, 1952 y 1953; Tricart y Kilian, 1982; Duchaufour, 1987; Elbersen 1991; Porta y López-Azevedo, 2005; Zinck, 2012), el suelo es un recurso indispensable para la vida, porque actúa a nivel planetario como una interfaz. Por este motivo, el objeto de este trabajo es demostrar la importancia, la utilidad y la aplicabilidad que tiene la Edafogeografía como disciplina que estudia las causas de la distribución de este re-

curso natural a lo largo del territorio. De ahí, que sea indispensable hablar de quiénes la iniciaron y, en la actualidad, la continúan, con qué motivos y para qué fines.

2. Antecedentes: la Edafología moderna como disciplina unitaria de las ciencias del suelo

En primer lugar, se mencionarán los antecedentes de la Edafología moderna como la disciplina unitaria de las actuales Ciencias del Suelo, ya que sin estas referencias, no sería posible descubrir los orígenes de la Edafogeografía (objetivo principal de este artículo).

Sin embargo, a diferencia de otras ramas del conocimiento, sería un error no tener en cuenta su desarrollo sin su dependencia respecto a un sector de la economía muy concreto: la agricultura. Por lo tanto, para conocer sus inicios hay que remontarse a sus orígenes, miles de años atrás, enmarcado, según los manuales tradicionales de historia, en tres áreas concretas: el Creciente fértil (este del Mediterráneo y Golfo Pérsico), México (América) y en la península de Indostán y este de China (Porta et al., 2003). Siglos después, en occidente, uno de los indicios más interesantes que encontramos en relación a este tema gira en torno a Platón y su visión sobre el análisis de la erosión del suelo que se producía en las inmediaciones de Atenas tras la ampliación de los límites urbanos de esta urbe (Fitzpatrick, 1984).

De aquí en adelante, dos colectivos que mantienen una relación algo más técnica con los suelos, aunque todavía de forma básica en comparación con los siglos venideros, serán las congregaciones religiosas cristianas y la civilización árabe. Los primeros trabajan con el campo para obtener los alimentos insistiendo en su labranza, removiendo los horizontes y regándolos diariamente, y la civilización árabe, que, apoyada en sistemas de irrigación y canalizaciones por gravedad, intenta mantener el suelo húmedo y bien drenado a la vez.

Entrados ya en el siglo XVIII, los primeros indicios de estudios científicos sobre diversos aspectos del suelo, aún con algunas imprecisiones, los encontramos en J.G. Wallerius, que alude a que en la alimentación de las plantas el humus es de vital importancia (Porta et al., 2003) o en el mapa de propiedades homogéneas del suelo de la British Board of Agriculture (McCracken y Helm, 1994). Décadas después, Lavoissier ya se posiciona como el precursor de la idea de nutrición mineral de las plantas, aportando una información vital para la obra de Rieule, un general francés al que bien podríamos considerar como iniciador de las clasificaciones de suelos (Tricart y Kilian, 1982), pues comienza a distinguir “bandas” horizontalmente según la litología subyacente y a recogerlas por escrito, lo que ya da pie a cimentar la concepción de la influencia de la geología sobre el manto edáfico.

En los albores del siglo XIX, Théodore de Saussure se valió del primer método experimental en los trabajos aplicados sobre las relaciones del oxígeno con el dióxido de carbono en las plantas. Otros seguidores de sus trabajos, que sugirieron mejoras en dicha línea desde un punto de vista, fueron los químicos Liebig y Boussingault (Tricart, 1969).

Tras estos avances, Carl Sprengel (1837) publicó un libro estrictamente sobre suelos, titulado «Die Bodenkunde» («Ciencia del Suelo»). Este autor comienza a tratar la capa edáfica como un ente natural e independiente, por lo que muchos autores podrían considerarlo como el padre de la Ciencia del Suelo en Europa. Con esta nueva información, Risler pudo realizar el primer mapa regional sobre capas edáficas, aunque desde un enfoque agronómico y geológico, de ahí el título

de esta obra cartográfica: «Mapa agro-geológico». Su discípulo Lagatu, por otro lado, se centró en los caracteres mineralógicos, la consistencia y la porosidad de los suelos, convirtiéndose en el primer científico en acuñar el término *material original* (Porta et al., 2003).

También cabe destacar a finales de este siglo al agroecólogo alemán Fallouand Rammann, que siguiendo a autores como Albrecht Thaer y Friedrich Fallou, describe por primera vez los procesos de meteorización para distinguir dos grandes grupos de suelos: *residuales* (donde se encuentra el tipo Braunerde, término con vigencia actual en Alemania) y *aluviales* (Rammann, 1928).

Por último, en Estados Unidos, Eugene Woldemar Hilgard, considerado el “padre de la edafología moderna” norteamericana, comienza sus estudios innovadores en la Universidad de Carolina sobre el suelo como cuerpo independiente y la influencia del clima sobre éste (Hilgard, 1882 y 1906).

Entre 1877 y 1878, el geólogo ruso V.V. Dokuchaev realiza un trabajo de investigación para la *Sociedad Económica Libre Imperial de San Petersburgo* sobre los suelos de Ucrania, con el fin de encontrar un tratamiento contra la acuciante sequía que se estaba prolongando, que destruía y disminuía la producción. En su estudio publicado en 1883, llega a la conclusión de que el suelo se dispone en *horizontes*: capas cuyas propiedades cambian de un lugar a otro (Fitzpatrick, 1984). Estas definiciones contradicen a las de Mikhaíl Vasilievich Lomonósov, que enseñó y escribió sobre las distintas facetas del suelo, pero tratándolo como un ente estático y sin diferenciarlo de un mero estrato geológico (Sánchez Puig, 1995). Lomonósov es considerado como un científico brillante en diversas disciplinas, tanto relacionadas con las letras, como con las ciencias del medio (geología, mineralogía, química,...). Su obra más destacada fue «About the Layers of the Earth and other Works on Geology» (1757), donde, entre otras cosas, aspira a descubrir el origen del *Chernozem*, refiriéndose a un suelo oscuro, pero con una hipótesis errónea en su génesis: la vegetación y la erosión (Dobrovól'skii, 2011).

Por su parte, Dokuchaev trabajaba en estudios afines a la geomorfología e hidrogeología del Cuaternario como «The formation of River Valley on the European Plain» o «The latest Page in the Geological History of all Russia and of the Southern Russian Steppes in Particular». De esta manera, su relación con otras disciplinas le lleva a trabajar con grandes geomorfólogos y geólogos como A.P. Pavlov, I.P. Gerasimov o V. Vernadsky. Este último científico se suma a la idea de considerar al suelo como una interfaz aplicada dentro de los estudios de la biosfera (Vernadsky, 1926). Otra influencia fundamental es la que recibió por parte de los geobotánicos, destacando su relación con MS. Gilyarov, que diseñaría un método de diagnóstico del suelo a través de estudios zoológicos (Dobrovól'skii, 2006).

Todos estos avances en sus investigaciones, junto con los más prestigiosos científicos rusos de la época, llevaron a Dokuchaev a liderar una teoría relacionada con la ordenación racional del medio natural basada en la armónica sintonía entre el ser humano y la naturaleza: “es vital entender las interacciones entre los elementos animados e inanimados de la naturaleza (igualmente de las leyes que controlan sus cambios seculares) y, por otra parte, la mayoría de las tareas relacionadas con el hombre y la agricultura” (Kiryushin, 2006). Aun considerándose como un avance dentro de las ideas de sus coetáneos, este debate fue muy discutido y tardó en extenderse por el resto de Europa algunas décadas por la dificultad que entrañaba la comprensión de los textos en ruso (Fitzpatrick, 1984).

Por todo esto, compartimos la opinión de otros autores al reafirmar a Dokuchaev como el gran iniciador de la edafología moderna, aunque naciera también desde una vocación agrícola. Tras él, sus discípulos siguieron cultivando esta disciplina, destacando P. Semiónov, Neustrayev, N.M. Sibirtsev (primer profesor que ocupó la cátedra de Edafología), A.N. Sabatin (fundador de la Escuela de Ciencias del Suelo de Moscú) y K.D. Glinka (Prokhorov, 1979; Kiryushin, 2006; Dobrovol'skii, 2006).

Cuadro 1. Resumen de hitos más destacados anteriores a la Edafogeografía

Cronología	Sociedades y autores	Aportaciones
Antecedentes: 3.500 a.C. a s. XVII	Creciente fértil, México, China e Indostán.	Primeras técnicas para la explotación de recursos alimentarios.
	Antigua Grecia: Platón	Erosión del suelo en los alrededores de Atenas.
	Civilización musulmana y cristiana	Irrigación y fertilización del suelo.
Siglo XVIII	J.G. Wallerius	Humus vital para la alimentación de las plantas.
	British Board of Agriculture	Mapa de propiedades homogéneas del suelo.
	AL. Lavoisier	Nutrición mineral de las plantas.
	Rieule	Influencia de la geología sobre el manto edáfico.
Siglo XIX a principios del XX	T. Saussure, J. von Liebig, J.B. Boussingault	Relaciones del O ₂ y CO ₂ en las plantas.
	K. Sprengel	Primera obra europea con el suelo como temática principal: «Bodenkunde».
	Risler	Primer mapa regional de suelos: «Mapa agro-geológico».
	H. Lagatu	Acuña el término <i>material original</i> .
	F. Rammann	<i>Procesos de meteorización aplicados a la identificación de suelos.</i> Acuña el término <i>Braunerde</i> .
	E.W. Hilgard	<i>Primero en tratar al suelo como cuerpo independiente en USA y el clima como factor de la edafogénesis.</i>
	V. Lomónosov	<i>Inicia los estudios del suelo dentro de la escuela rusa.</i> Acuña el término <i>Chernozem</i> (como suelo oscuro).
	V.V. Dokuchaev	Padre de la <i>edafología moderna</i> . Introduce la noción de <i>horizonte</i> .
	N.M. Sibirtsev	Ocupa la primera cátedra de Edafología.
	A.N. Sabatin	Funda la Escuela de las Ciencias del Suelo en la Universidad de Moscú.

