

Los suelos del término municipal de Santa Cruz de Mudela

FRANCISCO MONTURIOL¹ Y RAIMUNDO JIMÉNEZ²

¹Profesor de Investigación del CSIC

²Catedrático de Edafología de la UAM

RESUMEN

En este capítulo acerca de los suelos existentes en el término municipal de Santa Cruz de Mudela, se hace un breve repaso de sus factores formadores resaltando las estrechas relaciones entre suelos y litologías. Se analizan los principales procesos que tienen lugar en el curso de su formación y desarrollo y siguiendo las normas dictadas y publicadas por la F.A.O., se describen sus características y propiedades y se hace una referencia a los cultivos actuales que los ocupan, incluyendo la capacidad de uso potencial que tienen.

Palabras clave: Suelos.- Factores y procesos formadores.- Relación litologías y suelos.- Usos actual y potencial de los suelos.

ABSTRACT

The soils of municipal term of Santa Cruz de Mudela

In this chapter on the soils within the municipal term of Santa Cruz de Mudela we go over its factors of formation pointing out the close relation between soils and lithological materials. The principal formation and development are here analysed. Furthermore, their characteristics and properties are described following the norms dictated and published by the F.A.O. Finally a reference to the cultivations and current use of these soils is made, including information about the capability of potential use they have.

Key words: Soils.- Factors of soil formation.- Relations lithological materials-soils.- Land capability.

GENERALIDADES

El término municipal de Santa Cruz de Mudela está situado al sur de la provincia de Ciudad Real y por lo tanto pertenece a la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. La extensión del mismo según aparece en la hoja nº 838 del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos del Ministerio de Agricultura (1) publicada el año 1977, es de 13.236 hectáreas, coincidentes con las que daba la Confederación Española de Cajas de Ahorro (2) en el año 1969, mientras que en el Censo Agrario de 1982 (3) la extensión se reduce a 12.384 Has. Suponemos que esta diferencia corresponde a la extensión de la pedanía de Las Virtudes, situada dentro del término de Santa Cruz de Mudela, y que por cierto posee una ermita, en parte mudéjar y una plaza de toros cuadrada a las que se las asigna una antigüedad alrededor del año 1645 (4).

Este término tiene forma poligonal de cinco lados, limitando al noroeste y nordeste con el término de Valdepeñas, al este con los de Torrenueva y Castellar de Santiago, al sur con el del Viso del Marqués y al oeste con este mismo del Viso del Marqués y también con el de Moral de Calatrava y situándose dentro de estos límites, como ya hemos dicho, la pedanía de Las Virtudes.

Pocos y de pequeño caudal son los cursos de agua que encontramos en este término de Santa Cruz de Mudela, salvo el escaso trayecto del río Javalón al cortar el término por su ángulo noreste. Entre esos exiguos cursos de agua tenemos algunos arroyos y ramblas, como la Rambla de Santa Cruz de Mudela, que desemboca en el río Javalón cerca del embalse de la Vega de Javalón, ya en el término de Garrátula de Calatrava, y los arroyos de La Boga, Riansares y Cañaverál.

Terminaremos estas generalidades con algunos aspectos que podríamos llamar socioeconómicos, como indicar que la población del término es de 4.795 habitantes, concentrados en su mayoría en la ciudad de Santa Cruz de Mudela lo que supone una densidad media de 39 habitantes por kilómetro cuadrado y que el régimen de tenencia de la tierra viene ser del 65 % como propiedad y el resto fundamentalmente en forma de arrendamientos, con unas explotaciones agrarias en las que seguramente el 45 % son menores de 5 hectáreas.

También relacionado con su desarrollo socioeconómico, contemplamos algunas infraestructuras que hacen de Santa Cruz de Mudela una población bien comunicada como se expone con detalle en el trabajo de los profs. Villanúa y Francés.

FACTORES FORMADORES

Clásicos son los cinco grandes grupos en que se dividen los factores que de una manera muy directa contribuyen a la formación de un suelo sin desdeñar otros como la microfauna y microflora que juegan un papel decisivo por ejemplo en la descomposición y síntesis de sustancias húmicas. Entre los grandes grupos, algunos como los relativos a la vegetación, clima y geología son objeto de estudio muy detallado, por investigadores muy relevantes, en capítulos independientes, por lo cual nosotros aquí sólo resaltaremos algunos aspectos importantes y aportaremos algún otro dato que esté muy estrechamente relacionado con los suelos.

