PUBLICACIONES DE LA DIPUTACION PROVINCIAL DE SEVILLA

ESTUDIO AGROBIOLOGICO

de la provincia de

S E V I L L A

I: MEMORIA

INSTITUTO NACIONAL DE EDAFOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA DEL C.S.I.C.
CENTRO DE EDAFOLOGÍA Y BIOLOGÍA APLICADA DEL CUARTO
CORTIJO DE CUARTO
SEVILLA, 1962

DEPÓSITO LEGAL, SE-340-1962

IMPRESO EN ESPAÑA.

EN LOS TALLERES DE LA IMPRENTA PROVINCIAL
SAN LUIS, 29. — SEVILLA.

AGRADECIMIENTO

A la Excm. Diputación Provincial de Sevilla, cuyos Presidentes apoyaron siempre eficazmente el trabajo de este Centro, y que ha financiado la publicación de este estudio.

Al Banco de España, gracias a cuya subvención, otorgada para estudios agrobiológicos, pudieron realizarse muchos de los trabajos que componen esta obra.

A los agricultores sevillanos que colaboraron siempre con todo entusiasmo en facilitar la labor de investigación de este Centro.

Al Consejo Superior de Investigaciones Científicas y muy especialmente al Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología, gracias a cuyo apoyo constante ha podido cristalizar este trabajo.

A la Facultad de Ciencias de la Universidad de Sevilla, en cuyos laboratorios de la Cátedra de Química Inorgánica se realizó gran parte del estudio mineralógico de los suelos.

A todos los colaboradores y personal científico del C.E.B.A.C., que con su tenacidad y sacrificio hicieron posible esta obra.

CENTRO DE EDAFOLOGÍA Y BIOLOGÍA APLICADA
DEL CUARTO

Prof. Dr. F. González García,

DIRECTOR

SEVILLA, 1962.

HAN INTERVENIDO EN ESTE TRABAJO:

Estudio y mapa de suelos:

Dr. A. Guerra Delgado, del Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal de Madrid.

Dr. G. Paneque Guerrero y Ldos. J. L. Mudarra Gómez y C. Baños Moreno, del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, de Sevilla (C.E.B.A.C.).

Estudio y mapa de vegetación:

Prof. Dr. S. Rivas Goday, Director del Instituto de Botánica A. de J. Cavanilles, de Madrid.

Dr. E. Fernández Galiano y Dr. S. Rivas Martínez, del mismo Instituto.

Estudio de Fertilidad:

Prof. Dr. F. González García, Director del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto de Sevilla, y

Dr. M. Chaves Sánchez, Subdirector y Jefe de Sección del mismo Centro.

El estudio mineralógico de arcillas y arenas ha sido realizado por el Prof. Dr. S. González García y el Dr. G. Paneque Guerrero, ambos del C.E.B.A.C.

Los datos analíticos de suelos y fertilidad se obtuvieron en el laboratorio de análisis del C.E.B.A.C. bajo la dirección del Dr. R. Romero Díaz.

Los datos de oligoelementos incluidos en este estudio, se deben a las señoritas Dr. C. Mazuelos Vela y Lda. Ana M.^a García Gómez, ambas del C.E.B.A.C.

El estudio climatológico ha sido realizado por el Dr. R. Carbajal Castro, meteorólogo del S.M.N., con la colaboración del Dr. J. Martín Aranda, ambos del C.E.B.A.C.

La preparación y revisión del trabajo se llevó a cabo por el Prof. Dr. F. González García, con la colaboración de los Dres. G. Paneque Guerrero y M. Chaves Sánchez.

Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto.

Cortijo de Cuarto.

Sevilla, 1962.

I N D I C E

PRÓLOGO.

	Págs.
INTRODUCCIÓN	1
Datos geográficos e históricos	3
Datos hidrográficos	9
Datos geológicos	12
Datos climatológicos	21
SUELOS	29
<i>Suelos de Sierra Morena</i>	32
Lehm rojo sobre pizarras y calizas cambrianas	32
Tierras pardas mediterráneas sobre pizarras	34
Tierras pardas mediterráneas sobre granitos	35
Suelos rojos sobre areniscas triásicas	36
Mineralogía de los suelos	38
Perfiles y datos analíticos	40
<i>Suelos del valle bético</i>	45
Suelos de vega aluvial	46
Suelos de terrazas diluviales	47
Sedimentos o vegas de Lehm rojo calizo	48
Sedimentos o vegas de Lehm pardo	49
Vega pedregosa de Lehm pardo	51
Knick-Marsch	51
Suelos salinos	52
Arenas podsólicas de pseudogley	54
Suelos brutos de carbonatos	55
Serosems y Xerorrendsinas	56
Tierras negras andaluzas	59
Suelos rojos mediterráneos	62
Suelos rojos del Alcor	63
Suelos rojos del Aljarafe	64
Suelos rojos mediterráneos sobre otras calizas	65
Lehm margoso bético	66
Mineralogía de los suelos del valle bético	67
Perfiles y datos analíticos	70
<i>Suelos de la Serranía Sub-bética</i>	89

	Págs.
Litosuelos de calizas mesozoicas con relictos aislados de terra rossa.....	90
Suelos de margas abigarradas y yesos triásicos.....	91
Mineralogía de los suelos de la región sub-bética.....	93
Perfiles y datos analíticos.....	94
VEGETACIÓN.....	99
<i>Vegetación de Sierra Morena</i>	103
Dominio climácico del Quercion Rotundifoliae.....	103
Subdominio del Pireto-Quercetum-Suberotosum.....	104
Subdominio del Pireto-Quercetum ilicetosum.....	105
Subdominio del Pireto-Quercetum-Faginetosum.....	106
Dominio climácico del Quercion fagineae.....	107
Subdominio del Poterieto-Quercetum.....	107
Subdominio del Faginetum-Quercetum pyrenaicae.....	109
<i>Vegetación del valle y de la zona sub-bética</i>	110
Dominio climácico del Oleo-Ceratoniom.....	110
Subdominio del Asparageto-Rhamnetum-Halimietosum.....	112
Subdominio del Asparageto-Rhamnetum cistetosum.....	114
Subdominio del Asparageto-Rhamnetum coridothymetosum.....	114
Subdominio del Asparageto-Rhamnetum A-chamaeropidetosum.....	116
Subdominio del Asparageto-Rhamnetum mirbeckietosum.....	117
Dominio subclimácico Populion albae.....	118
FERTILIDAD.....	121
Caracteres generales de la agricultura sevillana.....	123
Fertilidad: condiciones químicas generales de los suelos de la provin- cia.....	127
Acidez de los suelos y contenido en cal.....	128
Contenido de los suelos en materia orgánica.....	130
Contenido en fósforo asimilable.....	134
Contenido en potasio asimilable.....	136
Fertilidad: regiones agrícolas más importantes.....	138
Fertilidad de los suelos de la región de Sierra Morena.....	138
Fertilidad de los suelos de la región Sur (Sub-bética).....	143
Fertilidad: Vegas aluviales del Guadalquivir y Genil.....	144
Fertilidad: la campiña sevillana.....	147
Fertilidad: Terraza diluvial.....	155
Fertilidad: comarca de Los Alcores.....	157
Fertilidad: comarca del Aljarafe.....	158
Fertilidad: las Marismas del Guadalquivir.....	160
BIBLIOGRAFÍA.....	167

PRÓLOGO

Es inevitable que el lector de este prólogo se pregunte por qué un hombre de derecho se convierte en presentador del «Estudio» Agrobiológico de la Provincia de Sevilla. Sin embargo, hay razones —y muchas— como comprobará quien continúe la lectura de las líneas que siguen.

El «Estudio» forma parte de un plan nacional de trabajos de esta clase, siendo el primero que ve la luz gracias al meritísimo esfuerzo de quienes laboran en el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, Organismo dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pero que a la vez es una unidad de la Granja Escuela Provincial de Agricultura de Sevilla, constituyendo un caso ejemplar de lo que debe ser la colaboración en esta materia entre las Diputaciones Provinciales y los Centros de Investigación. La Corporación provincial sevillana cumple así —de modo ciertamente brillante— la función impuesta por la Ley, de fomentar la experimentación agrícola. En este caso, además, sufraga los gastos de publicación de la obra.

En el aspecto científico, el «Estudio» ha permitido establecer, por primera vez, el mapa de suelos de la provincia, así como el de la vegetación natural de la misma, basados en criterios del máximo rigor científico y que han requerido como supuesto previo pacientes trabajos a lo largo de los diez años últimos.

Pero sin desdeñar la trascendencia de las partes indicadas, la que

indudablemente suscitará el mayor interés será la que contiene el estudio de fertilidad de los suelos sevillanos. Para el mismo se han utilizado unos 80.000 datos analíticos, correspondientes a más de 8.000 muestras de suelos de la provincia, repartidas por toda su geografía y cuidadosamente estudiadas por el Centro de Edafología. Los mapas que han podido levantarse a base de este trabajo serán fundamentales desde el punto de vista agrícola.

Así, se ha conjugado la más rígida disciplina en la investigación edafológica con la aplicación práctica de los resultados obtenidos. Una prueba más de como ha evolucionado socialmente en nuestros días la figura del hombre consagrado a la ciencia pura, que no vive ya como apartado del resto del mundo y encerrado en torre de marfil. Antes bien, la sociedad, un tanto indiferente antes para la labor científica pura, aguarda hoy con ansiedad los resultados de aquélla, porque sabe que de ellos depende la realidad de un porvenir mejor.

La agricultura continúa siendo la principal fuente de empleo en España, y en 1960, según recoge el informe del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento que acaba de hacerse público, ocupaba a más del 40 por 100 de la mano de obra del país. Mas también la agricultura es la actividad económica sujeta más ampliamente al capricho de las fuerzas naturales. El trabajo científico, sin embargo, va permitiendo el establecimiento de nuevas técnicas que la emancipan, cada vez en mayor medida, de aquella servidumbre. Y en esto reside la singular trascendencia de trabajos como el «Estudio» presente.

Y despierta nuestra satisfacción el que se haya realizado en una provincia andaluza labor de este tipo que, creemos, puede marcar un hito como punto de partida de nuestro mejoramiento económico; satisfacción que tiene un doble aspecto: porque labor tan paciente y concienzuda viene a significar una prueba más que añadir en contra de la manoseada pereza del andaluz a la que Ortega llegó a calificar, nada menos, que como fórmula de su cultura; y porque es también en Andalucía

donde se encuentra la zona insuficientemente desarrollada que mejores perspectivas ofrece en España desde el punto de vista agrícola. Así se expresa el mismo informe citado del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento al referirse a las tierras vírgenes a ambas riberas de la parte baja del Guadalquivir.

Para terminar, quiero dejar aquí constancia del reconocimiento por nuestra parte a que son acreedores todos cuantos han participado en este magnífico y sazonado fruto que el «Estudio» constituye y nuestro parabién al Consejo Superior de Investigaciones Científicas y a la Diputación Provincial sevillana que de este modo honran —de una de las mejores maneras que puede hacerse— el nombre de España.

JOSÉ LUIS MORIS MARRODÁN,

DIRECTOR GENERAL
DE ADMINISTRACIÓN LOCAL.

24-10 1962.

I

INTRODUCCIÓN

1. Datos geográficos e históricos.

La provincia de Sevilla, la mayor de Andalucía, se encuentra situada entre los meridianos $2^{\circ} 5'$ y $0^{\circ} 90'$ de longitud Oeste, y los paralelos $38^{\circ} 10'$ y $36^{\circ} 50'$ de latitud Norte. Tiene una extensión de 1.400.000 hectáreas, que representa el 2,7 por 100 de la superficie de la nación y una población que sobrepasa el millón de habitantes. Sevilla, la capital, ciudad milenaria, la antigua Hispalis de los romanos, Ixbilia para los árabes, ciudad estrechamente ligada a su río, el Guadalquivir, tiene una población cercana a los 500.000 habitantes, mientras que su término municipal apenas cubre la centésima parte de la superficie de la provincia.

Por encontrarse en el valle medio del Guadalquivir, por la benignidad de su clima y la fertilidad de sus suelos, sus tierras fueron cultivadas y habitadas ya en tiempos prehistóricos. Más tarde fueron no solamente punto de paso de diversos pueblos, sino lugar de permanencia y colonización de griegos, romanos y árabes. La descripción de Estrabón de hace dos mil años, menciona las tierras ribereñas del Guadalquivir, la riqueza en metales de la sierra próxima y la llanura feraz cubierta de frondosas arboledas y ricos pastos, en los que abundaba ganado de diversas clases. La influencia romana fue considerable; las vías de comunicación, industrias, minería y agricultura, alcanzaron un desarrollo que maravilló cuatro siglos más tarde a los invasores germanos, vándalos y suevos. Los pueblos invadidos acabaron por conquistar espiritualmente a los invasores; y los nombres de San Hermenegildo, San Leandro y San Isidoro, hablan por sí solos del esplendor moral y material del imperio visigodo, al que Sevilla contribuyó de forma brillante.

Pasadas las primeras oleadas guerreras sarracenas, el fértil valle sevillano atrajo y dio aposento a opulentas familias del Califato de Oriente, como los Omeyas y los Hamud, fundadores de dinastías califales, siendo por un tiempo Sevilla capital del Emirato español y foco de ciencia, arte, literatura y música.

Con la reconquista por el santo rey Fernando III, la emigración de los musulmanes despobló las tierras sevillanas, que fueron generosamente repartidas entre los conquistadores, cuyas costumbres se arabizaron profundamente por la influencia de los mudéjares.

A partir del siglo xv Sevilla fue un emporio industrial y mercantil; y durante la colonización de América, su puerto fue el centro de la gran corriente espiritual y material entre España y el Nuevo Mundo. Este esplendor fue declinando a partir del siglo xvii, paralelamente a la decadencia general de España, aunque el espíritu de muchos de sus grandes maestros de la pintura, escultura y de las letras, perduró, y ha hecho de Sevilla uno de los focos permanentes del arte universal.

Los cinco lustros transcurridos desde nuestro Movimiento Nacional han situado a esta provincia entre las primeras de España. El desarrollo industrial alcanzado y el extraordinario impulso agrícola logrado por la mecanización del campo, la implantación de nuevos cultivos, el creciente empleo de abonos y la constante extensión de los regadíos, han hecho de Sevilla una de las provincias más prósperas y de mayor porvenir de nuestra Patria.

§ § §

Dentro de su unidad histórica y político-administrativa, la provincia de Sevilla comprende varias zonas o regiones naturales diferentes, con amplios contrastes generales y económicos, consecuencia de su variedad geológica, edáfica y climática. El estudio de los suelos que se describen en esta publicación, ha permitido precisar el conocimiento de estas regiones, de sus límites exactos y de sus caracteres particulares. Con la base común que preside e informa todo lo sevillano, la citada diversidad afecta no solo a la economía y al paisaje, sino también al carácter y a la geografía humana de estas comarcas, algunas de las cuales se prolongan por las provincias limítrofes de Córdoba, Badajoz, Huelva y Cádiz.

Son estas regiones naturales: *La Sierra, el Aljarafe, Los Alcores, las Marismas, el Valle Cuaternario, la Campiña y la Serranía Subbética* (Fig. 1). Sus límites son siempre muy netos y obedecen a causas topográficas y edáfico-geológicas que motivan cambios acentuados en la agricultura, hidrografía e incluso en el clima y costumbres de sus habitantes.

La *Sierra*, situada en el tercio septentrional de la provincia, al N. del Guadalquivir, constituye una fracción del sistema orográfico de Sierra Morena y se prolonga, conservando su carácter, por las provin-

cias de Huelva, Badajoz y Córdoba, mientras que desciende bruscamente por el sur al valle Bético a través de un estrecho escalón terciario, formado por depósitos de canturral poco rodado o rañas. Constituye la Sierra el borde rugoso del zócalo paleozoico de la meseta, y forma una penillanura, en la que la red hidrográfica, ampliamente encajada, ha alcanzado su perfil de equilibrio. Las alineaciones montañosas son sumamente caprichosas por la erosionabilidad de sus materiales, predominando las formas redondeadas, poco agrestes, que alcanzan solo modestas altitudes medias de 300 a 400 metros en las Sierras del Molino, El Pedroso, Padrona, Guadalcanal, etc. Las alturas máximas se mantienen entre los 500 y 900 metros, encontrándose las principales en Sierra Padrona, en El Real de la Jara; Hamapega, en Guadalcanal; Solana del Valle, en Cazalla de la Sierra, y Gibarrayo, en Constantina.

La Sierra forma parte de la llamada España silícica, denominación que se refiere a la naturaleza no caliza de su litología. Como consecuencia, su vegetación natural y agricultura son totalmente diferentes a las del resto de la provincia. No es región agrícola, sino ganadera; el suelo está en general cubierto de matorral de jara, coscoja, encina y alcornoque; y donde existe el monte alto, siempre de alcornocales o encinas, se limpian los espacios abiertos para favorecer el desarrollo de los pastos. Las escasas siembras de cereales se efectúan aprovechando pequeñas labores superficiales, realizadas para limpiar de malas hierbas y porque benefician en general al arbolado, pero su rendimiento es siempre escaso. En los pequeños valles que forman sus ríos, existen regadíos con fértiles huertas en cultivo intensivo. Recientemente se han hecho repoblaciones con eucaliptos, de muy dudoso éxito económico por la falta de profundidad de la mayoría de los suelos.

La riqueza principal de esta región es la ganadería, en especial de cerda, ovino y vacuno. El ganado de cerda aprovecha la bellota de los encinares, mientras que el lanar y vacuno se alimenta de los pastos, en general mediocres por su mala calidad y por sufrir con relativa frecuencia los efectos del prolongado estiaje. Otra riqueza considerable es el corcho, hoy muy solicitado por la industria de aislamientos térmicos y de sonido. En un orden inferior merecen citarse las maderas, miel, plantas medicinales y aromáticas, etc. En los enclaves calizos, que son abun-

dantes, aparece el olivar cuidadosamente cultivado, pero con rendimientos inferiores a los de otras regiones.

La población de la Sierra está concentrada en vistosos pueblos, situados siempre en los principales valles de sus ríos. Cortijos y caseríos alegran el paisaje, destacando la blancura de sus edificios sobre el tono oscuro general de estos terrenos.

La pequeña región del *Aljarafe*, situada al oeste de Sevilla, comienza en cuanto se sube por Castilleja de la Cuesta hacia Huelva, se extiende por el norte hasta las estribaciones de la Sierra, un poco más allá de la carretera general, y limita al sur con las marismas. Esta región, que se eleva sobre el nivel del río de 80 a 100 metros, está constituida por depósitos terciarios y cuaternarios, de naturaleza principalmente arenosa, en los que los ríos han excavado profunda y fácilmente sus cauces. La topografía es llana o suavemente ondulada, y el clima es menos riguroso que en Sevilla, capital, por lo que se encuentra poblada de numerosas villas y hotelitos, donde se mezclan lo caprichoso de su construcción con lo utilitario de su aprovechamiento. El olivar y el viñedo son los cultivos preferentes, cuidados de forma primorosa y con buenos rendimientos. La zona que limita con las marismas, atendiendo a razones edafológicas, está repoblada con pinos y eucaliptos, que forman frondosos bosques, mientras que en la parte cercana a la carretera general de Huelva los huertos de naranjos son cada vez más numerosos.

En esta región del *Aljarafe* la propiedad está bastante dividida, mucho más que en el resto de la provincia, si se exceptúa la vega inmediata al río Guadalquivir. Es también la región sevillana de mayor densidad de pueblos, entre los que se cuentan Sanlúcar la Mayor, Albaida del *Aljarafe*, Espartinas, Castilleja del Campo, Pilas, Aznalcázar, Bollullos de la Mitación, Benacazón, Almensilla y otros muchos. Con una fisonomía peculiar, estos pueblos están en general bien urbanizados, y las carreteras que los unen presentan buena conservación y calidad. No es, sin embargo, el *Aljarafe* la región de mayor riqueza natural de la provincia. Los cultivos industriales, como la remolacha y el algodón, son allí casi desconocidos, y los de huerta son relativamente escasos, prodigándose solamente sobre los aluviones del Guadiamar y a lo largo de otros ríos y arroyos, pero con pequeña importancia económica.

En fuerte contraste con el *Aljarafe*, se extiende hacia el sur la

Marisma del Guadalquivir, extensa llanura formada por el relleno del antiguo estuario del río por la acumulación de enormes cantidades de fango y limo aportados a lo largo de todo el cuaternario.

El proceso, semejante al de relleno de muchos otros estuarios, comenzó primeramente por la formación de una barra y dio lugar más tarde a numerosos islotes submarinos fangosos que crecían lentamente en el seno de una masa de agua salada, y que emergieron al final, originando la división del río en numerosos caños o brazos. En los bordes de estos caños y en las frecuentes avenidas fueron luego depositándose los materiales más gruesos, dando lugar a la formación de zonas ligeramente más altas o «vetas» separadas por extensas áreas más bajas o «lucios», características de la actual marisma del Guadalquivir.

Esta gran masa de sedimentos salificados constituye una extensa llanura de altitud media de 2 a 5 m., surcada solamente por el río Guadalquivir y sus caños o brazos, que delimitan las islas Mayor, Menor y Mínima. La ausencia de núcleos urbanos es la nota dominante, y los suelos están cubiertos de una vegetación natural característica de los suelos salinos. Hasta no hace mucho tiempo, los pastos eran el aprovechamiento exclusivo de esta extensa región; pero en los últimos años se han emprendido importantes trabajos de recuperación y saneamiento que han conducido a la puesta en cultivo de muchos millares de hectáreas, dedicadas principalmente a la siembra de arroz, con buenos rendimientos y que auguran a esta comarca un brillante porvenir.

El *Valle Cuaternario* comprende una extensa franja de suelos netamente limitada al norte por la Sierra, a la que se adosa por un estrecho escalón o escarpe terciario de rañas, y que se extiende por el sur hasta los alcóres sevillanos y las margas terciarias de Ecija y Marchena. Aunque con una perfecta unidad geográfica, pueden distinguirse en este valle dos áreas diferentes. La primera, que corresponde a la facies aluvial del río, es una rica zona de regadíos, con predominio de cultivos hortícolas e industriales. La segunda, que abarca la facies diluvial mucho más ancha, está casi totalmente ocupada por el olivar.

La zona diluvial está formada por varias terrazas del Guadalquivir, de topografía completamente llana, que descansan sobre un nivel de margas del oligoceno, observables donde por efecto de la erosión ha desaparecido el manto de gravas. Su riqueza agrícola es relativamente peque-

ña, no existiendo ningún pueblo de alguna importancia cuyo término esté totalmente comprendido en la misma. Las razones edafológicas que motivan esta situación se exponen en el correspondiente capítulo.

En la zona central de la provincia, a la altura y al este de la capital, entre el valle cuaternario y la campiña que a continuación se describe, se extiende de norte a sur la pequeña región de los *Alcores*, desde las proximidades de Carmona hasta el límite de Utrera. Es una comarca de altitud media superior a los terrenos colindantes, que descende bruscamente por el este hacia la campiña y que enlaza por el oeste suavemente con las terrazas del Guadalquivir. El material geológico está constituido por una masa de calizas bastas detríticas del mioceno marino, sobre las cuales se han formado suelos rojos característicos, arenosos o limoarenosos. Olivar y naranjos son los cultivos predominantes; con bellos pueblos (Alcalá de Guadaira, Carmona, Mairena, etc.) y numerosas huertas, que hacen de esta comarca una de las más vistosas y alegres de la provincia.

La *Campiña sevillana* se extiende entre el cuaternario del Guadalquivir y los Alcores, por un lado, y la Serranía Sub-bética por otro. Como región natural puede decirse que es una continuación de la campiña cordobesa, de la que apenas se diferencia, prolongándose luego para perder rápidamente su carácter, hacia las provincias de Cádiz y Huelva. Luminosidad y amplitud de horizontes son las notas dominantes de su paisaje. Una gran variedad de cultivos, entre los que predominan los cereales, algodón y olivar, producen buenos rendimientos y hacen de esta comarca una de las regiones agrícolas más ricas de España. A la gran diversidad de cultivos corresponde la abundante policromía y variada naturaleza de sus suelos, amarillos, grises, blancos, rojos y negros, que convierten a esta región en una de las más heterogéneas y complicadas desde el punto de vista edafológico. Constituida por materiales geológicos muy blandos, sus formas de relieve, suavemente modeladas por la erosión, constituyen una penillanura en constante proceso de destrucción.

La riqueza y fertilidad de la campiña contrasta con la pobreza de la *Serranía sub-bética* del sur de la provincia. Olivar y cereales, con medianos o pobres rendimientos, más escasos cuanto más al Sur, constituyen el principal aprovechamiento agrícola en las zonas de topografía

Fig. 1.—Croquis de la provincia de Sevilla y sus regiones naturales.

Fig. 2.—Esquema geológico de la provincia de Sevilla (del mapa geológico de España 1 : 1.000.000).

menos accidentada. Areas importantes se encuentran cubiertas por el matorral, entre el que pastan algunos ganados que constituyen otro de los recursos de esta región, que bien puede calificarse como la más pobre de la provincia de Sevilla.

1. 2. Datos hidrográficos.

Muchos y de variado carácter por su importancia, régimen y origen, y por la naturaleza de los terrenos que atraviesan, son los ríos que cruzan la provincia de Sevilla. El principal es el Guadalquivir, el río andaluz por excelencia, citado por geógrafos y cantado por los poetas desde los tiempos más antiguos, y una de las arterias fluviales más importantes de España. Su cuenca es asimismo una de las más extensas, con numerosas y fértiles zonas de regadío. Su curso es navegable desde Sevilla para barcos de pequeño y mediano tonelaje.

Nace muy lejos, en Quesada (Jaén), entre las sierras de Cazorla y de Pozo. Se dirige primero al norte, pero luego tuerce bruscamente al oeste y suroeste para tomar dirección hacia el Atlántico. Después de pasar por Córdoba, y ya en su curso medio, entra en la provincia de Sevilla por Peñafior en dirección este-oeste, formando muchos y caprichosos meandros hasta Alcalá del Río. Desde aquí se dirige al suroeste y atraviesa la ciudad de Sevilla formando un importante puerto fluvial. Unos veinte kilómetros al sur de la capital inicia ya su curso inferior y se adentra en las marismas, para dejar la provincia por el término de Lebrija e internarse en la de Cádiz.

En la era terciaria un ancho mar que comunicaba Atlántico y Mediterráneo ocupaba el valle actual del Guadalquivir. Sucesivos procesos de relleno, producidos primero por aportes terciarios en el curso medio y más tarde por materiales y aluviones cuaternarios en el curso bajo, convirtieron al antiguo mar en golfo y éste en el río de los tiempos históricos. El proceso de relleno continúa en la actualidad en la zona de marismas de su curso bajo y alcanza especial intensidad en la época de grandes avenidas.

Por el gran número de afluentes y por la irregularidad y variada procedencia de los mismos, el régimen del río Guadalquivir es asimismo

profundamente irregular y variable. En conjunto, el río es de carácter pluvio nival con amplio predominio de la lluvia sobre la nieve. En agosto y septiembre se presenta el máximo estiaje por la carencia casi absoluta de nieves en su cuenca y la falta casi total de precipitaciones. Entonces el caudal descende hasta 30-35 metros cúbicos por segundo. Los máximos de caudal ocurren por lo general en primavera y final del otoño; el primero por coincidir la fusión de las nieves de su cabecera y el máximo estacional de lluvias; el segundo por la mayor frecuencia de precipitaciones en noviembre-diciembre. En las grandes avenidas, que inundan entonces amplias extensiones de sus vegas, el Guadalquivir puede alcanzar los 3.000 metros cúbicos por segundo.

La pendiente del río en la provincia de Sevilla es muy pequeña. En Sevilla capital, a 100 kilómetros de la desembocadura, su altura es inferior a 10 metros sobre el nivel del mar, por lo que es apreciable la acción de las mareas.

La disimetría del valle del Guadalquivir influye profundamente en el carácter del río y de sus afluentes. Los de la derecha, todos procedentes de Sierra Morena, son de corto curso. Atraviesan únicamente terrenos del Paleozoico, poseen carácter torrencial y régimen pluvial y tienen un estiaje muy acentuado en verano. Forman pequeños valles aluviales y sus aguas tienen gran velocidad como consecuencia del importante desnivel existente entre su cabecera y la confluencia con el río principal. Arrastran pocos sedimentos y son de aguas muy puras y propias para el abastecimiento urbano. Los principales son los siguientes:

El *Retortillo*, que en una gran extensión sirve de límite entre las provincias de Sevilla y Córdoba, y se une al Guadalquivir cerca de Peñaflor.

El *Guadalbacar*, que recoge las aguas de numerosos arroyos en el embalse del mismo nombre y desemboca en el Guadalquivir unos kilómetros al este de Lora del Río.

El *Ribera de Huesna*, que nace en el norte de la provincia, cerca de Alanís, pasa por Villanueva del Río y Minas y se une al Guadalquivir cerca de Tocina.

El *Viar*, procedente de Badajoz, forma el embalse del Pintado en el límite con la provincia de Sevilla, y abastece el canal del Viar, que fertiliza los nuevos regadíos de la zona de este nombre.

El *Ribera de Huelva*, que procede de esta última provincia, entra en Sevilla por el noroeste, forma el embalse de la Minilla que abastece de aguas a la capital, recibe más al sur el Ribera de Cala y desemboca en el Guadalquivir cerca de Sevilla.

El *Guadamar* con su afluente el Agrio, que forma los embalses del Cuervo y del Agrio, atraviesa, en dirección sur, la meseta del Aljarafe y se interna en las marismas, uniéndose al Guadalquivir en el límite con la provincia de Cádiz.

Muy distinta naturaleza poseen los afluentes del Guadalquivir por la margen izquierda. Los que cruzan la provincia de Sevilla nacen en la Penibética o en las estribaciones sub-béticas y atraviesan los sedimentos terciarios de la campiña en cursos largos de escasa pendiente. Algunos de ellos cruzan las formaciones triásicas de yesos y arcillas del sur de la provincia, por lo que sus aguas contienen a veces cantidades apreciables de sales solubles.

El más importante de los afluentes de la margen izquierda del Guadalquivir es el *Genil*, que nace en la vertiente meridional del Mulhacén, en Sierra Nevada, y es de carácter nivo-pluvial. Río de largo curso, atraviesa las provincias de Granada (cuya feracísima vega riega) y Córdoba, y cruza la de Sevilla en el ángulo nordeste por los términos de Herrera y Ecija. Por su extensa cuenca aporta un considerable caudal al río principal, al que se une en Palma del Río (Córdoba), influyendo fuertemente en sus crecidas.