Fuente: Elaboración propia a partir de Rodrigo Comino (2012).

En el Cuadro 1 mostramos los aspectos claves que acabamos de comentar a modo de síntesis, exponiendo en la primera columna los intervalos de tiempo entre los que se comprenden dichos hitos. En la parte central y derecha, aportamos los diferentes autores y sociedades con sus relevantes investigaciones sobre suelos, las cuales conformarán la base actual de la Edafología moderna y la Edafogeografía.

3. Primeros pasos de la Edafogeografía o Geografía de los Suelos

Creemos que hay que asentar los orígenes de la Edafogeografía o Geografía de los Suelos³ en Konstantin Dmitrievich Glinka (1867-1927), que estudió en la Universidad de San Petersburgo. Pese a su aparente indefinición, debido a un enfoque eminentemente taxonómico y desconexión inicial con respecto a otras disciplinas (Ortega Valcárcel, 2000), Glinka generó novedosas ideas sobre la edafogénesis y su cartografía, gracias a la influencia recibida de su maestro Dokuchaev y los geobotánicos de Kazan, S.N. Korzhinskii y A.Y. Gordyagin (Dobrovól'skii, 2006). Se puede destacar de su producción científica las nociones de descomposición del material parental, el reconocimiento de los horizontes como clave para la identificación de suelos y su nomenclatura a través de las letras A, B y C (Marbut, 1927) que todavía siguen vigentes en las taxonomías edafológicas más conocidas.

Desde 1906 a 1910, bajo su dirección, se realizan una serie de análisis cualitativos de los suelos de Kazajstán en parcelas experimentales de las provincias de Vologda, Novgorod, Pskov, Tver', Smolensk, Kaluga, Vladimir, Yaroslavl, Nizhny Novgorod, y Simbirsk, y más tarde en Siberia y Asia oriental (Dobrovól'skii, 2006). De estos trabajos extrae una síntesis de cuatro factores condicionantes para su desarrollo: el clima local, la variación entre los efectos de la humedad y el desecado, la vegetación y el tipo de material parental. Gracias a esta deducción, establece una taxonomía de tipos de suelos compuesta por seis grupos y 23 subtipos, enfatizando sobre las condiciones del territorio donde podían generarse (Glinka, 1914; Marbut, 1927).

Glinka se expresaba en inglés y alemán con fluidez, lo que le permitió expandir las ideas adquiridas de sus maestros rusos en occidente a partir de su obra «Die Typen der Bodenbildung» en 1914 (Yaalon, 1997). En 1927, como Director del Instituto de Agricultura de Leningrado, supervisa la organización y celebración del primer *Congreso Internacional sobre las Ciencias del Suelo* en Washington DC. Un desafío para la consolidación de las incipientes modernas Ciencias del Suelo, que reunió a especialistas de todo el mundo.

Al final del evento, Glinka fue elegido como presidente de la *Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo*, teniendo como cometido organizar el siguiente congreso en Rusia (Muggler et al., 2012).

Uno de sus seguidores y, además, traductor de sus obras, fue el geógrafo C.F. Marbut (1863-1935), alumno del brillante W.M. Davis, del cual aprehende y traslada su concepto de evolución de los paisajes a la edafogénesis (Brevik, 1999). La obra que tuvo un gran impacto y que se caracterizaba por su fuerte condicionante geográfico (“causas de la distribución de los suelos”; Berg, 1930) se tituló: «Los grandes grupos de suelos del mundo y su desarrollo» (1927). En ella, se señala su interés concreto por cerrar “las líneas que separan a la Geografía de los suelos, la Geobotánica y la

3. A partir de este apartado, se centra la atención en la Edafogeografía o Geografía de los Suelos como disciplina encargada del estudio de las causas de la distribución del manto edáfico sobre el territorio, a diferencia de la Edafología, que se ocupa de la comprensión de las características de su composición y las relaciones con el medio que le rodea.

Zoogeografía”. También, se percibe un vivo interés por “sintetizar los conocimientos sobre suelos dentro de las ciencias naturales” (Marbut, 1927). Por último, cabría destacar que adelanta, que la Geografía de los Suelos encontrará unos métodos y fuentes dentro de las demás ciencias naturales y disciplinas del análisis de los paisajes en el futuro (Glinka, 1927; Shaw y Oldfield, 2007).

Autores como el geógrafo academicista L.S. Berg (1930) analizan algunos de los trabajos y experiencias recogidas sobre Dokuchaev desde Glinka, referidas a sus enseñanzas sobre la Geografía de los Suelos en torno a la zonalidad del manto edáfico. Algunas de estas reflexiones, recogidas en su obra «Geographical Zones of the Soviet Union», giran en torno a que los postulados de Glinka y Marbut son acordes con la ciencia geográfica, concretamente, con los trabajos sobre paisajes y Geografía Física (Berg, 1930). De esta manera, comienzan a sentarse las bases de lo que se consideraría, décadas después, como un elemento fundamental a la hora de estudiar la complejidad de los paisajes geográficos de la escuela rusa (Isachenko, 1978), definidos por las relaciones recíprocas entre el conjunto de elementos y factores del medio, que más adelante también serían acogidos por los postulados ecogeográficos de Tricart y Kilian en 1982 para su aplicación a la ordenación del medio rural (Gómez Zotano, 2000).

Por lo tanto, en estas obras geográficas se encuentran las raíces de la Geografía de los Suelos o Edafogeografía, unos orígenes que suscitarán en los científicos el interés por clasificar los distintos mantos edáficos y delimitarlos en espacios concretos sobre el territorio, uniéndolos con sus causas (Shaw y Oldfield, 2007) para un fin concreto: la ordenación del territorio y gestión de los recursos.

4. Evolución de la Edafogeografía o geografía de los suelos durante los siglos XX y XXI

A C.F. Marbut, tras el I Congreso Internacional de las Ciencias del Suelo, se le encargó dirigir los estudios sobre el manto edáfico de su país. Ideó una clasificación jerarquizada de tipo *multicategoría* (órdenes, subórdenes, grupos, familias, series y tipos; Strahler y Strahler, 1994) y una lista de elementos a identificar en los perfiles muestreados, modelo que luego seguiría C.E. Kellogg (1933), para la *Soil Survey Staff* o H. Jenny en sus estudios de los factores principales incidentes sobre la edafogénesis (1941 y 1961).

A lo largo siglo XX en España, ya se encuentran aportaciones desde esta vertiente edafogeográfica en los trabajos de E. Huguet del Villar (1929), que propuso un mapa de suelos de Europa y un estudio de «Los suelos de la península Lusoibérica» (1937), tratando de defender los principios de la *geo-edafología* (De Pedraza, 1996). También, tuvo gran impacto la obra de W.L. Kubiena (1952 y 1953), quien refleja los procesos evolutivos a través de los caracteres morfológicos de los suelos, muy útil para la elaboración de estudios edafológicos de análisis regional (Tricart, 1969).

Durante la Segunda Guerra Mundial, el *CSIRO* prepara expediciones para analizar pormenorizadamente suelos, clasificándolos por puntos (arcillosos, textura, formaciones rocosas,...), ayudándose de la fotografía aérea por primera vez con este fin y del trabajo de campo en Australia (Tricart y Kilian, 1982).

Al mismo tiempo (en torno a principios de la década de los 50), en EE.UU. el *Soil Survey Staff* (Departamento de Agricultura) preparaba unos estudios con el fin de clasificar también sus sue-

los. Así, este trabajo cuenta hoy con once revisiones (la última de 2010) y una repercusión de carácter internacional entre toda la comunidad científica: la «Soil Taxonomy».

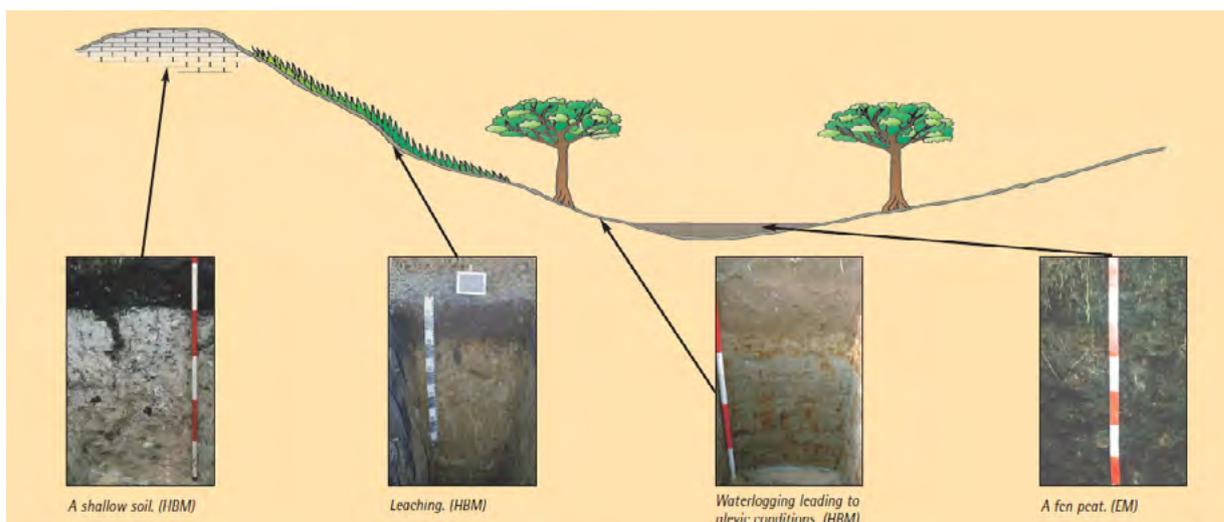
Frente a esta contribución edafogeográfica, *FAO-UNESCO*, en colaboración con la *Sociedad Internacional del Suelo (ISSS)* desde 1966, centra sus esfuerzos en el diseño de una clasificación y un mapa mundial de suelos que hiciese posible “fomentar los estudios para el desarrollo” (FAO, 1998). De esta manera, desde sus inicios hasta las últimas revisiones de ambas (FAO hasta 2006 y en *USDA* hasta 2010) se admiten también, análisis más detallados a nivel regional con las particularidades climáticas, geológicas, ecológicas y de usos para el ser humano (Rodrigo Comino, 2012).