Topográficamente el relieve de este término de Santa Cruz de Mudela es moderadamente accidentado, distinguiendo claramente dos zonas. Una situada al norte y nordeste, con poco más del 50% del total, que es bastante llana y con una cota media de 700 metros sobre el nivel del mar, llanada en la que destacan los cerros Montegudo, Cabezuelas y Molino del Viento de 815, 810 y 812 metros respectivamente. En esta llanada se insertan la población de Santa Cruz de Mudela, 716 m, y el Balneario de Cervantes a unos 2 Kms. al nordeste.

La otra mitad del término es bastante más accidentada con alturas próximas a los 900 metros llegando en el caso del cerro Calderera a los 957 metros. Estos relieves corresponden a la Sierra del Aljibe dentro del término y a las estribaciones de las Sierras del Acebuche y del Águila ya fuera del mismo. Pero de todas formas, tanto en una zona como en la otra las pendientes no son excesivas, pues lo normal es que oscilen entre el 5 y el 15% y sólo en algún caso aislado lleguen al 20% como quizá ocurre en algún paraje de la Sierra del Aljibe.

Aunque los aspectos puramente geológicos son tratados extensamente por los doctores Ramírez y Paniagua en el apartado corres-

pondiente dentro de la Memoria general sobre el Balneario de Cervantes, nosotros aquí sólo nos vamos a referir a las distintas litologías sobre las que se han originado los suelos encontrados. Dentro de estas litologías destacan por su extensión las que corresponden a formaciones pertenecientes fundamentalmente a los periodos ordovícico y mioceno, y una más cuyos materiales afloran en contacto con el Paleozoico a los que el IGME (5), atribuye una edad plioceno-cuaternaria, materiales que ya Alvarado y Templado (6) en 1933 consideraban diluviales.

Los materiales identificados como ordovícicos, son fundamentalmente pizarras y cuarcitas. Las cuarcitas generalmente son de color gris claro, formando bancos entre 70 y 120 centímetros de potencia, cuarcitas a veces más claras y otras más oscuras en función de la cantidad de cuarzo y mica que contengan e incluso se hacen ferruginosas como ocurre con las situadas en la cumbre del cerro Pedroflor y en donde los bancos son mucho más delgados.

El color, textura y composición de las pizarras es muy variable y así tenemos pizarras arenosas moscovíticas de color gris verdoso, pizarras arcillosas de color verde rojizo hasta pizarras muy laminadas de color verdoso cuando están alteradas y negruzcas en fractura reciente. Pero de una forma más general podríamos decir que lo que domina son las pizarras silíceas, pardo verdosas y que van acompañadas de filadíos arcillosos de color gris verdoso, pizarras que por los fósiles encontrados al sur de la población de Santa Cruz de Mudela y en el cerro de Las Minillas, muy próximo al término, pertenecen como hemos dicho a un ordovícico, posiblemente a sus pisos Llandeilo y Caradociense.

Como cosa casi testimonial y también dentro del término, existe una pequeña mancha constituida por calizas que según el profesor Llopis Lladó (7) corresponde al Devónico. Esta mancha forma parte de una franja que partiendo de la Casa de la Noria Olaya y pasando muy cerca del caserío de Las Virtudes, y ya fuera del término con una anchura de unos 300 metros y una longitud de 13 kilómetros, se extiende hasta las proximidades de la población de Castellar de Santiago.

Como hemos indicado anteriormente, además de las litologías pertenecientes a periodos geológicos antiguos, existen dos grandes

superficies cuyos materiales pertenecen, unos a un Neógeno que quizá vaya desde el Burdigaliense hasta un Plioceno, pasando por un Mioceno superior Ponticense, y otros más modernos, a los que ya se les puede considerar plio-cuaternarios. Las litologías que hemos incluido como miocenas, van desde margas y margo calizas silíceas, hasta arcillas con intercalaciones de arenas y areniscas, además de otros materiales más detríticos e incluso calizas.

Las litologías que llamamos plio-cuaternarias, que en algunos sitios parecen tener relación con glacis y conos de deyección más recientes, están formados por arcillas, limos, arenas e incluso canturreal de tipo «rañoide», pero dominando en general los materiales detríticos de tipo arcósico, materiales tapizados muchas veces por otros más modernos, limo arcillosos y que localizamos en los fondos de los valles. Finalmente aluviales muy recientes podemos encontrar en alguna «rambla» y en los márgenes del río Javalón en su breve paso por el término de Santa Cruz de Mudela.

