

III. RECONOCIMIENTO TERRITORIAL DEL VALLE CENTRAL DEL RÍO GUADALQUIVIR CON FINES DE EVALUACIÓN

En el presente estudio, donde se abordan cuestiones relacionadas, fundamentalmente, con el suelo, el clima (en su aspecto de agresividad) y los usos que sobre las unidades territoriales se instalan, el enfoque paramétrico es esencial. Los suelos, como individuos tridimensionales, son descritos morfológicamente, pero también en sus aspectos físicos y químicos de forma numérica. Las informaciones climatológicas básicas son, igualmente, de tipo numérico. Si se pretende realizar un proceso de evaluación de capacidades, aptitudes y riesgos sobre individuos suelos, los métodos que generalmente se emplean son, bien absolutamente cuantitativos, haciéndose uso de relaciones exclusivamente numéricas, bien cualitativos-paramétricos, en los que se establecen jerarquías de relación entre las diversas informaciones a manipular. En este sentido, para llegar a conseguir los objetivos marcados en el presente trabajo será preciso acudir a modelos y formas de gestión de la información adecuados a los fines perseguidos. Puesto que se trata de evaluar la erosión de suelos y la influencia que el uso y gestión de las tierras ejerce sobre ella, será preciso disponer de un material de trabajo mínimo para lograr dichos objetivos. Este material habrá de estar referido a todos aquellos parámetros que serán analizados bajo diferentes prismas a lo largo de todo el proceso de trabajo. Fundamentalmente, las variables a analizar están relacionadas con la Edafología, la Climatología y los sistemas de manejo de tierras. No obstante, al ser objetivos muy específicos los perseguidos en nuestro trabajo, la utilización de informaciones referidas a los aspectos antes mencionados será muy selectiva. Por otra parte, el modo de interrelacionar múltiples variables del medio natural, de forma paramétrica, habrá de recurrir a la informática si se quiere obtener una eficacia de aplicación de modelos sobre un elevado número de variables alternativas de utilización posible. Sin embargo, las formas tradicionales en que se presenta la información, referida a las mencionadas variables, está muy lejos de prestarse, de un modo directo y eficaz a trabajos como los que aquí se pretenden realizar. Será preciso, pues, exponer, en primer lugar, las condiciones en que las informaciones básicas sobre el territorio aparecen y bajo qué prismas ha sido necesario adaptarlas, reconstruirlas y, en algún caso, generar nuevas informaciones para la aplicación de los diferentes métodos de evaluación sobre ella.

La primera etapa de las investigaciones programadas fué el estudio de las fuentes de información existentes sobre el territorio a analizar en los aspectos relacionados con la Edafología. En este sentido es de sobra conocida la carencia de una buena cartografía de suelos a niveles de semidetalle en España e, incluso, son abundantes las lagunas de información referidas a la descripción morfológica y analítica de perfiles de suelo.

Sería excesivamente prolijo realizar un análisis de los antecedentes edafológicos generales presentes en España. Un trabajo exhaustivo de este tipo fué realizado por MUDARRA, J.L. (1974), por lo que aquí haremos sólo una pequeña reseña de la situación existente en Andalucía, referida esencialmente a los aspectos de cartografía y evaluación, que son los que afectan de lleno al presente trabajo.

A pesar de los numerosos trabajos vinculados con la morfología, constituyentes, propiedades y génesis de los suelos andaluces, desarrollados fundamentalmente, por departamentos de química agrícola o Edafología de las universidades de Sevilla, Córdoba y Granada y los centros del C.S.I.C. de Sevilla y Granada, los suelos de nuestra región siguen siendo desconocidos en gran medida. De este modo y hasta no hace mucho tiempo, se carecía de una síntesis edafológica para la región que no fuese el Mapa de suelos de España escala 1/1.000.000 que se realizó en los años 60 y que ha fué actualizado, con la aplicación del sistema

de clasificación de la F.A.O., para su publicación en el mapa de Suelos de Europa (1985). Recientemente (IARA y CSIC, 1989) y estando en prensa este estudio, se ha publicado un Mapa de suelos de Andalucía, con referencia al sistema de clasificación de FAO y a suelos-tipo del Catálogo de Suelos de Andalucía (AMA.1984), que está llamado a ser un documento de extraordinario interés a nivel de reconocimiento edáfico de la región. Limitándonos a los trabajos efectuados con vista a la cartografía de suelos e implícitamente de clasificación y descripción de los mismos, pasaremos revista, en primer lugar, a los principales estudios publicados en el siglo XX y hasta la actualidad, sobre el territorio andaluz.