De forma paralela, hay otros autores que también destacan en la elaboración de otras clasificaciones de carácter genético, pero con un alcance principalmente regional y menos extendido, con objeto de encontrar las causas de su distribución. Por un lado, Fitzpatrick (1984) trataba de exponer su propia propuesta añadiendo información sobre las coordenadas del emplazamiento edáfico y agregando una larga terminología de apelativos para registrarlos en su obra «Suelos. Su formación, clasificación y distribución». En segundo lugar, se destaca la aportación de Duchaufour, el cual organiza una síntesis descrita en varios manuales (1968, 1970, 1972, 1977 y 1987) que presentan metodologías y fundamentos básicos de los componentes, además de descripciones de las propiedades de los suelos, nutriéndose de una rica cartografía con una vertiente final aplicada a la planificación, tema muy ligado a la disciplina geográfica que se aborda en este trabajo.

Otros enfoques geográficos en los estudios aplicados sobre los suelos serían los de Zinck (1988, 1990, 1995, 2012), Birkeland (1984), Elbersen (1991), Kosmas y Danalatos (1993), Kosmas et al. (2000, 2002), Antipolis (2003), Bochet et al. (2006), Shahbazi et al. (2008), Rossiter (2007), D’Oleire-Oltmanns et al. (2012), Abd Elmabod et al. (2012) o los españoles Ferre Bueno (1997a y 1997b), Cañadas et al. (2010), Porta (2011), Porta y López-Azevedo (2005), Blanco Sepúlveda (2000), Ruiz Sinoga y Martínez Murillo (2010 y 2011), Dorrnsoro (2004, 2005, 2007 o 2008), Ferreras y Fidalgo (1991), Ibarra (1995, 2001, 2008), Durán Zuazo et al. (2010), Rodrigo Comino (2012),...

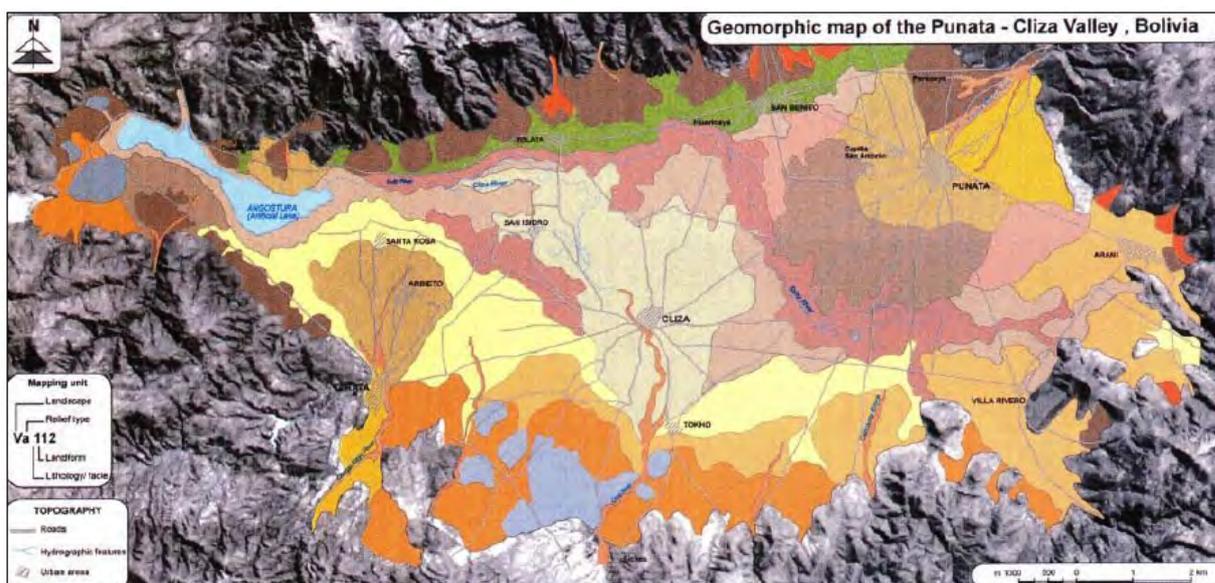
En las figuras 1 y 2, se muestran ejemplos de elaboración de cartografía y bloque-diagrama en el que se observa una serie de tratamientos edafogeográficos del medio, interrelacionando diversos factores ambientales para averiguar las “causas de la distribución de los suelos a lo largo del territorio”.

Figura 1. Variación del tipo de suelo en función de los factores condicionantes del territorio



Fuente: Atlas de suelos de la Unión Europea (UNIÓN EUROPEA, 2005)

Figura 2. Unidades geomorfoedáficas de la región de Punata-Cliza.



Fuente: Zinck (2012)

Por último, se presentan cuatro textos donde se menciona el cometido explícito de la Edafogeografía o su relevancia dentro de las Ciencias del Suelo:

“El Mapa Mundial de Suelos se ha mostrado también como un instrumento adecuado para actividades de educación, investigación y desarrollo. Está siendo utilizado en la enseñanza, el estudio de la Geografía de los Suelos, la preparación de proyectos de desarrollo [...],... Se encuentra entre los fines indispensables para la mejora de la documentación la actualización de los datos a partir del almacenamiento informatizado del nuevo material en un sistema de información geográfica (SIG)” (FAO, 1988).

“Pertencen (a la Edafogeografía) aquellas investigaciones cuyo fin es determinar las características más importantes del suelo, clasificarlos en tipos ya definidos y aunarlos en otras

unidades taxonómicas, establecer límites en mapas de distintas clases de suelos, correlacionar y predecir la aptitud de los suelos a diversos cultivos, hierbas y árboles, sus comportamientos y productividad utilizando diferentes sistemas de uso” (Elbersen, 1991).

“Existe una relación entre las formas del paisaje y la naturaleza y distribución de los suelos, lo que constituye la base de la fotointerpretación edafológica, la cartografía de suelos y la identificación e interpretación de las funciones de los suelos según la posición que ocupen. Esto hace que los resultados de la observación, descripción y muestreo de una pequeña parte del paisaje puedan generalizarse a áreas no prospectadas, que sigan el mismo patrón suelo-paisaje [...]. El análisis fisiográfico permite segmentar el paisaje en distintas formas, que constituirán unidades de prospección” (Porta y López-Azevedo, 2005).

“Disciplina (Geografía de los Suelos) que se ocupa de analizar los inventarios de recursos del suelo, no como una operación técnica, sino científica, con una actividad interdisciplinar. Es una ampliación de campo de una de las siete principales ramas en las que la Ciencia del Suelo se subdivide” (Zinck, 2012).

5. La Geografía como una ciencia integradora

La tarea de la Geografía y los geógrafos ha sido (y parece que no van a cambiar mucho las perspectivas) demostrar socialmente cuál es su objeto de estudio y las tareas que pueden desempeñar profesional y científicamente (Lacoste, 1974). La disciplina geográfica ha recorrido un largo camino a lo largo de la historia y posee una vida muy antigua, bebiendo tradicionalmente desde muchas fuentes del conocimiento. Son muy numerosos los autores que han definido la Geografía de muy diversas formas. Cada uno de ellos ha recibido influencias de la sociedad que los rodeaba, tanto positivas (gran desarrollo cultural), como negativas (rechazo a diferentes corrientes), por lo que todas carecen de una total objetividad (Hartshorne, 1959). Así, se pueden encontrar de corte positivista, naturalista o cuantitativa, por ejemplo. Para el objetivo de este trabajo se reducirán a tres, aunque se debe aclarar que se muestran aquí no por ser las más válidas, sino porque a nuestro criterio se acercan a una descripción más completa del objeto de estudio de los profesionales de la Geografía y del tema que se desea declarar con total vinculación, la Edafogeografía.

Vidal de la Blache (1896): Estudio de la distribución en la superficie de la tierra de los fenómenos físicos, biológicos y humanos; las causas espaciales de esta distribución y las relaciones locales (sobre los lugares) de estos fenómenos.

En su definición de Geografía, caben destacarse tres elementos claves para entender el significado de esta ciencia (Estébanez, 1989). “*Distribución*”: los geógrafos deben ocuparse de cómo se sitúan por el espacio los diferentes fenómenos acaecidos; “*causas espaciales*”: la causalidad debe ser un punto central en el objeto de estudio, abandonando la Geografía Clásica Antigua que era meramente descriptiva (aunque en el fondo beba de su legado); “*relaciones locales*”: es clave la interrelación, como hecho sublime diferenciador del geógrafo con otro especialista. Se pone énfasis en la influencia sobre cada elemento y su conjunción en un todo o sistema.

André Cholley (1942): El objeto de la Geografía es conocer el planeta, pero no en términos individuales sino en categorías de fenómenos físicos, humanos o biológicos [...], dentro de los términos que se producen entre la combinación de elementos y factores, porque en esas combinaciones se crean los diferentes aspectos físicos y humanos que nos revela la superficie terrestre (espacio).