Respecto a la Climatología, remitimos al lector al estudio que sobre la misma ha realizado el Dr. Mantero del Instituto Nacional de Meteorología y del cual hemos tomado los datos para confeccionar esta breve reseña. Según ellos y siguiendo las ideas de Gaussen (8), López Gómez (9) y Allué Andrade (10), se podría definir el clima de esta zona de Santa Cruz de Mudela como de mediterráneo templado con cierta tendencia a la continentalidad como explica Rivas Goday (11), al relacionar los índices de aridez de De Martonne y el de higr continentalidad de Gams para definir como Durilignosa la formación vegetal de esta zona de La Mancha en la que el bosque natural pertenece a la alianza Quercetea illicis, vegetación que en su capítulo correspondiente presenta el profesor Ladero.

Siguiendo la clasificación agroclimática de Papadakis (12), en este término los inviernos vienen definidos como de tipo Avena cálido y fresco y los veranos fundamentalmente de tipo Maíz y en cuanto a la potencialidad agroclimática diremos que para esta zona el índice de Turc (13), en secano es de 9 y en regadío de 51 lo que corresponde a 5 y 31 toneladas de materia seca por hectárea respectivamente.

Si importante es el clima atmosférico en la formación y subsiguiente desarrollo de los suelos, no menos importante son los regí-

menes de temperatura y humedad de los mismos y en el desarrollo de las plantas que han de sustentar y por eso Lázaro y cols. (14), desarrollaron para España, siguiendo las ideas de diversos investigadores como Newhall (15) y Tavernier (16), un mapa con esos regímenes, correspondiendo al término de Santa Cruz de Mudela un régimen de humedad «xérico» y un régimen de temperatura «mésico», debiendo cumplir para el régimen xérico, que al menos en seis años de cada diez la sección control abierta en el suelo, permanezca totalmente seca por lo menos 45 días en los cuatro meses siguientes al solsticio de verano y húmeda al menos también 45 días durante los cuatro meses siguientes al solsticio de invierno y para el régimen de temperatura mésico, que la temperatura media anual del suelo esté comprendida entre 8 y 15 °C y que las diferencias entre las medias de verano e invierno a 50 cms. de profundidad sea superior a 5 grados.

En cuanto a la vegetación ya hemos indicado el trabajo del profesor Ladero y aunque repetitivo diremos aquí que la vegetación «clímax» corresponde a las series mesomediterránea castellano aragonesa basófila o a la luso extremadureña silicícola, ambas del *Quercus rotundifolia* o encina, según los suelos (17), es decir la vegetación natural estaría representada por los encinares, de los que quedan algunos rodales pero frecuentemente asociados con el matorral como etapa de degradación provocada fundamentalmente por el hombre. Este matorral está formado principalmente por coscoja, romero, retama y jara.

En zonas no invadidas por el matorral encontramos pastizales, que es la vegetación herbácea que crece espontánea sobre algunos suelos que no se labran periódicamente. Estos pastizales están formados normalmente por plantas correspondientes a los géneros *Medicago*, *Trifolium* y *Agropyrum* (1).

Por último diremos que las superficies forestales en este término de Santa Cruz de Mudela son escasas. Ya hemos indicado la presencia de los encinares, casi siempre asociados con el matorral pero cuya extensión no es mucho mayor del 5% de la superficie total del término a los que añadiremos las repoblaciones de pino negral (*Pinus pinaster*), tampoco muy abundantes.

PROCESOS

La acción combinada de los distintos factores da lugar en cada caso concreto a la aparición y desarrollo de unos procesos que son los que van a individualizar y caracterizar a cada tipo de suelo. Todos los procesos que tienen lugar en un suelo son importantes desde la simple desintegración física del material de partida a un proceso muy complejo como la podsolización y que en España sólo encontramos en determinadas zonas del norte. Entre los procesos que han formado los suelos de este término de Santa Cruz de Mudela tenemos la desintegración física que fracciona los materiales más duros como cuarcitas, areniscas y pizarras, la alteración química que transforma los silicatos de las pizarras y esquistos en arcillas y que se combina con los de argilización o acumulación de arcilla y el de argiluvilación de arcilla o emigración de la misma en determinadas condiciones. Procesos de otro tipo son los de disolución, lixiviación y acumulación de carbonatos, acumulación que puede ser por lavado descendente, como ocurre en los luvisoles cálcico crómicos o por emigración ascendente como ocurre en los calcisoles pétricos. Y muy presente en casi todos los suelos, es el proceso de la humificación, que da lugar a la presencia de los horizontes A, más o menos ricos en materia orgánica.