Los restantes afluentes de esta margen nacen en las estribaciones penibéticas y sub-béticas de las provincias de Sevilla, Málaga o Cádiz, y atraviesan en su curso superior los terrenos mesozoicos del sur de la provincia, para entrar más tarde en las formaciones terciarias de la campiña. Los más importantes son:

El *Corbones*, que nace en la serranía de Ronda, atraviesa las margas triásicas y yesíferas del mesozoico por el término de El Saucejo, pasa cerca de Marchena y de Carmona, y desemboca en el Guadalquivir cerca de Alcolea del Río.

El *Guadaira*, que nace en las margas triásicas del límite de Sevilla y Cádiz, forma un extenso valle aluvial cerca de El Arahál, atraviesa las calizas de los Alcores por Alcalá de Guadaira y desemboca en el Guadalquivir junto a la capital.

El arroyo *Salado* nace asimismo en la región mesozoica de los confines de Sevilla y Cádiz al este de Montellano, recoge las aguas de gran número de arroyos, forma el embalse de la Torre del Aguila y se une al Guadalquivir en el término de Las Cabezas de San Juan.

La naturaleza impermeable de los terrenos en que se desarrolla la red hidrográfica de la margen izquierda del Guadalquivir en la provincia de Sevilla, origina la formación de numerosas y pequeñas lagunas, lo que constituye otra diferencia fundamental con la margen derecha. Estas lagunas son propias de zonas endorreicas e impermeables, y se alimentan con pequeños arroyos y aguas superficiales. Las más importantes son las de *Ruiz Sánchez, Ballesterá, Ojuelos, Bartolomé, Candilejo y Val del Ojo*.

El nivel de gravas y arenas del manto cuaternario del Guadalquivir es abundante en aguas subterráneas, que alimentan pozos numerosos entre el río y la región de los Alcores. Por la constante disimetría del valle las aguas de infiltración se acumulan solamente en el lado izquierdo (Este) del mismo. La profundidad a que aparecen varía con la distancia al río y con la naturaleza de los sedimentos, pero su explotación es siempre rentable. Hacia la marisma, las aguas subterráneas se van haciendo más someras y salinas, dificultando o impidiendo el desarrollo de las plantas y su empleo para regadíos.

Los terrenos terciarios y del triás son por sus condiciones geológicas menos apropiados para la existencia de mantos de aguas subterráneas, por lo que constituyen, sobre todo los últimos, las zonas de mayor aridez de la provincia.

1. 3. Datos geológicos.

La variedad geológica de la península se refleja también en la provincia de Sevilla, en la que se encuentran ampliamente representadas todas las edades a partir del primario. Un examen detenido permite dividir la provincia en cuatro grandes zonas, geológicamente diferentes, y distintas también desde el punto de vista geográfico y económico. Son estas zonas o regiones geológicas la *Sierra Morena, el Valle Bético, las Marismas* y la orla sur de estribaciones *sub-béticas*; esta última consti-

tuida por un grupo de pequeñas sierras, entre las que destacan las de Montellano, Ésparteros, Vaquera, El Tablón y las sierras de Osuna y de Estepa. En la segunda de estas regiones geológicas, quedan incluidas la meseta del Aljarafe y la pequeña comarca de los Alcores, que se distinguieron en otro lugar desde el punto de vista geográfico.

En resumen, dos zonas montañosas, paleozoica una y mesozoica otra, encierran y comprimen entre sí el valle terciario bético que, a su vez, desemboca hacia el SO. en los grandes depósitos cuaternarios que constituyen las marismas del Guadalquivir (Fig. 2).

A partir del primario se suceden una serie de acontecimientos, orogénicos unos, erosivos otros, sedimentarios los principales, que hacen de la provincia de Sevilla una de las de mayor interés geológico de Andalucía. Su estudio detallado está todavía incompleto, faltando por resolver numerosos problemas que afectan desde el paleozoico de Sierra Morena hasta el cuaternario del Guadalquivir. Dentro de cada una de estas unidades geológicas pueden notarse importantes diferencias litológicas, cuya investigación, por lo que se refiere a la edafología, reviste un interés considerable.

El tercio septentrional de la provincia de Sevilla forma parte del conjunto de Sierra Morena, caracterizada por el color oscuro de sus materiales geológicos y de su vegetación, en fuerte contraste con la luminosidad, verdor y blancura del valle del Guadalquivir inmediatamente adosado al sur.

Terrenos más antiguos que los paleozoicos no existen en esta región, o, si los hay, tienen escasa representación, siendo precisamente en el N. de esta provincia donde Macpherson señaló la presencia de un conglomerado de cantos de cuarcita con el cemento metamorfozado y que pertenecen a la base del paleozoico. De estos terrenos arcaicos se sabe muy poco, siendo muy difícil distinguirlos de los sedimentos de la base del paleozoico por estar éstos tan profundamente metamorfozados, que adquirieron características estratocristalinas y granitización idénticas al granito arcaico. Debemos, no obstante, tener en cuenta la existencia de estas rocas arcaicas y granitoides, que sirven de base al gran-conjunto paleozoico de la Sierra.

Fue en los tranquilos mares postarcaicos del primario donde se depositaron los materiales finos, arcillosos y propios de mares profundos,

que constituyen el origen de las masas pizarreñas y arcillosas de miles de metros de espesor que forman la Sierra Morena actual. Esta tranquilidad sedimentación se vio solo afectada por los plegamientos que durante la primera mitad del paleozoico tuvieron lugar en el centro y norte de Europa, influencia orogénica que llegó a plegar los sedimentos, observándose discordancias con los depositados posteriormente. La sedimentación continuó luego hasta fines del paleozoico, alcanzando espesores muy considerables, nunca inferiores a los 3.000 metros de potencia.

La interrupción de la suave sedimentación marina, como consecuencia de la orogenia herciniana, originó la emersión de los depósitos, su plegamiento y la población ulterior por plantas y animales, quedando constituido el llamado escudo hispérico, cuyo borde meridional comprendía la Sierra de Sevilla.

La línea de costa estaba entonces situada bastante más al S., unos 50 kilómetros, y el bloque paleozoico se hundía suavemente en el mar que bañaba este borde de la meseta. Lo que es ahora la Sierra de Sevilla estaba constantemente fuera del alcance de las aguas del mar Bético; y únicamente fue alcanzada por éste durante alguna transgresión máxima en el triásico superior, del que quedan algunos retazos, en los que se puede reconocer su carácter marino. Transcurre, pues, otra etapa relativamente tranquila, posterior al movimiento herciniano, y que dura todo el mesozoico hasta el terciario. En éste y como consecuencia del paroxismo alpino, tuvo lugar el verdadero modelado de la Sierra. Debido por una parte al arrasamiento pontiense, y por otra, la principal, a consecuencia del levantamiento del zócalo paleozoico de la meseta ocurrido a fines del plioceno, el borde meridional se frunció y basculó. A medida que se hundía la depresión del Guadalquivir, la erosión ascendente de los ríos afluentes de su margen derecha crecía en intensidad, con lo que aquellos arrastraron los sedimentos terciarios depositados en este borde de la meseta y profundizaron sus cauces en los blandos bancos pizarrosos y en los ejes de los afloramientos graníticos, quedando las divisorias de aguas formadas por crestas de cuarcita que por su mayor dureza resistieron a la erosión.

Queda así perfilada la Sierra de Sevilla como país de contraste profundo con el valle del Guadalquivir, al que pasa según los estudios más

modernos, no como falla sino como flexión, que solo en contadas ocasiones se transforma en falla.

Morfológicamente, constituyen estos terrenos el límite de la meseta por la parte S., pero este límite es apenas perceptible. Cuando se desciende desde Badajoz hacia Sevilla, nada cambia: pasado el terciario de la «tierra de barros», se observa siempre el mismo paisaje gris, con la misma vegetación de encinas, alcornoques, jaras, lentiscos y carrascas. Surge solamente la aparición del olivo en los pocos enclaves calizos, y la huerta en los valles profundos excavados por los ríos. Sierra Morena puede así considerarse como la prolongación de la penillanura extremeña puesta al descubierto por la denudación.

La complejidad geológica de Sierra Morena se manifiesta también en la variedad de la litología, cuyo examen desde el punto de vista edafológico es del mayor interés por la considerable influencia que la naturaleza de los materiales de partida ejerce sobre la tipología y propiedades físicas, químicas y agrobiológicas de los suelos que de ellos se derivan.

Las formaciones más antiguas mencionadas de Sierra Morena están constituidas por granitos, cuya distribución más frecuente corresponde a terrenos situados al E. y O. del río Viar.

Al O. del citado río y en sentido ascendente desde Sevilla, aparece el granito en Gerena y al NO. de Guillena, alternando las formaciones de granito porfídico con capas de pizarras. Estas zonas de granitos se extienden luego por El Garrobo, El Castillo de las Guardas, Castilblanco de los Arroyos y más al N., hasta Real de la Jara. La zona al E. del Viar comprende los granitos de El Pedroso, Ventas Quemadas y Reventones, que constituyen una franja alargada paralela al río Viar.

En el sector más occidental de la masa granítica de Sierra Morena existen grandes inyecciones de diabasas, ocurridas en épocas posteriores, por lo que el conjunto de las rocas eruptivas de Sierra Morena, en Sevilla, constituyen toda una gradación dentro de la serie formada por granitos y diabasas como extremos y por pórfidos granitoides micáceos, cloríticos, y sienitas y porfiritas como miembros intermedios.

Las rocas ácidas del complejo petrográfico más antiguo de la Sierra Morena sevillana se refieren, por lo tanto, a granito normal con ortosa, oligoclasa, cuarzo y mica oscura, a los que acompaña algún apati-

to; y granitos rojos, en los que domina la ortosa, de cristales turbios, con pocas plagioclasas, mica oscura magnesiada, cuarzo frecuente y hematitas como impureza.

Con estas rocas se relacionan los granitos sieníticos y sienitas. En los primeros existen micas, anfiboles y cuarzo, variable. En las segundas, sólo, excepcionalmente, pequeños fragmentos de cuarzo, ortosa, plagioclase y anfibol. Como impurezas o minerales accesorios, apatito, hierro titanado, titanita, epidota, etc.

La serie de los pórfidos es bastante amplia, siendo el más frecuente el pórfido cuarcífero. Los pórfidos feldespáticos y porfiritas anfibólicas son poco abundantes y se presentan formando diques en los estratos de la formación arcaica.

De las rocas básicas del mencionado complejo petrográfico, las diabasas compactas y cristalinas son las que tienen mayor importancia en esta parte de Sierra Morena, en la que constituyen casi exclusivamente los montes comprendidos entre Cantillana y Castilblanco de los Arroyos.

Las principales rocas del estrato cristalino superior de la Sierra Morena sevillana que tienen interés en edafología son algunas micacitas, pizarras cloríticas y calizas cristalizadas.

Los terrenos primarios más inferiores, cámbricos, ocupan el NE. de la provincia y muestran una orientación general de NO. a SE. Los materiales del cámbrico se extienden por Guadalcanal, Alanís, Cazalla de la Sierra, San Nicolás del Puerto, Constantina, Las Navas de la Concepción y Puebla de los Infantes. Están constituidos por calizas de colores oscuros, grises o azul claro y pizarras. En ocasiones, además, el cámbrico inferior pone al descubierto rocas cuarzosas y conglomerados con abundantes cantos de granitos.

El silúrico tiene menor representación que el cámbrico, siguiendo en general la misma orientación de NO. a SE. en estrechas bandas que penetran hasta Puebla de los Infantes en la zona NE. y más al S. hasta cerca de Villanueva del Río y Minas. Al O. de la provincia y en contacto con el mioceno, el silúrico aparece en Aznalcóllar y Guillena. Los materiales de este período que tienen interés en suelos, son pizarras arcillo-micáceas y pizarras silíceas, aunque existen otras pizarras y cuarcitas.

Fig. 3.—Mapa pluviométrico de la provincia de Sevilla. (Datos medios de 25 años).

El carbonífero de la provincia, prácticamente no tiene más interés que el minero.

Finalmente, en la zona de la Sierra el mesozoico viene representado por los terrenos de la cuenca del río Viar. Sus materiales, de colores rojos y morados, están constituidos por pudingas y conglomerados con arenas ferruginosas como cemento, areniscas, arcillas rojas abigarradas y calizas compactas.

A esta compleja litología de Sierra Morena corresponden en líneas generales sólo dos grandes grupos de suelos, constituidos, como veremos en el capítulo correspondiente, por tierras pardas y lehm rojos, pero en ambos casos con variedades y subtipos que han de tenerse en cuenta en el aprovechamiento agrícola general de estas regiones.

La geología del *Valle Bético* o del *Guadalquivir* está estrechamente relacionada con la orogenia alpina ocurrida a mediados y final del terciario. La depresión marina bética había sido esbozada en etapa anterior, pues la sierra había sido el límite de la cuenca sedimentaria del geosinclinal alpino. A medida que en el transcurso del mioceno se plegaban las cordilleras béticas, fueron depositándose en el ancho mar que entonces unía el Mediterráneo con el Atlántico los sedimentos terrígenos. Al mismo tiempo que este depósito, tuvo lugar el hundimiento y formación de esta prefosa alpina, cuyo eje de máximas profundidades fue desplazándose hacia el N. hasta alcanzar las aguas del mar los alrededores de la sierra. En las márgenes de este mar se depositaron los materiales groseros, conglomerados y areniscas, éstas en facies de Flysch, mientras que en el interior predominaban las margas y materiales más finos. El máximo de la transgresión miocena empezó a comienzos del período con el burdigaliense, para llegar a su plenitud en el helveciense. El vindoboniense superior fue francamente regresivo, regresión que alcanzó su máximo en el mioceno superior, en el pontiense. Una segunda deformación ocurrida a fines del plioceno elevó las cordilleras béticas, expulsó las aguas marinas de la depresión y dibujó una nueva línea de costa más próxima a la actual, en la que se perfila el gran estuario del Guadalquivir en continuo proceso de colmatación. El río, que entonces corría por niveles muy superiores a los de hoy, barrió con sus afluentes gran par-

te de los blandos depósitos terciarios, quedando escasos relieves testigos, constituidos por materiales más duros de calizas y areniscas, como los alcores de Carmona.

Litológicamente, el valle bético es de una gran complejidad. No obstante, puede señalarse como condición más destacada y casi general el carácter sedimentario y calizo de sus materiales.

Como se indicó en otro lugar, los terrenos del valle bético pertenecen al terciario y al cuaternario. El terciario es principalmente mioceno marino medio, estando representados en menor extensión el eoceno, oligoceno y plioceno.

El eoceno ocupa pequeñas manchas entre los términos de Carmona, El Viso y Mairena. Otros afloramientos han sido señalados en Utrera, y una zona mayor entre Utrera, El Coronil y Las Cabezas de San Juan. Los terrenos del eoceno están formados por margas y calizas blancas, poco consolidadas en general.

El mioceno ocupa la mayor extensión entre los terrenos terciarios, estando en parte cubierto por el cuaternario. Al N. del río puede señalarse una pequeña orla al S. de la sierra, que yace directamente sobre el paleozoico y que se ensancha al O. de la meseta del Aljarafe.

En la margen izquierda del río, separados del área anterior por el cuaternario, los terrenos miocénicos cubren la región de los Alcores y las extensas campiñas de Utrera, Marchena, Fuentes de Andalucía y Ecija, extendiéndose por el sur hasta La Puebla de Cazalla, Aguadulce y El Coronil, ya al borde de las estribaciones sub-béticas.

Estos sedimentos miocénicos están constituidos por margas azules, margas amarillas, areniscas finas, areniscas bastas conchíferas y calizas.

Las margas azules afloran sólo en puntos aislados (yacimientos de Camas, Alcalá del Río, Carmona, Alcalá de Guadaira, etc.) y tienen poco interés edafológico y agrícola. Las margas amarillas abundan en el Aljarafe, en especial al borde de la meseta (Santiponce, Camas, Gelves); se aprecian muy bien en las colinas que, desde Mairena, El Viso y Carmona, bajan hasta las vegas del Salado y Corbones, y vuelven a aparecer más al este en terrenos de Fuentes de Andalucía y Ecija. Estas margas amarillas están constituidas por sedimentos arcillosos de color verde oliva amarillento, calizos, compactos, con microfósiles, y yacen por

encima de un nivel inferior constituido por las margas azuladas o barros azules de alfareros citados anteriormente. En el Aljarafe, encima de las margas amarillas, yacen areniscas finas calizas, muy porosas, con microfósiles; y en los Alcores existen todavía sobre estas areniscas finas, otras calizas bastas, conchíferas, muy típicas, de color amarillo pardo hasta rojizo. En la campiña, la arenisca suele ser más compacta, más blanca, más caliza y menos fosilífera.

El cuaternario del valle, también ampliamente representado, corresponde a los depósitos dejados por los ríos en época postpliocénica, cuya naturaleza varía también dentro de límites muy amplios. El cuaternario más antiguo corresponde a las terrazas más altas; su formación está relacionada con el glaciario que, aunque no se manifestó con intensidad en nuestro país, tuvo una marcada influencia en el régimen de sus ríos.

Hasta ahora y dentro de la provincia de Sevilla se han señalado varios niveles de terrazas en el Guadalquivir y en el Genil, pero su estudio no está ni mucho menos completo. Por otra parte, en lo que se refiere al Guadalquivir, cuyos sedimentos constituyen la casi totalidad del cuaternario sevillano, el estudio de las terrazas y la naturaleza de sus materiales es en sí bastante complejo por los fenómenos erosivos ocurridos con posterioridad, al encajarse la red fluvial de los afluentes que las destruyeron parcialmente. Las terrazas superiores del Guadalquivir tienen escasa potencia de gravas que va aumentando conforme se descende al nivel del río, para pasar a los limos actuales que constituyen el valle aluvial. La litología del pleistoceno está constituida por gravas, arenas y arcillas, que se presentan formando horizontes muy seleccionados, en los que domina siempre una de estas fracciones.

Poco más al sur de La Puebla del Río la amplia vega aluvial del Guadalquivir se ensancha rápidamente para constituir las *Marismas*, cuyo estudio cae de lleno dentro de los límites de la edafología, por lo que en el capítulo de suelos volveremos a insistir sobre la naturaleza de estos sedimentos. Conviene señalar por ahora, no obstante, que la fase

de colmatación no ha terminado todavía, y que la gran cantidad de sedimentos acumulados demuestra la intensidad de los fenómenos de erosión en el valle del Guadalquivir a partir del plioceno.

Sobre estos sedimentos cuaternarios se formaron, como se comentará en el lugar correspondiente, suelos muy definidos, típicos; pero la frecuencia con que en el valle se entremezclan los depósitos terciarios, en general poco coherentes, con los sedimentos cuaternarios, da lugar a que en ocasiones resulte muy difícil no solamente separar el material geológico, sino clasificar y encuadrar los suelos correspondientes.

La *Serranía Sub-bética*, al sur de la provincia, está formada por los materiales que se depositaron en el gran geosinclinal alpino que funcionó ininterrumpidamente como cuenca sedimentaria durante todo el secundario y principios del terciario. Los depósitos del triás, que alcanzaron en esta zona gran espesor, son de facies algo diferente a las formaciones triásicas de otras regiones de España, recibiendo el nombre de triás germanoandaluz. El resto de las formaciones mesozoicas de esta comarca se apoyan sobre esta base arcillosa y yesífera, extraordinariamente móvil y plástica, cuyas propiedades mecánicas son la causa de la estructura desordenada y caótica de esta región sub-bética. Otros sedimentos mesozoicos corresponden al jurásico y liásico y están constituídos por potentes espesores de calizas, como los de la sierra de Estepa, Montellano y del Tablón.

Durante la orogenia alpina los materiales triásicos se plegaron fácilmente por compresión, quedando las calizas a manera de islotes en la masa flúida y plástica, constituyendo la orilla opuesta a la Sierra Morena en el ancho mar miocénico. Esta orilla no fue ni mucho menos constante, sino que sufrió continuas transgresiones y regresiones marinas, puestas de manifiesto por las discordancias existentes con el mioceno. En contraposición con estas últimas, la base mesozoica de las sierras béticas está en concordancia con el paleozoico, que constituye el sustrato geológico.

Desde el punto de vista litológico que tanto interesa respecto a los suelos, la nota destacada de la región sur de la provincia de Sevilla, es el predominio del triás compuesto de margas arcillosas y yesos crista-

lizados, que se entremezclan con algunas masas de calizas grises compactas.

En el seno de la gran masa de materiales triásicos descritos, que constituyen un país de relieve movido y laberíntico fuertemente plegado, y en las inmediaciones de Morón de la Frontera y Estepa, aparecen otras formaciones aisladas, liásicas, constituídas por calizas grises margosas en los niveles inferior y superior y calizas duras compactas, con fósiles en el intermedio, así como algunos terrenos jurásicos formados por calizas blancas algo dolomíticas y calizas rojas marmóreas, y manchas cretáceas, en las que predominan margas blanco amarillentas y calizas margosas deleznales.

A la especial constitución geológica y litológica de esta región, la más árida de la provincia, corresponde asimismo una fisonomía peculiar y unos especiales caracteres agrícolas y económicos. En ella han sido cartografiados asimismo interesantes y diferentes tipos de suelos de características muy definidas, que serán tratados en el capítulo correspondiente.

1. 4. Datos climatológicos.

Aunque con variaciones debidas a diferencias de altitud y constitución general, la provincia de Sevilla posee en conjunto un clima templado, con pluviosidad media y cielo claro y despejado. Los inviernos son suaves y benignos, las primaveras exuberantes y húmedas, los veranos prolongados, secos y abrasadores, y los otoños claros, luminosos y templados.

La distribución de lluvias que se representa en el mapa de la figura 3 está de acuerdo con la orografía y relieve general.

La provincia de Sevilla, de contorno sensiblemente triangular, con sus vértices al N., SE. y SO., está atravesada diagonalmente de NE. a SO. por el Guadalquivir. Como se indicó en la descripción geográfica y geológica, la ladera norte del valle del río en la provincia de Sevilla y en general en todo el valle bético es notablemente más abrupta que la del sur. Los vientos lluviosos marinos del SO. que penetran por la parte inferior del valle se encuentran obligados a remontar la zona monta-

ñosa con la consiguiente formación de nubosidad y aumento de precipitaciones, que de este modo son más abundantes en la sierra que en las zonas bajas del valle o de la campiña, alcanzando 796 mm. anuales en Real de la Jara, 966 mm. en Guadalcanal, 830 mm. en El Castillo de las Guardas, etc., como se muestra en la tabla I.

El valle cuaternario y la campiña, la zona de mayores núcleos urbanos, en la que se encuentra asimismo la capital, es el área menos lluviosa de la provincia, con precipitaciones medias anuales de 460 mm. a 600 mm. Sevilla capital tiene una media pluviométrica de 559 mm., Marchena 491 mm., Osuna 525 mm., etc. Finalmente, en la orla montañosa de las estribaciones sub-béticas del sur de la provincia se inicia otro área de mayor pluviosidad, de la que puede considerarse representativa Algámitas con 847 mm.

En conjunto, la provincia de Sevilla puede calificarse como zona semihúmeda; concretamente, la región de la capital y campiña sería «seca-subhúmeda» en la clasificación de Thornthwaite, mientras que la región de la sierra cercana podría considerarse como «sub-húmeda» (véase tabla II). Los índices pluviométricos de esta provincia están, por consiguiente, alejados de los de las provincias del norte de España, pero también notablemente de los de las secas provincias del SE.

La distribución de las precipitaciones a lo largo del año es bastante irregular. Un esquema de esta distribución se recoge en los gráficos de las figuras 4 a 16.

La figura 4 muestra la frecuencia de lluvias a lo largo del año en Sevilla capital según valores medios de veinticinco años. Con un rayado especial se han destacado aquellos días del año en los cuales se registraron precipitaciones durante diez o más años de los veinticinco considerados.

El citado gráfico da una idea de la probabilidad de lluvias a lo largo del año, correspondiendo la máxima probabilidad al 25 de enero. Es de advertir que este gráfico se refiere solamente a la frecuencia de lluvia en cada día del año, con independencia de la cantidad de lluvia caída, por lo que el día de mayor probabilidad no coincidirá necesariamente con el de mayor abundancia en precipitaciones y, en conjunto, el mes de mayor número de días lluviosos coincidirá solo aproximadamente

T A B L A I

Lluvia media mensual y anual en mm. de algunos puntos de la provincia de Sevilla. (Datos medios de 25 años para Sevilla capital y de 5-6 años para el resto).

LOCALIDADES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual
Sevilla / San Pablo.	44,2	65,0	70,0	50,4	36,9	27,0	2	2,0	27,0	70,0	98,0	67,0	559,0
Sevilla / Cuarto	47,4	56,8	97,2	58,0	33,8	2,9	—	3,7	7,6	67,1	68,2	97,7	530,4
Alcalá del Río	49,6	68,1	73,6	50,3	39,4	6,1	—	6,2	9,3	82,2	57,7	76,4	518,4
Morón de la Frontera / B. A.	56,8	59,2	125,1	57,9	54,0	5,9	—	4,8	9,5	92,2	60,0	136,2	700,4
Carmona	47,8	29,0	68,7	49,6	35,8	6,3	0,3	4,2	8,1	89,4	56,1	95,4	459,2
El Arenal	43,1	53,9	105,1	43,1	29,9	7,5	—	3,2	8,6	89,7	46,3	88,5	518,9
Bolullos de la Mitación	61,2	81,3	92,8	56,2	37,0	18,5	—	5,5	10,5	98,6	70,5	107,7	640,1
Algámitas	66,4	117,2	172,4	64,4	57,6	7,8	—	9,3	17,2	107,1	43,9	188,2	847,6
Alcalá de Guadaira	61,9	75,3	92,4	53,3	41,3	9,6	—	7,5	14,7	98,3	77,6	116,5	637,3
Torre de Marismas.	47,5	58,1	115,8	47,1	44,2	8,2	—	7,2	24,3	90,0	64,4	112,6	623,3
La Roda de Andalucía.	62,3	105,8	163,4	52,9	26,4	19,4	3,0	3,7	18,2	76,0	49,1	134,5	724,7
Mairena del Alcor	53,2	59,9	89,2	56,8	45,4	9,0	—	8,1	11,0	89,8	65,5	109,4	597,3
Ecija.	51,5	63,6	83,7	37,4	34,6	12,5	—	3,9	8,0	80,9	56,3	102,1	531,4
Lora del Río	44,7	39,4	82,9	40,8	24,8	5,0	0,4	3,1	5,4	92,5	38,2	70,6	447,7
Brenes	67,4	58,2	82,5	43,0	35,5	11,5	—	3,8	5,3	90,9	61,0	88,3	552,8
Osuna	41,5	47,1	89,0	44,5	40,9	4,3	—	10,1	11,9	87,3	45,6	103,9	520,7
Pantano Salado.	87,0	87,4	203,4	91,2	66,2	8,8	—	7,6	17,8	114,8	92,7	218,0	981,3
Sanlúcar la Mayor	66,3	83,0	74,9	57,2	45,9	8,3	0,1	4,5	7,4	83,8	60,0	104,8	598,1
Villamanrique de la Condesa	56,0	68,9	102,9	57,5	36,6	6,1	0,0	5,6	10,2	75,4	58,2	81,7	559,1
Las Navas de la Concepción	83,1	78,8	113,0	60,6	53,7	13,3	—	2,4	32,1	107,2	76,5	103,4	711,2
El Pedroso	91,5	101,3	146,9	73,4	71,1	30,9	3,1	8,4	26,8	126,3	86,6	139,2	905,5
Constantina	78,7	86,1	163,1	81,7	55,5	19,6	0,1	4,9	24,9	66,1	65,8	262,1	906,8

te con el de mayor pluviosidad. No obstante, su consideración es de la mayor importancia desde el punto de vista agrícola.

Las figuras 17 y 18 representan, respectivamente, el número medio de días de lluvia de cada mes y la lluvia media mensual a lo largo del año en Sevilla capital. El mayor número de días lluviosos corresponde a febrero y marzo, por una parte, y a noviembre y diciembre por otra.

La mayor pluviosidad media corresponde a febrero (65 mm.), marzo (70 mm.) y abril (50 mm.), en primavera; y a octubre (70 mm.), noviembre (100 mm.) y diciembre (67 mm.), en otoño. Por consiguiente, la distribución de lluvias en Sevilla presenta un máximo maniifiesto en los meses de febrero-marzo y otro aún más acusado en octubre-noviembre.

La distribución de lluvias en la generalidad de la provincia es muy semejante a la comentada para la capital, con máximos en febrero-abril y octubre-diciembre. La zona de la sierra al norte del Guadalquivir posee un régimen semejante, pero con mayor pluviosidad media.

Como fácilmente puede apreciarse, los dos períodos lluviosos de primavera y otoño están separados por una prolongada estación seca, que dura de mayo o junio a septiembre. Este hecho es de la mayor importancia desde el punto de vista agrícola, ya que, como ilustran las gráficas de la figura 19 y la tabla II, la ausencia de lluvias durante dicho período ocasiona en toda la provincia, y particularmente en el valle fértil una gran falta de agua, que oscila de unos 4.000 m³/Ha. en las zonas frescas de la sierra (Las Navas de la Concepción) a más de 6.000 m³/Ha. en la región más seca del valle (Ecija).

Como se deduce de la figura 20 y de la tabla III el número medio anual de días despejados en Sevilla capital es de 147; de 152 el de días nublados y de 66 el de cubiertos. En ningún mes del año el número de días despejados es inferior a ocho y ninguno de ellos tiene más de ocho días cubiertos, por término medio, lo que hace de esta región una de las más luminosas y soleadas de Europa.

La figura 21 representa la evolución de las temperaturas medias a lo largo del año en Sevilla capital. La máxima o la mínima absoluta de un mes determinado puede lógicamente apartarse de los valores medios representados, pero esta oscilación rara vez excede de lo 6°C.

La temperatura máxima media asciende de un modo bastante regu-

Fig. 4.- Frecuencia de lluvias en Sevilla capital (media de 25 años).

suelo está casi siempre descalcificado, encontrándose la caliza secundaria a profundidades variables, 75 cm. o más.