De esta sutil definición, escogeremos dos matizaciones. “*Conocimiento del planeta en categorías, no en términos individuales*”: se percibe la Geografía como una disciplina holística, que puede abarcar cualquier campo, tanto físico como humano, pero no por separado, sino combinado en categorías; “*combinaciones que nos revelan la superficie terrestre*”: el geógrafo que interprete cada categoría debe poder interrelacionar cada combinación para entender la superficie (espacio).

Fred K. Schaefer (1974): Ciencia que se refiere a la formulación de leyes que rigen la distribución espacial de ciertas características de la superficie terrestre. En esta definición se resumen tres pilares fundamentales, “*formulación de leyes*”: cuando una ciencia estudia los diferentes hechos de la realidad que nos rodea, separa los elementos para poder formular las leyes oportunas (que expliquen sistemáticamente el funcionamiento del objeto de estudio); “*distribución espacial*”: este aspecto coincide con el anterior, donde destaca que la Geografía es, sin duda, la ciencia del espacio terrestre; “*ciertas características*”: el estudio de las interrelaciones que propone Vidal de la Blache u otros autores como Ratzel o Hettner es muy lícito; sin embargo, este autor deja entrever cómo el objeto de estudio de la Geografía puede ser en algunas ocasiones inabarcable.

Al analizar las definiciones de Vidal de la Blache (1896) y Cholley (1942), se puede decir que la coincidencia entre ellos es plena en su visión integradora de los factores del medio a la hora de la realización de los estudios de los complejos fenómenos geográficos de la superficie terrestre. Por otra parte, Schaefer (1974), pese a la influencia de sus predecesores, prefiere enfatizar en la creación de leyes que organicen el espacio y le den causas explicativas dentro de una lógica territorial.

Por lo tanto, como conclusión, se puede decir que la Geografía participa del conocimiento científico al interrelacionar o combinar factores físicos y humanos, para dar respuesta a los problemas de análisis y gestión del territorio, así como consolidar nuevas aportaciones a la ciencia que nos permitan conocer la superficie terrestre. Así pues, el suelo como recurso territorial entraría dentro de su objeto de estudio, al igual que la corteza terrestre, el clima o las ciudades.

6. Adscripción de la Edafogeografía como rama independiente dentro de la Geografía Física

Como disciplina, actualmente, la Geografía no ha podido continuar con su tradicional *modus operandi*: estudiar el medio de forma completa a nivel planetario o regional (título otorgado por ser una ciencia de carácter holístico). Así que la división en ramas o especialidades ha sido una máxima en su desarrollo durante el siglo XX y XXI. Tradicionalmente, la división típica ha sido entre Geografía Física y Humana, con una tercera rama integradora de ambas llamada Regional. No obstante, incluso así, las dificultades para abarcar el territorio se han hecho patentes. De esta manera, se encuentra la Geomorfología, la Hidrogeografía, la Biogeografía o la Climatología en el ámbito de la Geografía Física; la Geografía Urbana, G^a. de la Población o G^a. Rural en la Humana y el Análisis del Paisaje o las Geografías Descriptivas en la Regional (García Ballesteros, 1986).

Dentro de la Geografía Física, la preponderancia de la Geomorfología y la Climatología ha sido toda una realidad manifestada en trabajos científicos realizados por geógrafos de gran impacto. En nuestra defensa por adscribir la Geografía de los Suelos como una rama más del conocimiento geográfico, independiente de otras subdisciplinas de la Geografía Física, es obligatorio señalar las ligazones temáticas que ha tenido históricamente con la Biogeografía y la Geomorfología. Como ya se señaló anteriormente, el suelo se ha definido como un recurso que está a medio camino entre el mundo abiótico y el biótico.

En primer lugar, respecto al enfoque biogeográfico se puede decir que el suelo se ha considerado como un elemento dinámico, dependiente de los procesos bióticos de los vegetales, animales, microorganismos, ... y abióticos, como el clima, el agua o el material parental. El suelo toma una función de sustentador sobre el sustrato litológico meteorizado que condiciona el desarrollo de las especies vegetales y se ve alterado por agentes externos como el clima o la fisiografía. El estudio del suelo ha sido un mero complemento de la investigación biogeográfica (Meaza, 2000) o una intersección entre la Geografía, la Biología y la Ecología conocida como Geobotánica (Pears, 1977; Taylor, 1985).

En un segundo apartado, quedaría la visión desde el enfoque geomorfológico, relacionado con los procesos de meteorización, desertización, agradación y degradación de la capa superficial de la corteza terrestre (Gutiérrez Elorza, 2008). Desde este punto de vista, se puede partir de la opinión de autores como Tricart (1969) o De Pedraza (1996), que afirman que entre la Geología y la Geomorfología existe una dependencia que la segunda no puede evitar de la primera disciplina, y, por consiguiente, se establece también una relación *análoga* entre la Edafología y la Geomorfología, donde la ciencia que estudia la forma de la superficie terrestre es la que tiene un “papel dominante” y la “edafogénesis no es sino un elemento de la morfogénesis”.

Así, se comprueba cómo estas dos ramas de la Geografía no dejan claramente adscritas a sus contenidos el estudio de los suelos, un recurso (FAO, 2006b) que “constituye el puente entre la vida y el mundo inanimado” (Tarbuck y Lutgens, 1999).

Sin embargo, parece obvio que prescindir de las características edáficas del medio en los estudios integrados es poco menos que un error, ya que intrínsecamente el manto edáfico posee una función explicativa que ayuda a diagnosticar parte de las características del territorio).

De esta manera, se comienza con grandes dificultades para desarrollar un enfoque de la Edafogeografía como rama independiente dentro de la Geografía Física. Si a esto se le suma que existen otras disciplinas que comparten fuentes y métodos con la nuestra, la complejidad al crear un marco teórico desligado de otras ciencias y de pertenencia propia aumenta. La Geología, la Edafología, la Botánica, la Farmacología, la Agronomía, la Química o la Ecología estudian la capa edáfica con diferentes matices y enfoques, utilizando escalas muy variadas, pero que suelen circunscribirse a espacios muy reducidos a diferencia de la Edafogeografía.

Algunos autores como Ferreras y Fidalgo (1991) han señalado que “el término Edafogeografía [...] responde más a un deseo que a una realidad consolidada”, más a una posibilidad que a una disciplina geográfica claramente estructurada. Pero también, argumentan que se debería tener en cuenta que la “distribución espacial de los suelos muestra unas formas de organización interna, unas estructuras y unas regularidades territoriales que constituyen hechos de naturaleza geográfica”. Esta última consideración se corresponde fielmente con la filosofía que la *Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*, la cual apunta la vital importancia de conocer la distribución y las causas del *recurso suelo* con el fin de poder organizar el territorio y gestionarlo correctamente, corrigiendo desigualdades sociales, deterioros ambientales (FAO, 1998) y los procesos de “artificialización” (Antipolis, 2003).

Con ello, se hace patente que, aunque ya existan ciencias que acometen el estudio del suelo como la Edafología, también la Geografía de los Suelos, apoyándose en el manejo de los SIG y el trabajo a diferentes escalas, puede abordarlos. Además, el edafogeógrafo puede aprehender el estudio del manto edáfico desde un enfoque sistémico clásico al estructurar la tierra en esferas, una de ellas

denominada *edafosfera* o *pedosfera* (Porta y Villanueva, 2012), interdependiente de la atmósfera, geosfera, biosfera, hidrosfera e, incluso, de la antroposfera (indisociable para el geógrafo en su objeto de estudio). Para Huguet del Villar (citado en Sunyer, 1994), “la edafosfera es un objeto indisociable del complejo geográfico”.

Visto esto, no se debe olvidar entonces que la Edafogeografía es una disciplina diferente a otras ciencias del suelo, aunque compartan, en ocasiones, objetivos, métodos y fuentes. Así, existirán diferencias en los enfoques y la producción científica claramente palpables.

A continuación, sería lógico, dentro de una secuencia ordenada, prestar atención a la definición clara del objeto de estudio de las ciencias del suelo: el manto edáfico. Como se vio anteriormente, existe una confusión, creada a partir de connotaciones extraídas de su significado, que ha perjudicado seriamente su interpretación científica y valor como recurso indispensable para la vida (Antipolis, 2003, Porta y Villanueva, 2012). Así, se extraen algunas definiciones sobre suelos de autores reconocidos en la materia de las ciencias edáficas que atienden a diferentes criterios según su vocación y formación académica:

“Formación natural de la superficie de estructura blanda y espesor variable, resultante de la transformación de la roca madre subyacente bajo la influencia de diversos procesos físicos y biológicos” (Demolon, 1952; citado en Tricart, 1965).

“Epidermis de la tierra” (Tricart, 1969).

“Medio complejo caracterizado por una atmósfera interna, una economía particular del agua, una flora y una fauna determinadas, unos elementos minerales..., pero, también, medio dinámico que adquiere progresivamente sus propiedades por la acción combinada de los factores del medio” (Duchaufour, 1987).

“El suelo es el corazón de la capa viva que se desarrolla sobre los continentes [...]. Es una capa superficial natural que contiene en su seno materia viva y que mantiene o es capaz de mantener una cubierta vegetal” (Strahler y Strahler, 1994).

“Cuerpo viviente en el cual tienen lugar acciones químicas, físicas y biológicas, así como reacciones. Estos procesos están controlados por una serie de factores formadores que incluyen el clima, el sustrato (o material parental), el relieve, organismos vivos y el tiempo” (Zinck, 1990).

“Colección de cuerpos naturales de la superficie terrestre, a veces, modificados o incluso realizados por el hombre con materiales terrestres, conteniendo materia viviente y soportando, o con la capacidad de soportar, plantas por encima” (Elbersen, 1991).

“Mezcla o combinación de cuatro componentes principales: materia orgánica, aire, agua y material mineral. Subsistema natural complejo (mineral y orgánico) y dinámico, formado en la zona de contacto de la litosfera, biosfera y atmósfera; y que establece unas estrechas interrelaciones con el elemento biótico (especialmente el elemento vegetal) del medio” (Ferrerías y Fidalgo, 1991).