SUELOS

Como resultado de la prospección que personalmente hemos realizado al visitar el término de Santa Cruz de Mudela en 2005, y de la información obtenida de tres publicaciones que a continuación comentaremos, este apartado recoge los suelos presentes en dicho término. Las publicaciones a las que nos referimos, son las que editó la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo en 1966 con el título «Conferencia sobre suelos mediterráneos.- Guía de la excursión española.» (18). En dicha publicación aparece el estudio pormenorizado de un perfil o calicata, el nº III, tomado a 150 metros del kilómetro 223 en la antigua carretera nacional a Andalucía y que corresponde a un Luvisol cálcico crómico sobre pizarras; el «Mapa de suelos de España, (Península y Baleares). Escala 1:1.000.000» (19), publicado por el hoy desaparecido Instituto Nacional de Eda-

fología y Agrobiología del CSIC en 1968 y por último y bastante reciente, el publicado por el Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC en 1992. Este libro que recomendamos en general a toda institución o persona relacionada con la agricultura en Castilla-La Mancha, lleva por título «La fertilidad de los principales suelos agrícolas de la zona oriental de la provincia de Ciudad Real. La Mancha y Campo de Motiel» (20). Como es lógico dentro de la zona estudiada en esta publicación está incluido el término de Santa Cruz de Mudela que nosotros estudiamos.

Como resultado de todo lo anteriormente dicho, y siguiendo las normas recogidas y publicadas por la FAO en su sistemática de 1989 (21), hemos reconocido dentro del término de Santa Cruz de Mudela, 13 unidades distintas de suelos y dos subunidades repartidas en 7 de los Grandes Grupos de suelos que la sistemática FAO presenta y que, dentro del término en orden de mayor a menor representatividad son los siguientes: Luvisoles, cambisoles, calcisoles, leptosoles, regosoles, acrisoles y fluvisoles.

Luvisoles. Son los suelos que fundamentalmente como horizonte de diagnóstico, presentan un horizonte B, árgico, también llamado argílico, que se corresponde con el horizonte Bt de la sistemática americana (22). Además han de cumplir entre otros requisitos, poseer una capacidad de cambio catiónico igual o superior a 24 cmol (+) Kg⁻¹ de arcilla en el Sistema Internacional de Unidades que equivalen a 24 meq/100 g de arcilla en el sistema antiguo y una saturación en bases mayor del 50%. Este horizonte Bt presenta siempre un contenido en arcilla claramente mayor que el situado encima y se caracteriza además por el hecho de que parte de esta arcilla es de origen iluvial, depositándose como revestimientos llamados argilanes o cutanes en la superficie de las unidades estructurales del suelo, en sus fisuras y en los poros.

Estos suelos se han desarrollado fundamentalmente a partir de sedimentos detríticos, limo arcillosos pliocuaternarios e incluso más modernos, procedentes de la alteración y posterior erosión de pizarras, esquistos, filadidos, areniscas, cuarcitas e incluso calizas. Por lo cual es frecuente ver luvisoles sobre sedimentos recientes que fosilizan luvisoles más antiguos. En algún paraje, sobre todo en zonas accidentadas, pueden verse directamente sobre las pizarras más ar-

cillosas, relictos de suelos rojos o pardo rojizos que son auténticos luvisoles.

Solos o asociados con suelos de otros grupos, principalmente cambisoles y calcisoles, ocupan grandes extensiones dentro de este término de Santa Cruz de Mudela, quizá una tercera parte de la superficie total, concentrándose sobre todo en una especie de franja que va desde el noreste del término hasta el sur. Son suelos arcillo-sos, profundos, con pedregosidad variable pero que suele ser superficial, ocupando posiciones llanas o de suave pendiente y bordeando muchas veces los relieves ordovícicos y con riesgo de erosión de ligeros a moderados. Su aprovechamiento actual es el cultivo del cereal y el olivar.

Dentro de este grupo de los luvisoles, distinguimos el luvisol crómico y el luvisol háptico y como subtipo el luvisol cálcico crómico. Los dos tipos, crómico y háptico se diferencian exclusivamente por el color del horizonte Bt, rojo o pardo rojizo en los crómico y solamente pardo en los hápticos y esta distinta coloración es consecuencia de la presencia o ausencia de un proceso edáfico llamado «rubefacción». Unido a estos dos tipos de luvisoles encontramos los luvisoles cálcico crómicos que además de ser rojos presentan una acumulación de carbonato cálcico secundario, en forma pulverulenta o nodular. Además de los procesos de argilización y rubefacción ha tenido lugar en este tipo de suelo una descalcificación y descarbonatación y posterior depósito de este carbonato en horizontes más profundos bajo formas diversas.