Distribución.

Ocupan áreas más o menos arenosas de la gran terraza diluvial de Sevilla y Carmona y otras de los términos de Ecija, La Luisiana, Fuentes de Andalucía, Utrera y Los Palacios.

Descripción.

Son suelos de color pardo claro en superficie. Poseen un horizonte A de unos 20 cm. como término medio, textura arenosa y estructura suelta, fácilmente desmoronable; con buena penetrabilidad y aireación. No contiene caliza y presenta abundantes gravillas y nódulos ricos en hierro. El color pardo claro se oscurece algo más en estado húmedo. Existe luego un potente horizonte (75-100 cm.) muy compacto y duro (horizonte B), limoarcilloso, conteniendo arena y gravillas, con manchas oscuras y nódulos de óxidos de hierro. Este horizonte no es calizo, y en estado húmedo es algo plástico, de brillo céreo y fractura poliédrica muy típica. A continuación aparece una zona de enriquecimiento en carbonato cálcico y horizonte B/Ca. Las capas inferiores son mantos de gravas, areniscas terciarias o margas, y tienen siempre el carácter de horizonte D.

Son suelos pobres en materia orgánica y en elementos nutritivos.

Los suelos arenosos de Utrera se incluyen dentro de este tipo. En esta zona la erosión ha arrastrado gran parte del horizonte A arenoso, suelto y claro, quedando en superficie la capa amarillenta algo compacta (horizonte B) que por las labores presenta superficialmente aspecto más terroso.

El lehm pardo arenoso de Utrera, estudiado en lámina delgada, presenta fenómenos de lavado y emigración de arcilla plástica, que se ha hecho birrefringente por ordenación de los minerales coloidales de la masa basal. Se observan además separaciones de óxidos de hierro muy

envejecidos, óxidos de manganeso, etc. Muy interesante es la apreciación de numerosos granos de glauconita en el microesqueleto cuarzoso del perfil. Este hecho, entre otros, permite relacionar el lehm arenoso con los sedimentos terciarios del valle.

Agricultura: olivar y viñas.

2. 2. 2. 3. Vega pedregosa de lehm pardo

En las terrazas del Guadalquivir se encuentran diversas áreas de suelos con gran cantidad de grava, tanto en superficie como en la masa total. En el mapa no ha sido posible una delimitación exacta de dichos suelos, pero se señalan las zonas en que predominan con un signo convencional. Se pueden considerar como una variedad o subtipo de la vega de lehm pardo.

El perfil tiene características parecidas a los de vega de lehm pardo, alterado por la presencia de la grava, que unas veces se encuentra ya en la superficie, y otras aparece a profundidades variables. Muestra, además, emigración de la arcilla a horizontes inferiores, lavado de carbonato cálcico, y pH francamente ácido. Son suelos bajos en materia orgánica y de escaso valor agrícola. Generalmente se encuentran de olivar, en el que se intercala algún cereal ligero. En los sitios más pedregosos forman terrazas denominadas «mesas», normalmente dedicadas a monte bajo o dehesas.

2. 2. 2. 4. Knick-Marsch

En íntimo contacto con las áreas de vega de lehm pardo se encuentran terrenos no muy extensos, pero que se repiten con cierta frecuencia, ocupando las partes más bajas de la terraza diluvial. Son suelos en otro tiempo cubiertos por lagunas, que se inundan aun en los períodos lluviosos, produciendo suspensiones de color blancuzco que sedimentan difícilmente. De carácter semiterrestre, anmooriforme o de gley, presentan uno o varios horizontes de espesamiento en el subsuelo.

El perfil es: horizonte A casi siempre de color gris oscuro o par-

lla entre la capital y Carmona. En las terrazas diluviales se han diferenciado los siguientes suelos:

Sedimentos o Vegas de lehm rojo calizo.

Sedimentos o Vegas de lehm pardo.

Sedimentos areno-pedregosos o Vega pedregosa de lehm pardo.

Suelos anmooriformes: "Knick-Marsch".

2. 2. 2. 1. Sedimentos o Vegas de lehm rojo calizo.

Caracteres generales.

Vega de color rojo hasta pardo rojizo. Son suelos bien desarrollados, con horizontes diluviales de enriquecimiento en sesquióxidos y otros de acumulación de carbonato cálcico de lavado y recristalización. El carbonato cálcico se presenta en forma de concreciones y nódulos. Bajo estos horizontes suelen encontrarse a veces profundos y potentes mantos de gravas.

Distribución.

Los sedimentos de lehm rojo están ampliamente representados en la terraza diluvial del Guadalquivir. Ocupan los términos de Dos Hermanas, Sevilla, La Rinconada y Los Rosales, en contacto con los suelos de vega aluviales. También se localizan en términos de La Luisiana y Ecija; en las cuencas de los arroyos Salado de Gilena, del Peinado, Sallillo y Salado de Osuna y del río Corbones (Marchena y Carmona) y en zonas inmediatas al curso del Guadaira, en Alcalá, Mairena y El Arahál. Finalmente, existen también al norte del Guadalquivir, entre Peñaflores y Lora, y en zonas más pequeñas de Lebrija y Morón.

Descripción.

Son suelos más o menos profundos, formados por la erosión,

arrastre y deposición de antiguos suelos rojos principalmente. Son de color pardo o pardo-rojizo, escaso contenido en materia orgánica y estructura suelta en superficie, algo más compacta con la profundidad. En superficie tienen poco carbonato cálcico que aumenta a profundidades mayores. El espesor, variable, de la capa arable u horizonte Ap (horizonte antrópico) es por término medio de unos 30 cm. A este horizonte sigue normalmente otro B, de color rojo fuerte, de cortes lustrosos, textura generalmente limosa y estructura poliédrica sub-angular, con fracturas en gránulos más o menos blandos y desmoronables. El horizonte B se caracteriza, además, por la ausencia de carbonato cálcico y por la acumulación de sustancias coloidales (hidróxidos de hierro, aluminio y ácido silícico). Su espesor oscila entre 20 y 100 cm. A veces está mezclado con la capa caliza subyacente, a causa de las labores agrícolas. Le sigue otro horizonte de transición B/Ca, hacia un horizonte iluvial de acumulación de carbonatos. El color se hace más claro, cambia la estructura y textura y muestra abundantes concreciones calizas. Como se ha dicho, puede encontrarse bajo este suelo un potente manto de gravas (horizonte D).

Agricultura: algodón, remolachas, patatas, cereales, naranjos, olivos.

2. 2. 2. 2. Sedimentos o Vegas de lehm pardo.

Caracteres generales.

Vega de color pardo o pardo amarillento, de estructura compacta y mala permeabilidad, formada fundamentalmente a partir de sedimentos de lehm margoso bético.

El perfil del suelo tiene un horizonte A casi siempre arenoso, de pequeño contenido en humus, y de color pardo claro. El horizonte B, generalmente de mucho espesor, muestra el color propio del suelo, que por ser alóctono carece de horizonte C propiamente dicho. El hidróxido de hierro peptizado y la arcilla coloidal son fácilmente movibles, siendo característica de la vega de lehm pardo diluvial la existencia de separaciones ferruginosas en forma de concreciones oscuras redondeadas. El

los responsables de la diversidad de suelos en el valle bético. Dentro del carácter general calizo se ha cartografiado un variado conjunto de suelos que se agrupan a continuación, según el siguiente esquema general:

Suelos de vega aluvial.

Suelos de terrazas diluviales.

Suelos salinos.

Arenas podsólicas de pseudogley.

Suelos brutos de carbonatos.

Serosems y Xerorrendsinas.

Tierras negras andaluzas.

Suelos rojos mediterráneos.

Lehm margoso bético.

A estos suelos responde una agricultura cada vez más floreciente, en la que son clásicos diversos cultivos de regadío, cereales, plantas industriales, naranjos, etc., y otros de secano, cereales, algodón, olivo, vid y frutales, muchos de ellos del dominio climático mediterráneo.

2. 2. 1. Suelos de vega aluvial

Caracteres generales.

Suelos de las márgenes de los ríos, constituidos por sedimentos jóvenes poco transformados. En los perfiles se observa un horizonte A (a veces varios enterrados), cuya morfología y composición están grandemente influenciadas por las labores y cultivos (horizonte Ap). Pueden inundarse en épocas lluviosas que originen grandes avenidas.

Distribución.

Todos los terrenos inmediatos a la cuenca del Guadalquivir y al-

gunos tramos de los de sus principales afluentes, Genil, Corbones y Guadaira, por la izquierda, y Rivera de Huelva y Guadamar por la derecha.

Descripción.

Son suelos profundos, de escasa desintegración química, uniformemente calizos, de contenido medio en carbonato cálcico. Predominan granulaciones medias, aunque existen desde arenosos francos hasta limo-arcillosos. La estructura es grumosa o migajosa y la porosidad y aireación buenas. Son de color pardo a pardo-rojizo, normalmente uniforme en todo el perfil. Son suelos alóctonos que poseen normalmente, a un metro de profundidad, depósitos de gravas o margas que no han influido en la naturaleza de los mismos, pero sí afectan grandemente a la economía del agua, según se trate de margas o de gravas.

Las diferencias en el perfil de unos suelos a otros están motivadas, de un lado por las labores y cultivos y de otro por la distinta naturaleza de los materiales arrastrados por cada río.

Poseen alto contenido en calcio asimilable, pH francamente alcalino y materia orgánica en proporciones variables, normalmente alrededor del 2 por 100.

Agricultura: propia de regadíos; cultivos de huerta, plantas industriales, frutales, naranjos, etc.

2. 2. 2. Suelos de terrazas diluviales

Bajo esta denominación se agrupan suelos muy diversos que constituyen las terrazas más antiguas del valle del Guadalquivir, actualmente no influenciados por las inundaciones en períodos lluviosos.

Los depósitos diluviales están constituidos por materiales más gruesos que los aluviales recientes. De naturaleza diluvial son grandes zonas arenosas profundas, y extensas áreas de gravas con arenas que indican una sedimentación en época más torrencial que la actual. La mayor representación de estos terrenos se encuentra en la provincia de Sevi-

TABLA IV
Datos analíticos de perfiles de suelos de Sierra Morena

Per- fil	TIPO DE SUELO	Prof. cm.	pH		CO ₂ Ca M.O. o/o	C o/o	N o/o	C/N	Ca mg x100 gr	ANÁLISIS MECÁNICO				
			H ₂ O	ClK						Húme- dad o/o	Ar. gruesa o/o	Ar. fina o/o	Limo o/o	Arcilla o/o
I	Lehm rojo sobre pi- zarras y calizas cámbricas.	0-25	5,40	6,40	0,00	2,58	1,50	21,0	120	1,08	7,27	28,92	33,40	29,30
		25-110	7,20	6,40	0,00	0,33	0,19	6,3	50	—	—	—	—	—
II	Tierra parda medi- terránea sobre pi- zarra.	0-40	6,15	6,70	0,00	3,28	1,90	17,2	90	1,50	34,18	14,32	38,25	21,40
		40-60	6,30	4,30	0,00	0,79	0,46	11,5	90	1,81	19,91	14,82	33,80	33,60
III	Tierra parda medi- terránea sobre granito.	0-5	6,85	6,00	0,00	4,38	2,54	21,1	50	2,06	37,56	22,88	21,20	16,80
		5-10	6,70	5,70	0,25	2,34	1,94	24,2	50	1,68	39,62	24,63	21,70	14,90
		10-30	6,85	5,00	0,17	0,62	0,36	12,0	0	1,23	57,24	18,59	8,70	17,50
		30-70	7,15	5,75	0,17	—	—	—	—	0,89	77,44	7,90	6,40	9,80
IV	Suelo rojo sobre areniscas triásicas	0-10	6,75	5,85	0,00	2,29	1,33	14,7	90	1,84	16,45	17,56	40,75	22,90
		10-40	6,50	5,30	0,00	0,72	0,42	8,4	90	1,89	4,80	23,19	43,25	25,50

TABLA V
Capacidad de cambio y cationes cambiables de suelos de Sierra Morena
(meq/100 gr.)

Perfil	TIPO DE SUELO	Prof. cm.	C.C.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
I	Lehm rojo sobre pizarra y ca- lizas cámbricas.	0-25	11,89	6,70	2,20	0,15	0,55
		25-110	7,32	3,30	2,90	0,00	1,00
II	Tierra parda mediterránea, sobre pizarra.	0-40	11,89	7,20	2,00	0,30	0,90
		40-40	10,37	6,50	1,50	0,20	0,80
III	Tierra parda mediterránea, sobre granito.	0-50	12,11	7,60	2,70	0,80	0,80
		5-10	8,23	5,50	1,83	0,10	0,80
		10-30	4,88	3,15	1,10	0,10	0,50
IV	Suelos rojos sobre areniscas triásicas.	0-10	12,00	6,00	4,70	0,00	1,00
		10-40	11,28	9,50	1,00	0,00	0,42

2. 2. SUELOS DEL VALLE BETICO

Probablemente el carácter que define mejor la edafología del valle bético es la naturaleza general caliza y sedimentaria de sus materiales. Suelos y sedimentos están en estrecha dependencia, válida tanto para los de marismas, vegas y terrazas del Guadalquivir y afluentes, como para los suelos grises, pardos, rojos y negros de la campiña, Aljarafe y Alcor, sobre margas, areniscas y calizas.

Así pues, el conocimiento de los sedimentos del valle resulta fundamental para el estudio de sus suelos. Aparte del carácter calizo que imprimen a éstos, determinan grandemente su textura, estructura, mineralogía y composición química. Otros factores edafogenéticos aparte del litológico, tales como clima, topografía y biología son, con la geología,

PERFIL III

Localidad. Las Pajanosas.
 Situación. A 300 m. Venta del Alto en carretera general Sevilla-Badajoz.
 Altitud. 340 m.
 Topografía. Inclinado.
 Vegetación. Arbolado muy abierto de Quercus ilex, con jara, etc.
 Agricultura. Repoblación de eucaliptos.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Paleozoico. Rocas hipogénicas de tipo granito.
 Tipo del suelo. . . . Tierra parda mediterránea sobre granito.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCIÓN
A _∞ -A ₀	0-5	Horizonte delgado constituido por restos de hojas en descomposición (capa de "fórna").
A ₁	5-10	Pardo (7,5 YR 4/4); textura arenolimosa, suelto, migajoso, muy permeable; con abundantes trocillos de roca meteorizada. No calizo.
(B)	10-30	Pardo (7,5 YR 7/4); textura arenolimosa, estructura poco desarrollada de poliedros subangulares. No calizo.
(B)/C ₁	30-70	Igual color que el anterior; roca de tipo granito muy descompuesta, con abundantísimos microlitos silíceos; compacto.
C	70	Rocas tipo granito, y diorita.

PERFIL IV

Localidad. El Pedroso.
 Situación. Carretera Castilblanco-El Pedroso, Km. 50
 Altitud. 60 m.
 Topografía. Cerros de suaves pendientes.
 Vegetación. Matorral de cistáceas, labiadas aromáticas, encinas, etcétera.
 Agricultura. Dehesa.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Triásico.
 Tipo de suelo. . . . Suelo rojo sobre arenisca triásica.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCIÓN
A	0-10	Pardo rojizo (2,5 YR 4/4); textura limoarenosa, estructura grumosa; con buena penetrabilidad de raíces; con inclusiones abundantes de pizarra y gravilla oscura; contenido medio de materia orgánica. No calizo.
(B)	10-40	Rojo más oscuro (2,5 YR 4/2); textura limosa, estructura migajosa, algo más apelmazado que el anterior; cortes algo lustrosos. No calizo.
(B)/C	40-80	Roca muy meteorizada, manchada de rojo fuertemente; cuarteable. No calizo.
C ₁	80-110	Pizarra meteorizada, con vetas grises y verdosas.
C ₂	100-120	Arenisca gris oscura (5 YR 3/2) y conglomerados de gravas con arenisca.

2. 1. 6. Perfiles y datos analíticos

PERFIL I

Localidad. Constantina.
 Situación. Carretera Constantina Cazalla, Km. 5.
 Altitud. 620 m.
 Topografía. Inclínada suavemente hacia Poniente.
 Vegetación. Encinas y prados.
 Agricultura. Dehesa y olivar.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Cámbrico.
 Tipo de suelo. Lehm rojo sobre pizarras cámbricas.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCIÓN
A ₁	0-30	Pardo rojizo (5 YR 4/4); textura limosa; estructura suelta, terroso; bien enraizado, con buena penetrabilidad de raíces y buena aireación; con trozos pequeños de pizarras en superficie. No calizo.
(B)	30-110	Rojo (5 YR 4/6); textura limoarcillosa; algo apelmazado, con formación de terrones desmoronables; penetrabilidad y aireación de media a buena. No calizo.
(B)/C ₁	110-150	Pizarra descompuesta, de color amarillo-rojizo (7,5 YR 7/6), que se deshace con facilidad.
C ₁	150	Pizarra menos alterada.

PERFIL II

Localidad. Constantina.
 Situación. Carretera de El Pedroso, Km. 4.
 Altitud. 540 m.
 Topografía. Inclínada (zona de umbría).
 Vegetación. Helechos, Quercus ilex, Cistáceas, etc.
 Agricultura. Dehesa.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Cámbrico.
 Tipo de suelo. Tierra parda mediterránea sobre pizarras.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCIÓN
A ₀₀ -A ₀	0-5	Capa de humus fresco; color pardo muy oscuro (10 YR 3/1), con buen enraizamiento, textura arenolimsa, estructura de esponja y resto de raíces y hojas formando «fórna». No calizo.
A ₁	5-40	Pardo (10 YR 4/4); textura limoarenosa; estructura grumosa, algo suelto, desmoronable; con buena penetrabilidad de raíces y buena aireación. No calizo.
(B)	40-60	Pardo más claro (10 YR 6/3); textura limoarcillosa; estructura grumosa, desmoronable; con inclusiones de pizarra meteorizada; con manchas oscuras de óxidos. No calizo.
C ₁	> 60	Pizarra algo meteorizada, fácilmente fraccionable en poliedros angulosos.

2. 1. 5. Mineralogía de los suelos

Las propiedades físicoquímicas del suelo dependen de la textura, estructura, morfología de su perfil y de otros factores, entre los que se encuentran la cantidad y naturaleza de los materiales más activos, arcilla y humus. Estos componentes coloidales intervienen en la retención y cesión de elementos fertilizantes, en la dinámica y retención del agua, en la atmósfera y biología del suelo, etc.

El conocimiento de la naturaleza de las arcillas es de interés en la explicación de los procesos de erosión que conducen a la formación del suelo, muestra la influencia de la vegetación, clima, etc. en estos procesos y proporciona una ayuda considerable para la caracterización y la definición de muchos suelos.

En términos generales, las tierras pardas sobre pizarras contienen arcillas cuyos minerales fundamentales son illitas, moscovita y cloritas. No existe caolinita ni montmorillonita. Como minerales accesorios poseen cuarzo, óxidos de hierro, etc. Las arcillas de tierras pardas sobre granitos no contienen tampoco cantidades apreciables de caolinita ni montmorillonita. Los minerales fundamentales son también illitas, diversas micas y cloritas.

Los suelos rojos del trías tienen una arcilla más compleja. Junto a micas y cloritas existen illitas y pequeñas cantidades de caolinita, además de abundantes óxidos de hierro y posiblemente también de manganeso y aluminio. Por último, el lehm rojo de Sierra Morena, formado sobre pizarras, posee una arcilla en la que existe illita más o menos alterada, caolinita, cuarzo y óxidos de hierro.

Las fracciones gruesas, arenas, forman el esqueleto del suelo. Están constituidas principalmente por minerales primarios, componentes esenciales de las rocas, y por minerales secundarios formados en los procesos de erosión. Unos y otros pueden constituir una reserva potencial del suelo en determinados nutrientes, en especial en hierro y oligoelementos esenciales, manganeso, boro, cobalto, etc.

Los suelos de Sierra Morena sobre pizarras contienen escasa cantidad de arenas. En cambio, los formados sobre granitos son casi siempre de textura arenosa. El estudio de algunas de estas arenas muestra muy bajo contenido en minerales pesados en los suelos sobre pizarras, mien-

tras que en los de granitos y areniscas, la proporción de minerales densos es considerable.

En las pizarras existen trazas de minerales accesorios muy estables a la erosión, como zircón, y medianamente estables, como granates. Otros minerales transparentes, más erosionables, son micas y hornblenda. Además, existen minerales opacos de alteración, blancos (leucoxenos), rojos (hematites) y pardos (limonitas).

En los suelos sobre granito, los minerales pesados de las fracciones gruesas proceden directamente de las rocas. El mineral más frecuente es hornblenda. A éste acompaña biotita, epidota, augita y zircón. Los principales minerales opacos son ilmenitas, leucoxenos y biotitas.

Los suelos rojos del Viar, sobre areniscas del trías, contienen abundantes minerales opacos rojos de alteración y transparentes. En estos últimos destacan cloritas, hornblendas y granates.

A continuación se describen algunos perfiles típicos de Sierra Morena y se exponen los datos analíticos correspondientes.

tran en los términos de El Pedroso, Constantina, Real de la Jara, El Madroño y Gerena.

Descripción.

Las tierras pardas sobre granitos son suelos de profundidad media, algo más potentes que las tierras pardas sobre pizarras, debido principalmente a que el granito de la Sierra Morena sevillana se encuentra en terrenos relativamente llanos y en estado de fuerte erosión. La desintegración del granito produce una granulación arenosa en estos suelos, normalmente pobres en sustancias coloidales. La erosión causa grandes surcos o cárcavas en terrenos pendientes en los que llega a faltar la cubierta vegetal y queda la roca al descubierto. Los fenómenos de erosión motivan además que las tierras pardas sobre granitos estén mezcladas en algunas ocasiones con arrastres de otros suelos.

El perfil típico presenta un horizonte A de color pardo claro, poco profundo, de estructura granular, suelto, textura arenolimsa, y bien enraizado. El horizonte (B) es más claro, de estructura granular, menos suelto, textura arenosa y también poco profundo. A continuación sigue un horizonte (B)/C_r de color claro, de gran espesor, textura arenosa y estructura granular. Este horizonte está formado principalmente por granito descompuesto. Normalmente se presenta a continuación otro C_r de granito descompuesto en transición hacia la roca menos alterada, C_s.

Son suelos de contenido medio en materia orgánica (2 a 4 %); pH 6 a 7 en superficie, y más ácido en horizontes inferiores. No poseen carbonato cálcico y son bajos en calcio asimilable.

Se aprovechan fundamentalmente como dehesas de alcornoques y encinas, con buenos pastos en las zonas llanas, que permiten mantener una importante explotación de ganado de cerda, lanar y vacuno.

2. 1. 4. Suelos rojos sobre areniscas triásicas

Caracteres generales.

Suelos de color rojo oscuro, rojo bermellón o pardo rojizo. En los

perfiles, casi siempre de escasa profundidad, abundan trozos de roca de tamaño variado, sobre todo areniscas del triás. Son pobres en sustancias nutritivas y en general desprovistos completamente de carbonato cálcico.

Distribución.

Se encuentran estos suelos a uno y otro lado del río Viar, desde la presa de derivación hasta casi la desembocadura en el Guadalquivir, a la altura de Cantillana. Ocupan terrenos de topografía variada y cotas más bajas que los colindantes de tierras pardas.

Descripción.

En las zonas menos erosionadas se encuentran perfiles con apreciable potencia, en continuo contacto con afloramientos de pizarras y bloques de areniscas oscuras. Un perfil típico de esta clase presenta las características siguientes: Horizonte A, de color pardo rojizo oscuro y aspecto terroso; textura limosa y estructura grumosa de agregados desmoronables. Contiene abundantes inclusiones de trozos pequeños de areniscas y pizarras poco meteorizados. El horizonte (B) es de color rojo más intenso, textura limosa, estructura prismática, compacto, de cortes algo lustrosos y penetrabilidad media de raíces. Le sigue un horizonte (B)/C_r de roca muy meteorizada, cuarteada, mezclada con el suelo en forma de pequeños trocillos de arenisca muy oscura, con rayado blanco y brillante. Cuando se profundiza, la roca presenta menor fraccionamiento. En ocasiones aparecen conglomerados de gravas.

Son suelos de pH ligeramente ácido, pobres en calcio asimilable, y pobres en materia orgánica.

La vegetación es de monte bajo (romero, jara, lentisco, etcétera). Aprovechamiento principal para monte bajo y pastos.

2. 1. 2. Tierras pardas mediterráneas sobre pizarras

Caracteres generales.

Suelos poco profundos, de perfil A (B) C, de color pardo o pardo ocre, textura limoarcillosa o arenolimosa, estructura grumosa, y pH neutro hasta ligeramente ácido. El horizonte A, de color pardo oscuro, contiene materia orgánica en diversos grados de humificación. El horizonte (B), originado por desintegración de la roca madre, es de color pardo claro, pardo ocre o pardo rojizo, estructura en grumos y textura limoarenosa. La roca es pizarra más o menos descompuesta.

Distribución.

Son los suelos que ocupan mayor extensión en Sierra Morena. La zona mayor es la situada al N.E. de la provincia. Otra importante es la comprendida desde Ríotinto y Rivera del Jarama en el límite provincial con Huelva, hasta Las Pajanosas.

Descripción.

En el amplio dominio de las tierras pardas de Sierra Morena, las formadas sobre pizarras del paleozoico presentan gran variabilidad en cuanto a grado de desarrollo del perfil. Sin embargo, en la provincia, el estadio más avanzado es el de una tierra parda meridional, apreciándose además, en algunos casos, suelos incipientes sobre pizarras (xero-rankers).

En un perfil típico de tierra parda meridional sobre pizarra puede apreciarse un pequeño horizonte A_{00} , muy delgado, formado por restos de hojas y raicillas. A éste sigue un horizonte A sin mayor subdivisión, de color pardo oscuro, textura limoarenosa, estructura grumosa, bien enraizado. A continuación el horizonte (B), de color pardo amarillento claro, de textura arenolimosa o arenosa muy fina y estructura en grumos poliédricos que en estado seco se deshace. Aparece después un

horizonte (B)/C_r con abundantes trozos pequeños de roca, hasta roca más o menos alterada.

El estudio en lámina delgada de tierras pardas sobre pizarras cámblicas muestra que el suelo, en algunos sitios, manifiesta cierto carácter de lehm pardo poco desarrollado. Con luz incidente, el color es ocre-amarillento vivo, debido a los hidróxidos de hierro finamente distribuidos en la masa basal, que es densa y no tiene tendencia a flocularse. En ella se observan algunos agregados en forma de tubérculos y cavidades debidas a la acción de lombrices y a la poca estabilidad de la estructura. En la masa basal lodosa hay inclusiones de fragmentos diversos, ricos en hierro, posiblemente de lehm rojo. El suelo contiene escasos restos de plantas y no existe mucha formación de humus.

Son suelos moderadamente ácidos, con valores de pH alrededor de seis en la capa superficial, algo más bajos en horizontes inferiores. Están desprovistos de carbonatos, son pobres en bases cambiables y muy bajos en calcio asimilable. El contenido en materia orgánica es del 2 al 3 por 100 en el horizonte A, y menos del 1 por 100 en horizontes inferiores.

La vegetación predominante es arbustiva y arbórea, principalmente cistáceas, mirtáceas, encinas y alcornoques. Se aprovechan principalmente como dehesas para ganado lanar y porcino.

2. 1. 3. Tierras pardas mediterráneas sobre granitos

Caracteres generales.

Suelos de profundidad media y perfil A (B) C, de colores pardo claros a pardo rojizos, textura arenosa o arenolimosa, estructura granular o grumogranular, pobres en humus y de pH ligeramente ácido.

Distribución.

Existe una gran zona de tierras pardas sobre granitos en dirección NO. SE., comprendida entre el límite con Huelva, desde Almadén de la Plata a El Castillo de las Guardas, y el borde de sierra desde Las Pajanosas al río Viar, en el otro extremo. Zonas más pequeñas se encuen-

Esta variada naturaleza condiciona una profunda diversidad de cultivos y aprovechamientos desde los pastos y ganadería de la región de Sierra Morena a los cereales, algodón, olivar, y plantas industriales de las vegas y de la campiña, el arroz de la región de las marismas o los naranjos de los Alcores y riberas del Guadalquivir.

A continuación se describen los caracteres principales de los suelos cartografiados de cada una de las regiones enunciadas.

Teniendo en cuenta el fin utilitario de este trabajo, en la clasificación realizada se han sacrificado a veces consideraciones teóricas en el diagnóstico de los suelos, en beneficio de una mayor y más fácil accesibilidad para el estudio y aplicación. Por la misma causa no se ha seguido rígidamente un sistema clasificatorio determinado, sino que se han aceptado en cada caso los conceptos de clasificación más adecuados entre los existentes o complementado con otros nuevos. La escala del mapa sólo ha permitido distinguir las grandes series de suelos y asociaciones de series empleadas por el Soil Survey del U.S.D.A., que equivalen a los subtipos y variedades de la clasificación de Kubiena.

El trabajo de campo se ha realizado sobre la base cartográfica de los mapas topográficos a escala 1 : 50.000 del Instituto Geográfico y Catastral. Se empleó el método de cartografía libre y se pasó por reducciones adecuadas a la escala de publicación, 1 : 250.000. El color de los suelos se expresa de acuerdo con la clave internacional «Munsell soil color charts».

2. 1. SUELOS DE SIERRA MORENA

2. 1. 1. Lehm rojo sobre pizarras y calizas cambrianas

Caracteres generales.

Suelos de perfil A (B) C, de color rojo intenso en estado húmedo, pardo rojizo o rojo claro cuando secos. El horizonte A, de color pardo, rara vez pardo oscuro, es normalmente de 20 a 30 cms. de espesor; pero falta muchas veces por la erosión; su estructura es en general grumosa, la textura limosa, y permeabilidad y aireación buenas. El horizonte (B) es de color rojo intenso, compacto, limoarcilloso y húme-

do. Le sigue un horizonte (B)/C₁, de color pardo ocre a pardo claro, de pizarra descompuesta, con depósitos y películas finas de arcilla plástica, rica en hierro. El horizonte C₁, de pizarras alteradas, es de una profundidad considerable.

Distribución.

Los relictos de suelos rojos de lehm más importantes que existen en la provincia de Sevilla se encuentran al norte de la misma, en un área alargada que baja desde Guadalcanal, Alanís y San Nicolás del Puerto, hasta Constantina. Existen además pequeñas zonas de lehm rojo en Las Navas de la Concepción, Cazalla de la Sierra, El Pedroso, Real de la Jara, etc.