“Tiene su origen en la meteorización de las rocas de las montañas y su consiguiente desarrollo bajo la influencia de factores formadores de los ecosistemas naturales y antropogénicos de la Tierra” (Vladychensky, 2001).

“El suelo es un soporte fundamental de los componentes que dan vida al planeta. Puede definirse como la mezcla de partículas rocosas, materia orgánica, aire y agua que están encima de la corteza terrestre unos pocos metros” (Unión Europea, 2005).

“Resultado de la acción combinada de un conjunto de factores formadores (clima, material originario o roca madre, posición en el paisaje, organismos vivos y tiempo)” (Porta y López-Azevedo, 2005).

“Cualquier material dentro de los dos metros de la superficie de la tierra que esté en contacto con la atmósfera, con la exclusión de organismos vivos, áreas con hielo continuo que no estén cubiertas por otro material, cuerpos de agua más profundos que 2 m, suelos urbanos pavimentados y de áreas industriales o de cuevas (únicos de roca continua) y suelos subáqueo” (FAO, 2006a).

“El suelo es un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras emergidas, que ocupa un espacio y se caracteriza por uno o ambos de los siguientes criterios: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural” (USDA, 2010).

Como se puede apreciar a partir de las definiciones de suelo y su dependencia ante factores externos para su desarrollo y distribución en el territorio, la Geografía puede encarar perfectamente el estudio de estos. Así, según Tricart (1969), Duchaufour (1987) o Fitzpatrick (1984), la disciplina geográfica puede encargarse del estudio dinámico, “saliendo de la situación estática empobrecedora del pedólogo metido en su agujero” (Tricart y Kilian, 1982) de los comportamientos en sus relaciones con la vegetación natural, el territorio por el que se distribuyen y las formas de relieve sobre la que se desarrolla, respectivamente, tratándolo como un recurso territorial más (Zinck, 2012).

7. Fuentes y métodos de la Edafogeografía

Según lo anteriormente expuesto, la Edafogeografía cuenta con fuentes y métodos mixtos entre la Agronomía, la Edafología, la Ecología y todas las ciencias geográficas. En el caso de la Geografía de los Suelos, se podría establecer algunos pasos secuenciados que delimitaran los elementos indispensables para la elaboración de un estudio geográfico del manto edáfico. Con esto, no se trata de una secuenciación cerrada, pero sí de unos elementos de estudio afines a la Geografía, que distingan a la Edafogeografía de las ciencias antes mencionadas (Rodrigo Comino, 2012):

- *Delimitación del área de estudio:* Se deben tener en cuenta diversas escalas de trabajo, tanto pequeñas como grandes, para no desconectar el área de estudio de los factores que puedan intervenir desde territorios circundantes.
- *Análisis de las características del medio:* Geomorfología-geología, Climatología, Biogeografía, Hidrogeografía, usos del suelo y Demografía (densidad de la ocupación, población total, cultivos),... Con objeto de comprender el porqué de las condiciones bajo las que la edafogénesis se desarrolla.
- *Elaboración de una cartografía de unidades geomorfológicas o ambientales (utilizando, además, la vegetación o usos del suelo):* Se permitiría así, la obtención de espacios homogéneos que

permitan dividir el territorio en unidades más pequeñas para luego delimitar el número de sondeos y levantamientos de perfiles necesarios.

- *Identificación y clasificación de los tipos de suelos*: Gracias al uso de taxonomías más afines a la región, al organismo promotor del estudio y análisis de laboratorio o también se pueden clasificar según aptitud, vocación, marginalidad (Riquier, Bramaio y Cornet, 1970; FAO-PNUMA, 1989; Bonfils, 1978),...
- *Replanteamiento de la cartografía elaborada*: Se establecen agrupaciones de suelos que permitan trabajar a muy diversas escalas (GSR, calificadores, escalas regionales, provinciales, autonómicas,...).
- *Obtención de conclusiones*: Con objeto de conseguir un diagnóstico apropiado del territorio, teniendo en cuenta las condiciones ambientales analizadas anteriormente, para su posterior gestión y ordenación.

En la conexión entre Edafogeografía y Geografía Física, también se puede señalar que desde un punto de vista de la cartografía geomorfológica también esta unión es un hecho. En las *unidades morfoedáficas* o *geomorfoedáficas* definidas por Gaucher (1984, en Porta et al., 2003), se encuentra un eslabón que une estas disciplinas: “categoría de suelos cuyas propiedades varían dentro de estos intervalos. Es una parte del terreno que corresponde a una unidad geomorfológica que lleva asociada una determinada categoría de suelos o a una asociación de ellos, de tal manera que, en una región dada, la presencia de la unidad geomorfológica considerada implica necesariamente la aparición de la unidad de suelos que tiene asociada y viceversa”.

En esta línea, también se hayan otras propuestas como las de Conacher y Dalrymple (1977) acerca del “modelo pedogeomórfico” que correlaciona procesos pedogenéticos con los caracteres geomorfológicos del territorio compuestos por unidades conocidas como “catenas landsurfaces”. Otros trabajos como los de Whitney, ya en 1909, en su obra *Soils of the United States*, elaboran un primer sistema taxonómico con base fisiográfica y analítica (textural) con destino final cartográfico, según Fitzpatrick (1984); no obstante, tuvo menor repercusión que los zonales de la escuela rusa de Dokuchaev. Por último, mencionar también los trabajos del ITC (*International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation*) dirigidos por Zinck en el que a través de la obtención de unidades de diagnóstico (superposición de litofacies, morfologías, pendientes y sistemas de paisaje), se obtiene una información útil para delimitar los suelos y sus características más destacables, con objeto de lograr, a través de índices de similitud, áreas homogéneas que reciban un mismo tratamiento para la gestión del territorio (Zinck, 2012).

Para cualquier geógrafo, superada la compleja fase de análisis del suelo, debería ser asequible un estudio territorial (geología, clima, biogeografía, usos del suelo,...) y la realización de la cartografía de suelos con origen geomorfológico. Esto adquiere mayor relevancia, cuando se implementan las informaciones sobre los perfiles en las bases de datos sobre las unidades geomorfoedáficas o de diagnóstico (Elbersen, 1991; Zinck, 2012), pudiéndose representar de forma gráfica a través de polígonos y una leyenda con un SIG. Además, se hace más útil esta información en capas manejables en formato raster o vectorial, cuando se les puede seguir añadiendo atributos en los campos de tipo morfocronológico, morfo genético, biogeográfico o de usos del suelo.

Como conclusión, se puede intuir que la identificación de unidades geomorfoedáficas junto con la interpretación y repercusión de la Biogeografía o los usos del suelo sobre el manto edáfico son de vital importancia para entender el territorio. Se hace virtualmente posible enunciar técnicas propias desde la Geografía de los Suelos tomadas desde la Geografía, Geología, Botánica o Edafo-

logía aplicada de un modo propio, gracias a la cartografía de asociaciones o grupos taxonómicos mayores a nivel territorial con el fin de designar usos del suelo y analizar problemas concretos del mismo.

8. Investigación en Edafogeografía: aplicación directa a la Ordenación del Territorio

La Edafogeografía tiene como misión importante colaborar con una adecuada ordenación del territorio, aportando el conocimiento y evaluación de los grados de idoneidad del uso actual y prospectivo del suelo, en función de los “diferentes atributos naturales y socioeconómicos involucrados en su desarrollo”, que determinan su aptitud para cada uso específico del mismo (Hernández Santana et al., 2010). Los rápidos y drásticos cambios sobre las propiedades de los suelos por parte de la expansión urbana y las explotaciones agrarias han provocado que los diferentes mantos edáficos hayan sido agrupados de acuerdo a sus transformaciones y las respuestas que den a los seres humanos (Richter, 2007; Porta y Poch, 2011).

Como Tugel et al. (2005) han observado, la gestión del territorio y las políticas de ordenación necesitan información sobre los cambios de los suelos, en el orden en que sean capaces de predecir sus efectos sobre la clasificación de sus formaciones, comparando alternativas y en la toma de decisiones. Por lo tanto, será indispensable estudiar los procesos edáficos en todas sus facetas, tanto degradativas como agradativas, a los efectos de propiciar usos adecuados del suelo ante sus efectos y evitar, en otros casos, que estos se conviertan “en catalizadores de escenarios adversos por la inadecuada aplicación de las actividades productivas”, concretamente, del uso agrario o de la conservación natural de espacios protegidos (Hernández Santana et al., 2010).

La identificación de los tipos de suelos y la comprensión de por qué se originan en dichos territorios con usos, por ejemplo, para la agricultura, están acordes con las propias potencialidades ecológicas y limitaciones para ordenar el territorio. En la misma línea, también será interesante predecir de forma secundaria, la idoneidad inherente de cada unidad de suelo para soportar un específico cultivo durante largo tiempo (Van Cauwenbergh et al., 2007; Shahbazi et al., 2008; Abd-Elmabod et al., 2012), aunque sea difícil medirlo con exactitud (WMO, 2009; Gómez Limón y Sánchez Fernández, 2010).

Desde hace siglos, muchas de las tierras estaban cubiertas por una base forestal, pero la tala de esta y la erosión del suelo han reducido las tierras agrícolas (Hughes y Thirgood, 1982; Porta y Poch, 2011). La influencia del cambio de usos del suelo del hombre ha jugado un papel muy importante, ejerciendo una fuerte selección antropogénica de las especies vegetales, tras la alteración, en ocasiones dramática, de las características del suelo. Desde esta reflexión, Collins et al. (2010) se cuestionan si los cambios en las propiedades físicas y químicas de los mantos edáficos han sido como consecuencia, principalmente, de las alteraciones que el hombre ha provocado sobre los ecosistemas vegetales y apuntan que si la respuesta es positiva, “¿qué grado de sensibilidad frente a las diversas actividades antrópicas tienen las especies mediterráneas y los suelos sobre los que se desarrollan?”