Quizá sean los **calcisoles** el grupo de suelos más representativo de la entidad fisiográfica que conocemos como La Mancha y de la que participa una franja en la parte norte del término de Santa Cruz de Mudela. Se caracterizan estos suelos por poseer un horizonte cálcico, petrocálcico o caliza blanda pulverulenta dentro de los primeros 125 centímetros y un horizonte Bw, cámbico o uno Bt, argírico, impregnados en carbonato cálcico y por encima un horizonte A, orgánico, de tipo ócrico. Dentro de este grupo de suelos el tipo dominante es el Calcisol pétrico, que es el suelo formado a partir de sedimentos detríticos arcósicos depositados sobre las costras calizas. Parece ser que a partir del Plioceno, cambian las condiciones de sedimentación, originándose un régimen continental formando sedi-

mentos detríticos procedentes de la erosión y transporte de los materiales paleozoicos circundantes tapizando la sedimentación química de tipo lacustre y que en parte originó la formación de costras calizas. De todas formas, de las tres hipótesis más corrientes, por ascenso, por descenso y por sedimentación, Gogt (23) y Mathieu (24), demuestran con bastante aproximación como la génesis sedimentológica y la edáfica se combinan en la formación de las costras calizas. En algunos casos estas costras pueden actuar como «roca madre» en la formación de suelos jóvenes, de poco desarrollo, principalmente de tipo «rendzínico».

Como ya hemos dicho, dentro del grupo de los calcisoles, el tipo más dominante en La Mancha, es el calcisol petrocálcico. Son suelos situados en zonas llanas, de textura generalmente franco arcillosa, con cierta pedregosidad debido a la rotura de la costra en los trabajos de laboreo, buen drenaje y prácticamente sin riesgos de erosión. El problema principal que presentan estos suelos es su relativa poca profundidad, condicionada por la presencia de la costra caliza que impide un normal desarrollo radicular, pues ésta suele encontrarse entre 35 y 65 centímetros de la superficie. Asociados a este tipo de suelos encontramos generalmente algunos cambisoles y luvisoles y más raramente leptosoles y regosoles.

Un suelo extendido por todo el término, asociado con otros muchos suelos principalmente como luvisoles y calcisoles son los Cambisoles. Es el suelo que podríamos calificar como de suelo «climax», que no responde a unas condiciones extremas ni de sequía ni de humedad ni térmicas extremas. Podríamos decir que su formación y desarrollo se encuentra entre la fuerte alteración con emigración de arcilla de los Luvisoles y las condiciones áridas con lavado ascendente de los calcisoles.

El término cambisol, viene del latín *cambiare*. Se refiere al cambio estructural que como consecuencia de una alteración física y química, experimenta el material originario y que se refleja en la presencia en estos suelos de un horizonte B, llamado cámbico, y que se representa con Bw. Son suelos de textura franca, franco arenosa o arcillo arenosa. Al situarse estos suelos en posiciones topográficas variables, generalmente llanas o con pendientes suaves y desarrollarse sobre casi todo tipo de materiales, la pedregosidad tanto superfi-

cial como dentro del suelo será también variable e igualmente variable los riesgos de erosión de estos suelos que de todas formas no son muy severos.

De los nueve tipos distintos de cambisoles que la FAO contempla, nosotros hemos podido distinguir cambisoles crómicos y cambisoles calcáricos y un subtipo que son los cambisoles calcárico crómicos. Todos ellos poseen el horizonte de alteración Bw, que en los crómicos es de color pardo rojizo o rojo y que en los calcáricos es calizo y el subtipo recoge ambas propiedades.