El primer estudio científico sobre suelos españoles, que incluía en su clasificación suelos de Andalucía fué publicado por HUGUET del VILLAR (1937). Algo más tarde, KUBIENA (1953) publicaría sus "Claves sistemáticas de suelos" que eran un sistema de clasificación de suelos referido, ante todo, a Europa y en la que se recogían, como prototipos, algunos suelos andaluces. La aceptación alcanzada por este sistema de clasificación hizo que diferentes autores y organismos la aplicarían en la realización de documentos cartográficos que vieron la luz en los años 50 y 60 y que parecían augurar un aceptable futuro a la Edafología en la región. Fue así cómo se publicaron mapas de suelos de escala 1/50.000 de algunos términos municipales (Ecija 1954, Lebrija 1956) y se comenzaron a ejecutar series cartográficas provinciales a escala 1/250.000, incluidas en los denominados Estudios Agrobiológicos, (Sevilla, 1962, Cádiz, 1965), todo ello fruto de la labor de investigadores vinculados al C.S.I.C. La publicación de un nuevo sistema de clasificación (C.P.C.S., 1967), más adaptado a las condiciones de nuestros suelos, hizo que numerosos autores elaborasen sus trabajos considerando la nueva clasificación, si bien, en la serie cartográfica provincial iniciada se establecía la correlación con la clasificación de KUBIENA, manteniendo la continuidad con anteriores trabajos (Estudio Agrobiológico de la provincia de Córdoba, 1971). No obstante, a pesar de los numerosos trabajos realizados por autores y organismos referidos a suelos andaluces y con finalidad o expresión cartográfica, en la década de los años 70 se produce un notable descenso de la labor de publicación de cartografía de suelos. Es así, cómo los Estudios Agrobiológicos de las provincias de Huelva y Jaén que se encontraban en preparación quedaron paralizados y aún hoy no han sido publicados por el C.S.I.C.

Parecía que un nuevo enfoque iba a sustituir a los anteriores estudios, ya que el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (I.N.I.A) comenzó la publicación del denominado Mapa Agronómico Nacional, en el cual se incluían series cartográficas comarcales de escalas 1/100.000 (Mapas comarcales de suelos. Campo de Gibraltar, 1970) y series provinciales de escalas 1/200.000 (Mapas provinciales de Cádiz, 1971 y Sevilla, 1975). En estas series se hacía uso de un nuevo sistema de clasificación de suelos publicada en diferentes aproximaciones por el U.S.D.A. de Estados Unidos y que se conocía como "Aproximación americana" . Sin embargo, también el plan del Mapa Agronómico Nacional fué paralizado por lo que no existe en la actualidad ningún programa de cartografía y/o clasificación de suelos que abarque el territorio de Andalucía. Los estudios que se han publicado más recientemente (Mapa de suelos y vegetación de la provincia de Granada a escala 1/200.000, 1980), son fruto de trabajos aislados y emplean otros sistemas de clasificación, en este último caso el de F.A.O. Existen en la actualidad trabajos encaminados a realizar estudios sobre la problemática de la erosión en el sureste español, que conllevan la realización de hojas cartográficas de escala 1/100.000, de las que se prevé la ejecución de las correspondientes a las provincias de Almería, Granada y más recientemente Málaga, incluidas en el proyecto Lucha Contra la Desertificación en el Mediterráneo (LUCDEME).

Finalmente, hemos de decir que en los últimos años comienzan a desarrollarse estudios encaminados a la creación de una base informatizada de datos de suelos para Andalucía, cuyo primer fruto ha sido la publicación de un "Catálogo de suelos de Andalucía" (AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE, 1984) y que pretende aprovechar los innumerables trabajos de descripción de suelos que, por muy diferentes autores, se han realizado en la región y que no han podido ser publicados. Dichas bases de datos, integrada en el Sistema de Información Ambiental de Andalucía, SinambA, incluye, en 1990, más de 700 perfiles de suelos-tipo para toda la región.

En este sentido, es importante destacar la necesidad de disponer de informaciones asequibles a posibles usuarios y que, por consiguiente, aparezcan publicadas en forma homogénea y fácil de obtener. De este tipo son los trabajos que hemos comentado, a nivel de cartografía, anteriormente. Sin embargo existen sobre Andalucía en general, y sobre la zona aquí estudiada en concreto, multitud de proyectos de investigación, tesis, tesinas, artículos, etc., que representarían un impresionante banco de datos de suelos, útil para múltiples finalidades (entre otras las aquí perseguidas), si tuviesen un adecuado grado de homogeneidad y un fácil acceso a los mismos. Esta no es la realidad y lo cierto es que, cualquier investigador que intente manipular información edáfica, conocerá la heterogeneidad, dispersión y dificultad de acceso a estos múltiples trabajos que impiden, la mayoría de las veces, reutilizar la información básica obtenida en sus reconocimientos de suelos por gran número de investigadores.