Descripción.

El lehm rojo es un suelo relicto que debió ocupar extensas áreas en Sierra Morena, como lo atestiguan en la actualidad numerosos restos de horizontes (B)/C, principalmente sobre pizarras y calizas en localidades muy diversas.

Es difícil encontrar el lehm rojo en buen estado de conservación. A pesar de la madurez alcanzada por estos suelos, han evolucionado en muchos sitios de Sierra Morena a tierras pardas. Se observan claramente fenómenos de empardecimiento en zonas bajas, húmedas y con buena vegetación. Además, los afloramientos de calizas, entre los cuales se encuentran depósitos de lehm rojo, o también bloques y trozos de rocas calizas sobre sedimentos de lehm, influyen en éstos en el sentido de hacer más suelta la estructura y oscurecer el color, como consecuencia de la floculación por iones calcio de la arcilla coloidal dispersa, lo cual determina tal vez una biología y dinámica distintas en el suelo.

Los lehm de Sierra Morena son suelos desprovistos de carbonatos, pH débilmente ácido o neutro, contenido medio y aún bajo en materia orgánica y, en general pobres en calcio asimilable.

Agricultura: encinar, alcornoques, alguna vid, olivos y a veces castaños.

LA gran diversidad que desde el punto de vista geológico, clima y relieve presenta la provincia de Sevilla, origina una profunda variación en la naturaleza, génesis y propiedades de sus suelos.

Las regiones naturales y geológicas que se describen en otro lugar, son asimismo distintas en lo que se refiere a la naturaleza de los suelos más frecuentes y representativos y, en consecuencia, poseen caracteres agrícolas diferentes.

Geología y clima condicionan el suelo y determinan la vegetación natural. Suelo, clima y vegetación definen la fisonomía agrobiológica de una comarca y establecen las líneas generales en que debe desarrollarse su correcto aprovechamiento agrícola.

La Sierra Morena, al norte del Guadalquivir, región silícica, de granitos y pizarras, con abundantes precipitaciones acuosas, es el dominio de los suelos ácidos, pobres en calcio, en la provincia de Sevilla. En el valle bético, las tierras llanas de la campiña abundan por el contrario en suelos calizos, de variada policromía y aprovechamiento, grises, pardos y rojos, de granulación, estructura y profundidad muy diferentes.

Más al sur, la abigarrada diversidad de las formaciones triásicas y el relieve accidentado, aumentan si cabe la complejidad edafológica.

Dentro de estos rasgos naturales, cabe todavía la más profunda variación en cada una de las regiones. Tierras pardas, relativamente fértiles que sostienen buenas dehesas de alcornoques y encinas, alternan en Sierra Morena con suelos esqueléticos cubiertos de jarales y con suelos rojos. Las fértiles vegas del Guadalquivir y las tierras negras se entremezclan caprichosamente en el valle con los suelos rojos mediterráneos y los suelos grises de serosems y xerorrendsinas. Las áreas de margas y yesos alternan en el sur con xerorrendsinas y litosuelos.

FIG. 19.—Balance de agua en algunos puntos de la provincia de Sevilla.

FIG. 20.—Número medio de días despejados, cubiertos y nublados en Sevilla capital.

FIG. 17.—Número medio de días de lluvia de cada mes en Sevilla capital.

FIG. 18.—Lluvia media mensual en Sevilla capital.

Fig. 13.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en Ecija.

Fig. 15.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en Cazalla de la Sierra.

Fig. 14.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en La Roda de Andalucía.

Fig. 16.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en Constantina.

Fig. 9.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en Carmona.

Fig. 11. — Distribución mensual de lluvias durante cinco años en Osuna.

Fig. 10.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en Lora del Río.

Fig. 12.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en Morón de la Frontera.

Fig. 5.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en Sevilla (San Pablo).

Fig. 7.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en cortijo Torre de Marismas.

Fig. 6.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en Sevilla (Cortijo de Cuarto).

Fig. 8.—Distribución mensual de lluvias durante cinco años en Sanlúcar la Mayor.

duco; textura arenosa, sin especial estructura, bien enraizado, con buena aireación y buena actividad biológica. No contiene carbonato cálcico y su espesor oscila entre 10 y 15 cm. Sigue un horizonte de unos 10 cm. de espesor, de textura arenosa y de color pardo, con abundantes manchas ocreas de óxidos y nódulos de hierro, muy enraizado, con buena retención de humedad y actividad biológica. Este horizonte es de oscilación del nivel freático. A continuación sigue una potente capa (más de 1 m.) de color gris verdoso y con algunas manchas aisladas de herrumbre, denominada «Knick». Este horizonte es de textura arcilloarenosa, estructura muy compacta, plástico en estado húmedo, muy duro al secarse, impermeable, y de muy mala aireación. Bajo esta capa compacta, aparece normalmente caliza en forma de vetas blancas delezna-bles, y el suelo es entonces menos duro y apelmazado. Este horizonte es más rico en sustancias nutritivas. Cuando la capa superior (Knick) no es demasiado potente, se puede utilizar esta otra, rica en caliza, para mezclarla con aquella y mejorar la estructura total del suelo.

Agricultura: normalmente con plantaciones de eucaliptos y prado. Actualmente en recuperación con nuevos cultivos.

2. 2. 3. Suelos salinos

Caracteres generales.

Suelos enriquecidos en sales solubles, formados bajo el influjo de aguas salinas. Son suelos gley de origen subacuático en transformación progresiva hacia suelos terrestres. De acuerdo con su contenido en sales, naturaleza de éstas, presencia o ausencia de carbonato sódico, existencia y caracteres de las eflorescencias salinas, aparición de un horizonte columnar pesado, de un horizonte de decoloración, etc., pueden presentar diversos tipos que se denominan solonchak, solonetz y solod. El primero de ellos es un suelo rico en sales que presenta casi siempre en la estación seca eflorescencias blancas muy destacadas o separaciones salinas visibles en el interior del perfil, cerca de la superficie.

Distribución.

Los suelos salinos ocupan prácticamente la totalidad de los terrenos aluviales de las marismas del Guadalquivir. La generalidad de los cartografiados en este estudio responden a las características del subtipo solonchak calizo.

Descripción.

Estos suelos se han formado en el relleno del estuario del Guadalquivir por sedimentación de una gran masa de materiales finos en el seno de aguas tranquilas cargadas de sales. Un perfil típico presenta las siguientes características:

Horizonte A, de color claro, con más o menos humus procedente de halofitas, gramíneas, etc. La estructura de este horizonte es algo suelta, pasando rápidamente a columnar en todo el perfil, lo que determina una impermeabilidad considerable. Por debajo de 40 cm. no se observan restos de raíces y las condiciones biológicas no son favorables. En los horizontes inferiores se acentúa más el carácter impermeable, la estructura se hace todavía más compacta y es mayor el contenido en sales. La textura es de elevada proporción de fracciones finas, como corresponde a su peculiar génesis, y el color, por lo general, gris claro a pardo grisáceo. Son suelos que se encharcan con facilidad durante los meses lluviosos, creándose condiciones semiterrestres de gran influencia en su evolución. Tienen valores de pH próximos a 8, o ligeramente superiores. Poseen carbonato cálcico en todo el perfil en cantidades que oscilan alrededor de 20 por 100.

Poseen buena proporción de materia orgánica en las áreas de pastos y menor en las cultivadas. Tienen poco fósforo asimilable y en general contenido alto de potasio. La capacidad de cambio es generalmente elevada, según corresponde al alto contenido en arcilla y a su naturaleza. El análisis de las sales solubles señala el carácter salino y no alcalino de estos suelos. Entre los cationes predominan el sodio, y entre los aniones los cloruros, seguidos de sulfatos y bicarbonatos.

Agricultura: las áreas de suelos salinos recuperadas o en recupe-

ración se emplean principalmente en el cultivo de arroz. Otras áreas no cultivadas se aprovechan como pastos para ganadería de reses bravas y de carne.

2. 2. 4. Arenas Podzólicas de Pseudogley

Caracteres generales.

Suelos sueltos, arenosos, con gravilla fina, extremadamente pobres en sustancias coloidales en superficie. Con horizonte A de humus poco desarrollado, aunque en algunas zonas de bosque de pinos y monte bajo puede mostrar un mayor desarrollo. A continuación, normalmente, sigue un potente horizonte arenoso, de color gris pardo hasta pardo amarillento. Después aparece un horizonte arenoarcilloso, de color pardo amarillento y estructura compacta. A medida que se profundiza toma una coloración más heterogénea, con zonas rojas intensas y manchas grises verdosas y pardo amarillentas. Este horizonte es ya más húmedo, más compacto y de mala aireación. Aproximadamente a un metro aumenta mucho el contenido en gravas y gravillas, cementadas con la masa roja del suelo.

Las arenas podzólicas de pseudogley no poseen carbonato cálcico, son pobres en calcio asimilable, en materia orgánica y, en general, en elementos fertilizantes.

Distribución.

La representación más característica de estos suelos en la provincia se encuentra hacia el S.O. en contacto con las marismas, entre los términos de Villamanrique, Aznalcázar y La Puebla del Río. También hay áreas de menor extensión en Paradas y Marchena.

Descripción.

La variabilidad de los suelos considerados como arenas podzólicas

de pseudogley depende fundamentalmente del desarrollo del horizonte A. La capa de arenas decoloradas puede faltar también totalmente o en parte por erosión, quedando entonces en superficie el horizonte amarillento más compacto. En áreas pequeñas muy erosionadas es el horizonte de pseudogley el que aflora, el cual adquiere entonces un mayor aflojamiento de la estructura, que se traduce en una mayor permeabilidad y mayor oxidación. La intensa erosión que sufrieron estos suelos es causa de la frecuente aparición en los mismos de concreciones y nódulos ferruginosos, que pueden observarse sueltos en superficie, o en la masa del suelo, e incluso en los propios horizontes en que se formaron. La dinámica de formación de estos suelos, que permitió su podsolización y en menor extensión los fenómenos de pseudogleyización, tuvo lugar en condiciones climáticas y de vegetación distintas a las actuales, por lo que el carácter podzólico es relictivo. Aunque el horizonte gleyizado se encuentra por lo general a bastante profundidad, afecta en gran extensión a las propiedades de los suelos comentados, especialmente en cuanto se refiere a su capacidad de agua, drenaje profundo, estructura interna, etc.

Agricultura: en general, están repoblados con pinos y eucaliptos (Villamanrique y La Puebla del Río) o dedicados en menor extensión a encinares y pastos (Paradas).

2. 2. 5. Suelos brutos de carbonatos

Carateres generales.

Suelos de perfil (A) C muy jóvenes, extremadamente pobres en humus, de estructura granular fina, textura arenolimosa y roca madre muy caliza.

Distribución.

Los suelos brutos de carbonatos, o rendsinas blancas, más característicos de la provincia de Sevilla se encuentran en la Sierra de Osuna y en el término de Estepa. Otras áreas más pequeñas se han incluido conjuntamente con serosems y xerorendsinas.

Descripción.

Los suelos brutos calizos de la Sierra de Osuna y término de Estepa se han formado, en general, sobre margas blancoamarillentas poco compactas, o sobre calizas más duras. El perfil muestra un horizonte (A) de color claro, escaso contenido en humus, muy poco espesor, textura arenolimosa y estructura suelta de agregados desmoronables. A continuación sigue el horizonte C, de caliza más o menos alterada.

Son suelos de desintegración predominantemente física, aunque también existe ataque químico, que se limita a la disolución parcial de la caliza que se lava hacia las partes inferiores del suelo y puede producir allí enriquecimientos perceptibles (horizonte Ca). Son, pues, extremadamente ricos en carbonato cálcico, de pH alcalino, pobres en elementos nutritivos y en materia orgánica.

Agricultura: dedicados fundamentalmente a olivar.

2. 2. 6. Serosem y Xerorrendsinas

Caracteres generales.

Suelos AC, de color gris claro a gris oscuro, sueltos y polvorientos en estado seco; ricos en caliza, con horizonte A más o menos desarrollado; sobre margas, margas arenosas, areniscas y calizas duras.

Se designan con el nombre de *serosem* los suelos de colores más claros, extremadamente ricos en caliza, con horizonte A poco diferenciado, sobre margas, margas arenosas, areniscas calizas y otras calizas, situados en terrenos de suaves ondulaciones. Las *xerorrendsinas* tienen color más oscuro, horizonte A más desarrollado, suelto, bien humificado, calizo, con trozos de roca caliza, que pasa a través de un horizonte A/Ca muy pequeño (a veces sólo C) a la roca madre, generalmente caliza más o menos dura. Estos suelos se encuentran ocupando partes altas de cerros y en zonas montañosas.

Ambos tipos de suelos son difíciles de separar a la escala del presente trabajo, por lo cual, teniendo en cuenta sus caracteres comunes, se han considerado en el mapa conjuntamente. La mayor parte de la zona

cartografiada pertenece a suelos del tipo *serosem*, normalmente sobre caliza suelta del mioceno y plioceno. En esta representación se incluyen, pues, zonas aisladas de *xerorrendsinas*, generalmente sobre calizas más duras, con preferencia del eoceno y oligoceno.

Distribución.

*Serosem*s y *xerorrendsinas* se entremezclan en la campiña de Sevilla con tierras negras y suelos rojos, y ocupan los terrenos de mayor elevación, en general en pendientes. Se localizan, principalmente, en el amplio triángulo determinado por los vértices Ecija, Estepa y Lebrija. Existen, además, áreas de *serosem* en el Aljarafe y en una estrecha franja entre las vegas del Guadalquivir y el borde de Sierra Morena, en terrenos de Villanueva del Río, Cantillana, Villaverde, Burguillos y Guillema. Otra zona se ha señalado en el término de Lebrija.

Descripción.

Los suelos grises que comentamos están sometidos a cultivo desde muy antiguo. Por lo tanto, es muy difícil encontrarlos con perfiles naturales, sin perturbar. El horizonte de humus no existe o se encuentra muy mezclado con horizontes inferiores a causa de las labores.

En estos suelos es posible distinguir algunas variaciones locales, matizadas de una parte por la distinta naturaleza del material subyacente, y de otra por la erosión física que, denudando suelos antiguos, dejó al descubierto zonas calizas. Estas zonas, erosionadas por edafización más reciente, han evolucionado a suelos grises, climax de la región.

En los términos de Osuna, Estepa y Herrera, en zonas de cierta elevación, próximas a suelos rojos, existe *serosem* sobre gredas y calizas blancas algo meteorizadas, que en otros tiempos debieron estar cubiertas por suelos rojos. Por este motivo presentan una coloración más o menos rosada. Sus características principales son: estructura suelta, textura limoarenosa, escaso contenido en materia orgánica, pequeña profundidad y con trozos de caliza blanca en la masa del suelo. Su aprovechamiento es de olivar.

Otra variación que muestran estos suelos es la observada en los términos de Lebrija, Las Cabezas de San Juan, Montellano, Utrera y El Coronil, en los que el material original está constituido por calizas margosas que proporcionan al suelo estructura más compacta y textura más arcillosa, lo cual determina un drenaje impedido en cierto grado. Son suelos relativamente bien dotados de materia orgánica, con buena humificación como consecuencia de la actividad biológica que presentan. Se encuentran en íntimo contacto con tierras negras, las cuales ocupan las zonas más bajas. Su aprovechamiento más frecuente es de olivar, cereales, y en algunos sitios algodón.

Los suelos grises de Ecija y Marchena presentan características intermedias entre el serosem poco desarrollado de Osuna y Estepa y el serosem margoso de Lebrija, Las Cabezas de San Juan, etc., anteriormente comentado, pudiendo señalarse su color gris claro predominante, con áreas blanquecinas de suelos brutos en los terrenos de mayor elevación; textura limoarenosa, estructura suelta y contenido escaso en materia orgánica, anormalmente alto en suelos naturales o recientemente roturados. Su aprovechamiento más frecuente es de olivar y cereales.

Por último, existen áreas cartografiadas correspondientes a la variedad arenosa de serosem en la zona del Aljarafe y términos de Huévar, Pilas y Carrión de los Céspedes. En el centro de la provincia existe una pequeña área de serosem arenoso entre Paradas y Marchena, así como en Lebrija.

El serosem arenoso destaca por su textura ligera, buena porosidad, uniformidad en el perfil y colores claros amarillentos, propiedades todas influenciadas por la naturaleza de los sedimentos originarios, areniscas calizas del mioceno y plioceno bético, de gran potencia.

El serosem del Aljarafe sobre arenisca fina muestra en lámina delgada estructura de microesponja de agregados muy pequeños, ligados por finos puentes formados por material coloidal. En los horizontes medios y profundos existe tendencia a formar agregados mayores, ligeramente redondeados. Debido a la naturaleza del sedimento y a la estructura del suelo, todo el perfil es de una porosidad y aireación muy grande. En superficie se aprecia cierta disgregación de la estructura, apelmazamiento local y formación de ligeras costras. El suelo, al secar-

se, forma un sistema típico de grietas debido a la textura arenosa y a los restos de arcilla plástica de lehm margoso bético.

El serosem arenoso se dedica principalmente a olivar, vid, frutales y algunos cereales.

En la región del Aljarafe, y en la zona citada al Norte del Guadalquivir, además del serosem arenoso existe otro de textura limoarenosa en terrenos de topografía poco accidentada.

Las xerorrendinas muestran en lámina delgada estructura de esponja, fuerte desintegración física y contenido elevado en carbonato cálcico secundario.

2. 2. 7. Tierras negras andaluzas

Caracteres generales.

Suelos de color gris oscuro, gris pardusco, y en estado húmedo casi negro. En el perfil se distingue una capa superficial de estructura gruesa cuando seca, y textura arcillolimsa, a veces limoarenosa. Con la profundidad se hace más denso, más compacto, más húmedo, muy poco permeable, y de color más oscuro; muestra algunos puntos blancos de caliza que aumentan progresivamente hasta llegar a la roca subyacente, normalmente margas del terciario y también areniscas calizas, a veces sedimentos de gravas, arenas, etc.

Distribución.

Las tierras negras andaluzas destacan en la geografía del suelo sevillano, no sólo por sus propiedades y características fácilmente observables sino también por su especial distribución y localización. Estos suelos tienen su mayor representación a ambos lados de una línea que puede trazarse desde Ecija hasta Lebrija, pasando por Marchena, Paradas, El Arahál, Los Molares y Las Cabezas de San Juan, ocupando siempre los terrenos de cotas más bajas, normalmente llanos. Pequeñas áreas de tierras negras no cartografiadas existen diseminadas en la mitad sur de la provincia.

Descripción.

Las tierras negras tienen en la provincia de Sevilla la más extensa representación de Andalucía Occidental. Este hecho es de gran importancia, no sólo por el valor agronómico de estos suelos sino también porque permite estudiar los principales factores que intervienen en su génesis y desarrollo.

Litológicamente, las tierras negras andaluzas se sitúan con preferencia sobre terrenos calizos margosos del terciario bético, que influyen en la textura normalmente arcillolimosa y en la estructura densa de estos suelos. En menor extensión, las tierras negras se forman sobre sedimentos fluviales arenosos o limoarenosos que han evolucionado de un modo especial hacia suelos negros. Topográficamente, como se ha dicho, ocupan los terrenos más llanos y cotas más bajas, esto es, el nivel calizo margoso de la geología sevillana, puesto al descubierto por la intensa erosión finiterciaria; muchas veces restos de lagunas y lagos (Ruiz-Sánchez en Ecija, y otras en Osuna, Fuentes de Andalucía, Las Cabezas de San Juan, Lebrija, etc.).

La topografía, litología e hidrología de los terrenos bajos de la campiña sevillana, proporcionaron condiciones semiterrestres especiales que, en el dominio climático de la región, permitieron la formación de las tierras negras, en las que un humus anmoor clásico pasa lentamente a mull por el progresivo desarrollo de una biología favorable del suelo, protegida por las labores y cultivos.

Las tierras negras de los términos de Ecija y Fuentes de Andalucía son en general de gran espesor, de color muy oscuro, casi negro, textura arcillolimosa, estructura grumosa en superficie y muy compacta e impermeable en horizontes inferiores, en los que aparecen a veces manchas verdosas o grises de suelos gleizados. Son suelos de contenido medio en materia orgánica, con valores del 2 al 3 por 100 que disminuyen notablemente con la profundidad, sin que por ello desaparezca el color oscuro del perfil, lo cual demuestra que éste obedece más que al total de materia orgánica, al contenido en formas reducidas minerales y orgánicas. Son suelos calizos ampliamente saturados de calcio, sobre todo en horizontes superiores, y de pH neutro o moderadamente alcalino.

Dentro de esta gran zona de tierras negras de Ecija y Fuentes de

Andalucía cabe distinguir áreas de topografía más elevada, próximas a terrenos diluviales del Guadalquivir, que corresponden a tierras negras guijarrosas, que poseen subsuelos de gravas fuertemente cementadas por materiales arcillosos, y cantos rodados hasta en superficie. El suelo, mal estructurado y difícil de trabajar, está en parte lavado de carbonatos y el pH comprendido entre 6 y 7.

Las tierras negras de los términos de Marchena, Carmona, Paradadas, El Arahal y Alcalá de Guadaira, presentan algunas variaciones, motivadas por la naturaleza de los sedimentos que intervinieron en su formación. Los suelos comprendidos entre el río Corbones y la carretera a Málaga desde El Arahal, ocupan terrenos ligeramente ondulados y zonas bajas de vega. Son de color gris oscuro y pardo oscuro, estructura grumosa en superficie y compacta en profundidad; textura arcillolimosa y permeabilidad y penetrabilidad medias. A partir de unos 60 centímetros aparecen concreciones de carbonato cálcico en los suelos sobre caliza. En las zonas próximas a las margas amarillentas, aparecen éstas al profundizar.

Las tierras negras a ambos lados del río Guadaira, desde El Arahal al cruce de la carretera de Mairena del Alcor con la general a Málaga, tienen en superficie textura arenosa, estructura grumosa y buena penetrabilidad. Con la profundidad el suelo es normalmente más arcilloso, más compacto y más húmedo. El pH es débilmente alcalino y aumenta con la profundidad. En este sentido crece el contenido en carbonato cálcico, prácticamente nulo en superficie. Son pobres en materia orgánica, aproximadamente 1,5 por 100.

Las tierras negras de los términos de El Coronil, Los Molares, Utrera y áreas reducidas en Lebrija, presentan características de tierras negras en fase de pendiente sobre margas calizas. Muestran perfiles de profundidades variables. El color varía de gris a gris oscuro, dependiendo del grado de humedad y desarrollo del suelo; la estructura es grumosa, de pequeños agregados regulares algo poliédricos.

Estos suelos muestran en lámina delgada color gris pardo con luz incidente y pardo grisáceo con luz reflejada. La materia orgánica, bien descompuesta, es de naturaleza «tirsoide». Se observan numerosos agregados poliédricos, esponjosos, que se agrupan en otros mayores, separados por canalículos vacíos. La textura del suelo es limosa. El hidróxido

de hierro está muy homogéneamente repartido. Existen escasas separaciones limoníticas redondeadas; más abundantes son separaciones de carbonato cálcico. A mayor profundidad el suelo es más calizo, el color más claro, la estructura más compacta. Aparecen algunas manchas y plasma de arcilla de color amarillo claro a más oscuro, poco birrefringentes, de estructura densa. Además son muy abundantes los microfósiles opalinos (espículas de esponjas, radiolarios, diatomeas, etc.).

Por último, las tierras negras de Los Palacios, Utrera y Las Cabezas de San Juan, son de perfiles profundos, arcillosas, de colores muy oscuros y estructura compacta que se acentúa con la profundidad. Son también pobres en materia orgánica, de pH alcalino y contenido variable en carbonatos. Estos terrenos, situados entre suelos salinos y suelos arenosos profundos, están influenciados por ambos en la zona de contacto, por lo que existen pequeñas áreas con cierto contenido en sales, o con mayor proporción de arenas.

Agricultura: las tierras negras andaluzas, que se conocen con el nombre de «tierras de bujeo», son suelos de gran valor agrícola, dedicados fundamentalmente a cereales, leguminosas y algodón.

2. 2. 8. Suelos rojos mediterráneos

Caracteres generales.

Suelos de color rojo, a veces rosado, o rojo intenso, hasta pardo en superficie. Profundidad variable, desde pocos centímetros hasta cerca de un metro. Estructura variable, textura limosa hasta arenosa y permeabilidad y penetrabilidad de raíces de buenas a medias. Poco calizos en superficie, con un horizonte de descalcificación que a veces falta por encontrarse mezclado con la caliza del subsuelo. Desarrollados sobre calizas bastas detríticas, areniscas calizas, calizas tableadas de origen travertínico y margas blanco amarillentas. Son suelos relictos, formados en condiciones climáticas diferentes de las actuales. Muchas veces son sedimentos de suelos o suelos alóctonos.

El hecho de que los suelos rojos mediterráneos del valle bético presenten características tan variables depende en gran parte de la naturale-

za del sedimento subyacente y de la intensidad de los procesos de lavado de la caliza, en relación con los cuales están también los fenómenos de liberación, emigración, cristalización, etc., de óxidos de hierro, aluminio y demás sustancias peptizables.

Distribución.

Los suelos rojos mediterráneos se localizan dentro de la provincia en zonas del Alcor y sur de Dos Hermanas; en el Aljarafe y en términos de Marchena, Osuna, La Roda de Andalucía, Estepa, Herrera y Marinaleda. Además, existen pequeñas áreas cartografiadas en los términos de La Luisiana, Lebrija, La Puebla de Cazalla, etc. Asimismo se han considerado áreas de una variedad pedregosa en los términos de Villanueva del Río y Aznalcóllar.

Descripción.

Como se ha indicado, la naturaleza del material subyacente de estos suelos permite estudiar distintas variaciones de los mismos. Se consideran: Suelos rojos mediterráneos sobre sedimentos detríticos del Alcor y suelos rojos sobre otros sedimentos calizos. Estos pueden, a su vez, dividirse en suelos sobre gredas (suelos rojos del Aljarafe) y suelos sobre sedimentos calizos blanco amarillentos o sobre calizas de travertinos.

2. 2. 8. 1. Suelos rojos del Alcor

Las calizas detríticas del Alcor, constituidas por restos de caparzones de moluscos, son rocas duras, muy porosas y algo frágiles, de color amarillento vivo. Sobre ellas se desarrollan suelos rojos, poco profundos, que dan a toda la comarca una fisonomía propia. La poca profundidad del suelo y su fácil erosionabilidad permite que en la zona norte del Alcor, hacia Carmona, se encuentren continuos afloramientos de la roca madre.

Los terrenos que se estudian están bastante alterados a causa de las labores y de la fácil erosión de los suelos, por lo que es difícil encontrar perfiles naturales. El horizonte A, cuando existe, es muy delgado, suelto y de color pardo rojizo. Lo normal es encontrar el horizonte (B) en superficie. Este horizonte es de color rojo intenso, textura arenosa, con abundante arena gruesa y algo de arcilla; estructura poco densa, algo porosa, formando agregados redondeados que se desmoronan fácilmente. No es calizo en sí, pero muchas veces da reacción de carbonatos a causa de la caliza incluida accidentalmente en la masa del suelo, procedente de la fragmentación de la roca madre, que normalmente aparece a menos de 50 cm. de profundidad. La roca más o menos meteorizada contrasta fuertemente con el color rojo del horizonte (B) del suelo. Sobre el amarillo de la roca poco alterada destacan algunas vetas calizas blancas, sueltas y deleznales.

En lámina delgada algunos suelos del Alcor presentan microestructura de agregados muy irregulares y muy desarrollados, propios de una tierra roja. Los agregados muestran estructura de microesponja, son de gran diversidad de formas y además estables, a pesar de la textura arenosa del suelo. La caliza del horizonte superior es principalmente de recristalización por lavado ascendente. En otros casos se trata de trozos pequeños, muy alterados, de la misma roca subyacente.

Estos suelos son muy pobres en materia orgánica, no llegando al 1 por 100. El contenido en calcio asimilable es igualmente bajo, pero el pH se mantiene por encima de la neutralidad.

Suelos muy ligeros, se dedican a la producción de frutales (naranjos, membrillos, etc.) y plantas de huerta, existiendo también áreas de olivos, eucaliptos y pinos.

2. 2. 8. 2. Suelos rojos del Aljarafe

Suelos de color rojo o pardo rojizo, de textura arenosa fina o arenolimsa, estructura granular, fácilmente desmoronable; con buena permeabilidad y penetrabilidad de raíces. Con la profundidad el suelo se hace más compacto y más rojo. Muestra concreciones calizas de lavado (horizonte B/Ca) y trozos del sedimento calizo (horizonte (B/C) que

aumentan con la profundidad, hasta llegar a la caliza, normalmente greda de color blanco amarillento. El suelo está lavado de caliza en los horizontes superiores, y el contenido en cal, cuando existe, se debe a enriquecimiento secundario. Poseen escasa materia orgánica y pH alcalino.

Los suelos rojos del Aljarafe están, por lo general, muy erosionados. En algunos sitios la completa eliminación del suelo rojo dejó al descubierto la roca caliza gredosa, que ha sufrido nueva edafización hasta constituir áreas considerables de serosem, suelo climax de la región sobre estos sedimentos.

Agricultura: viña, olivar, naranjos, frutales.

2. 2. 8. 3. Suelos rojos mediterráneos sobre otras calizas

En el resto de suelos rojos mediterráneos de la provincia existe una gran diversidad de formas que se caracterizan fundamentalmente por su profundidad.

Suelos rojos superficiales, o poco profundos, se encuentran en la gran mancha que va desde La Roda de Andalucía hasta Marinalda y en zonas próximas a Osuna, siendo éstos los más erosionados. En general son de color rojo, rojizo claro, hasta rosáceo; textura arenoarcillosa y estructura grumosa, desmoronable. Muy calizos, con afloramientos frecuentes de trozos de caliza blanca a causa de las labores. A profundidades de 30 ó 40 cm. se encuentra la roca madre, caliza dura de color blanco o blanco amarillento, muchas veces de naturaleza travertínica.