Suelos muy representativos de los paisajes más abruptos del término de Santa Cruz de Mudela, son los **Leptosoles**, localizados sobre todo en la Sierra del Aljibe. Son suelos de poco espesor pues una característica de ellos es que están limitados por una roca dura a 30 cm como máximo de la superficie. Se desarrollan a partir de pizarras, esquistos y sobretodo de areniscas y cuarcitas y no tiene más que un horizonte A, con mayor o menor contenido en materia orgánica. Según la vegetación que sustenten, podemos encontrar leptosoles con horizonte A de tipo ócrico muy bajo en materia orgánica o por el contrario rico es decir de tipo úmbrico, pero siempre el horizonte A, tendrá un grado de saturación en bases menor del 50 %. Son por lo tanto suelos ácidos. Hemos distinguido Leptosoles dístricos con horizonte A ócrico y leptosoles úmbricos con horizonte A rico en materia orgánica. Estos últimos son los llamados «ranker» en antiguas clasificaciones (25). Cuando los leptosoles no sobrepasan los 10 cm se les denomina leptosoles líticos, conocidos como «litosuelos».

Otros suelos con menor representación que los anteriormente descritos pueden encontrarse, como **Acrisoles**, parecidos morfológicamente a los luvisoles, pero con una capacidad de cambio menor de $24 \text{ cmol}(+) \text{ Kg}^{-1}$ de arcilla y un grado de saturación menor del 50 %; algún **Regosol** sobre materiales muy consolidados y algún **Fluvisol**, sobre sedimentos fluviales muy recientes. Por último en posiciones topográficas deprimidas pueden encontrarse tanto Luvisoles como Cambisoles con propiedades vérticas pero sin llegar a poderlos considerar como auténticos vertisoles.



FIGURA 1. A: Suelos rojos en barbecho en las faldas de un monte isla con vegetación natural al fondo.
C: Actividad antrópica intensa con degradación por sellado.



B: Suelos rojos bajo cultivo de viñedo y cereal en las faldas de un monte isla con vegetación natural muy degradada.

D: Perfil modelo en la falda de un monte isla.

Vulnerabilidad de los suelos.

Hoy día son cada vez más los problemas ambientales que afectan a todos los ámbitos y por supuesto a los suelos. Éstos debido a sus propiedades químicas, físicas y biológicas actúan como barrera protectora de otros medios más sensibles como por ejemplo los hidrológicos, pero en función de su misma fragilidad pueden verse afectados y producirse su deterioro. Es decir, el suelo actúa como filtro para proteger el medio ambiente frente a la contaminación, pero en ese papel de filtro, el efecto combinado de la absorción y del lavado determina en líneas generales la sensibilidad de un suelo ante los agentes externos, es decir, indica su vulnerabilidad.

Los suelos con alto potencial de lixiviación y baja absorción son poco sensibles mientras que los que poseen bajo potencial de lixiviación y elevado potencial de absorción son muy sensibles, pudiéndose llegar a alcanzar la «vulnerabilidad crítica», momento en el que el suelo se degrada de tal modo que es irrecuperable química, física y hasta económicamente.

Como ya hemos indicado en el apartado correspondiente a «tipos de suelos», en el término de Santa Cruz de Mudela encontramos gran variedad de suelos pero los que destacan por su extensión y colorido en el paisaje son los que de una manera genérica podríamos llamar «suelos rojos». De los descritos en ese apartado y con esa denominación podemos incluir los luvisoles crómicos y cálcico crómicos, cambisoles crómicos y calcárico crómicos y una gran parte de los calcisoles petrocálcicos que son rojos.

En el trabajo «Vulnerabilidad química de suelos rojos en La Mancha» (26), de uno de los autores de este capítulo de los suelos, se analizan las propiedades básicas que se necesitan para en función de ellas establecer lo que se denomina «Índice de vulnerabilidad» mediante la fórmula $IV = 1 - (CA/80 + MO/10 + AC/60 + DR/4 + PR/200)$ en la que CA representa el tanto por ciento de carbonato cálcico, con rango de 0 a 80, MO el tanto por ciento de materia orgánica, con rango de 0 a 10, AC el tanto por ciento de arcilla, rango de 0 a 60, DR la clase de drenaje con rango de 1 a 5 y PR la profundidad del suelo en centímetros y con rango de 30 a 200. Así se establecen cuatro clases de vulnerabilidad para los distintos suelos que van

desde la clase V1 nada vulnerables como son la mayoría de los luvisoles cálcico crómicos, hasta la clase V4 muy vulnerables y por lo tanto con riesgo de contaminación para los niveles freáticos, ejemplo de los cuales no encontramos e este término de Santa Cruz de Mudela, salvo algún fluvisol.