Sin pretender ser exhaustivos analizaremos seguidamente qué tipo de fuentes de información, no publicadas, existen en la región a estudiar referidas siempre a cartografía y evaluación de suelos.

Entre los años 1956 y 1968, se llevaron a cabo numerosos estudios de detalle (escala 1/5.000) para, entre otras, la provincia de Sevilla, por parte de investigadores vinculados al CEBAC. En 1960 se realizó (GONZALEZ GARCIA y CHAVEZ SANCHEZ) un esquema de suelos de Andalucía Occidental a escala 1/500.000. Entre 1960 y 1970 fueron frecuentes los trabajos de evaluación de capacidad de uso para riegos en la provincia de Sevilla, obteniéndose mapas de suelos a escalas 1/50.000 y aplicándose los métodos de STORIE (1964) y del Bureau of Reclamation, (USDA, 1963). A la misma escala se efectuaron estudios sobre suelos cubiertos por el olivar (CEBAC, 1964). También, a nivel de semidetalle, se realizó un estudio de reconocimiento y evaluación de suelos para la vega y terrazas del Guadalquivir (DE LA ROSA, 1974), así como de varias hojas del M.T.N. de las provincias de Sevilla y Córdoba.

Mapas a escala 1/25.000 fueron realizados igualmente entre el río Guadiamar y El Rocío destinados al proyecto de riego Almonte-Marismas. Son muy numerosas las tesis realizadas también sobre zonas específicas que incluyen cartografía a diferentes niveles. Destacaremos el "Estudio de los Suelos de la Cuenca del Guadalquivir" realizado por MUDARRA; J.L. (1974), así como otros de índole más específicos llevados a cabo con motivo de los trabajos efectuados en los Cursos Internacionales de Edafología que anualmente se celebran en el CEBAC y de los que mencionaremos, por haber sido utilizado en este estudio, el de HURTADO (1982).

Muy prolija sería la relación de trabajos realizados en los diferentes departamentos de Edafología y química agrícola de las universidades de Sevilla, Córdoba y Granada que tienen relación con los estudios de suelos de la zona de interés aquí considerada. No obstante, su búsqueda y puesta a disposición de un posible usuario de dicha información resulta en extremo

complicado. Da fe de este hecho el que un proyecto de investigación* abordado con la intención de hacer asequible informaciones edáficas referidas al territorio regional de Andalucía y cuya duración inicial fué de dos años, arrojase el balance que se recoge en la **Tabla 9**.

Puede observarse, cómo, después de varios años de trabajo por distintos organismos, el volumen de datos obtenidos no es muy elevado y si bien, hoy día, la base de información edáfica generada llega a los 700 perfiles, su distribución espacial es muy heterogénea y, lo que es esencial, las informaciones no responden a un único criterio que permita realizar comparaciones de unidades edáficas directamente o agrupaciones de estos suelos en unidades cartográficas homogéneas.

Tabla 9. Número de perfiles de suelos descritos a nivel provincial en Andalucía. Base de datos de suelos. SinambA.

Provincia	Núm.hojas del M.T.N.	Núm.perfiles descritos	Núm.hojas M.T.N. sin inf.edáfica
Almería	26	57	19
Cádiz	19	47	9
Córdoba	31	50	8
Granada	28	69	19
Huelva	25	31	14
Jaén	29	43	19
Málaga	18	4	16
Sevilla	35	146	12

Dadas las peculiaridades de la información edáfica disponible y puesto que los objetivos del presente trabajo van dirigidos a evaluaciones de aptitud o capacidad general de uso de unidades espaciales, así como a la evaluación de los riesgos de erosión, mediante diferentes métodos, que hacen uso de parámetros edáficos, se hizo necesaria la creación de una base de datos de suelos que recogiese, de un modo homogéneo, aquellos parámetros necesarios para la aplicación de diversos modelos de evaluación, tanto de la aptitud, como de riesgos. La creación de esta base de datos ha sido dirigida a permitir la informatización de perfiles de suelos descritos por diversos organismos y autores en trabajos, publicados o no, y que han sido de relativo fácil acceso. Para su desarrollo se partió, evidentemente, de las experiencias existentes ya en España en el campo de bases de datos edáficos. En este sentido, es preciso mencionar, como precedente el SINEDARES: Sistema de Información Edafológica y Agronómica de España, (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1.983), que generó un manual de codificación que pretendía sistematizar los trabajos edafológicos en España y permitir un tratamiento, por ordenador, de los perfiles de suelo. Este intento de informatización de registros, a pesar de su óptimo planteamiento teórico, ha quedado reducido a un simple manual de codificación, sin que exista, por el momento, una base de datos de suelos a nivel nacional. Ello es debido, en gran medida, a la extraordinaria complejidad de las normas propuestas, que obligan a consultar 120 páginas de manual para codificar informaciones que normalmente se realizan sobre fichas de campo que no rebasan las 3 páginas.