Existen áreas con predominio de suelos más profundos en la parte norte del término de Osuna y Marchena. Otras áreas en Dos Hermanas y Alcalá de Guadaira y diversas manchas pequeñas en Carmona, La Luisiana, Ecija, Lebrija, etc. Estos suelos son en su mayoría de color rojo intenso. Presentan, cuando no se ha destruido por las labores, un pequeño horizonte A de color pardo rojizo, de textura limosa o limoarenosa, estructura grumosa y buena permeabilidad. Siempre existe caliza, aunque en pequeña proporción. A continuación se encuentra un horizonte (B) que muestra el color propio del suelo, rojo intenso, textura limosa o limoarcillosa, algo compacto, normalmente descalcificado y de cortes lustrosos. La profundidad de este horizonte no suele pasar de 50

ó 60 cm. A medida que se profundiza, el color del suelo se aclara, aumentando el contenido en caliza (horizonte B/C), hasta la masa gredosa deleznable teñida por infiltraciones del horizonte rojo.

Son suelos de buen drenaje; físicamente bien constituidos. El pH es alcalino, casi neutro. La alta saturación en calcio beneficia la estructura.

Por ser de mayor profundidad, admiten, mejor que los anteriores, cultivos de cereales y leguminosas, pero su explotación tradicional sigue siendo el olivar.

2. 2. 9. Lehm margoso bético

Caracteres generales.

Suelos de color pardo-amarillento-oliva, de textura arcillosa o arcillolimosas; estructura grumosa poliédrica en superficie, compacta y prismática irregular con la profundidad. Son de muy mala permeabilidad y extraordinariamente plásticos y densos en estado húmedo. Presentan horizontes profundos pseudogleizados. Tienen escaso contenido en materia orgánica, pH alcalino y cantidades variables de carbonato cálcico. Suelos de cortes lustrosos, difíciles de trabajar y de perfiles profundos, organizados sobre sedimentos arcillosos calizos amarillentos del terciario bético.

Distribución.

La geografía del lehm margoso coincide con la de las margas amarillentas del mioceno bético. Estos suelos se sitúan en terrenos de colinas suaves y zonas bajas moduladas o creadas por la erosión de los ríos Guadamar, Rivera de Huelva, Viar, Salado del Guadaira, Corbones, arroyo de Agualora, Madre de Fuentes y Genil, que atraviesan las principales zonas de lehm margoso bético. Por este motivo estos suelos y sedimentos intervienen en la génesis de otros alóctonos de la provincia.

Descripción.

Realmente el lehm margoso bético sevillano presenta pocas variaciones, por lo que siempre difiere poco de las características generales citadas. No obstante, pueden observarse algunas diferencias entre los de las zonas del Aljarafe, del Alcor y de las campiñas de La Luisiana y Ecija.

El lehm margoso del Aljarafe es, en general, de textura arcillolimosas y estructura superficial algo mejorada por los cultivos y por las areniscas del tramo superior del mioceno de la región. En las zonas bajas del Alcor los fenómenos de tirsificación, que parecen ocurrir preferentemente en suelos sobre calizas margosas, permiten la evolución hacia tierras negras por empardecimiento del lehm. En La Campana, las arenas y, sobre todo, las gravas diluviales del Guadalquivir, que dificultan en parte el laboreo normal del suelo, han modificado la textura y estructura del lehm margoso bético, haciéndolo extraordinariamente compacto en superficie. Fenómenos análogos se observan en otros suelos de terrazas diluviales, en los que un esqueleto arenoso permitió la emigración de la arcilla plástica móvil, lavado de carbonatos y eliminación de óxidos de hierro, manganeso, etc., e incluso las formaciones de concreciones ferruginosas de lehm. En Ecija, algunos lehms margosos presentan claramente fenómenos de gleyzación.

Estudios de lehm margoso bético en láminas delgadas, muestran que en los horizontes superiores la estructura compacta del perfil se ha mejorado, debido a la acción de lombrices, de las labores y de los cultivos. Estos horizontes tienen microestructura de esponja con agregados en forma de tubérculos, en los que no existe tendencia a la desintegración. Se aprecia también en lámina delgada que la textura arcillolimosas, el escaso lavado y el contenido en carbonatos de estos suelos no han permitido la emigración de arcilla plástica.

Agricultura: principalmente cereales, leguminosas y algodón. En regadío: cereales y algodón.

2. 2. 10. Mineralogía de los suelos del valle bético

Los suelos del valle bético, tan variados por su génesis, grado

de desarrollo, evolución, etc., muestran, asimismo, diferencias apreciables en cuanto a composición química, mineralogía, micromorfología, etc.

En términos generales, la naturaleza de la arcilla de estos suelos refleja, una vez más, la influencia que en ellos ejerce el material de la región. Puede decirse que, como corresponde al carácter sedimentario marino de la litología del valle, las arcillas son predominantemente illitas en diversos estados de alteración y evolución, según indican numerosas determinaciones de análisis químico, térmico diferencial, rayos X, microscopía electrónica, etc. A la illita acompaña cierta proporción de montmorillonita y montmorillonoides, juntamente con caolinita, algunas cloritas y rara vez atapulgita, además de otros minerales no propios de la arcilla, tales como carbonatos, cuarzo, sílice hidratada, óxidos de hierro, de aluminio y de manganeso, etc., de tamaño inferior a dos micras.

A pesar del carácter general illítico, el estudio detallado de arcillas de diversos tipos de suelos permite observar ciertas diferencias. En las tierras negras andaluzas, los procesos especiales que dieron lugar a su formación causaron la evolución de las illitas hacia formas pobres en potasio, con gran capacidad de hidratación, y de cambio de bases. Estas formas de illitas son próximas a montmorillonita y otros montmorillonoides. Debido a la naturaleza de sus arcillas y a la textura arcillolimososa del suelo, las tierras negras andaluzas tienen alta capacidad de cambio de bases, buena retención de elementos fertilizantes, elevada capacidad de retención de agua, etc.

Las arcillas de los suelos rojos mediterráneos se apartan algo de esta especial evolución. La mayor permeabilidad de los mismos (textura arenolimososa), el sustrato calizo (menos margoso, más poroso) y sobre todo su especial génesis en condiciones climáticas (suelos relictos) y topográficas distintas (mayor lavado y erosión), permitieron la formación de más caolinita y más óxidos metálicos y cuarzo residual en las fracciones finas, que, no obstante, son también fundamentalmente illíticas.

Las arcillas de serosem, xerorrendsinas y lehm margoso bético tienen naturaleza próxima a las de tierras negras. Los minerales fundamentales son illita más o menos alterada, poca montmorillonita y menos caolinita. Contienen además algún óxido de hierro, muchos carbonatos y sílice.

Las arcillas de suelos de vega aluvial, de suelos de terrazas, suelos salinos y otros suelos transportados, se asemejan algo más a las de suelos rojos mediterráneos, bien por tratarse en parte de sedimentos de estos suelos, o de otros (lehms pardos y rojos) con cierto importante grado de desarrollo. Las arcillas de los suelos aluviales, diluviales y salinos, contienen, pues, illitas, illitas alteradas, montmorillonita y cantidades apreciables de caolinita, cloritas y óxidos metálicos.

Se ha realizado también el estudio de fracciones medias (limos) de algunos suelos del valle. Los resultados muestran que en estas fracciones (2 a 20 micras de diámetro) disminuye, con respecto a la arcilla, la proporción de caolinita y montmorillonita, mientras que aumentan illitas menos alteradas, illitas, micas diversas, cloritas, y sobre todo cuarzo y carbonatos. Además, en muchos suelos —principalmente xerorrendsinas— abunda la sílice hidratada (ópalo), de origen diverso.

Por último, la investigación de fracciones gruesas (arenas) de suelos del valle aporta considerable luz sobre numerosos problemas de génesis de suelos, relaciones suelo-roca subyacente, geografía de suelos, reserva de microelementos esenciales, origen de sedimento, etc.

Otras investigaciones especiales realizadas son estudios microscópicos en láminas delgadas de suelos y sedimentos del valle.

Estos trabajos se han tenido en cuenta para la clasificación, estudios de estructura, biología, mineralogía, génesis y desarrollo, etc., de los suelos comentados.

A continuación se describen algunos perfiles típicos de suelos del valle bético y se exponen en tablas los datos analíticos correspondientes.

2. 2. II. Perfiles y datos analíticos

PERFIL V

Localidad. Cantillana.
 Situación. Finca «San José».
 Altitud. Menos de 20 m.
 Topografía. Llana.
 Vegetación. Gramíneas, crucíferas, etc.
 Agricultura Naranja.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Aluvial.
 Tipo de suelo. Vega aluvial.

Horizonte	Prof. Cm.	DESCRIPCION
A ₁	0-25	Pardo claro (10 YR 6/3); textura limoarenosa, estructura de grumos pequeños redondeados, porosidad buena, penetrabilidad y aireación medias. Calizo.
A ₂	25-50	Igual color y textura, algo más húmedo, estructura menos grumosa; penetrabilidad y aireación medias. Calizo.
(B ₁)	50-75	Color algo más oscuro (10 YR 4/3); más húmedo, igual textura, estructura más compacta, porosidad y penetrabilidad medias. Calizo.
(B ₂)	75-120	Algo más oscuro y húmedo, igual textura, estructura suelta, con buena porosidad y penetrabilidad. Calizo.

PERFIL VI

Localidad. La Rinconada.
 Situación. Finca «Majaloba» (carretera San Jerónimo-La Rinconada).
 Altitud. Menos de 20 m.
 Topografía. Llana.
 Vegetación. Gramíneas, crucíferas.
 Agricultura Algodón.
 Drenaje. Medio.
 Geología. Diluvial.
 Tipo de suelo. Vega de lehm rojo.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A	0-20	Pardo rojizo claro (10 YR 4/3); textura arenolimosas; estructura granular; penetrabilidad de raíces, aireación y permeabilidad medianas. Calizo.
B	20-80	Rojo (5 YR 4/4); textura limoarenosa que enseguida pasa a limosa; estructura compacta granular o poliédrica subangular; mala penetrabilidad, aireación y permeabilidad. Débilmente calizo.
B/Ca	80	Rojo más claro (7,5 YR 5/4); textura arcillolimosas; estructura algo menos compacta que en el horizonte anterior; con concreciones muy abundantes de carbonato cálcico que aumentan con la profundidad.

PERFIL VII

Localidad. Fuentes de Andalucía.
 Situación. Finca «San Francisco Javier».
 Altitud. 160 m.
 Topografía. Llana.
 Vegetación. Gramíneas, crucíferas, etc.
 Agricultura Olivar.
 Drenaje. De medio a malo.
 Geología. Diluvial.
 Tipo de suelo. Vega de lehm pardo.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A ₁	0-15	Pardo amarillento (10 YR 6/4) en estado seco y pardo amarillento (10 YR 5/4) cuando húmedo; textura arenosa; estructura suelta formando terrones fácilmente desmoronables; buena penetrabilidad de raíces y buena aireación. No calizo.
B	15-75	Pardo amarillento (10 YR 5/6); textura limoarcillosa con algo de arena y gravillas; estructura poliédrica compacta, de agregados grandes angulosos, de fractura concoidea y brillo céreo, que se endurecen al secarse; buena retención de humedad; escasa penetrabilidad de raíces; mala aireación y permeabilidad; frecuentes manchas o concreciones oscuras ferruginosas. No calizo.
B/Ca	75	En general, iguales características que los anteriores, pero con abundantes concreciones y vetas calizas blancas, deleznales, que aumentan en profundidad, haciéndose el suelo menos compacto.

PERFIL VIII

Localidad. Carmona.
 Situación. Finca «San José» (a 2 Km. estación Los Rosales).
 Altitud. 60 m.
 Topografía. Llana.
 Vegetación. Gramíneas, crucíferas.
 Agricultura Olivar
 Drenaje. Bueno hasta 20 cms.
 Geología. Diluvial.
 Tipo de suelo. Vega pedregosa de lehm pardo.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A	0-15	Pardo amarillento; textura arenosa, con gravilla y alguna grava en superficie; estructura suelta; buena penetrabilidad de raíces y buena aireación. No calizo.
B	15-40	Amarillento; textura arenoarcillosa, con gravilla y algunas manchas oscuras de óxido de hierro; estructura compacta; mala penetrabilidad, mala aireación y escasa permeabilidad. No calizo.
D	40-60	Capa de gravas cementadas con el suelo anterior. Débilmente calizo.

PERFIL IX

Localidad. Fuentes de Andalucía.
 Situación. Finca «San Francisco Javier».
 Altitud. 160 m.
 Topografía. Llana.
 Vegetación. Gramíneas, compuestas, etc.
 Agricultura Pastos.
 Drenaje. Malo.
 Geología. Diluvial.
 Tipo de suelo. . . . «Knick-Marsch» (suelo anmooriforme).

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A ₁	0-10	Pardo oscuro (10 YR 4/2); textura arenosa, estructura algo grumosa, buena aireación, con buena biología (lombrices), rico en materia orgánica. No calizo.
A ₂	10-15	Pardo muy claro (10 YR 7/3); textura arenosa, estructura suelta, con alguna gravilla, buena aireación; manchas ocre y rojizas de óxido de hierro.
G	15-20	Color gris azulado (5 Y 6/1); textura arcilloarenosa, estructura compacta, algo pegajoso y plástico, muy mala aireación y mala penetrabilidad de raíces. No calizo; manchas abundantes de óxidos ocre.
G	20-150	Gris azulado (5 Y 6/1) más uniforme; textura arcillolimosa; estructura muy compacta, plástico en estado húmedo, duro al secarse; con algunas manchas de óxidos ocre; mala aireación.
Ca	150	Iguals características generales al horizonte anterior, pero con vetas blancas de carbonato cálcico deleznable.

PERFIL X

Localidad. Lebrija.
 Situación. A 100 m. del Km. 11,5 en la carretera Lebrija-Trebujena.
 Altitud. Menos de 20 m.
 Topografía. Muy llana.
 Vegetación. Quenopodiáceas y otras plantas salinas.
 Agricultura Pastos.
 Drenaje. Muy malo.
 Geología. Aluvial.
 Tipo de suelo. . . . Gley-solonchack-calizo.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A ₁	0-20	Pardo gris claro; textura limosa, estructura compacta, en estado húmedo algo migajosa, de agregados muy finos, mala penetrabilidad y permeabilidad. Calizo.
A ₂	20-30	Con las mismas características que el anterior, pero sin raíces y bastante más compacto.
G	30-100	Pardo amarillento; textura arcillosa, estructura muy compacta e impermeable para las raíces, con numerosas manchas rojizas de hidróxido de hierro; cortes brillantes y lustrosos.

PERFIL XI

Localidad. . . . Villamanrique de la Condesa.
 Situación. . . . A 2 Km. hacia el sur.
 Altitud. . . . 22 m.
 Topografía. . . Llana.
 Vegetación. . . Pinos, Cistáceas, Gramíneas, Erica y Calluna.
 Agricultura . . Pinar.
 Drenaje. . . . Bueno en los primeros horizontes.
 Geología. . . . Diluvial.
 Tipo de suelo. . Arenas podsólicas de pseudogley.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A E	0-30	Pardo muy claro (10 YR 8/4); textura arenosa, estructura muy suelta, sin formación de agregados estables, con predominio de arena gruesa y gravilla; aireación y penetrabilidad de raíces buena. No calizo.
B	30-60	Amarillento claro (2,5 Y 7/4); textura arenosa, algo más apelmazado y ligeramente húmedo. No calizo.
G	60-80	Color heterogéneo, con manchas rojas y grisáceo-verdosas; textura arcilloarenosa, estructura compacta; con mala penetrabilidad de raíces y mala aireación. No calizo.
	80	Rojo, cementado con gravilla teñida de color amarillento; textura limosa, estructura compacta; mala aireación y permeabilidad. No calizo.

PERFIL XII

Localidad. . . . Lebrija.
 Situación. . . . En carretera Madrid-Cádiz a 1,5 Km. de El Cuervo.
 Altitud. . . . 60 m.
 Topografía. . . Llana.
 Vegetación. . . Gramíneas, compuestas, crucíferas y euforbiáceas.
 Agricultura . . . Olivar.
 Drenaje. . . . Bueno.
 Geología. . . . Oligoceno.
 Tipo de suelo. . Xerorrendisina.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A	0-25	Pardo grisáceo oscuro; textura arenolimosa; estructura suelta con buena permeabilidad y penetrabilidad de raíces. Gran actividad biológica. Calizo.
A/C	25-35	Pardo grisáceo; textura arenolimosa; estructura suelta; buena permeabilidad y penetrabilidad de raíces. Muy calizo.
C	35—	Claro amarillento. Roca caliza descompuesta.

PERFIL XIII

Localidad. Herrera.
 Situación. Finca «Santa Teresa».
 Altitud. 270 m.
 Topografía. Inclinación oeste.
 Vegetación. Escasa, de gramíneas.
 Agricultura. Olivar.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Eoceno inferior.
 Tipo de suelo. Serozem.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A	0-20	Pardo grisáceo; textura limoarcillosa; estructura suelta; buena penetrabilidad de raíces, buena aireación y permeabilidad. Muy calizo.
A/C	20-40	Pardo claro; textura limoarenosa; estructura muy suelta; buena penetrabilidad de raíces, buena aireación y permeabilidad. Muy calizo, con trozos de caliza grisácea algo meteorizada.
C	40-120	Caliza blanca, deleznable, suelta.

PERFIL XIV

Localidad. Castilleja del Campo.
 Situación. Salida de Castilleja hacia Carrión de los Céspedes.
 Altitud. 140 m.
 Topografía. Suavemente ondulada.
 Vegetación. Gramíneas.
 Agricultura. Olivar y viñas.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Plioceno.
 Tipo de suelo. Serozem arenoso.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A	0-35	Pardo claro (10 YR 6/3); textura arenosa fina, estructura de agregados porosos fácilmente desmoronables, con buena penetrabilidad de raíces y buena aireación. Calizo.
A/C	35-200	Amarillento claro (2,5 Y 8/4); textura limoarenosa, estructura suelta, con formación de agregados de fractura concoidea que se deshacen fácilmente. Buena aireación y penetrabilidad de raíces. Muy calizo.
C	200-	Arenisca caliza amarillenta (2,5 Y 8/4), con agrietamiento vertical.

PERFIL XV

Localidad. Utrera.
 Situación. Km. 3 de la carretera a El Coronil.
 Altitud. 60 m.
 Topografía. Corte profundo en terreno suavemente ondulado.
 Vegetación. Gramíneas.
 Agricultura Cereales.
 Drenaje. De bueno a medio.
 Geología. Mioceno.
 Tipo de suelo. . . . Tierra negra andaluza (fase de pendiente).

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A	0-30	Pardo gris ceniza (5 Y 6/1) en estado seco, y gris oscuro en estado húmedo; textura arcillolimsa, estructura poliédrica irregular, algo migajosa cuando húmedo; agrietado profundamente, dando terrones fácilmente desmoronables. Muy calizo.
C	30-150	Caliza margosa blancoamarillenta, cuarteada en bloques angulosos.

PERFIL XVI

Localidad. El Arahal.
 Situación. Carretera Sevilla-Málaga, 100 m. después del empalme de Utrera.
 Altitud. 80 m.
 Topografía. Llana.
 Vegetación. Gramíneas, compuestas, «palmitos», etc.
 Agricultura Suelo virgen.
 Drenaje. Medio.
 Geología. Oligoceno.
 Tipo de suelo. . . . Tierra negra andaluza.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A ₁	0-40	Grisáceo oscuro (10 YR 3/2); textura arenoarcillosa; estructura suelta; buena permeabilidad y penetrabilidad de raíces. Algo calizo.
A ₂	40-90	Gris oscuro (10 YR 4/1); textura arenoarcillosa; estructura algo compacta; permeabilidad y penetración medias. Calizo.
C	90-140	Roca caliza blanca.

PERFIL XVII

Localidad. Alcalá de Guadaira.
 Situación. Km. 2 carretera a Dos Hermanas.
 Altitud. 50 m.
 Topografía. Suavemente inclinada.
 Vegetación. Gramíneas.
 Agricultura Cereal y olivar.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Mioceno marino.
 Tipo de suelo. Suelo rojo mediterráneo (terra rossa del Alcor).

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A/(B)	0-45	Rojo (2,5 YR 4/6); textura arenosa, estructura poliédrica subangular desmoronable, algo apelmazado, formando terrones poco densos, muy porosos, con abundantes conductos y canales. uros de la fauna del suelo, buena actividad biológica; buena aireación y penetrabilidad de raíces. No calizo.
C	45	Caliza detrítica de color amarillento; muy porosa, con superficie rugosa, dura. Constituida fundamentalmente por fragmentos de conchas y caparazones de moluscos, granos de cuarzo rodados, restos de arcilla, sílice, etc.

PERFIL XVIII

Localidad. Pilas.
 Situación. Km. 26,5 carretera Pilas-Villamanrique.
 Altitud. 60 m.
 Topografía. Levemente ondulada.
 Vegetación. Gramíneas.
 Agricultura Olivar.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Mioceno.
 Tipo de suelo. Suelo rojo mediterráneo (terra rossa del Aljarafe).

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
A/(B)	0-25	Pardo rojizo (5 YR 4/4); textura arenoarcillosa de arenas gruesas, estructura granular, con buena penetrabilidad de raíces, buena aireación.
(B)	25-60	Rojo más intenso (5 YR 4/6); textura arenoarcillosa, estructura más compacta pero sin endurecimiento, formando terrones migajosos; buena biología de lombrices, buena aireación y permeabilidad. Calizo, con concreciones calizas.
(B)-C	60-90	Más claro, rojizo amarillento (7,5 YR 7/6); textura limoarenosa, estructura más suelta. Muy calizo.
	90-100	Greda blanca amarillenta, con manchas blancas; deleznable.

PERFIL XIX

Localidad. Alcalá de Guadaira.
 Situación. Finca «Mateo Pablo».
 Altitud. 60 m.
 Topografía. Llana.
 Vegetación. Gramíneas.
 Agricultura Olivar.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Mioceno.
 Tipo de suelo. Suelo rojo mediterráneo.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
Ap	0-30	Rojo amarillento (5 YR 5/8); textura arenosa, estructura suelta, formando terrones fácilmente desmoronables; buena permeabilidad; buena penetrabilidad de raíces y buena aireación. No calizo o débilmente calizo.
(B)	30-65	Rojo fuerte (2,5 YR 3/6); textura arcilloarenosa, estructura compacta con fractura poliédrica, cortes lustrosos; algo poroso, con raicillas; permeabilidad escasa, penetrabilidad media.
(B)-C	65-120	Rojizo más claro (5 YR 6/8) textura limoarcillosa, estructura granular, más suelta con la profundidad. Con abundantes puntos de caliza blanca.

PERFIL XX

Localidad. Carmona.
 Situación. Finca «Santa Clara».
 Altitud. 80 m.
 Topografía. Ligeramente inclinada.
 Vegetación. Gramíneas, compuestas, etc.
 Agricultura Algodón.
 Drenaje. Deficiente.
 Geología. Mioceno.
 Tipo de suelo. Lehm margoso bético.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCION
Ap	0-30	Pardo amarillento (5Y 6/3); textura arcillolimoso; estructura grumosa con buena aireación y penetrabilidad de raíces, mejorada por las labores; permeabilidad media. Calizo.
(B)	30-80	Verde oliva (5Y 5/3); textura arcillolimoso; estructura poliédrica compacta, con cortes lustrosos; mala penetrabilidad, aireación y permeabilidad. Calizo, con puntos de carbonato cálcico.
(B)-C	80-120	Color prácticamente igual al anterior horizonte; aparecen manchas o vetas calizas amarillentas que aumentan con la profundidad; textura arcillosa; estructura compacta.

TABLA VI

Datos analíticos de perfiles de suelos del valle bético

Per- fil	TIPO DE SUELO	Prof. cm.	pH		CO ₂ Ca %	M.O. %	C %	N %	C/N	Ca mg 100 gr	ANÁLISIS MECÁNICO				
			H ₂ O	ClK							Hume- dad %	Ar. gruesa %	Ar. fina %	Limo %	Arcilla %
V	Vega aluvial.	0-25	7,80	—	25,50	1,21	0,70	0,07	10,0	233	3,37	1,88	41,73	34,40	21,60
		25-50	7,10	—	28,00	0,69	0,40	0,05	8,0	221	3,63	1,47	34,40	30,20	32,30
		50-75	8,10	—	25,10	0,43	0,25	0,03	8,3	218	0,51	4,52	44,00	14,30	35,80
		75-100	7,90	—	23,50	0,62	0,36	0,04	9,0	209	3,86	0,89	48,34	30,40	18,70
VI	Vega de lehm rojo calizo.	0-20	7,80	7,00	11,31	1,34	0,78	0,07	11,1	490	2,47	15,78	40,26	18,80	24,50
		20-80	7,55	6,50	12,50	0,52	0,30	0,05	6,0	—	3,76	7,61	35,22	22,90	35,60
		80-100	7,60	6,70	6,94	0,29	0,17	0,04	4,2	—	2,89	6,46	22,88	30,20	41,30
VII	Vega de lehm pardo.	0-15	6,70	5,80	0,00	0,40	0,23	0,02	11,5	132	1,53	56,27	24,62	2,60	17,20
		15-75	6,80	6,00	0,00	—	—	—	—	—	6,40	33,91	23,27	2,20	42,70
VIII	Vega pedregosa de lehm pardo.	75-40-60	7,80	7,20	6,50	—	—	—	—	—	7,10	24,94	26,74	3,70	45,30
		0-15	6,20	5,70	0,48	0,38	0,22	0,03	7,3	—	0,38	46,47	41,47	4,58	8,50
		15-40	5,90	5,10	1,10	—	—	—	—	—	1,29	28,07	38,67	10,60	26,38
IX	Suelos anmooriformes (Knick Marsch).	40-60	7,00	6,12	8,50	—	—	—	—	—	2,08	20,90	23,97	16,33	38,40
		0-10	6,00	5,20	0,00	2,29	1,33	0,09	14,7	67	2,10	51,82	25,20	20,00	2,50
		10-15	5,70	4,80	0,00	0,72	0,42	0,03	14,0	57	0,72	78,71	11,12	1,10	9,10
		15-20	7,50	6,80	0,00	—	—	—	—	—	5,34	44,48	18,61	1,00	38,20
		20-150	7,20	8,10	0,00	—	—	—	—	—	9,65	18,05	16,72	5,40	61,40

TABLA VI (CONTINUACIÓN)

Per- fil	TIPO DE SUELO	Prof. cm.	pH		CO ₂ Ca %	M.O. %	C %	N %	C/N	Ca mg 100 gr	ANÁLISIS MECÁNICO				
			H ₂ O	ClK							Hume- dad %	Ar. gruesa %	Ar. fina %	Limo %	Arcilla %
X	Suelos salinos: Solonchack calizo.	0-20	7,90	—	20,80	2,10	1,25	0,12	10,40	—	—	0,40	18,00	12,20	48,60
		20-30	7,60	—	18,50	1,20	0,72	0,10	7,20	—	—	0,50	17,90	36,80	41,30
		30-100	7,30	—	10,70	1,30	0,80	0,09	8,80	—	—	0,40	5,50	27,30	54,60
XI	Arenas podsólicas.	0-30	7,75	6,50	0,00	0,41	0,24	0,02	12,00	450	0,35	69,44	21,27	3,20	7,30
		30-60	7,95	6,50	0,00	0,14	0,08	0,02	4,00	450	0,44	58,24	26,77	7,00	8,50
		60-80	7,40	6,40	0,00	—	—	—	—	—	4,12	36,30	21,85	3,70	33,10
XII	Xerorrendina.	0-25	7,90	—	25,50	1,98	1,15	0,20	5,2	6.800	—	37,40	20,00	3,20	12,00
		25-35	7,80	—	56,00	0,50	0,29	0,11	2,6	—	—	21,80	19,60	—	—
		35-100	7,90	—	74,70	0,74	0,43	0,06	7,1	—	—	17,20	36,00	—	—
XIII	Serosem.	0-20	7,62	6,80	49,20	1,74	1,01	0,10	10,1	1.600	3,95	5,47	25,20	35,20	36,00
		20-40	7,62	6,70	47,00	—	—	—	—	—	3,77	5,43	41,15	26,40	29,60
		40-120	7,60	6,70	43,40	—	—	—	—	—	3,41	10,31	41,40	19,50	31,70
XIV	Serosem arenoso.	0-35	7,85	6,80	17,00	2,65	1,54	0,14	11,0	240	2,64	1,56	55,95	18,10	24,00
		35-200	8,00	7,00	50,90	0,90	0,52	0,05	10,4	1.200	2,76	1,73	31,51	33,00	33,80
XV	Tierra negra andaluza.	0-30	7,80	6,65	36,11	1,76	1,02	0,09	11,3	450	6,58	1,64	9,35	39,00	50,00
		30-150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLA VI (CONCLUSIÓN)

Per- fil	TIPO DE SUELO	Prof. cm.	pH		CO ₂ Ca %	M.O. %	C %	N %	C/N	Ca mg 100 gr	ANÁLISIS MECÁNICO				
			H ₂ O	ClK							Hume- dad %	Ar. gruesa %	Ar. fina %	Limo %	Arcilla %
XVI	Tierra negra anda- luza profunda.	0-40 40-60 90-140	7,70 8,20 7,85	6,58 6,95 7,92	0,00 2,40 59,80	1,00 1,03 —	0,58 0,60 —	0,06 0,07 —	9,6 8,5 —	600 500 —	1,13 4,05 2,05	50,39 36,31 17,78	31,88 26,88 10,21	3,05 16,78 19,75	15,12 19,75 38,82
XVII	Suelos rojos medi- terráneos del Al- cor.	0-50 50-	7,80	6,70	0,09	0,45	0,28	0,03	8,6	450	1,69	63,01	16,33	1,10	20,70
XVIII	Suelos rojos medi- terráneos del Al- jarafe.	0-25 25-60 60-90	8,00 8,00 7,65	6,70 7,10 7,00	12,70 8,60 32,00	2,03 2,06 —	1,18 1,20 —	0,10 0,11 —	11,8 10,9 —	800 450 —	2,39 3,75 3,13	17,17 5,60 4,65	47,35 52,83 44,24	6,70 16,80 31,70	29,10 26,10 21,20
XIX	Suelos rojos medi- terráneos.	0-30 30-65 65-110	7,85 7,40 7,60	7,05 6,75 6,90	0,00 0,00 65,70	0,98 0,98 —	0,57 0,57 —	0,04 0,06 —	14,2 9,5 —	240 320 —	2,22 6,74 3,05	6,51 4,61 8,31	72,39 46,15 21,16	2,70 3,20 45,30	19,50 45,70 6,70
XX	Lehm margoso bé- tico.	0-30 30-80 80-120	7,85 7,90 7,95	6,85 6,85 6,95	11,10 10,70 13,20	1,24 — —	0,72 — —	0,08 — —	9,0 — —	900 — —	6,55 8,10 6,35	1,34 1,42 6,67	13,51 9,25 10,81	29,40 40,40 23,00	55,00 47,30 60,20

TABLA VII

Capacidad de cambio de bases de algunos perfiles de suelos del valle bético.
(meg/100 gr.)