Uso del suelo

Los suelos que hemos descrito soportan actualmente unos cultivos que en líneas generales se corresponden con sus propiedades. Y así vemos que en los luvisoles solos o en asociación con cambisoles, que son suelos profundos, en algunos casos con excesiva pedregosidad y en zonas con cierta pendiente tenemos localizados el olivar y en las situaciones más favorables el cultivo del cereal. Sobre los calcisoles, solos o en asociación con cambisoles, está implantado de antiguo el cultivo de la vid que se adapta a estos suelos poco profundos muy pedregosos y muy calizos. En mucha partes de La Mancha, eliminando físicamente las costras y aprovechando los acuíferos se van extendiendo los regadíos. Sobre luvisoles, acrisoles y cambisoles en posiciones topográficas con más pendientes y menor profundidad de suelo encontramos las zonas de pastizal, muchas veces asociadas con el matorral que como es lógico ocupa los suelos peores, como son los leptosoles y acrisoles. Ya se ha dicho en otro apartado que las superficies forestales son escasas, y que aparte de los rodales de encinas, vienen representadas fundamentalmente por las repoblaciones de pino negral, *Pinus pinaster*, que se sitúan en el sur del término sobre acrisoles, luvisoles y leptosoles de poco desarrollo y generalmente de carácter más ácido.

A partir de la información obtenida del Mapa de cultivos y aprovechamientos, ya citado (1), diríamos que dentro de este término de Santa Cruz de Mudela, el regadío representa el 1 %, mientras que los cultivos de secano, principalmente el cereal, son los de mayor extensión, llegando quizá al 65 %. Además tenemos un olivar con un 13 % y el viñedo un 3 %. El resto de la superficie se lo reparten el pastizal con un 5 %, el matorral un 8 % y los pinares, la mayor parte de repoblación, con un 3 %, quedando como improductivo seguramente un 3 %.

Por nuestra parte, basándonos en la metodología de Sánchez y colaboradores (27), que nosotros ya hemos empleado en otros trabajos (28), y en la que teniendo en cuenta una serie de factores limitantes se establecen cinco unidades o clases que definen la «Capacidad de Uso Potencial» de los suelos, clases que se correlacionan con las que establece el Servicio de Conservación de Suelos, de USA (29). De estas cinco clases, a la clase A, sin limitación alguna, no pertenece ninguno de los suelos estudiados en este término de Santa Cruz de Mudela. A la clase B, con ligeras limitaciones, como son un imperfecto drenaje o una textura demasiado arcillosa o excesivamente arenoso, corresponden algún luvisol, cambisol o fluvisol. A la clase C, suelos que viene afectados ya por limitaciones más severas, pertenecen la mayoría de luvisoles, cambisoles y calcisoles. Pero estas limitaciones son muy variadas, desde la poca profundidad del suelo como ocurre con muchos calcisoles, a ciertos riesgos de erosión como ocurre con calcisoles y luvisoles situados en las pendientes más acentuadas, pasando por problemas de drenaje imperfecto como ocurre con algunos luvisoles y cambisoles situados en los fondos de algunas vallonadas. A la clase D, pertenecen la mayoría de los suelos no dedicados al cultivo, en los que la pendiente y la poca profundidad del suelo son los factores limitantes en grado muy severo. Se corresponden con las praderías y sobre todo con las áreas de matorral implantados en los suelos peores como son la mayoría de los leptosoles. Por último a la clase E pertenecen los Leptosoles líticos, es decir, los antiguos litosuelos, que se sitúan en las cumbres más altas, siendo la topografía y el escasísimo espesor del suelo los factores limitantes. De todas formas en el caso de los suelos de este término existe una correlación muy estrecha entre el uso actual que se da a los suelos y su capacidad potencial, correlación debida al buen conocimiento que de sus suelos tienen los habitantes de este término.

BIBLIOGRAFIA

- (1) MINISTERIO DE AGRICULTURA (1977) Mapa de cultivos y aprovechamientos. Escala 1:50.000. Hoja 838. Santa Cruz de Mudela. Dirección General de la Producción Agraria. Madrid.
- (2) CASAS TORRES, J.M. (1969) Atlas e índices de los términos municipales españoles. Conf. Esp. de Cajas de Ahorro. Madrid.