Los aterrazamientos en suelos desnudos con objeto de evitar erosión, escorrentía y transporte subsecuente de contaminantes de los cultivos (Durán Zuazo et al., 2010) y el desbroce son prácticas que se llevan a cabo al sur de Europa desde épocas ancestrales, incluyendo nuevos factores que incrementan la vulnerabilidad, sumando nuevos insumos a la fragilidad intrínseca de

algunos ecosistemas naturales (Kosmas y Danalatos, 1993; Brandt y Thornes, 1996; Kosmas et al., 2000; Bochet et al., 2006). La erosión producida por la agricultura es un componente fundamental de la evolución de dichos paisajes desde la prehistoria, que ocurría de forma diacrónica conforme iban llegando las nuevas tecnologías, las largas épocas de explotación desmesurada por el hambre (Kosmas et al., 2002; Wainwright y Thornes, 2004; Alonso Sarría et al., 2010) y el abandono de tierras, que modifica la composición y estructura del suelo (Martínez Fernández et al., 1995; Dunjón et al., 2003; Ruiz Sinoga y Martínez Murillo, 2009) e incrementa el riesgo de incendios (Neary et al., 1999).

Como se observa, todavía se mantiene con una gran vigencia en los estudios de reputados autores actuales relacionados con las Ciencias del Suelo, las grandes cuestiones que surgieron desde los inicios de la Edafología moderna y Edafogeografía a finales del siglo XIX y principios del XX: ¿Qué influencia tiene el suelo sobre el medio? ¿Cómo afectan los diversos factores ambientales y antropogénicos al manto edáfico?

De ahí que se indique que la aportación de la Edafogeografía sea necesaria para ordenar el medio natural, para proteger el suelo con medidas correctoras ingenieriles o incluyendo como solución la posibilidad de introducir agroecosistemas, con el cultivo de otras especies como plantas aromáticas (Durán Zuazo et al., 2010), funcionando como un “extra income” para los agricultores, incrementando las posibilidades de la estabilidad de los taludes.

Los cambios de usos del suelo suponen una de las mayores causas de los fenómenos en los cambios globales, de ahí que su total entendimiento y encauzamiento sean vitales para el mantenimiento de los ecosistemas (Dunjón et al., 2003; Cañadas et al., 2010; Rey Benayas et al., 2007).

Para terminar, siguiendo a Dent y Young (1981) apoyaremos numerosos trabajos con demanda en el mercado y que desde esta planificación con matices edafogeográficos podrían realizarse: Evaluaciones de impactos ambientales; Uso militar

Gestión de aguas y residuos; Gestión de hábitats; Estudio de riesgos naturales; Tasaciones financieras y legales; Gestión de áreas recreativas; Proyectos de desarrollo; Planificación territorial (nacional, regional,...); Gestión de fincas y espacios forestales; Ingeniería de caminos y edificaciones. Proyectos de irrigación.

9. Conclusiones

El manto edáfico es una de las llaves para entender el desarrollo socioeconómico del territorio (Good y Reuveny, 2009), de ahí que en este trabajo se proponga una rama del conocimiento aplicada a evaluar la distribución y las causas de la edafogénesis con el objetivo de gestionar su correcta explotación de tipo agraria o para la mera conservación de los ecosistemas.

Como hemos visto, pese a los numerosos estudios y aplicaciones de la *Edafogeografía* o *Geografía de los Suelos*, no tiene el suficiente reconocimiento académico y científico que debería asumir una disciplina de tan amplia aplicación para la ordenación del territorio o conocimiento del medio, pudiendo haber sido minusvalorada por proceder de la Geografía o por su tradicional carácter corológico y taxonómico. Además, tampoco existen manuales, ni artículos relevantes (hasta la fecha) que explícitamente la mencionen como la rama geográfica que estudia las relaciones entre

el suelo, el medio y hombre, vinculándose siempre, a nuestro criterio de forma errónea, a la Biogeografía o a la Geomorfología este tipo de trabajos.

A diferencia de especialistas como el *edafólogo*, que priorizan sus estudios en el análisis y clasificación del suelo, el *edafogeógrafo* trabaja con la cartografía (siendo indispensable el manejo de los SIG y el trabajo de campo) y los resultados estadísticos para analizar las unidades que conformarán el complejo territorial estudiado que interactúa con el hombre. Esto no implica que *tengan prohibido proceder de la manera del otro*, puesto que, conservados los objetivos, los límites de la ciencia solo deben quedar definidos por la ética.

Por ese motivo, en este trabajo se reclama que la Edafogeografía pase de ser la olvidada quinta rama de la Geografía Física, a una disciplina con una reconocida historia desde el siglo XIX, con autores mundialmente conocidos y con trabajos que poseen una utilidad importante en las tareas de Ordenación del Territorio y la conservación del medio natural.

Sobre los autores

JESÚS RODRIGO COMINO

Licenciado en Geografía por la Universidad de Málaga en el curso 2011-2012. Realizó el Trabajo Fin de Carrera (tesina) bajo la dirección del Dr. Senciales titulado: "Los suelos de la provincia de Málaga: Revisión en función de los criterios de la clasificación de FAO-WRB (2006)". También con él, ha publicado una serie de artículos relacionados con cuestiones geomorfológicas en los Montes de Málaga o las plataformas travertínicas. Además, ha realizado trabajos de análisis urbano para Cáritas de Málaga sobre tipología social y de viviendas del casco antiguo. Ha participado en actividades de Didáctica de la Geografía con jóvenes preuniversitarios, publicando resultados de esta actividad en revistas de la Asociación de Geógrafos Españoles junto con el Dr. Delgado Peña. Actualmente, está finalizando un master de Ordenación del Territorio y Nuevas Tecnologías del Análisis Geográfico conjunto entre Málaga y Granada, y está preparando el inicio de su tesis doctoral sobre Geografía de los Suelos.

JOSÉ M^a SENCIALES GONZÁLEZ

Docente de la Universidad de Málaga desde 1996 y Profesor Titular de Geografía (área de Geografía Física) desde 2003. En su trayectoria investigadora aborda diversas líneas temáticas, destacando estudios hidrogeográficos (tema central de su tesis doctoral en 1995, del libro de su autoría "Redes Fluviales", o del trabajo publicado con el Dr. Málvarez en Cuaternario y Geomorfología en 2003, entre otros), estudios climatológicos (entre otros, con el Dr. Ferre y la Dra. Perles, o el publicado en 2013 en el BAGE con el Dr. Ruiz Sinoga) y edafológicos (diversas publicaciones con los doctores Ferre, Blanco o Martínez Murillo). Ha colaborado en proyectos de investigación entre los que destaca "Elaboración de la Cartografía y Unidades Geomorfoedáficas de la provincia de Málaga" en colaboración con el Dr. Ferre, o proyectos de corte Biogeográfico, Hidrogeográfico, o en colaboración con departamentos de Arqueología de diversas universidades. Ha impartido docencia en la Universidad de Málaga fundamentalmente en materias de Climatología, Biogeografía y Geografía de los Suelos; así como diversos cursos de doctorado, el más reciente en Bahía Blanca (Argentina, 2012) sobre Geomorfología y Morfología fluvial. Ha dirigido dos memorias de Licenciatura, la más reciente (2012) del licenciado J. Rodrigo.