Perfil	TIPO DE SUELO	Prof. cm.	C.C.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
X	Solonchack calizo.	0-20	40,00	—	—	7,50	3,00
		20-30	34,00	—	—	6,20	2,30
		30-100	22,00	9,80	—	6,50	2,40
XI	Arenas podsólicas.	0-30	3,70	2,50	0,85	0,12	1,35
		30-60	2,20	1,65	0,00	0,15	0,35
XII	Xerorrendina.	0-25	8,50	6,80	—	1,50	0,30
		25-35	7,80	—	—	1,00	0,20
		35-100	4,50	—	—	0,50	0,20
XIV	Serosen arenoso.	0-35	8,40	7,15	0,00	0,17	1,00
		35-200	7,93	—	—	—	—
XV	Tierra negra andaluza.	0-30	17,38	—	—	—	—
XVII	Suelo rojo mediterráneo del Alcor.	0-50	4,27	3,15	0,45	0,15	0,50
XVIII	Suelo rojo mediterráneo del Aljarafe.	0-25	4,88	2,50	0,85	0,12	1,35
		25-60	11,13	8,40	1,20	0,80	0,70

2. 3. Suelos de la zona Sur sub-bética

La tercera y última región natural, cuyos suelos se estudian en este trabajo es la constituida por las estribaciones de la serranía sub-bética, pequeña orla de serratas que ocupa la zona sur de la provincia en los límites con Cádiz y Málaga.

Como se indicó en otro lugar, esta orla meridional sevillana es una pequeña porción de un país complejo por su estratigrafía, tectónica, litología y topografía, que contrasta grandemente con el valle terciario y cuaternario.

A esta realidad geológico-topográfica del sur de la provincia co-

responde una edafología compleja de litosuelos calizos con relictos de terra rossa y terra fusca y toda una gama de suelos sobre margas triásicas: litosuelos de yesos, serosem del triás y suelos margosos profundos. De acuerdo con los suelos, la agricultura de la región es, en general, de olivar y cereales de escaso o mediano rendimiento, así como monte bajo pobre en pastos.

2. 3. 1. Litosuelos de calizas mesozoicas con relictos aislados de terra rossa

Caracteres generales.

Áreas rocosas de topografía accidentada con cortes abruptos, en las que no existe desarrollo alguno de suelo. Solo en las zonas de pendientes menos bruscas se forma algún suelo superficial que se encuentra sometido a fuerte erosión. Ocupando depresiones del relieve y rellenando grietas y hendiduras de rocas existen, además, suelos de carácter relicto. Cuando tienen color rojo vivo o pardo rojizo se consideran como terras rossas, que son los que con más frecuencia se presentan. También se encuentran aisladamente algunos reductos de terra fusca, de color ocre amarillento o pardo amarillento rojizo. Las rendzinas son aún de más difícil localización en estos litosuelos.

Distribución.

Se han cartografiado con esta denominación diversas áreas aisladas del sur de la provincia, fundamentalmente entre Estepa y Montellano. Constituyen las partes más elevadas y abruptas de los terrenos mesozoicos.

Descripción.

Los relictos de terra rossa son de escasa profundidad. Presentan color rojo a pardo rojizo, horizonte A de unos 5-10 cm. de espesor en

las zonas en que se forma suelo por efectos de una vegetación de matorral; con capa de humus de color pardo o pardo rojizo. El horizonte (B) es de profundidad variable, dependiendo de la potencia del relleno; muestra el color rojizo propio del suelo, está desprovisto de carbonato cálcico y es bastante erosionable. Su estructura es algo poliédrica y la textura variable, generalmente limosa. Puesto que el suelo está sometido a una fuerte transposición, yace casi siempre sin horizonte de tránsito sobre la roca madre, caliza generalmente del Jurásico o Liásico.

Además de estos suelos existen áreas muy aisladas en las que el material de relleno corresponde a terra fusca, de color más o menos ocre o pardo amarillento hacia el rojo. Presentan una marcada terrificación y no poseen carbonato cálcico en la masa del suelo. Se aprecian bien en puntos aislados de la Sierra del Tablón (Pruna).

2. 3. 2. Suelos de margas abigarradas y yesos triásicos

Caracteres generales.

Con esta denominación se consideran suelos diversos con el carácter común de estar formados sobre margas de colores abigarrados ricos en yesos. Son suelos que muestran perfiles de profundidad variable, desde muy potentes hasta esqueléticos, pero incluso en los primeros no se observan horizontes fácilmente caracterizables debido a la naturaleza margoarcillosa de los sedimentos originarios. No existe, además, una vegetación capaz de proporcionar suficiente humus que influya en el perfil, el cual solo es modificado aparentemente por las labores y por la erosión física.

Son suelos de textura variable, desde arcillolimosa hasta limoarenosa en la capa arable, y casi siempre arcillosa a mayor profundidad. Tienen estructura compacta y son plásticos cuando húmedos. Se agrietan al secarse, proporcionando una fractura casi columnar del suelo. Son pobres en materia orgánica y contienen proporciones variables de carbonato cálcico. En general son de escaso rendimiento agrícola.

Distribución.

La geografía de los suelos que se comentan coincide con la de los terrenos triásicos del sur de la provincia. Estos suelos se sitúan ocupando parte de los términos de Pedrera, Martín de la Jara, El Saucejo, Morón de la Frontera, sur de Utrera, Las Cabezas de San Juan y Lebrija.

Descripción.

Aunque los suelos margoarcillosos del triás son difíciles de separar en áreas diferentes a causa de su continuo entremezclamiento, se han señalado algunas zonas de predominio más frecuente.

Al sur del término de Las Cabezas de San Juan y entre Villanueva de San Juan y río Corbones, existen suelos cuyo aspecto externo es más uniforme que el resto de la zona considerada y en terrenos de topografía suavemente ondulada. Estos suelos se caracterizan por tener perfiles de cierta potencia y desarrollo. Son de color pardo en superficie; estructura grumosa, textura arcillolimosa, calizos y de permeabilidad media. En la capa arable la estructura se encuentra mejorada por las labores. A esta capa arable sigue un horizonte más compacto, arcilloso o arcillolimoso, de cortes lustrosos, estructura granular poliédrica y con abundantes puntos calizos. A mayor profundidad, aproximadamente de un metro, se encuentra normalmente una marga gris verdosa.

El resto de la gran área de suelos margoarcillosos del triás es más heterogénea, alternando formaciones de muy escasa potencia con otras más profundas. Puede establecerse que, en general, los suelos varían mucho en color, profundidad y textura. Presentan menor desarrollo que los anteriores y poca o ninguna diferenciación respecto al sedimento original.

Agricultura: por tratarse normalmente de suelos poco desarrollados, de escaso contenido en materia orgánica y en elementos fertilizantes, además de estar mal estructurados, su agricultura es relativamente pobre: olivares de no mucho rendimiento —salvo en áreas calizas poco yesosas— y cereales. Existen además zonas de monte bajo.

2. 2. 3. Mineralogía de los suelos de la región sub-bética

La arcilla de los suelos margosos del triás es de naturaleza compleja. Fundamentalmente está constituida por illita; algo de montmorillonita y caolinita. Además, contiene diversos óxidos de hierro.

La observación a la lupa de arenas de estos suelos muestra también cierta complejidad. El cuarzo, no muy abundante, es muy diverso: granos rodados, casi esféricos, de superficie mate; granos subredondeados y otros fracturados angulosos. Además, cuarzo rojo; cuarzo con buenas formas cristalinas y granos de cuarzo manchados.

Destaca en las arenas una proporción elevada de conchas y caparzones calizos y pequeñas concreciones de carbonato cálcico cuyo núcleo son trozos de concha. Aparecen muy visibles pequeños cristallitos de magnetitas, granos de hematites y limonitas. Existen microfósiles y trocitos de rocas (areniscas finas, calizas, etc.).

Los minerales pesados son fundamentalmente opacos: hematites, magnetitas, limonitas, ilmenitas y leucóxenos. Menos abundantes son los transparentes, en los que existen muchos granos de calcita y aragonito de concha. Además, trazas de turmalina y otros.

La arcilla gris azulada del triás del sur de la provincia, observada en lámina delgada, muestra una contextura densa, uniforme, con algunas grietas, en las que hubo separación de óxidos. El material está formado por elementos sumamente finos, con cierta ordenación birrefringente. Con muchos aumentos se observa un microesqueleto de granos pequeños de cuarzo, subredondeados; un plasma o matriz casi continuo, de trama muy fina, y elementos fibrosos mayores, que pudieran ser láminas de illitas o micas perpendicularmente orientadas al plano de preparación.

Este material arcilloso, en ocasiones muy mezclado con otros rojos ricos en yesos, constituye el sedimento sobre el que se organizan los suelos margosos comentados. Suelos muy erosionados y de escasa vegetación.

A continuación se describen los perfiles de suelos margosos triásicos, y se exponen los datos analíticos correspondientes.

PERFIL XXI

Localidad. Morón de la Frontera.
 Situación. Salida de la ciudad al S.E.
 Altitud. 250 m.
 Topografía. Inclínada.
 Vegetación. Escasas gramíneas.
 Agricultura Cereal muy pobre.
 Drenaje. Bueno.
 Geología. Triásico (Keuper).
 Tipo de suelo. Suelos de margas abigarradas y yesos triásicos.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCIÓN
Ap	0-8	Pardo; textura limoarenosa; estructura granular, con abundantes raíces; buena permeabilidad y penetrabilidad. No calizo.
B/C	8-25	Rojizo; textura limoarenosa; estructura granular poco densa. No calizo, con vetas de yesos (marga roja).
C	25-60	Marga gris, con abundante yeso.

PERFIL XXII

Localidad. Las Cabezas de San Juan.
 Situación. A 2,7 Km. del cruce de Las Cabezas, en la carretera de Ronda.
 Altitud. 80 m.
 Topografía. Suavemente ondulada.
 Vegetación. Gramíneas, compuestas, etc.
 Agricultura Cereales.
 Drenaje. De medio a deficiente.
 Geología. Triásico (Keuper).
 Tipo de suelo. Suelo margoso triásico.

Horizonte	Prof. cm.	DESCRIPCIÓN
Ap	0-40	Pardo grisáceo (10 YR 5/2); textura arcillolimoso; estructura grumogranular, mejorada por las labores; permeabilidad media, penetrabilidad de raíces y aireación de media a buena. Calizo, con puntos calizos aislados y trozos de caliza en superficie.
B	40-60	Pardo gris oscuro (10 YR 4/1); textura arcillolimoso; estructura más compacta, poliédrica, cortes lustrosos. Calizo, con puntos calizos más abundantes.
C	60	Marga caliza gris verdosa.

TABLA VIII

Datos analíticos de perfiles de suelos de la Sierra Sub-bética

Per- fil	TIPO DE SUELO	Prof. cm.	pH		CO ₂ Ca %	M.O. %	C %	N %	C/N	Ca mg 100 gr	ANÁLISIS MECÁNICO				
			H ₂ O	C1K							Hum- dad %	Ar. gruesa %	Ar. fina %	Limo %	Arella %
XXI	Suelo de margas abigarradas y ye- sos triásicos.	0-8	7,90	6,85	12,69	3,17	1,84	0,15	12,2	800	4,34	30,74	14,37	22,90	33,40
		8-25	7,70	6,60	9,73	0,31	0,18	0,02	9,0	600	6,49	34,55	9,32	25,00	31,80
		25-60	7,70	6,60	1,09	—	—	—	—	—	10,30	17,63	32,51	15,90	34,80
XXII	Suelo margoso triá- sico.	0-40	7,80	6,85	41,70	2,41	1,40	0,13	10,7	450	5,47	7,53	13,56	35,50	43,50
		40-60	7,80	6,70	49,30	1,31	0,76	0,04	19,0	450	4,83	6,48	13,14	30,60	50,00

A. Perfil de suelo rojo mediterráneo del Alcor (Dos Hermanas).

B. Panorámica de suelo rojo mediterráneo del Aljarafe (Cádiz).

A. Panorámica de serosem y xerorrendsinas, con suelos brutos de carbonatos en las partes altas.

B. Panorámica de tierra calma y olivares en xerorrendsinas y serosem (Morón de la Frontera).

A. Perfil de tierra negra andaluza (Utrera).

B. Panorámica de lehm margoso bético del Aljarafe (Camas).

A. Perfil de suelo margoarcilloso del Triás (Morón-Pruna).

B. Panorámica de suelos del Triás del Viar (Cantillana).

A. Panorámica de rellenos de terra rossa sobre calizas mesozoicas (al fondo la sierra del Tablón).

B. Panorámica de suelos salinos en las marismas del Guadalquivir.

A. Perfil de rotlehm sobre pizarras (Constantina).

B. Panorámica del rotlehm anterior con afloramientos calizos.

A. Perfil de tierra parda sobre pizarras (Villanueva-Constantina).

B. Perfil de tierra parda sobre granitos (Las Pajanosas).

A. El río Guadalquivir a su paso por el puente de La Algaba.

B. Panorámica de cultivos de maíz en regadío en la vega del Guadalquivir (al fondo, Santiponce).

A. Perspectiva de un campo de algodón en regadío en la vega del Guadalquivir (Brenes),

B. Plantación joven de naranjos cerca del aeropuerto de San Pablo

A. Aspecto de una plantación de arroz en la marisma, zona de «los Pobres».

B. Una experiencia de fertilización de arroz en la misma zona

T A B L A I X

Capacidad de cambio de bases de perfiles de suelos de la Sierra Sub-bética
(meq/100 gr.)

Perfil	TIPO DE SUELO	Prof. cm.	C.C.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
XXI	Suelo de margas abigarradas y yesos triásicos.	8-25	11,28	8,40	1,35	0,18	1,20
		25-60	15,45	11,30	2,85	0,30	0,85
XXII	Suelo margoso triásico.	0-40	19,60	—	—	—	—

III

VEGETACIÓN NATURAL

LA vegetación natural de una región viene condicionada por una serie de factores, entre los que se cuentan como más importantes el material geológico —suelo— y clima. Clima y vegetación, por otra parte, actuando sobre la roca madre, influyen en el curso de los procesos físicoquímicos en los que el suelo tiene su origen; de donde resulta un conjunto de relaciones mutuas entre roca, clima, suelo y vegetación, cuyo conocimiento tiene el mayor interés, tanto desde el punto de vista teórico como de los aspectos prácticos de manejo y aprovechamiento.

Expuestas en capítulos anteriores las características geológicas y climáticas de la provincia, y estudiados los suelos de la misma, se considerará a continuación los rasgos botánicos más señalados en los aspectos fitogeográficos, fitosociológicos y ecológicos. En este sentido el estudio de la vegetación muestra la distribución de las plantas, sus asociaciones naturales más importantes y sus dependencias con el medio, —clima y suelo—. Representa, por todo ello, una contribución interesante al conocimiento agrobiológico de la región, que aporta nuevos elementos de juicio que han de tenerse en cuenta en el aprovechamiento agrícola y en la explotación ganadera y forestal de los suelos, pastos y bosques.

Dada la gran influencia que el clima ejerce sobre las plantas, el presente estudio se realiza siguiendo criterios de investigación y exposición de los dominios climáticos de la vegetación. Se tiene en cuenta, además, la influencia edáfica y la intervención del hombre.

De acuerdo con el clima y el suelo, en la provincia de Sevilla pueden señalarse tres grandes climas o dominios climáticos potenciales de vegetación, un subdominio correspondiente a las vegas del Guadalquivir y diversas asociaciones de marismas.

De los tres dominios mencionados, el de las zonas más térmicas corresponde a la alianza *Oleo-Ceratonion* (acebuche y algarrobo). A éste siguen el de la *Quercion rotundifoliae*, de carácter subtérmico, y el dominio climácico más húmedo, *Quercion fagineae*, ambos de encinas y alcornoques. El subdominio de los sotos del Guadalquivir está dentro de la alianza *Populion albae*; tiene asociaciones de plantas mesófitas y térmicas. Estas últimas determinan que los sotos del Guadalquivir sean parcialmente diferentes de los de la España atlántica. Por último, los suelos salinos de las marismas poseen una vegetación típica de *Scirpetum maritimi* y *Salicornietum fruticosae*.

Geográficamente, los dominios y subdominios citados se sitúan del modo siguiente:

El dominio de la *Oleo Ceratonion* es el más amplio de la provincia. Se extiende desde las altitudes inferiores a 400 m. en Sierra Morena, hasta el sur de la provincia, donde alcanza cerca de los 1.000 m. Abarca, por lo tanto, el borde sur de Sierra Morena, el Valle, la Campiña y la Sierra sub-bética.

El dominio del *Quercion rotundifoliae* sevillano está situado al N. del río Guadalquivir, ya en Sierra Morena, a partir de los 400 m. hasta cotas de 600 m. en las umbrías y de 700 m. en las solanas.

A partir de estas alturas, también en Sierra Morena, se encuentra el dominio climácico de la *Quercion fagineae*.

El subdominio climácico del Guadalquivir, caracterizado como se ha dicho por la alianza *Populion albae*, se sitúa a lo largo de este río, ocupando gran parte de sus vegas. Por último, las asociaciones de marismas se desarrollan en los suelos salinos del bajo Guadalquivir.

Geológica y edafológicamente, los anteriores dominios de vegetación de la provincia se correlacionan en líneas generales del siguiente modo:

El *Oleo-Ceratonion*, el dominio más térmico, es el del valle terciario y cuaternario y de las estribaciones sub-béticas de la provincia. En general se encuentra sobre muy diversos suelos calizos, con algunos enclaves silíceos. Esta es la región de las habitaciones humanas por excelencia. En ella, la prolongada acción del hombre, siempre devastadora para la vegetación natural climax, ha conducido a una deforestación extraordinaria. En compensación, es la región agrícola más importante.

Los dominios del *Quercion rotundifoliae* y *Quercion fagineae* corresponden totalmente a Sierra Morena, la formación geológica más antigua de la provincia, de suelos generalmente ácidos (tierras pardas sobre granitos y pizarras, y lehm rojo). Agrícolamente es región típica de bosques de encinas y alcornoques, con pastos naturales (dehesas).

Por último, el subdominio climácico del Guadalquivir se sitúa en terrenos cuaternarios, en los suelos de vega aluvial. Ocupa zonas de gran interés agrícola, de cultivos muy variados de regadío. Las asociaciones vegetales de las marismas se sitúan también en terrenos cuaternarios, suelos salinos de las islas del Guadalquivir, mucho tiempo dedicados a pastos y en la actualidad en parte recuperados y cultivados de arroz.

Los dominios y subdominios climácicos de vegetación muestran también, como la geología y los suelos de la provincia, una relación geográfica estrecha con las regiones naturales. Las asociaciones vegetales que más adelante se establecen están sin duda alguna en interesante dependencia con el medio o habitat. El conocimiento de estas dependencias y relaciones es de gran interés para el aprovechamiento y mejora de las plantas, y, en definitiva, para la agricultura local.

3. I. VEGETACIÓN DE SIERRA MORENA

La antigua alianza del *Quercion ilicis* se desmembra para España en cuatro subalianzas fitosociológicas, dos de las cuales, *Quercion rotundifoliae* y *Quercion fagineae*, forman los dominios climácicos de Sierra Morena.

3. I. I. Dominio climácico del *Quercion rotundifoliae*

El dominio del *Quercion rotundifoliae* está geográficamente situado, como se ha dicho, en cotas superiores a los 400 m. en Sierra Morena. Climáticamente se caracteriza por inviernos más fríos que en el valle, y botánicamente por la ausencia total de las especies termófilas del dominio del *Oleo-Ceratonion*, como *Chamaerops humilis* L., *Asparagus*

albus L., *Rhamnus oleoides* L., *Ceratonia siliqua* L., *Oxyris lanceolata* Hoscht., *Aristolochia boetica* L., *Asparagus stipularis* Forks., *Clematis cirrhosa* L., *Capparis ovata* Desf. etc. y otras, que sin desaparecer en los tránsitos fitogeográficos quedan muy mermadas y sin la vitalidad pujante que muestran en la *Oleo-Ceratonion*, como *Pistacia lentiscus* L., *Myrtus communis* L., y *Olea europae* L.

3. 1. 1. Subdominio del Pireto-*Quercetum suberetosum*

Este subdominio se presenta sobre pizarras y granitos del norte de la provincia, desde los 400 m. hasta cerca de los 800 en las solanas y 600 m. en las umbrías.

Es relativamente poco frecuente encontrar el bosque natural o climax como tal. En su lugar existen etapas peniclimáticas, resultado de la acción combinada del hombre y de los animales, las dehesas, que a modo de parque muestran el esplendor de los bosques mediterráneos esclerofilos. Los árboles que se desarrollan de forma natural en el bosque climax de este subdominio son la encina o *Quercus ilex* L., (en toda Andalucía la *ssp. rotundifolia* (Lamk.) Schwz) el alcornoque o *Quercus suber* L., y el piruétano o *Pirus communis* L., var. *mariana* Wk. De ellos el hombre ha respetado y favorecido solo dos, la encina y el alcornoque, que forman las dehesas en la actualidad. Tal vez el alcornoque haya sido el mejor parado a causa de su producción de corcho. El piruétano o peral silvestre, de economía inferior, solamente se encuentra en ciertas situaciones.

La etapa serial-matorral está más abundantemente representada sobre pizarras y cuarcitas silúricas que sobre granitos. Corresponde al *Cistion ladaniferi* y a la asociación *Genisteto-Cistetum ladaniferi* típica o *cistetosum ladaniferi*. Es un jaral formado por muchas especies de *Cistus*, con *Phillyrea angustifolia* L., *Erica australis* L., *Erica arborea* L., *Lavandula stoechas* L., *Lavandula pedunculata* Cav., etc.

El pastizal climácico natural corresponde al *Helianthemion*, es decir, pastos de «hambre», con *Vulpia dertornensis* (All.) Volkart., *Plantago bellardi* All., *Rumex bucephalophorus* L., *Trifolium cherleri* L., *Trifolium glomeratum* L., etc. En los lugares majadeados, en especial en

las dehesas, se transforman en pastizales de la alianza *Trifolio-Periballion* o majadales silicícolas de gran valor como pastizal, que llevan *Poa bulbosa* L., *Periballia boetica*, *Trifolium subterraneum*, L., *Trifolium tomentosum* L., *Bellis annua*, L., etc.

Los suelos son tierras pardas sobre granitos y tierras pardas meridionales sobre pizarras.

En esta zona, los cultivos de cereales son inseguros y necesitan de rotación con barbechos y con leguminosas. Los olivares son poco rentables y lo mismo cualquier cultivo intensivo. Es zona eminentemente ganadera. La dehesa, estado óptimo y más rentable de estos lugares, ha de estar bien cuidada para que produzca, limpia de matas, bien pastoreada, con un régimen de cancellas y ordenación ganadera efectiva. Si se lograsen buenos pastos del *Trifolio-Periballion* y se cuidasen más las dehesas, estas comarcas producirían mucho más.

3. 1. 2. Subdominio del Pireto-*Quercetum ilicetosum*

En ciertos enclaves en las solanas de la base de la Sierra, a 600-700 m. de altura, sobre suelos ácidos de lehm rojo, se encuentra una vegetación semiacidófila, influenciada en mayor o menor grado por el substrato calizo. El hecho más sobresaliente es la desaparición del alcornoque que en el subdominio anterior estaba siempre presente. Esta desaparición se explica por la proximidad del substrato calizo. El bosque natural o climax estaba originalmente formado por encinas y piruétanos, pero faltaba el alcornoque. El matorral serial sobre suelos profundos acidófilos sigue siendo del *Cistion ladaniferi* y el *Genisteto Cistetum*, pero con algunas especies menos acidófilas dominantes como la jara blanca (*Cistus albidus*), indiferente edáfica. En los lugares más erosionados aparece la *Micromeria graeca* (L.). Esta especie vive en los suelos calizos con el *Coridothymus capitatus* (L.), Rebb.

El pastizal es pobre y es una mezcla de *Helianthemion* y de *Thero-Brachypodion silicineum*. Las recomendaciones sobre cultivos son similares a las del subdominio anterior.

3. 1. 1. Subdominio del Pireto-Quercetum fagineetosum

Es un subdominio relativamente extendido en la provincia de Sevilla. En el tramo sevillano de Sierra Morena, las montañas no alcanzan los 1.000 m. de altura. Los 500-600 m. en el N. de Sevilla son todavía críticos y bajos para poder albergar la vegetación submesófito del *Quercion fagineae*. En las zonas bajas, con suelos más profundos, y en las umbrías de los montes, el bosque típico del *Quercion rotundifoliae* se muestra ya influenciado por el *Quercion fagineae*, siendo las especies *Quercus faginea* Lamk. (= *Quercus lusitanica* Lamk. ssp. *broteri* (P. Cout.) Muill.), *Cistus populifolius* L., *Paeonia broteroi* Boiss. et Reut., y *Pistacia terebinthus* L., las que entran más frecuentemente en el encinar y alcornocal de este subdominio, indicando ya el tránsito hacia el *Quercion fagineae*.

El bosque óptimo o climax está formado por *Pirus communis* L. var. *mariana* Wk., *Quercus ilex* L., ssp. *rotundifolia* (Lamk) Schwz., *Quercus suber* L., y *Quercus faginea* Lamk. Como es habitual en las dehesas, se respetan principalmente encinas y alcornoques y se tiende a eliminar piruétanos y quejigos.

En la etapa serial-matorral el *Genisteto-Cistetum ladaniferi* empieza a ser raro y en su lugar entra la *Cistetum populifolii*, caracterizada por *Cistus populifolius* L., *Adenocarpus grandiflorus* Boiss., *Sarcobatus virgatus* Webb., *Lavandula pedunculata* Cav., *Cistus ladaniferus* L., *Cistus salvifolius* L., *Erica arborea* L., etc.

El pastizal es un tránsito también entre la alianza *Helianthemion* y la subalianza *Moenchion*. En el pasto entran especies de comportamiento más mesófito, como *Trifolium striatum* L., *Aira multiculmis* Dum., *Moenchia erecta* (L.) Gaertn., *Cerastium brachypetalum* Desp., *Saxifraga glaucescens* Boiss., etc. Estos pastos son pobres a pesar de estar verdes casi quince días más que los de *Helianthemion* típico. Sin embargo, su evolución hacia pastizales de majadales del *Trifolio-Periballion* es más fácil.

Los suelos son tierras pardas sobre granitos y sobre pizarras. Los afloramientos de calizas coinciden con suelos ácidos, relictos de lehm rojos, muchas veces terrificados.

Los cereales son recomendables exclusivamente en las vallonadas,

donde existen suelos más profundos, y los olivares en los afloramientos calizos. El resto debe dedicarse a dehesa, intentando crear un buen pasto de majadal.

3. 1. 2. Dominio climático del Quercion fagineae

Este dominio corresponde a la subalianza *Quercion fagineae*, una de las cuatro en que se ha desmembrado para España la clásica *Quercion ilicis*.

La transición entre bosques térmicos esclerófilos mediterráneos y bosques fríos caducifolios atlánticos centroeuropeos, no se hace por cambios bruscos. La naturaleza ha dotado para ello especies que cabalgan entre las dos grandes formaciones vegetales. Este es el caso de los quejigos o robles enciniegos (*Quercus faginea* Lamk.) de hojas persistentes pero marchitas, caducas solo al nacer la otra generación foliar. En el occidente español el tránsito entre los encinares y robledales de *Quercus pyrenaica* Willd. o *Quercus robur* L., lo marca el quejigar, agrupado en la alianza *Quercion fagineae*, de mayor exigencia en humedad del suelo que el encinar. Por ello busca las umbrías de las montañas, los valles más cerrados y húmedos, alturas elevadas, etc.

Son especies que caracterizan al *Quercion fagineae*: *Quercus lusitanica* Lamk. ssp. *broteri* (P. Cout.) Schwz. (= *Quercus faginea* Lamk.); *Poterium agrimonoides* L.; *Silene patula* Desf.; *Salvia sclarioides* Brot.; *Centaurea sempervirens* L.; *Limodorum trautmanianum* Batt.; *Origanum virens* Hoffgg. et Lk.; *Stachys lusitanica* Brot.; *Melilotus alba* Kze.; *Antirrhinum linkianum* Boiss et Reut.; *Arisarum vulgare* Targ. Toz. ssp. *clussi* (Schott) Engler.

3. 1. 2. 1. Subdominio del Poterieto-Quercetum

En la parte montañosa de la provincia, en general sobre los 600 m. en las umbrías y 700 m. en las solanas, se muestra indistintamente sobre tierras pardas o sobre lehm rojo una vegetación de exigencia más mesófito que la de encinares de las penillanuras.

El bosque óptimo o climax, que existe aún en algunas localidades, está formado por el *Poterieto-Quercetum*. Este bosque lleva *Quercus faginea* y *Quercus suber*. También son frecuentes los castaños que, aunque subespontáneos en la actualidad, tienen un origen humano en la Península. Son más raros encinas y piruétanos. Cuando por cuestiones topográficas o antropozoogenas el alcornoque es raro, en el bosque subserial domina el *Quercus faginea* junto con la cornicabra (*Pistacia terebinthus*), formando un monte bajo (2 a 5 m.) que independiza la asociación, de tendencia a la climax *Terebintheto-Fagineetum bethuricum*. Esta asociación lleva como diferenciales *Teucrium fruticans* L., *Phillyrea media* L., *Delphinium bethuricum*, etc.

El *Poterieto-Quercetum* alberga las especies mesófitas de la región y plantas residuales de otras épocas más frías y lluviosas, como *Luzula forsteri* (Sm.) D.C. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Poa nemoralis* L., etc., además de las principales y características: *Poterium agrimonoides* L., *Satureja calamintha* (L.) Scheel (ssp. *montana* Hoffgg. et Lk) P. Coult., *Viburnum tinus* L., *Origanum virens*, etc.