* Proyecto SinambA. Codificación de datos de suelos de Andalucía. En este proyecto intervinieron los Departamentos de Química Agrícola (Universidad de Sevilla) y Edafología (Universidad de Granada).información y facilitan una ganancia en tiempo extraordinaria (I.T.C., 1988).

Numerosas experiencias internacionales han sido desarrolladas en este sentido (LEGROS, 1981; DELECOUR y KINDEMANS, 1977; ACCT, 1978; BERTRAND et al. 1979; DUMANSKI, 1978; FAO, 1977; WEBSTER, 1978;...) y los resultados obtenidos no han sido, en absoluto, alentadores hasta la puesta en marcha de sistemas automáticos de registro de la información edáfica en campo, que eliminan los problemas de codificación en fichas y posterior grabación en ordenador. Estos sistemas de registro automático evitan pérdidas de información y facilitan una ganancia en tiempo extraordinaria (I.T.C., 1988).

No obstante, a pesar de que estos sistemas automatizados terminarán por imponerse, la situación en España es muy diferente. Las experiencias en bancos de datos se limitan prácticamente a la creación de normas de codificación, y sólo en algunos casos, las mismas son seguidas por los organismos que crean la información (PORTA, J. 1981), siendo en general una preocupación, fundamentalmente, de organismos usuarios de dicha información el que ésta se presente de una forma homogénea y manipulable con los más diversos fines.

En Andalucía se ha generado un Sistema de Información Ambiental (SinambA) que, como ya mencionamos, dispone de una base de datos de suelos en la que éstos son descritos, en sus aspectos morfológicos y analíticos, a través de unas fichas de codificación, utilizables directamente en campo y que son de fácil manejo. Con respecto al manual de codificación de esta base de datos (DE LA ROSA, et al., 1983), es importante hacer mención del esfuerzo dirigido a simplificar la consulta del mismo, que queda reducido a 22 páginas de códigos. Como primera aplicación informatizada de esta base se ha publicado un "Catálogo de suelos de Andalucía" (AMA, 1984), donde se hace uso de diversos programas de ordenador que permiten evaluar la aptitud productiva y la erosión de perfiles representativos.

En este sentido, y por lo que respecta a la necesidad de disponer de parámetros específicos para la evaluación de tierras y de sus riesgos de erosión, hemos generado, una base de datos (cuando iniciamos estos trabajos aún no se había generado información edáfica suficiente en el SinambA), que se acomoda a la estructura del Sistema de Información Ambiental de Andalucía, pero simplifica los parámetros a manejar, ya que aquí el interés se centra, como vimos, en disponer de parámetros utilizables en modelos de evaluación. A su vez, se han introducido parámetros no contemplados por el SinambA y que son empleados por estos modelos. Se ha generado, así, una base de datos de suelos en los que los parámetros a recoger han sido definidos en función de los múltiples métodos de evaluación a utilizar. La realización de un programa de ordenador, permite acceder a un menú con el cual puede grabarse información nueva, listar perfiles de suelos completos, cambiar parámetros o listar variables independientes. Ha sido precisa la elaboración de un pequeño manual de codificación de aquellos "campos" que con mayor frecuencia se suelen utilizar en las evaluaciones de suelo.

El empleo de este pequeño manual es perfectamente compatible con la entrada y almacenamiento de esta información en ordenador, habiéndose preparado una ficha de codificación de parámetros en las que se incluyen las mismas con el tipo y cantidad de registros a utilizar (**Tabla 10**). Las claves para la codificación de la información morfológica y analítica de suelos que ha sido creada y utilizada en este trabajo han sido establecidas de forma que, la mayoría de los niveles de generalización de cada variable responde a las definiciones recogidas en el Subsistema suelos del SinambA, si bien, con una configuración simplificada, en algunos casos y más compleja en otros, de forma que permita mayores posibilidades de uso, al completar algunas de las particularidades no determinadas en las descripciones anteriores, de cara al empleo de modelos de evaluación.