10. Referencias Bibliográficas

- Abd Elmabod, S. K.; Ali, R. R.; Anaya Romero, M.; Jordán, A.; Muñoz Rojas, M.; Abdelmageed, T.A.; Zavala, L.M. y De la Rosa, D. (2012). "Evaluating soil degradation under different scenarios of agricultural land management in mediterranean región". *Nature and Science*, 10, 103-116.
- Alonso Sarría, F.; Gomariz Castillo, F. y Cánovas García, F. (2010). "Análisis temporal de los cambios de usos del suelo en la cuenca del Segura mediante teledetección. Implicaciones sobre la degradación". *Rev. C. & G.*, 24 (3-4), 73-88.
- Antipolis, S. (2003): "Threats to soils in Mediterranean countries". Documento revisado del "Plan bleu". Centro de actividades regionales, UNEP, 68.
- Berg, L. S. (1930). "K. D. Glinka kak geograf. Tr. Pochvennogo in-ta im". VV. Dokuchaeva, 3-4.
- Birkeland, P.W. (1984). *Soils and geomorphology*. Edit. Oxford University Press, New York y Oxford.
- Blanco Sepúlveda, R. (2000). Propuesta metodológica para la aplicación del análisis de las propiedades físicas edáficas a la evaluación del suelo para usos ganaderos. Tesis doctoral, Universidad de Málaga.
- Bochet, E., Poessen, J. y Rubio, J.L. (2006). "Runoff and soil loss under individual plants of a semi-arid Mediterranean scrubland: influence of plant morphology and rainfall intensity". *Earth Surf. Processes Landforms* 31, 536-549.
- Brandt, J.C. y Thornes, J.B., (1996). "Mediterranean Desertification and Land Use". Wiley, Chichester, UK.
- Brevik, E.C. (1999). "The Soil Science-Geology connection". NDGS Newsletter, vol. 26, 1, 4.
- Cañadas, E.M.; Jiménez, M.N; Valle, F; Fernández Ondoño, E.; Martín Peinado, F y Navarro, F.B. (2010). "Soil-vegetation relationships in semi-arid Mediterranean old fields (SE Spain): Implications for management". *Journal of Arid Environments*, 74 (11), 1.525-1.533.
- Cholley, A. (1942). *Guide de l'Etudiant en Géographie*. Edit. Presses Universitaires de France, Paris.
- Claval, P. (2001). *Épistémologie de la géographie*. Paris, Nathan (Coll.fac)
- Conacher, A.J. y Dalrymple, J.B. (1977). "The nine-units landsurface model: an approach to pedrographic research". *Geomoderna* (XVIII 1-2), College Park, Md. USA R.W. Simonson.
- De Pedraza, J. (1996). *Geomorfología: Principios, métodos y aplicaciones*. Edit. Rueda, Alcorcón (Madrid).
- Dent, D. y Young, A. (1981). *Soil Survey and Land Evaluation*. Londres, George Allen & Unwin.
- Dobrovolskiy, G.V. (2006). "Soil science as an Interdisciplinary Synthetic Science". *Eurasian Soil Science*, 39 (1), 52-55.
- Dobrovolskiy, G.V. (2011). "The great Predecessor of V.V. Dokuchaev and V.I. Vernadsky". *Eurasian Soil Science*, 44 (11), 1.173-1.177.
- D'Oleire-Oltmanns, S., Marzolf, I., Peter, K.D. y Ries, J.B. (2012). "Reducing the data gap between field scale and satellite scale: Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for soil erosion monitoring in Morocco". *Remote Sensing* 4 (11), 3390-3416. Dokuchaev, V.V. (1883). *El Chernozem ruso*. Sochineniya, 3. Acad. Ciencias de Moscú, San Petersburgo.
- Dokuchaev, V.V. (1894). *The Russian Steppes*. San Petersburgo, Dept. Agr. Min. of Crown Domains for the World's, Columbian Exposition.
- Duchaufour, P. (1968). *L' evolution des sols*. Edit. Masson, Paris.
- Duchaufour, P. (1970). *Précis de pédologie*. 3ª Edit. Masson, Paris.
- Duchaufour, P. (1972). *Processus de formation des sols*. Biochimie et géochimie. Edit. C.R.D.P., Nancy.
- Duchaufour, P. (1977). *Atlas écologique des sols du monde*. Edit. Toray-Masson, 3, Paris.
- Duchaufour, P. (1987). *Manual de Edafología*. Edit. Masson, Barcelona.
- Duchaufour, P. y Souchier, B. (1984-1987). *Edafología*. 2 Vol.: I. Edafogénesis y Clasificación. II. Constituyentes y propiedades del suelo, Barcelona, Masson.
- Dunjó, G., Pardini, G. y Gispert, M., (2003). "Land use change effects on abandoned terraced soils in a Mediterranean catchment, NE Spain". *Catena*, 52, 23-27.
- Durán Zuazo, V.H., Rodríguez Pleguezuel, C.R., Martín Peinado, F.J., De Graaff, J., Franco Tarifa y D., Flanagan, D.C. (2010). "Environmental impact of introducing plant covers in the taluses of terraces: Implications for mitigating agricultural soil erosion and runoff". *Catena*, 84, 79-88.

- Elbersen, G.W.W. (1991). Syllabus Soil Survey Methodology. K5, FAO, Roma, pp. 61.
- Estébanez, J. (1989). Tendencias y problemática actual de la Geografía. Editorial Cincel, Madrid.
- FAO (1988). Mapa mundial de suelos. Leyenda revisada. FAO-UNESCO-ISRIC, Roma.
- FAO-PNUMA (1989). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. FAO-UNESCO-ISRIC, Roma.
- FAO (1998). Base referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB). FAO-IUSS-ISRIC, Roma.
- FAO (2006a). Base referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB). FAO-IUSS-ISRIC, Roma.
- FAO (2006b). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO, riego y drenaje, 56.
- Ferre Bueno, E. (1997a). "Unidades de diagnóstico para la evaluación de la peligrosidad geomorfológica en el Valle del Andarax". *Baetica*, 19 (I), 111-134.
- Ferre Bueno, E. (1997b). "Estados erosivos en la cuenca media del río Andarax". *Cuadernos geográficos*, 27, 153-169.
- Ferreras, C. y Fidalgo, C. (1991). Biogeografía y Edafogeografía. Col. Espacios y Sociedades, 6, Madrid, Síntesis.
- Fitzpatrick, E.A. (1984). Suelos. Su formación, clasificación y distribución. Compañía Editorial Continental, México.
- García Ballesteros, A. et al. (1986). Teoría y práctica de la Geografía. Madrid. Alhambra.
- Gaucher, P. (1981). Les facteurs de la Pédogenèse. G.Lelotte, Dison.
- Glinka, K.D. (1914). Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und Geographische Verbreitung. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- Glinka, K.D. (1927). "Dokuchaev's ideas in the development of pedology and cognate sciences. Russian Pedological Investigations". *USSR Acad. Sci.*, vol. 1. Publishing Office of the Academy of Science U.S.S.R., Leningrad.
- Glinka, K. D. y Marbut, C. F. (1927). The great soil groups of the world and their development. Edit. Edwards Brothers, Michigan.
- Gómez Limón, J. y Sánchez Fernández, G., (2010). "Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators". *Ecological Economics* 69, 1.062-1.075.
- Gómez Zotano, J. (2000). "El paisaje integrado de las montañas andaluzas. Análisis de la metodología experimentada". *Cuadernos Geográficos*, 30, 445-467.
- Good D. H. y Reuveny R. (2009). "On the collapse of historical civilizations". En *J. Agr. Econ.* 99, 863-879.
- Gutiérrez Elorza, M. (2008). Geomorfología. Edit. Pearson, Prentice Hall, Universidad de Zaragoza.
- Hartshorne, R. (1959). Perspective on the Nature of Geography. Serie monográfica de la Asociación de Geógrafos Americanos, Londres.
- Hernández Santana, J. R.; López Miguel, C.; Méndez Linares, A. P. y Bollo Mannet, M. (2010). "Geomorphic intensity of the northwest relief of the State of Chiapas, Mexico: an approach for territorial planning". *Rev. C. & G.*, 24 (1-2), 79-98.
- Hilgard, E.W. (1882). "Report on the relations of soil to climate". *U.S. Dep. Agric. Weather Bull.* 3, 1- 59.
- Hilgard, E.W. (1906). *Soils: Their Formation, Properties, Composition, and Relations to Climate and Plant Growth in the Humid and Arid Regions*. Macmillan, NY.
- Hodgson, J.M. (1987). Muestreo y descripción de suelos. Edit. Oxford University Press, Oxford.
- Hughes J.D. y Thirgood J.V. (1982). "Deforestation in Ancient Greece and Rome. A Cause of collapse?" *Ecologist*, 12(5), 196-208.
- Huguet del Villar, E. (1929). *Geoedafología. Método universal de tipología de suelos como base de su cartografía harmónica*. Op. reeditada por Geocrítica, Universidad de Barcelona.
- Huguet del Villar, E. (1937). *Los suelos de la península Lusobérica* (Prefacio por G.W. Robinson, edición bilingüe español-inglés). Madrid.
- Ibarra, P. y De la Riva, J. (1995). "Dinámica de la cubierta del suelo como resultado de la despoblación y de la intervención del estado: el Valle de la Garcipollera (Huesca)". *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 7-37.
- Isachenko, A. G. (1978). *Introducción al estudio de los geosistemas*. Novosibirsk, Nauka.
- Jenny, H. (1941). *Factors of Soil Formation*. McGraw-Hill, NY.

- Jenny, H. (1961). "Derivation of state factor equations of soils and ecosystems". *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 25, 385-388.
- Jordán López (2009-2010). Manual de edafología. Departamento de Cristalografía, mineralogía y química, Universidad de Sevilla.
- Juárez, C. y Blanco de Pablos, A. (2011). "Caracteres hídricos y producción en suelos de la Cuenca del Guadiana". *Anuario del Centro de Edafología y Biología Aplicada del CSIC*, 4, 237-252.
- Kellogg, C.E. (1933). A method for the classification of rural lands for assessment in North Dakota. *J. Land Public Util. Econ.* 9, 10- 14.
- Kiryushin, V.I. (2006). "V.V. Dokuchaev and the Present-Day Paradigm of Nature Management". *Eurasian Soil Science*, 39 (11), 1.157-1.163.
- Kosmas, C. y Danalatos, N.G., (1993). "Climate Change, Desertification and the Mediterranean Region". Rounsevel, M., Loveland, P. (Eds.), "Soil responses to climate change: Implication for natural and managed ecosystems. ONU, UK, 25-38.
- Kosmas, C., Danalatos, N.G., y Gerontidis, S., (2000). "The effect of land parameters on vegetation performance and degree of erosion under Mediterranean conditions". *Catena*, 40, 3-17.
- Kosmas, C., Danalatos, N.G., López Bermúdez, F., y Romero Díaz, M.A. (2002). "The effect of Land Use and Soil Erosion and Land Degradation under Mediterranean Conditions". En: "Mediterranean Desertification. A mosaic of processes and responses (Geeson, N.A., Brandt, D.J. y Thornes J.B., eds.), Chichester, 57-70.
- Kubiena, W.L. (1952). Claves sistemáticas de suelos. Diagnóstico y sistemática ilustradas de los suelos más importantes de Europa con sus sinónimos más usuales. CSIC, Madrid (Traducción 1953).
- Kubiena, W.L. (1953). The soils of Europe. T. Murby-CSIC, London, Madrid.
- Lacoste, Y (1974). Geografía. Un arma para la guerra. Edit. Anagrama, Barcelona.
- Meaza, G. (2000). Metodología y práctica de la Biogeografía. Ediciones del Serbal, Colección "La estrella polar", 22, Barcelona.
- Marbut, C.F. (1921). The contribution of soil surveys to soil science. *Soc. Prom. Agric. Sci.* 41.
- Marbut, C.F. (1927). In: Glinka, K.D. (Ed.), *The Great Soil Groups of the World and their Development*. Edwards Bros., Ann Arbor, MI. Transl.
- Marbut, C.F. (1928). A scheme for soil classification *Proc. 1st Int. Cong. Soil Sci. Comm.*, vol. 5. *Internat. Congress of Soil Sci.*, Washington, DC, 1 -31.
- Marbut, C.F. (1935). Soils of the United States. U.S. Dep. Agric., *Atlas Am. Agric.* (Pt. 3).
- McCracken, R.J., y Helms, D. (1994). "Soil Surveys and Maps". En: P. McDonald (ed). *The Literature of Soil Science*. Cornell University Press, Ithica, New York, 275-311.
- Martínez Fernández, J.; López Bermúdez, F.; Martínez Fernández, J. y Romero Díaz, A. (1995). "Land use and soil - vegetation relationships in a Mediterranean ecosystem: El Ardal, Murcia, Spain". *Catena*, 25, 153-167.
- Moreira, J.M. (1991). Capacidad de uso y erosión de suelos. Una aproximación a la evaluación de tierras en Andalucía. Edit. Agencia de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Muggler, C.C.; Spaargaren, O. y Hartemink, A.E. (2012). "The Glinka Memorial Soil Monolith Collection a treasure of Soil Science". *Geophysical Research Abstracts*, vol. 14, pp.1
- Neary, D.G.; Klopatek, C.C.; Debano, L.F. y Folliott, P.F. (1999). "Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis". *Forest Ecology and Management*, 122, 51- 71.
- Ortega Valcárcel, J. (2000). Los horizontes de la Geografía. Teoría de la Geografía. Barcelona, Ariel.
- Pears, N. (1977). *Basic biogeography*. Londres, Longman.
- Philipponneau, M. (2001). *Geografía aplicada*, Barcelona, Ariel.
- Pons, L., Haans, J.C. y Vink, A.P.A. (1956). "An example of the General Soil Map 1:200.00 of the Netherlands with some derived maps". *Trans. Vith. Int. Congr. Soil Science*, V. 83.
- Porta J. y Villanueva, D. (2012). "Formación de neologismos en ciencia del suelo". *Revista Spanish Journal of Soil Science*, 2, 90-103.
- Porta, J. y López-Azevedo, M. (2005). *Agenda de campo de suelos*. Mundiprensa, Universidad de Lleida.
- Porta, J., López, M. y Roquero, C. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Mundi-prensa, 3ª Edic. Madrid.