La etapa de degradación de matorral está formada por el *Cistetum populifolii sarothamnetosum*, que lleva *Cistus populifolius* L., *Arbutus unedo* L., *Cistus hirsutus* L., *Erica lusitanica* Rad., *Genista triacanthos* Arot., *Sarothamnus patens* (L.) Wbb. ssp. *procerus* (Lk), *Sarothamnus virgatus* (Wbb.) etc.

La etapa de pastizal se incluye en la subalianza *Moenchion* típica, con *Lupinus hispanicus* Boiss. et Reut., *Ornithopus pinnatus* (Miller) Druce, *Airopsis globosa* Desv., *Ornithogalum conccinum* (Salisb) Richt., *Hypericum linearifolium* Vahl, etc. Este pastizal, por un sistema de cancillas y redes o abonado, se transforma fácilmente en majadales del *Trifolio-Periballion*.

La zona ocupada por el subdominio *Poterieto-Quercetum* es indicada para frutales y cultivos del castaño. Donde puede regarse, la huerta es aceptable. No se aconseja el olivo ni los cereales en las laderas, ya que contribuyen notablemente a la erosión. Las dehesas de alcornoques, castaños y quejigos son los más convenientes; sus pastos duran en verde un mes más que en el resto de las dehesas de la provincia.

3. 1. 2. 2. Subdominio del *Fagineeto-Quercetum pyrenaicae*

En las zonas altas de Sierra Morena, sobre suelos alejados de la influencia portuguesa suboceánica del dominio del *Quercus suber* L., se encuentran bosques de quejigos y melojos o sea de *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica*. Estos bosques caducifolios, de apariencia del dominio atlántico centroeuropeo, están acompañados de toda la cohorte de especies características de los bosques esclerofilos de la *Quercetalia ilicis*, por lo que se incluyen en la alianza *Quercion fagineae* y en la asociación *Fagineeto-Quercetum pyrenaicae*. Estos bosques son particularmente abundantes en Sierra Madrona, Horcajo y Despeñaperros. En la provincia de Sevilla, en la Sierra del Monte Negrillo (892 m.), cerca de Constantina, se encuentra esta asociación.

El bosque óptimo del *Fagineeto-Quercetum pyrenaicae*, muy degradado en la actualidad por los carboneros y por las cabras, es de melojos o *Quercus pyrenaica* y quejigos o *Quercus faginea*, de no mucha talla, con especies herbáceas diferenciales como: *Doronicum plantagineum* L., *Galium vernun* Scop., *Lonicera hispanica* Boiss. et Reut., *Poa nemoralis* L. y *Polygonatum officinale* All., además de las respectivas de la alianza.

La etapa serial es el *Cistetum populifolii*, pero con una subasociación *Cytisetosum*, diferente y curiosa, relacionada con la vegetación de la provincia de Cádiz. que lleva como características diferenciales *Cytisus linifolius* L., *Bupleurum gibraltarium* Lamk., *Bupleurum fruticosum* L., etc.

El pastizal es también, como en el caso anterior, atribuible a la subalianza *Moenchion*. El suelo es tierra parda especial.

Aunque la superficie ocupada por este subdominio es muy pequeña y carece por tanto de gran interés económico, el parque o dehesa de melojos es de lo más rentable. Con él ingresan especies como *Brachypodium silvaticum* (Huds.) P.B. y *Agropyron caninum* (L.) P.B. típicas de los pastos de bosques aclarados caducifolios.

3. 2. VEGETACION DEL VALLE Y ZONA SUB-BÉTICA

3. 2. 1. Dominio Oleo-Ceratonion

Como se ha indicado en otro lugar la vegetación del valle y región del sur de la provincia corresponde principalmente al dominio climático de la *Oleo-Ceratonion*. Este dominio es el de las zonas térmicas casi libres por completo de heladas. Se extiende por terrenos de alturas inferiores a 400 m. en el norte del Guadalquivir y por todo el valle bético hasta el sur de la provincia, donde alcanza casi los 1.000 m. Esta región, habitada desde muy antiguo, ha sufrido una deforestación extraordinaria, por no decir total. Por ello es muy raro, sobre todo en los suelos arcillosos o calizos, encontrar algún retazo de la vegetación original.

El bosque natural o vegetación potencial de esta zona térmica mediterránea, ha sido muy discutido por ecólogos, fitogeógrafos, botánicos y fitosociólogos. La mayoría de ellos han supuesto que el óptimo de vegetación correspondería a una «maquia», es decir, a un matorral alto. Sin embargo estimamos que en el *Oleo-Ceratonion* del valle del Guadalquivir la vegetación potencial corresponde, con excepción de las dunas litorales y los saladares, a un *bosque* mediterráneo. La influencia oceánica, aunque muy pequeña, hace que esto haya sido posible.

El bosque prehistórico y actual estarían formados por encinas, alcornoques, acebuches y algarrobos, de no actuar las acciones antropozógenas. De esta zona térmica son exclusivos el acebuche (*Olea europaea* L.) y algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) por cuya causa se denomina a este tipo de vegetación y fitoclima, el de la alianza correspondiente, *Oleo-Ceratonion*.

De los árboles que se desarrollan de forma natural, el hombre ha cultivado dos: el algarrobo por sus legumbres azucaradas, y el olivo (acebuche doméstico) por sus drupas oleaginosas o aceitunas. La eufonía entre el clima y el cultivo natural ecológico determina siempre una gran riqueza agrícola por la seguridad de las cosechas.

El *Oleo-Ceratonion* andaluz, en especial el del valle del Guadalquivir, es diferente a los del resto del litoral mediterráneo español. Presenta una asociación especial, el *Asparageto Rhamnetum*, de gran plasti-

cidad ecológica por ser de cierta indiferencia a la naturaleza química del substrato y que se muestra como un matorral alto (2-3 m.) impenetrable. Esta apariencia es el resultado de diversas acciones devastadoras del hombre. El óptimo o climax sería este matorral mucho más claro, con una cobertura arbórea, cerrada, del 90-100 %. En la actualidad los árboles típicos (encinas, alcornoques, algarrobos y olivos) se presentan a veces como tales, y las más como arbustos entremezclados en la maraña de la asociación.

La asociación *Asparageto-Rhamnetum* tiene en la provincia como especies características: *Asparagus albus* L.; *Rhamnus oleoides* L.; *Ceratonia siliqua* L. (rara, solo en calizas); *Olea europaea* L.; *Chamaerops humilis* L.; *Pistacia lentiscus* L.; *Asparagus stipularis* Forsk.; *Osyris lanceolata* Hochst.; *Myrtus communis* L.; *Phlomis purpurea* L.; *Clematis cirrhosa* L.; *Aristolochia boetica* L.; *Lonicera etrusca* L.; *Capparis spinosa* L.

Especies comunes con otras asociaciones: *Quercus ilex* L.; *Quercus coccifera* L.; *Quercus suber* L.; *Asparagus acutifolius* L.; *Oryzopsis miliacea* (L.) Ach. et Schwez.; *Daphne gnidium* L.; *Rhamnus alaternus* L. *Smilax aspera* ssp. *nigra* (Wild.) P. Cout.; *Jasminum fruticans* L.; *Bupleurum paniculatum* Brot.; *Osyris alba* L.; *Rubia peregriana* L.

La gran amplitud ecológica del alto matorral del *Asparageto-Rhamnetum* permite encontrarle tanto en suelos arenosos silíceos sueltos como en suelos arcillosos profundos, y en terrenos desde el nivel del mar hasta los de 1.000 m. como en los montes de Pruna. La amplitud ecológica del matorral *Asparageto-Rhamnetum* origina, junto al desarrollo de las especies formadoras de la climax, el de otras de mayores exigencias que matizan las diferencias del microclima, suelo o altitud.

Dentro de este dominio climático pueden distinguirse cinco subdominios:

- Asparageto-Rhamnetum halimietosum.*
- Asparageto-Rhamnetum cistetosum.*
- Asparageto-Rhamnetum coridothymetosum.*
- Asparageto-Rhamnetum a-chamaeropidetosum.*
- Asparageto-Rhamnetum mirbeckietosum.*

Los factores ecológicos y edáficos principalmente determinantes son:

Subdominio	Factores determinantes	Suelos más frecuentes
A-R Halimietosum.	Arenas silíceas profundas sueltas.	Arenas podsólicas relictas.
A R Cistetosum.	Arenas, limos y guijarros.	Tierras pardas meridionales.
A R Coridothymetosum.	Calizas y arcillas.	Suelos rojos mediterráneos. Sero-sems y Xero-rrendsinas, Lehm margo-so bético.
A-R A-Chamaeropidetosum.	Calizas y arcillas.—Heldadas invernales.	Relictos de Terra Rossa, Sero-sems, etc.
A-R Mirbeckietosum.	Calizas y arcillas.—Mayor pluviosidad.	Relictos de Terra rossa y Terra Fusca, etc.

3. 2. 1. 1. Subdominio del Asparageto-Rhamnetum halimietosum

Los arenales que hacia poniente bordean las marismas poseen condiciones ecológicas que definen muy bien su vegetación de la del resto de la provincia. La vegetación óptima o climax de esta zona en épocas no lejanas sería un bosque (del que aún quedan vestigios en el coto de Doñana, fuera de la provincia) que estaría formado por alcornoques y acebuches, además de madroños y piruétanos en las zonas más frescas. Su destrucción ha acarreado el dominio de los matorrales y de los pastos efímeros.

Los matorrales abiertos corresponden a la asociación *Halimieto-Cistetum*, caracterizada por especies como *Cistus bourgeanus*, Coss., *Halimium balimifolium* (L.) Wk., y *Halimium commutatum* Pau., con otras comunes con los jarales: *Cistus salvifolius* L., *Cistus crispus* L., *Halimium umbellatum* (L.) Spach. y *Lavandula stoechas* L.

Dentro de la asociación del *Halimieto-Cistetum* se puede distin-

guir perfectamente dos subasociaciones: la del *Cistetosum ladaniferi* (nova), con *Cistus ladaniferus* L., y *Genista hirsuta* Vahl. que se encuentran en sitios de arenal ricos en guijarros y limos (lugares abundantes en potasio) y la del *Ericetosum scopariae* (nova.), con *Erica scoparia* L., *Calluna vulgaris* L., *Arbutus unedo* (L.), y *Scirpus holcschoenus* L., en lugares con nivel freático algo más elevado. El aumento en el nivel freático del agua permite la presencia del *Ulex nanus* Forsk y *Erica ciliaris* L. Ambas con *Molinia coerulea* L., *Carex* s.p., *Schoenus nigricans* L., y otras más, cuya presencia en estas latitudes supone una verdadera joya botánica. Restos de una vegetación de épocas en que la pluviosidad debió superar los 1.000 mm. y la temperatura media era menor que la actual, estas plantas han dado lugar a la turba que se encuentra en algunas lagunas y fondos de dicha región, en especial en la zona de Mazagón en Huelva.

Los pastos son pobres y efímeros, pero de desarrollo muy precoz. Corresponden fitosociológicamente a los pastizales oligotrofos pioneros de arenales del orden *Malcolmietalia*, alianza *Anthyllido-Malcolmion*, con *Anthyllis hamosa* Desf., *Ononis cossoniana* Boiss. et Reut., *Ononis leucotricha* Coss., *Coronilla repanda* (Poir) Guss., *Avellinia michelii* (Savi.) Presl., etc.

La repoblación del pino piñonero y del eucalipto es una solución económica para estos lugares, tanto tiempo abandonados. El favorecimiento del alcornoque, piruétano y pino piñonero, sería a la larga más económico que el replanteo de eucaliptos y no asepticaría el suelo con tanta intensidad. Sin embargo no se podría extraer la misma cantidad de madera al menos durante cien años, con lo que disminuiría el interés económico inmediato.

Los pastizales de esta zona tienen una abundante dotación de papilionáceas que les da un gran valor nutritivo. Desgraciadamente son efímeros y están muy ligados a las lluvias invernales. Hay dos plantas de ciclo bienal que viven en estos arenales, *Hippocrepis salzmanni* Boiss. et Reut. y *Ononis serrata* Forsk, cuya propagación sería beneficiosa. Asimismo un régimen de cancelas conduciría a pastos más duraderos por el aumento de materia orgánica y de nitratos. Los cultivos de huerta tempranos tienen gran porvenir en esta región.

3. 2. 1. 2. Subdominio del *Asparageto-Rhamnetum cistetosum*

Las zonas de granitos y pizarras del norte del Guadalquivir por debajo de los 400 m., y las gravas cuaternarias potentes ricas en limos del sur del río, son a grandes rasgos los terrenos en que se asienta el presente subdominio.

Como ocurre en toda la provincia, apenas queda vestigio de la vegetación óptima o climax. Los bosques que existieron estaban formados por *Olea europae*, *Quercus ilex*, y algunos *Quercus suber* en las situaciones más arenosas. En la actualidad los restos de los climax o cuasiclimax están formados por palmitares y lentiscas más o menos densos, definidos por la subasociación *Asparageto-Rhamnetum cistetosum* que lleva como diferenciales, junto con las térmicas de la alianza, *Cistus monspeliensis* L., *Cistus ladaniferus* L., *Genista hirsuta* Vahl., *Cistus salviifolius* L., y *Myrtus communis* L., Estas plantas forman en etapas de mayor destrucción un jaral, el *Genisteto-Cistetum ladaniferi*, definido dentro de la subasociación *cistetosum monspeliensis*. Esta subasociación es la más térmica del jaral así formado.

Los pastizales son pobres cuando no están majadeados, y pertenecen a la alianza *Thero-Brachypodium silicineum*. Si son adecuadamente majadeados mejoran por el ingreso de *Poa bulbosa* L., *Trifolium scabrum* L., *Trifolium tomentosum* L., *Trifolium subterraneum* L., etc.

Son zonas muy aptas para viñedos y dehesas, y malas para olivares. Los cereales no son rentables, salvo años de excepción. Necesitan fuerte abonado orgánico y nitrogenado. Las calizas trituradas pueden aminorar la oligotrofia del suelo.

3. 2. 1. 3. Subdominio del *Asparageto-Rhamnetum coridothymetosum*

Este subdominio es el más extenso de la provincia. Ocupa aproximadamente la tercera parte de su superficie. Se sitúa a grandes rasgos entre Sevilla, Morón, Estepa, Ecija y Lora del Río, al sur del Guadalquivir. Está asentado principalmente sobre terrenos miocenos, triásicos y jurásicos.

En la zona sur, sobre los 600-700 m., aumenta la continentalidad

con heladas invernales, por lo que el subdominio se modifica en otro que se trata a continuación y que carece de muchas especies termófilas.

La vegetación óptima o climax de este subdominio, el más rico de la provincia, no existe en la actualidad. Los bosques prehistóricos o aun históricos fueron formados por *Quercus ilex* L., *Olea europae* L., y *Ceratonia siliqua* L. Hoy solamente algunas fincas de explotación arcaica ganadera u olivar mucho tiempo abandonado, tienen una vegetación de tendencia a la climax, cuasi-climática, formada por la subasociación cartografiada como *Asparageto-Rhamnetum coridothymetosum*, de «maquia» o matorrales altos, densos, ricos en lentiscos, coscojas, esparraueras, espinos, mirtos, etc., y carentes de jaras acidófilas.

El matorral bajo está formado por matitas del *Coridothymion* y por la asociación *Teucrieto-Coridothymetum*, que lleva *Coridothymus capitatus* (L.) Rchb., *Teucrium polium* L., ssp. *lusitanicum* (Scribn.) Brot., *Helianthemum thymifolium* (L.) Pers., *Phlomis purpurea* L., *Asperula hirsuta* Desf. y *Ononis pubescens* L.

Los pastos corresponden a la alianza *Thero-Brachypodium*, de transición a *Stipion retortae*, especialmente los de suelos sobre calizas duras, que llevan ya especies de bastante valor como alimento para el ganado: *Scorpiurus sulcata* L., *Scorpiurus subvillosa* L., *Astragalus stella* L., etc. En los suelos margosos los pastos son de la alianza *Cerintho-Mandragorion*, y llevan, entre otras, varias especies de gran valor ganadero, como: *Hedysarum coronarium* L., *Hedysarum capitatum* L., *Malope malacoides* L., ssp. *stipulacea* (Cav.), *Borago officinalis*, *Dactylis hispanica* Roth, etc.

Son también muy frecuentes en los suelos margosos profundos bien dotados de nitratos, los pastizales espinosos del *Scolymo-Kentrophyllion* que además de «cardos» diversos, llevan *Brachypodium phoenicoides* (L.) R. et S., *Foeniculum piperitum* D.C., *Medicago ciliaris* Willd., *Medicago sativa* L., etc. Muy raros y ligados a situaciones favorecidas por aguas freáticas son los prados juncuales pisoteados, no salinos, del *Trifolio-Cynodontion*, con *Scirpus holoschoenus* L., *Lolium perenne* L., *Trifolium fragiferum* L., etc.

Los suelos sobre los que se asienta este subdominio son suelos ro-

jos mediterráneos, serosems y xerorrendinas, lehm margoso bético y tierras negras andaluzas.

Las zonas de este subdominio son las más aptas para cultivo de cereales y algodón. En los suelos más calizos da óptimos frutos el olivo, y en los de regadío el naranjo. Son desaconsejables la vid, las dehesas y el pastoreo.

3. 2. 1. 4. Subdominio del *Asparageto-Rhamnetum a chamaeropidetosum*

Está caracterizado por el empobrecimiento de las especies y comunidades térmicas del subdominio anterior *Asparageto-Rhamnetum coridothymetosum*.

Cuando se alcanzan cotas altas hacia 700 m. en el sur de la provincia, fuera ya de la cuenca del río Guadalete de mayor influencia oceánica térmico-húmeda, en zonas con alguna influencia subcontinental creada por la «sombra de lluvias» de las montañas gaditano-malacitanas y por la caída de la temperatura hacia mínimas absolutas más rigurosas en los meses invernales, desaparecen espectacularmente en este subdominio las especies más sensibles a los cambios climáticos. Tal es el caso de *Chamaerops humilis* L., *Asparagus albus* L., *Cerantonia si iqua* L., *Oxyris lanceolata* Hoscht, etc. Otras como *Rhamnus oleoides* L., *Myrtus communis* L., *Smilax aspera* L., *Coridothymus capitatus* (L.) Rbb., están aún presentes, pero no son ya dominantes.

Se elige para designar este subdominio, relativamente frío dentro del *Oleo-Ceratonion* bético, el nombre de *A-Chamaeropidetosum*, indicando A la ausencia de *Chamaerops humilis* L., es decir, de palmitos, porque el palmito, muy frecuente en todo el *Oleo-Ceratonion* bético, falta casi por completo en estas situaciones e indica muy bien un tránsito climático en la vegetación.

La ausencia del *Chamaerops* hay que explicarla no solo por la caída de la temperatura invernal, sino también por la relativa situación subcontinental de estas zonas. El palmito en exposiciones «cara al mar» trepa por las montañas béticas costeras hasta cotas mucho más elevadas (1.000 m. en el boquete de Zafarraya y 1.300 m. en las faldas meridionales de Sierra Almajara, en Málaga). En Sevilla sube hasta los

1.000 m. en la Sierra del Tablón de Pruna, vertiente del Guadalete. La vegetación estaría formada por encinas y algunos acebuches; faltaría por completo el algarrobo. La quasi-climax actual, presente solo en ciertas barrancadas, es un bosque abierto de encinas y coscojas (*Quercus coccifera* L.) con *Rhamnus oleoides* L., determinante aún de la asociación.

El matorral serial pertenece a la alianza *Coridothymion*. Son más abundantes *Bupleurum fruticosum* L., y *Phlomis lichnitis* L. En general en las montañas béticas calizas subcontinentales se observa un enriquecimiento en especies del *Lavandulo-Salvion* a expensas de las del *Coridothymion*, de manera especial sobre los 700 m., apareciendo ya las salvas y espliegos o alhucemas al tiempo que desaparecen los tomillos.

Los pastos son muy análogos a los del subdominio anterior aunque de fenología más tardía, permaneciendo verdes dos semanas más.

Los suelos son principalmente relictos de terra rossa sobre calizas jurásicas. Existen también xerorrendinas en los montes por encima de Venta de los Yesos.

La zona de este subdominio es apta para cereales y sobre todo para olivos. No es aconsejable la vid ni el algodón; tampoco, ni siquiera en los escasos lugares susceptibles de riego, la transformación en naranjales. La explotación del terreno con dehesas y pastoreo no es muy rentable; solamente tienen interés económico los prados junciales húmedos de bordes de fuentes y arroyos.

3. 2. 1. 5. Subdominio del *Asparageto-Rhamnetum mirbeckietosum*

El *Asparageto-Rhamnetum* de la zona térmica del valle del Guadalquivir se difumina en la provincia de Cádiz a causa de la marcada influencia oceánica en esta región fitogeográfica. El cambio de la vegetación se aprecia bien en las umbrías térmico-húmedas de la Sierra del Tablón de Pruna, vertiente Guadalete. Aquí, ya sobre los 400 m. y hasta los 1.000 m. en las umbrías más frescas, en suelos profundos y húmedos, existe una subasociación nueva del *Asparageto-Rhamnetum*.

El bosque de encinas que alberga las especies térmicas del *Oleo-Ceratonion* de esta región, se encuentra salpicado de quejigos, que le

confiere una clara diferenciación botánica con el resto de los bosques o bosquetes sevillanos. Como especies diferenciales de este subdominio existen: *Rhamnus alaternus* L., *for. integrifolia* (Orph) P. Cout.; *Rosa sempervivens* L.; *Rosa dumetorum* Thuill., *Phillyrea latifolia* L., etc. En realidad es una prolongación finícola del *Quercetum mirbeckii* del triángulo gaditano Alcalá de los Gazules, Jimena de la Frontera y Algeciras, creada por una relativa variación del clima en especial de la pluviosidad de dicha zona.

La etapa serial-matorral es ya tránsito con el *Coridothymion*. Aunque se mantienen las especies de esta alianza, se incorporan: *Ulex boeticus*, Boiss., y *Sarothamnus boeticus* Wbb., que forman una asociación diferente, el *Ulicetum*, más relacionada con la vegetación de la provincia de Cádiz.

El pastizal anual se encuentra mejorado por especies perennes del *Brachypodium phoenicoidis* y *Scolymo-Kentrophyllion*, favorecidas por existir suelos profundos con mayor humedad estival, por lo que es posible la aparición de especies como: *Brachypodium phoenicoides* (L.) R. et S., *Medicago sativa* L., *Scabiosa maritima* L., *Microlonchus salmanticus* (L.) D.C., etc.

Son suelos sobre margas del triás y sobre calizas liásicas, cretácicas y jurásicas. Existen además terra rossa y terra fusca, ésta última en lugares umbrosos y húmedos de la parte alta de la Sierra del Tablón.

En la región existen zonas aptas para cultivos del algodón. También podrían ensayarse frutales como perales y manzanos; y en las zonas bajas el naranjo. En general no son zonas adecuadas para dehesas, y la repoblación forestal solamente es conveniente en zonas de grandes pendientes y en litosuelos. Las coníferas más adecuadas parecen ser *Cupressus sempervirens* L. y *Pinus halepensis* Mill.

3. 2. 2. Dominio subclimático de *Populion albae*

En los bordes y márgenes de ríos, sobre suelos profundos, a veces inundados y siempre algo húmedos, la vegetación esclerófila eu-mediterránea no puede presentarse. En su lugar aparecen bosques de hoja ca-

duca, constituidos principalmente por especies de *Populus* y *Salix*. En ellos se refugian plantas de exigencias más mesófitas, propias muchas de ellas de los bosques caducifolios centroeuropeos de la clase *Querceto-Fagetea*.

Fitosociológicamente esta vegetación está incluida en el orden *Populetalia albae* y en la alianza *Populion albae* que en forma de bosques se extiende a lo largo de las vegas de los ríos mediterráneos.

Las particulares condiciones climáticas de termicidad de la vegetación de contacto incluida en la alianza *Oleo-Ceratonion* tratada anteriormente, hace que los sotos del Guadalquivir sean parcialmente diferentes a los del resto de la España con aguas al Atlántico. En ellos se individualiza una asociación, el *Nerieto-Populetum alba*, de necesidades más térmicas. Son especies características: *Populus albae* L., *Populus nigra* L., *Populus canescens* L., *Nerium oleander* L., *Tamarix gallica* L., *Salix alba* L., *Saponaria officinalis* L., *Physalis alkekengi* L., *Tamus communis* L., *Humulus lupulus* L., etc.

La mayoría de las alamedas naturales han sido taladas. En su lugar aparecen los zarzales del *Rubion ulmifolii* que llevan *Rubus ulmifolius* Schott. con numerosísimas subespecies, algunas de ellas características de la alianza. *Nerium oleander* L., *Glycyrrhiza glabra* L., *Tamus communis*, etc. Muchas zonas han sido roturadas. Los suelos son suelos de vega aluvial, destinados en su mayor parte a cultivos intensivos e industriales: huerta, remolacha, algodón, etc.

Los pastos están formados por praderas juncuales, siempre verdes, del orden *Holoschoenetalia*, que en los bordes más pastoreados pertenecen a la alianza *Trifolio-Cynodontion*.

La vegetación de la vega no salina cambia radicalmente en la zona de marismas. El *Nerieto-Populetum* no puede desarrollarse en presencia de sales y solamente en los enclaves más altos o más lavados existen algunos *Populus alba* L., y sobre todo *Tamarix gallica* L., más resistente a la salinidad. En ausencia de sales se desarrollaría la sub-climax del soto no salino, por lo cual las marismas y las vegas bajas del río se han señalado en el mapa con el mismo color, diferenciándose por signos convencionales.

Las zonas recuperadas de marismas han sido puestas en cultivo de arroz. La disminución de la salinidad en los horizontes superiores del

suelo por el régimen de inundación de este cultivo y el aumento de la humedad han determinado la expansión del *Scirpetum maritimi* que invade los arrozales y dificulta el cultivo de esta planta. Junto con el *Scirpus maritimus* L., existen *Scirpus lacustris* L., *Typha latifolia* L., *Phragmites communis* (L.), *Trin.ssp. isiacus* Del., *Paspalum vaginatum* L., etc.

En la marisma seca en verano se desarrolla una asociación muy característica, *Salicornietum fruticosae*, caracterizada por *Salicornia fruticosa* L., *Suaeda fruticosa* (L.) Forsk., *Hordeum aritimum* With, *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung.Stern., *Inula crithmoides* L., etc., que es típica de los suelos salinos.

IV

F E R T I L I D A D

4. 1. Caracteres generales de la agricultura sevillana

La diversidad de la provincia de Sevilla en lo que respecta a la naturaleza y condiciones de sus suelos, con fuertes contrastes entre los escasamente desarrollados de Sierra Morena, más profundos y fértiles de las vegas del Guadalquivir, la variada policromía y propiedades de los de la Campiña, la aridez de los fuertemente calizos de la serranía subbética al sur, y el carácter arcilloso, pesado y salino de los suelos de marismas, imprimen a la agricultura provincial una extensa variedad en lo que a cultivos y rendimientos se refiere.

La irregularidad de las precipitaciones y su desigual distribución a lo largo del año, originan grandes diferencias en los rendimientos anuales y entre los cultivos de secano y los de regadío. Estos últimos representan un importante factor en la economía provincial.

El valor de la producción total agraria en el año agrícola 1958-59 ascendió a 7.240.000.000 pesetas, de los que el 82,5 por 100 (5.980.000.000) correspondieron a la producción neta agrícola y el resto a los aprovechamientos ganaderos y forestales.

De la superficie total (1.401.000 Ha.) de la provincia, sólo el 8 por 100 puede considerarse improductiva. El resto se reparte entre los diversos cultivos, pastos y arbolado en la forma que se indica a continuación.

Distribución de la superficie cultivada en la provincia de Sevilla

	Superficies parciales (Ha.)	Sumas parciales (Ha.)	TOTALES (Ha.)	% Provin- cial
Labrada			831.500	59,35
a) <i>Cultivos herbáceos</i>		518,650		
Siembra anual	453.300			
Barbecho	62.300			
Praderas artificiales	2.000			
b) <i>Arboles y arbustos</i>		313.850		
Olivar	296.950			
Frutales	9.300 (*)			
Viñedos	7.600			
No labrada:			455.800	32,54
Pastos		330.200		
Sin pastos		125.600		
Improductiva:			113.700	8,11
Total provincial			1.401.000	

(*) Estadística de 1958. En la actualidad ha sufrido un notable incremento.

Como se deduce de las cifras anteriores, un 60 por 100 aproximadamente de la superficie provincial es objeto de explotación agrícola directa, ya en régimen de secano o de regadío.

Las extensiones ocupadas por los cultivos más importantes son las siguientes:

Extensión ocupada por los distintos cultivos de la provincia de Sevilla

CULTIVOS	Secano (Ha.)	Regadío (Ha.)	Totales cultivos (Ha.)	Totales de grupo (Ha.)
Cereales				326.000
Trigo	154.300	9.500	163.800	
Cebada	67.000	150	67.150	
Avena	43.500	50	43.550	
Centeno	400.000	—	400.000	
Alpiste	2.500	—	2.500	
Escalaña	1.100	—	1.100	
Maíz	26.500	4.000	30.500	
Zahina	2.000	—	2.000	
Arroz	—	15.000	15.000	
Leguminosas				66.300
Garbanzos	37.600	—	37.000	
Habas	26.000	2.600	28.600	
Plantas industriales				68.000
Algodón	46.500	11.800	58.300	
Remolacha	940	5.100	6.040	
Tabaco	120	1.060	1.180	
Pimientos	—	1.200	1.200	
Patatas y plantas hortícolas				11.970
Patatas	320	4.880	5.200	
Tomates	980	570	1.550	
Hortalizas	—	3.950	3.950	
Cebolla	—	300	300	
Condimentos	—	970	970	
Arboles y arbustos				310.400
Olivar	259.450	17.506	296.950	
Naranjos	—	4.000	4.000 (x)	
Vid	7.600	—	7.600	
Frutales	—	—	5.300	
Cultivos forrajeros				16.600
Alfalfa	—	1.600	1.600	

(x) Datos de 1955. En los últimos años se ha incrementado grandemente.