- (3) INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. (1982) Censo Agrario. Madrid.
- (4) LARA, P. Y MASA, F. (1990) Guía de Castilla La Mancha. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Toledo.
- (5) IGME. (1971) Mapa geológico de España E. 1:200.000 Hojas 61, Ciudad Real y 70, Linares. Madrid.
- (6) IGME. (1935) Mapa geológico de España. E. 1:50.000 Hoja 838. Santa Cruz de Mudela. Madrid.
- (7) LLOPIS LLADÓ, N. Y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1965) Sur les caracteres morpho-tectoniques de la discordance precam brienne du Sud de Toledo (Espagne). *Comp. R. S. Soc. Geol. Fr. Fasc 7*.
- (8) GAUSSEN, H. (1919) Mapa de las subregiones climáticas de la Península Ibérica. Escala 1:4.000.000. *Service Geographie de l'Armée*. Paris.
- (9) LÓPEZ GÓMEZ, A. (1959) El clima en España según la clasificación de Copen. *Est. Geogr. Año XX n° 75 Inst. Juan Sebastián Elcano*. Madrid.
- (10) ALLUÉ ANDRADE, J.L. (1966) Subregiones fitoclimáticas de España. *Inst. Forestal de Inv. y Exp. Madrid*.
- (11) RIVAS GODAY, S. (1946) La aridez e higrocontinentalidad de las provincias de España y su relación con las comunidades vegetales climáticas (climax). *An. Inst. Bot. A. J. Cavanilles*. Madrid.
- (12) PAPADAKIS, J. (1980) *Ecología y manejo de cultivos, pasturas y suelos*. Buenos Aires. Albatros.
- (13) TURC, L. (1955) *Le Bilan D'eau des Sols. Relations entree les Precipitations, l'Evaporation et l'Ecoulement*. *Ann. Agron.* 5: 491-495.
- (14) LÁZARO, F.; ELÍAS, F. Y NIEVES, M. (1978) Régimen de humedad de los suelos de la España peninsular. *Inst. Nac. de Inv. Agron. Madrid*.
- (15) NEWHALL, F. (1976) Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. *Soil surv. Inv. Rep. Soil Cons. Serv. USDA*. Washington.
- (16) TAVERNIER, R. Y VAN WAMBEKE, A. (1976) Determinación del régimen hídrico de los suelos de España según el modelo matemático de Newhall. *Agrochimica* 20: 406-412.
- (17) RIVAS MARTÍNEZ, S. (1985) Mapa de las Series de Vegetación de España. Hoja 23 Jaén. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación e ICONA. Madrid.
- (18) SOCIEDAD ESPAÑOLA DE LA CIENCIA DE SUELO. (1966) Conferencia sobre suelos mediterráneos. Guía de la excursión española. Madrid.
- (19) GUERRA, A. ET AL (1968) Mapa de suelos de España: Península y Baleares. Escala 1:1.000.000 CSIC. Madrid.
- (20) CARLEVARIS, J.J.; DE LA HERA, J.L.; RODRÍGUEZ, J. Y SERRANO, F. (1992) La fertilidad de los principales suelos agrícolas de la zona oriental de la provincia de Ciudad Real. La Mancha y Campo de Montiel. Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC y Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha. Madrid.
- (21) FAO-UNESCO. (1989) Mapa Mundial de Suelos. Leyenda revisada. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos. N° 60. Versión en español. Roma.
- (22) SOIL SURVEY STAFF. (1975) *Soil Taxonomy. Handbook n° 436*. Soil Conservation Service USDA. Washington.
- (23) VOGT, T. (1984) *Croûtes calcaires: Types et Genèse*. Strasbourg.

- (24) MATHIEU, L.; LACROIX, D.; EC, C. Y RASSELO, A. (1984) Sols et croûtes calcaires dans la basse Moulouya intérieure (Maroc oriental). Rech. Géogr. Strasbourg 22-23.
- (25) KUBIENA, W.L. (1952) Claves sistemáticas de los suelos. CSIC. Madrid.
- (26) JIMÉNEZ BALLESTA, R.; ÁLVAREZ GONZÁLES, A. Ed. (1999) Control de la degradación de suelos. ISBN 84-689-2620-5. pp 663-668.
- (27) SÁNCHEZ, J.; RUBIO, J.; MARTÍNEZ, V. Y ANTOLÍN, C. (1984) Metodología de la Capacidad de uso de los Suelos para la cuenca mediterránea. I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. II: 837-848. Madrid.
- (28) MONTURIOL, F. Y ALCALÁ DEL OLMO, L. (1991) Mapa de Capacidad Potencial de Uso Agrícola de la Comunidad de Madrid. CSIC y Consejería de Agricultura y Cooperación de la Comunidad de Madrid. Madrid.
- (29) KLINGEBIEL, A. A. Y MONTGOMERY, P.H. (1961) Land capability classification. US Depart. of Agricultura. Soil. Cons. Serv. Handbook 210. Washington.