- Porta J. y Poch, R.M. (2011). "DPSIR analysis of land and soil degradation in response to changes in land use". *Spanish Journal Soil Science*, 1, 100-115.
- Prokhorov, A.M. (1979). *Great Soviet Encyclopedia*. Collier Macmillan.
- Rammann, E. (1928). *The Evolution and Classification of Soils* (Translated by C.L. Whittles). W. Heffer & Sons, London.
- Rey Benayas, J.M., Martins, A., Nicolau, J.M. y Schulz, J.J. (2007). "Abandonment of agricultural land: and overview of drivers and consequences". En: "Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources", 57, 1-14.
- Richter D.D. (2007). "Humanity's transformation of earth's soil: Pedology's new frontier". *Soil Science*, 172(12), 957-967.
- Riquier, J. et al. (1970). *A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity (first approximation)*. Soil Resources, Development and Conservation Service, Land and Water Development Division, FAO, Roma.
- Rodrigo Comino, J. (2012). *Los suelos de la provincia de Málaga. Revisión en función de los criterios de la clasificación de FAO-WRB (2006)*. Memoria final de licenciatura, trabajo inédito, Universidad de Málaga.
- Rossiter, D. (2007). "Classification of Urban and Industrial Soils in the World Reference". *Base for Soil Resources*, 1-5.
- Ruiz sinoga, J. D. García Marín, R. Martínez Murillo, J. F. y Gabarrón Galeote, M. A (2010). "Vegetation strategies for soil water consumption along a pluviometric gradient in southern Spain". *Catena*, 84 12-20.
- Ruiz Sinoga, J. D.; Gabarrón Galeote, M. A; Martínez Murillo, J. F. y García Marín, R. (2011). "Pluviometric gradient incidence and the hydrological. Behaviour of soil surface components (southern Spain)". *Land Degrad. Develop.* 21, 484-495.
- Ruiz Sinoga, J.D. y Murillo, J.F. (2009). "Effects of soil surface components on soil hydrological behaviour in a dry Mediterranean environment (Southern Spain)". *Geomorphology*, 108, 234-245.
- Sánchez Puig, M. (1995). *Diccionario de autores rusos*. Madrid: Ediciones del Orto.
- Saz, J.; Ibarra, P. y Lozano Tena, M.V. (2001). "Del Paisaje Integrado a la Cartografía de Suelos: Sector Intraibérico en el Entorno Del Pancrudo y Del Jiloca". *Geoforma Ediciones*.
- Schaefer, F.K. (1974). *Excepcionalismo en Geografía*, Edición Universitat de Barcelona.
- Shahbazi, F., De la Rosa, D., Anaya Romero, M., Jafarzadeh, A., Sarmadian, F., Neyshaboury, M. y Oustan, S., (2008). "Land use planning in Ahar area (Iran) using Micro LEIS-DSS". *Int. Agrophysics*, 22, 277-286.
- Shaw, D.J.B. y Oldfield, J. (2007). "Landscape science: a Russian geographical tradition". *Annals of the Association of American Geographers*, 111-126.
- Sibirtzev, N.M. (1901, ref. 1966). *Soil Science*. Israel Programm for Scientific Translations, Jerusalem (trad. de la obra original, publicada en 1901).
- Sprengel, C. (1837). *Die Bodenkunde*. Edit. Berlag von Immanuel Müller, Leipzig.
- Stamp (1953). *Land for tomorrow*. Universidad Press, Indiana.
- Strahler, A. N.; Strahler, A. H. (1994). *Geografía física*. Ed. Omega, (3ª Ed.) Barcelona.
- Strakhov, N.M. (1967). *Principles of lithogenesis*. Volumen 1; Oliver y Boyd Ltd. Pres. Edimburgo y Londres.
- Sunyer P. (1994). *La perspectiva geográfica en la edafología española*. *Revista Geocrítica*, edit. Electrónica de trabajos publicados sobre Geografía y Ciencias Sociales.
- Tarbuck E.J. y Lutgens, F.K. (1999). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física*. Madrid. Prentice-Hall.
- Taylor, J. (1985). *Themes in Biogeography*. Londres, Croom Helm.
- Thorp, J et al. (1938). *Soil Classification*. *Soils and Men*. Yearbook of Agriculture, USDA, Washington.
- Tricart, J. (1965). *Principes et méthodes de la Géomorphologie*. París, Masson et Cie.
- Tricart, J. (1969). *La epidermis de la tierra*. Edit. Labor s.a. Barcelona.
- Tricart, J. y Kilian, J. (1982). *La Ecogeografía y la Ordenación del medio natural*. Edit. Anagrama, Barcelona.
- Tugel A.J., Herrick J.E., Brown J.R., Mausbach M.J., Ouckett W. y Hipple K. (2005). *Soil Change, Soil Survey, and Natural Resources Decision Making: A Blueprint of Action*. *Soil Science Society*, 69, 738-747.

- Unión Europea (2005). Soil Atlas of Europe. European Commission (Join Research Centre)-Institute for Environment and Sustainability-European Soils Bureau Network.
- U.S. Bureau of Reclamation (1953). Bureau of reclamation manual. Vol. V, Parte II Land classification. Denver, Colorado (USBR).
- USDA (1999). Keys to Soil Taxonomy. Eight Edition. Soil Survey Staff.
- USDA (2010). Keys to Soil Taxonomy. Eleventh Edition. Soil Survey Staff.
- Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Biielders C., Brouckaert, V., Franchois, L., García, V., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Reijnders, J., Sauvenier X., Valckx, J., Vanclooster, M., Van der Veken, B., Wauters, E. y Peeters A. (2007). "A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems". *Agronomy Ecosystem Environmental*, 120, 229-242.
- Van Wambeke y Forbes (1986). Guidelines for Using Soil Taxonomy in the Names of Soil Map Units. SMSS Tech Monograph nº10, Washington DC.
- Vernadskii, V.I. (1926). "Biosphere". Chem-Tech. Publ. House, Leningrad.
- Vidal de la Blache, P. (1896). *Annales de Géographie. Bibliographie de l'anne*. Edit. Armand Colin et Cie. París.
- Vladychensky A.S., (2001). "Genesis of Soils and Factors of the Soil Formation. Encyclopedia of Life Support System (EOLSS)", UNESCO, pp. 6.
- Whitney, M. (1909). Soils of the United States. U.S. Department of Agriculture, Bureau of Soils Bulletin, 55, Washington DC.
- Wilson, L. (1968). Morphogenic classification, en Fairbridge, R.W. (Ed.). "Encyclopedia of Geomorphology". Reinhold, New York.
- WMO (2009). *Climate and Land Degradation*. World Meteorological Organization (WMO).
- Wainwright, J. y Thornes, J. (2004). *Environmental Issues in the Mediterranean: Processes and perspectives from the past and present*. Routledge Taylor & Francis, London.
- Yaalon, D.H. (1997). "History of soil science in context: international perspective". *Adv. Geo. Ecol.* 29, 1 -13.
- Zinck, J.A. (1988). Soil Survey Courses, ITC, Enschede, pp. 154.
- Zinck, J.A. (1990). Soil Survey. Epistemology of a vital discipline, ITC, Enschede.
- Zinck, J.A. y Valenzuela C.R. (1990). Soil geographic database: structure and application examples. ITC Journal.
- Zinck, J.A. (1995). *Soil Survey: Perspectives and Strategies for the 21st Century. An international workshop for heads of national soil survey organizations*. November, 1992, ITC, Enschede.
- Zinck, J.A. (2012). *Geopedologia: Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales*. ITC, Enschede, pp. 131.