TABLA 10.- Ejemplo de ficha descriptiva de perfil edáfico.

Descripción general									
SUELO: SE-73	N. HORIZONTES: 5	SERIE: MAIRENA-ALCOR 12	UNIDAD CARTOGRAFICA: 23						
PENDIENTE: 03	RELIEVE: Normal	EROSIÓN: Moderada	PEDREG.: Nula						
SEC. CONTROL: 2	VEGETACIÓN: Cultivada	DRENAJE: Moderadamente bueno	P. HIDROMORF.: 080						
P. UTIL: 150	ROCA ORIG.: Sedimentos aluviales de vega								
EST. METEO.: 5-806	USO ACTUAL: Olivar	CLASE AGROLÓGICA: S1							
FACTOR R: 117,60	CLASIFICACIÓN: MODERADO EVOL. ALUVIAL								

HORIZONTE	DESCRIPCION MORFOLÓGICA Y ANALÍTICA								
H1: AP	PROF.	TEXTURA			ESTRUCTURA				
	020	Franco-arenosa			TIPO	CLASE		GRADO	
					Migajosa-grumosa	Fina		Débil	
	<u>PH</u>	<u>C.C03</u>	<u>C.C.C.</u>	<u>DENS.AP.</u>	<u>M.O.</u>	<u>AR.GRU.</u>	<u>AR.FIN.</u>	<u>LIMO</u>	<u>ARCILLA</u>
	8,2	6,00			0,26	27,10	45,80	10,40	16,60
H2: (B)	PROF.	TEXTURA			ESTRUCTURA				
	030	Franco-arcillo-arenosa			TIPO	CLASE		GRADO	
					Subangular	Media		Débil	
	<u>PH</u>	<u>C.C03</u>	<u>C.C.C.</u>	<u>DENS.AP.</u>	<u>M.O.</u>	<u>AR.GRU.</u>	<u>AR.FIN.</u>	<u>LIMO</u>	<u>ARCILLA</u>
	8,3	10,40			0,43	18,50	49,65	9,20	21,40
H3: C	PROF.	TEXTURA			ESTRUCTURA				
	030	Franco-arenosa			TIPO	CLASE		GRADO	
					Migajosa-grumosa	Fina		Débil	
	<u>PH</u>	<u>C.C03</u>	<u>C.C.C.</u>	<u>DENS.AP.</u>	<u>M.O.</u>	<u>AR.GRU.</u>	<u>AR.FIN.</u>	<u>LIMO</u>	<u>ARCILLA</u>
	8,4	12,00			0,30	36,60	36,90	8,90	15,80
H4: IIB	PROF.	TEXTURA			ESTRUCTURA				
	040	Franco-arcillo-arenosa			TIPO	CLASE		GRADO	
					Migajosa-grumosa	Fina		Débil	
	<u>PH</u>	<u>C.C03</u>	<u>C.C.C.</u>	<u>DENS.AP.</u>	<u>M.O.</u>	<u>AR.GRU.</u>	<u>AR.FIN.</u>	<u>LIMO</u>	<u>ARCILLA</u>
	8,2	10,00			0,29	27,30	34,90	12,20	24,10
H5: IIC	PROF.	TEXTURA			ESTRUCTURA				
	030	Franco-arcillo-arenosa			TIPO	CLASE		GRADO	
					Masiva				
	<u>PH</u>	<u>C.C03</u>	<u>C.C.C.</u>	<u>DENS.AP.</u>	<u>M.O.</u>	<u>AR.GRU.</u>	<u>AR.FIN.</u>	<u>LIMO</u>	<u>ARCILLA</u>
	8,2	1,20			0,26	21,70	47,40	7,60	21,20

FUENTE: MUDARRA, J.L., 1974. LOS SUELOS EN EL VALLE DEL GUADALQUIVIR. TESIS DOCTORAL INÉDITA.

Es importante hacer notar que lo fundamental, en esta base de datos, no es el conseguir clasificar científicamente un suelo, sino disponer de aquellos parámetros cualitativos y cuantitativos necesarios para su evaluación, siendo, en este caso, la clasificación un parámetro de utilidad para relacionar los suelos con las unidades cartográficas a las que se asimilan. Llegamos en este punto a otro de los problemas esenciales a resolver para la aplicación de los modelos de evaluación sobre unidades espaciales homogéneas: la inexistencia de una cartografía que recoja unidades que sirvan como punto de referencia a los procesos de evaluación que sobre ellas se pueden realizar.