Distribución de la superficie cultivada en la provincia de Sevilla

	Superficies parciales (Ha.)	Sumas parciales (Ha.)	TOTALES (Ha.)	% Provin- cial
Labrada			831.500	59,35
a) <i>Cultivos herbáceos</i>		518,650		
Siembra anual	453.300			
Barbecho	62.300			
Praderas artificiales	2.000			
b) <i>Arboles y arbustos</i>		313.850		
Olivar	296.950			
Frutales	9.300 (*)			
Viñedos	7.600			
No labrada:			455.800	32,54
Pastos		330.200		
Sin pastos		125.600		
Improductiva:			113.700	8,11
Total provincial			1.401.000	

(*) Estadística de 1958. En la actualidad ha sufrido un notable incremento.

Como se deduce de las cifras anteriores, un 60 por 100 aproximadamente de la superficie provincial es objeto de explotación agrícola directa, ya en régimen de secano o de regadío.

Las extensiones ocupadas por los cultivos más importantes son las siguientes:

Extensión ocupada por los distintos cultivos de la provincia de Sevilla

CULTIVOS	Secano (Ha.)	Regadío (Ha.)	Totales cultivos (Ha.)	Totales de grupo (Ha.)
Cereales				326.000
Trigo	154.300	9.500	163.800	
Cebada	67.000	150	67.150	
Avena	43.500	50	43.550	
Centeno	400.000	—	400.000	
Alpiste	2.500	—	2.500	
Escala	1.100	—	1.100	
Maíz	26.500	4.000	30.500	
Zahina	2.000	—	2.000	
Arroz	—	15.000	15.000	
Leguminosas				66.300
Garbanzos	37.600	—	37.000	
Habas	26.000	2.600	28.600	
Plantas industriales				68.000
Algodón	46.500	11.800	58.300	
Remolacha	940	5.100	6.040	
Tabaco	120	1.060	1.180	
Pimientos	—	1.200	1.200	
Patatas y plantas hortícolas				11.970
Patatas	320	4.880	5.200	
Tomates	980	570	1.550	
Hortalizas	—	3.950	3.950	
Cebolla	—	300	300	
Condimentos	—	970	970	
Arboles y arbustos				310.400
Olivar	259.450	17.506	296.950	
Naranjos	—	4.000	4.000 (x)	
Vid	7.600	—	7.600	
Frutales	—	—	5.300	
Cultivos forrajeros				16.600
Alfalfa	—	1.600	1.600	

(x) Datos de 1955. En los últimos años se ha incrementado grandemente.

Las cifras anteriores representan sólo una aproximación sobre la distribución de cultivos, ya que a la variación normal de las superficies dedicadas a cada uno en los diferentes años agrícolas, debe unirse la derivada de la creciente extensión de los regadíos. A las grandes zonas regables que surgen como consecuencia de la puesta en marcha de los planes nacionales de irrigación, hay que añadir las numerosas obras privadas de captación y alumbramiento de aguas, que contribuyen asimismo a la elevación constante de la superficie regable provincial. Esta última puede evaluarse aproximadamente en:

Aguas reguladas

Canal del Valle Inferior del Guadalquivir	19.000 Ha.
Canal del Salado	2.500 »
Canal del Viar	11.000 »

Aguas elevadas

Canal del Mármol y otras elevaciones en Marismas	20.000 Ha.
Elevaciones y riegos varios diseminados en toda la provincia	22.850 »

En consecuencia, Sevilla cuenta en la actualidad con una superficie de regadío de unas 75.350 Ha., que representan el 5,3 por 100 de la extensión de la provincia y el 9,2 por 100 de la superficie labrada.

El desarrollo de los planes nacionales de irrigación, de los que el Canal del Bajo Guadalquivir es el máximo exponente, así como la rápida creación de nuevos regadíos debidos a la iniciativa privada, hacen esperar que en un plazo relativamente corto pueda duplicarse la superficie regable. Sólo las grandes obras en período de realización y proyectos abarcan las siguientes cifras:

Canal del Bajo Guadalquivir	62.000 Ha.
Canal del Bembezar	8.000 »
Canal Guillena-Camas	3.000 »
Riegos del Guadamar	2.000 »
Riegos de la Vega de Carmona (de ejecución diferida)	40.000 »
TOTAL	115.000 »

Con su ejecución Sevilla contará aproximadamente con una superficie regable equivalente al 23 por 100 de la superficie labrada de la provincia.

La creciente extensión de los regadíos es de un interés máximo para el desarrollo económico provincial. Las excelentes condiciones de clima y suelo en grandes áreas regables permiten asegurar un aumento considerable de los rendimientos y una intensificación del cultivo de las plantas industriales, frutales, naranjos, verduras, etc., a los que se augura un brillante porvenir en los mercados de exportación.

4. 2. Fertilidad: condiciones químicas generales de los suelos de la provincia

La fertilidad actual de los suelos depende de una serie numerosa de factores físicos, químicos y biológicos, por lo que su establecimiento y valoración es en todos los casos un problema complejo y difícil. Algunos de dichos factores pueden conocerse con suficiente precisión mediante trabajos y experiencias de campo y de laboratorio, con tal que los métodos empleados sean convenientes.

Sin que deba despreciarse la importancia de los factores biológicos (intervención de la fauna y flora del suelo) la mayor influencia en la estimación de la fertilidad corresponde a los caracteres edafológicos y a las propiedades físicas y químicas, ya que todas estas condicionan, en fin de cuentas, la actividad biológica del suelo. De aquí, que el estudio previo de estas propiedades contribuya a formar una idea muy aproximada del nivel actual de fertilidad de los suelos y permita obtener consecuencias de orden práctico. Este estudio es de la mayor eficacia cuando le precede la caracterización de los suelos con un riguroso criterio científico, la cual ha constituido una importante parte de la presente Memoria y ha sido expuesta en páginas precedentes.

La diversidad de caracteres y propiedades de los suelos de la provincia ha aconsejado el estudio por separado de las diferentes áreas o regiones agrícolas, de que se dará cuenta en las páginas siguientes. Sin embargo, se ha estimado conveniente dar una visión de conjunto de la provincia que, con los datos de clima y suelo expuestos en otros capí-

tulos, permitirá obtener un conocimiento aproximado de las condiciones generales del medio en que la agricultura sevillana se desenvuelve.

Los datos analíticos que han servido de base para este estudio general y para los de las áreas particulares, corresponden a unas 8.000 muestras de suelo y subsuelo distribuidas por toda la provincia. Estas muestras provienen de los estudios realizados para este trabajo, de las enviadas directamente por los agricultores para su análisis y de los trabajos especiales sobre diversas fincas, llevados a cabo por el C.E.B.A.C. por encargo de los propietarios.

Con el fin de ofrecer una idea general del estado de las diferentes regiones de la provincia en los nutrientes fundamentales, se ha intentado trasladar a un mapa los datos disponibles. Sin embargo, una simple delimitación de áreas correspondientes a niveles distintos de cada fertilizante es prácticamente imposible. A ello se opone la variabilidad existente aún dentro de fincas pequeñas. Por ello, se han representado en cada uno de los mapas que más adelante se incluyen los diferentes niveles de materia orgánica, carbonato cálcico, fósforo y potasio asimilables, mediante puntos coloreados situados en el lugar de procedencia de las respectivas muestras analizadas. Los cuatro colores empleados en cada caso corresponden a otros tantos niveles del elemento o sustancia considerada. (Figs. 23 a 26).

En la imposibilidad de representar en estos mapas la totalidad de las muestras analizadas, se ha escogido un número suficiente de ellas que se consideran representativas de las variaciones observadas en cada comarca.

Esta representación permite apreciar la localización aproximada de las áreas pobres o ricas en determinados nutrientes, así como la de aquellas otras de difícil clasificación a este respecto.

A continuación se comentan brevemente los caracteres generales de fertilidad de los suelos.

4.2.1. Acidez de los suelos y contenido en cal

De un modo general la provincia de Sevilla puede dividirse en dos

Fig. 23. Distribución y contenido de materia orgánica en suelos de Sevilla.

extensas regiones, diferentes en lo que se refiere a la acidez de sus suelos y el contenido en cal.

La primera de ellas coincide con la región natural de Sierra Morena y ocupa la zona de la provincia al norte aproximadamente de la línea Aznalcóllar-Puebla de los Infantes. Como se indicó en otro lugar, los suelos predominantes son tierras pardas sobre granitos y tierras pardas y rotlehrs sobre pizarras. Es el dominio de los suelos ácidos, pobres en cal. En esta región son frecuentes valores de pH entre 4 y 6, medidos en pasta saturada-agua, y de 3.5 a 5.5 medidos en cloruro potásico. Extensas áreas de esta región necesitan, por lo tanto, enmiendas calizas para el normal rendimiento de los cultivos comunes. Esta necesidad se acentúa en el caso de cultivos exigentes en calcio como las leguminosas. Otras áreas de esta misma zona poseen valores más altos de pH, entre 6 y 7 o incluso algo superiores a 7.

Fuera de esta zona es raro encontrar suelos ácidos o deficientes en cal en la provincia de Sevilla. Algunas áreas menores de suelos con pH moderadamente ácido se han localizado, sin embargo, en las terrazas diluviales al este del Guadalquivir entre Sevilla y Carmona, en las Vegas de la zona de Los Rosales, y otras, así como en los suelos arenosos al sur del Aljarafe entre esta región y las marismas.

Fuera de estas particularidades, la región al sur de la línea antes citada, integrada por la Vega aluvial del Guadalquivir, Terrazas diluviales, Aljarafe, Alcores, Campiña, Marismas y Serranía Sub-bética, es la región de los suelos neutros y alcalinos. El pH está casi siempre entre 7 y 8, o incluso 8.5, y los suelos están sobradamente provistos de calcio asimilable y de reservas importantes de este nutriente. Dentro de esta región merecen mención especial las Marismas del Guadalquivir, extensa área de suelos salinos, cuyo contenido en sales solubles alcanza valores desde moderados hasta muy altos, según las condiciones de altitud y otras. El pH de estos suelos, sin embargo, no excede por lo general de 8.3-8.5, porque, gracias a la importante reserva de carbonato cálcico existente, la arcilla está principalmente saturada de calcio, pudiendo en conjunto calificarse como suelos salinos moderadamente alcalinos.

De acuerdo con las condiciones de pH, las áreas más pobres en carbonato cálcico se encuentran en la región de Sierra Morena y en la Terraza diluvial antes citada, mientras el contenido en cal es importante

en toda la Campiña, Aljarafe, Alcores, en la mayoría de las Vegas aluviales, en las Marismas, y alcanza valores muy altos en las Sierras del sur de la provincia, más abajo de la línea Herrera-El Rubio-Osuna-Morón-El Coronil-Lebrija. (Fig. 24).

Un estudio estadístico de los valores encontrados para el contenido en caliza sobre las 8.000 muestras consideradas, ha permitido establecer la distribución de frecuencias que se muestra en la fig. 27.

El 36 por 100 aproximadamente de los suelos de la provincia poseen menos del 5 por 100 de caliza. Gran parte pueden considerarse incluso descalcificados. El 18 por 100 de los suelos son fuertemente calizos, con proporciones de este componente superiores al 30 por 100; y el resto, o sea, el 46 por 100, poseen riqueza intermedia, comprendida entre el 5 y 30 por 100, siendo los más abundantes los que tienen entre 15 y 30 por 100 de carbonato cálcico.

En consecuencia, más de la mitad de los suelos de la provincia pueden ofrecer dificultades para los cultivos, derivadas de su escasez en carbonato cálcico o de la proporción excesiva en este componente.

Mientras es posible actuar contra la deficiencia en cal mediante el empleo de las correspondientes enmiendas calizas, en dosis de encalado o de sostenimiento, no es posible modificar en forma rápida y eficaz las desfavorables condiciones que pueden presentar los suelos excesivamente calizos. El extremo más importante a este respecto es el de los suelos brutos de carbonatos de las zonas más altas de la Campiña y región sur, suelos pobres ocupados por monte bajo o por olivos, e incluso cultivos anuales, y en los que las condiciones de nutrición son siempre deficientes.

El resto de los suelos calizos, tierras negras, limos rojos, xero-rendsinas, serosems, etc., no presentan graves problemas derivados de su contenido en cal, por lo que teniendo en cuenta esta circunstancia y otros caracteres a la hora de disponer las dosis de fertilizantes, pueden dar rendimientos normales, e incluso elevados, en la generalidad de los cultivos comunes.

4. 2. 2. Contenido de los suelos en materia orgánica

La fertilidad propia de los suelos vírgenes decae paulatinamen-

te por el cultivo continuado. La riqueza en elementos minerales disponibles para las plantas no sufre un descenso tan marcado como la capacidad del suelo para proporcionar buenas cosechas, porque entre los factores determinantes de este decaimiento deben incluirse la disminución en el contenido de materia orgánica y la reducción del número de microorganismos del suelo, es decir, una reducción de las propiedades biológicas del terreno.

Los microorganismos encuentran en el suelo un soporte para vivir y el medio adecuado para alimentarse (materia orgánica, agua, etc.) a la par que contribuyen a la solubilización y transformación de los componentes inorgánicos que han de servir de alimento a los vegetales superiores. De aquí que pueda establecerse una cierta interdependencia entre los ciclos de vida de las plantas superiores y de los microorganismos, de forma que el desarrollo y abundancia de las primeras contribuyen a la multiplicación de los segundos, y viceversa.

En determinadas circunstancias puede establecerse entre ambos una competencia por ciertos elementos, que puede llegar a perjudicar el desarrollo del vegetal. Esto sucede, por ejemplo, cuando se incorpora al suelo materia orgánica no nitrogenada, como la paja. Los microorganismos, que precisan el nitrógeno para la formación de sus propios tejidos, ricos en proteínas, toman del suelo dicho elemento, sustrayéndolo con rapidez a la absorción por las plantas cultivadas, por lo que éstas acusan la deficiencia de tan importante elemento nutritivo.

En los suelos no cultivados se produce una acumulación de materia orgánica (restos de hojas, etc.) en el horizonte superficial que facilita el desarrollo de la flora microbiana. Paralelamente, ésta contribuye a mejorar la disponibilidad de elementos nutritivos, por lo que, en resumen, las condiciones de fertilidad de los suelos mejoran.

En cambio, los suelos cultivados proporcionan menos residuos vegetales, por lo que disminuye su contenido en materia orgánica y evolucionan hacia una fertilidad decreciente.

El conjunto de los procesos que tienen lugar en la transformación de la materia orgánica en el suelo, conduce a la formación del humus. Este podría enunciarse como un combinado de tejidos microbianos (vivos y muertos) y residuos de plantas y animales, parcialmente descompuestos. La proporción de unos y otros en la materia orgánica del sue-

Entre los muchos efectos beneficiosos del humus citaremos los más importantes: ayuda a desarrollar una estructura granular o grumosa del suelo; incrementa la capacidad del suelo para absorber iones cambiabiles, y, por tanto, para almacenar nutrientes en forma asimilable; aumenta la estabilidad de los agregados y facilita la infiltración del agua reduciendo la pérdida por corrientes superficiales y la erosión; mejora el tempero y aumenta la capacidad de retención de agua del terreno; la descomposición gradual del humus proporciona al suelo un suministro de nutrientes para los vegetales a lo largo de su ciclo vegetativo; etc.

Pocas regiones de la provincia tienen un contenido aceptable en materia orgánica, y aquellas son precisamente las que no se dedican al cultivo normal. Tal es el caso de las Marismas del Guadalquivir, Ribera de Morera y la Serranía Sub-bética, en especial en las áreas de alta montaña. Otras áreas con proporciones medias de humus pueden señalarse al noroeste (Estepona, Baza) y al oeste de esta zona (Jabal de Lantejuela y Marchena). Asimismo, se han encontrado algunos suelos con moderada proporción de materia orgánica en los alrededores de Fuentes de Andalucía, si bien son poco frecuentes.

Los suelos muy pobres en materia orgánica (menos del 1 por 100) se presentan bastante repartidos por la totalidad de la provincia. Merecen citarse ciertas áreas destacadas de las más importantes: en el sudoeste de Sevilla capital, y comprende la región de los Alcores situada al N. de la carretera Sevilla-Alcalá de Guadaira y la Tierra diluvial

Fig. 24. Distribución y contenido de carbonato cálcico en suelos de Sevilla.

hasta el canal del Valle Inferior del Guadalquivir, limitada al E. por una línea que partiendo de Carmona sigue hacia el N. hasta alcanzar aquel canal. Otra zona muy pobre en materia orgánica la constituye el extremo sur de la Terraza diluvial y suelos arenosos contiguos de Los Palacios. Por último, conviene señalar también como muy pobres en materia orgánica las áreas de arenas que van desde las proximidades de El Arahal y Paradas hacia Marchena y La Puebla de Cazalla.

La extensión más importante de la provincia está ocupada por suelos bajos en materia orgánica (1-2 por 100), como puede deducirse del mapa correspondiente.

Como se muestra en el histograma de frecuencias de la fig. 27, el 22 por 100 de las 8.000 muestras consideradas en este estudio poseen menos del 1 por 100 de materia orgánica; el 55 por 100 contienen entre el 1 y 2 por 100 de este componente; sólo el 19 por 100 poseen entre el 2 y 3 por 100, y no llegan al 4 por 100 las muestras que superan este último porcentaje.

El déficit general de materia orgánica de los suelos de Sevilla, y la importancia de este componente en la determinación de la fertilidad y en la mejora general de las propiedades del terreno, demuestra la utilidad de los aportes de materia orgánica y la conveniencia de intensificar las prácticas que a ello conduzcan, tales como el enterrado de la paja y restos vegetales, enterrado en verde de leguminosas, la preparación y empleo correcto de estiércoles, el uso de fertilizantes orgánicos diversos, etc.

La elaboración de una fórmula correcta de abonado exige el conocimiento del contenido de humus presente, ya que las cifras límites apropiadas para cada cultivo están estrechamente ligadas a aquella proporción. El mayor contenido orgánico de los suelos permite un mejor y más amplio aprovechamiento de los nutrientes minerales, los cuales pueden emplearse de esta forma en la cuantía apropiada, con garantía de su aprovechamiento por las plantas.

La preocupación por este problema es tanto más necesaria por cuanto la presencia en gran parte de estos suelos de importantes cantidades de carbonato cálcico, determina un consumo o destrucción acelerada de materia orgánica, favorecida por la elevada temperatura media de los suelos de la provincia.

4. 2. 3. Contenido en fósforo asimilable

El fósforo es uno de los elementos indispensables para la nutrición vegetal. La generalidad de las plantas cultivadas tienen considerables exigencias en este elemento, por lo que el conocimiento del nivel de los suelos en fósforo disponible es de gran importancia para la correcta elección de las dosis de fertilizantes en todos los casos.

Más que la cantidad total de fósforo existente en el suelo, gran parte del cual puede encontrarse en forma insoluble e inasimilable para las plantas, interesa conocer el contenido de aquel en «fósforo asimilable», entendiendo por tal el que se encuentra en condiciones de ser absorbido por las plantas.

El nivel de un suelo en fósforo asimilable depende de numerosos factores, entre los que se cuentan la naturaleza del suelo, su origen, grado y condiciones de desarrollo, acidez, composición mineralógica, su historia y manejo, labores, cultivos, régimen de abonado, etc. A aumentar el nivel de fósforo asimilable contribuyen fundamentalmente el empleo de formas solubles de fósforo contenidas en los fertilizantes comunes y la movilización lenta y continua del fósforo contenido en las reservas del suelo, promovida, entre otras causas, por una intensa actividad microbiana.

Por el contrario, la extracción por las cosechas de considerables cantidades de fósforo que pasan a formar parte de la materia vegetal, y los denominados fenómenos de fijación o insolubilización del fósforo añadido, tienden a disminuir dicho nivel. La consecuencia es la tendencia del suelo a un equilibrio dependiente de su naturaleza. En este proceso, por consiguiente, se tiende a impedir la elevación del nivel de fósforo asimilable en los suelos, por lo que se hace necesaria la incorporación de formas solubles de dicho nutriente que constituyen los abonos.

Es obvio advertir que las cantidades a emplear en la fertilización fosfatada, no sólo dependerán de la clase y régimen de cultivo, sino que han de guardar una estrecha relación con la naturaleza del suelo, con su contenido en fósforo asimilable y con las cantidades presentes de otros elementos. El conocimiento del estado actual de un suelo en fósforo asimilable representa, por lo tanto, un factor importante para el establecimiento de la fórmula correcta de fertilización.

Siguiendo un criterio semejante al empleado en el caso del contenido en cal, se ha representado en el mapa de la fig. 25 el fósforo asimilable de los suelos de la provincia. Según la cantidad de este elemento que poseen, se han distribuido los suelos en los cuatro grupos siguientes:

Suelos muy pobres (azul); menos de 10 mg. de P_2O_5 asimilable en 100 g. de suelo.

Suelos pobres (amarillo); de 10 a 20 mg. de P_2O_5 asimilable en 100 g. de suelo.

Suelos medianamente provistos (rojo); de 20 a 30 mg. de P_2O_5 asimilable en 100 g. de suelo.

Suelos bien dotados o ricos (verde); más de 30 mg. de P_2O_5 asimilable en 100 g. de suelo.

La simple inspección del mapa da clara idea del estado deficitario general en fósforo de los suelos de la provincia.

Existen, sin embargo, ciertas áreas de suelos en las que es mayor la disponibilidad de este elemento. La más importante de estas últimas se encuentra en la región central de la Campiña; comprende una buena parte de la vega de Carmona y se extiende, por un lado, hacia Fuentes de Andalucía, y por el S. de Marchena hacia La Puebla de Cazalla. También en el término de Ecija abundan los suelos con buen contenido en fósforo asimilable, sobre todo en las márgenes del Genil y zonas próximas. Asimismo en la vega aluvial del Guadalquivir, en especial en la zona comprendida entre Brenes y Sevilla, se han analizado numerosas muestras que poseían un buen contenido en fósforo asimilable. Por último, en la región de los Alcores, un importante porcentaje de muestras acusa una disponibilidad en este nutriente que puede considerarse de media a buena.

El resto de los suelos provinciales puede considerarse deficiente en fósforo asimilable, con menos de 20 mg. de P_2O_5 /100 g. de suelo, con predominio de los que no alcanzan los 10 mg/100 g.

Con los datos correspondientes a las 8.000 muestras analizadas de la provincia se han representado en el histograma de frecuencias de la fig. 27 los porcentajes de suelos incluidos en cada uno de los niveles de

Se comprende, por consiguiente, que los fertilizantes fosfatados deban ser incluidos en lugar preferente entre los de empleo obligado en toda fórmula de fertilización correcta casi en la totalidad de los suelos de la provincia.

El potasio, como el fósforo, es un elemento indispensable para la nutrición vegetal.

En la determinación de las normas generales de abonado potásico debe tenerse en cuenta, por consiguiente, el contenido del suelo en potasio asimilable. Las formas insolubles o poco utilizables de este nutriente constituyen, en todo caso, una reserva potencial del mismo.

— 136 —

Fig. 25. Distribución y contenido de fósforo asimilable en suelos de Sevilla

de alcanzar mayores niveles de potasio en los suelos ricos en calcio), etc.

Siguiendo un criterio semejante al expuesto en otro lugar, se ha representado en el mapa de la fig. 26 el contenido en potasio asimilable de un conjunto numeroso de muestras de suelos de toda la provincia, clasificadas en cuatro niveles que se representan por colores diferentes: *azul* para los suelos muy pobres en potasio (menos de 10 mg. $K_2O/100$ g. de suelo); *amarillo* para los suelos de bajo contenido (10-20 mg./100 g.); *rojo* para los suelos medianamente dotados (20-30 mg./100 g.), y *verde* para los suelos bien provistos de este nutriente (más de 30 mg./100 g.).

El estado en potasio de los suelos de la provincia es francamente mejor que el de fósforo. No obstante, pueden señalarse ciertas áreas importantes, en las que es frecuente encontrar valores bajos para el potasio asimilable. En estas áreas de bajo contenido podemos incluir la Sierra Morena, parte de los Alcores y el Aljarafe, y la Terraza diluvial comprendida entre los Alcores y la Vega aluvial del Guadalquivir. También deben incluirse entre las áreas con poco potasio asimilable las zonas arenosas que van de Los Palacios a La Puebla de Cazalla, y las de Villamanrique en el O. de la provincia.

Suelos bien provistos en potasio se encuentran con profusión al E. de la provincia, desde Carmona a Ecija, al N. de la línea Carmona-Marchena-Osuna-Estepa, con especial mención de una gran parte del término de Ecija.

También debe señalarse como muy bien dotada de potasio asimilable la zona de Marismas del Guadalquivir y una prolongación al E. hacia Montellano siguiendo la cuenca del arroyo Salado de Morón.

Diversas áreas de poca extensión asimismo con buena disponibilidad de potasio, se intercalan en el resto y pueden deducirse del examen del mapa.

El histograma de frecuencias que se representa en la fig. 27 muestra que el 30 por 100 de los suelos de la provincia son muy pobres en potasio asimilable; el 39 por 100 poseen cantidades ligeramente más altas, y el 31 por 100 contienen más de 20 mg. por 100 g. de suelo.

El empleo de fertilizantes potásicos es, por consiguiente, de menor significación que el de fósforo en la mayoría de los suelos de la provin-

cia, sin que esto suponga su exclusión, sino que el contenido en potasio del suelo debe tenerse muy en cuenta a la hora de establecer la dosis correcta de fertilización total.

4. 3. Fertilidad: regiones agrícolas más importantes

En los apartados anteriores de este capítulo se han expuesto los caracteres más importantes de los suelos de la provincia en lo que respecta a sus condiciones de acidez o alcalinidad y a su contenido en materia orgánica y en los nutrientes principales.

Como se indicó en la introducción de este trabajo, en la provincia de Sevilla puede distinguirse un conjunto de regiones o comarcas naturales, algo diferentes en lo que se refiere a la naturaleza y propiedades de sus suelos y a veces incluso en lo que respecta a sus condiciones climáticas. Estas regiones o comarcas difieren asimismo en su fisonomía agrícola y en la naturaleza, distribución y rendimiento de los cultivos más frecuentes. La fertilidad de las mismas, considerada desde el punto de vista del estudio químico y físicoquímico de los suelos y del contenido de éstos en los nutrientes fundamentales, se comentará por ello por separado en esta sección.

Las citadas regiones o comarcas agrícolas son: *Sierra Morena*, *Serranía Sub-bética*, *Vegas aluviales del Guadalquivir* y *Genil*, *Campaña* y *Marismas*. Dentro de la Campaña poseen características especiales y deben estudiarse por separado *El Aljarafe*, *Los Alcores* y las *Terrazas diluviales* de la margen izquierda del Guadalquivir.

4. 3. 1. Fertilidad de los suelos de la región de Sierra Morena

La región de Sierra Morena ocupa casi la tercera parte de la provincia y se extiende aproximadamente al norte de la línea Aznalcóllar-Puebla de los Infantes.

Como se indicó en otro lugar, los suelos más importantes de esta zona son tierras pardas sobre granitos y sobre pizarras. Existen también representaciones no muy extensas de lehm rojo sobre pizarras y suelos

esqueléticos sobre areniscas triásicas. Con excepción de las tierras pardas sobre pizarras, algo más profundas, estos suelos se caracterizan por la escasa potencia y desarrollo del perfil. Es general asimismo la pobreza en elementos fertilizantes.

La región de Sierra Morena es el dominio general de los suelos ácidos en la provincia. Las tierras pardas sobre pizarras y sobre granitos, en especial las primeras, poseen valores de pH por lo común inferiores a 7, que llegan incluso a 4,5 ó 5,0 medidos en pasta saturada acuosa y a 3,8-4,5 medidos en cloruro potásico. Los rotlehrs sobre pizarras tienen asimismo pH que varían entre 3,4 y 5,2.

Por lo que respecta a las condiciones de acidez puede concluirse que aunque se encuentran áreas limitadas con valores de pH próximos a 7, los suelos de Sierra Morena sevillana deben incluirse entre los suelos ácidos o moderadamente ácidos. En estas circunstancias se encuentra el 60 por 100 de las muestras analizadas de Cazalla de la Sierra, el 50 por 100 de las de Constantina, Castillo de las Guardas y Real de la Jara, el 20 por 100 de las de San Nicolás del Puerto y Castilblanco de los Arroyos, y menores proporciones de otros términos.

Paralelamente, los suelos de esta zona son pobres o deficientes en calcio asimilable, por lo que el encalado para corrección o para sostenimiento debe incluirse entre las prácticas normales de fertilización, o al menos preverse esta necesidad mediante el análisis del suelo en cada caso.

El histograma de frecuencias de la fig. 28 muestra que el 97 por 100 de los suelos de esta zona poseen menos del 5 por 100 de carbonato cálcico. En este porcentaje predominan los suelos carentes de este componente.

Otras consecuencias de la falta de cal, tales como los procesos de insolubilización o fijación de determinados nutrientes en estos suelos, serán consideradas más adelante.

Por lo que se refiere al contenido de materia orgánica el panorama es bien diferente. Una gran proporción de los suelos de esta zona (45 por 100) posee más del 2 por 100 de materia orgánica; y no es raro encontrar perfiles con el 4-6 por 100 de este componente. Sin que la proporción de materia orgánica alcance valores elevados, puede afirmar-

se que los suelos de Sierra Morena poseen niveles de este componente superiores a lo del resto de la provincia.

Este resultado está de acuerdo con las características generales de la zona, mayor humedad, menor temperatura media, escasez o falta de carbonato cálcico, menor intensidad de los cultivos, etc., que determinan una menor velocidad del proceso de destrucción de la materia orgánica y la tendencia a un nivel de equilibrio más alto.

A estas circunstancias debe unirse la mayor extensión dedicada a pastos, monte bajo y dehesas, y la abundancia de ganadería que permite una mayor disponibilidad de estiércol para las áreas cultivadas.

El histograma correspondiente al contenido de estos suelos en fósforo asimilable (Fig. 28) pone de manifiesto la escasez de este importante nutriente en los suelos de Sierra Morena. Un porcentaje superior al 70 por 100 tienen menos de 10 mg. de P_2O_5 por 100 g. de suelo, lo que representa un estado fuertemente deficitario. Sólo las pequeñas extensiones cultivadas con esmero, que reciben importantes aportes de fertilizantes orgánicos y fosfatados, muestran un contenido satisfactorio en fósforo asimilable. La escasez de este nutriente en los suelos de Sierra Morena, debe atribuirse al fenómeno de fijación de fósforo en forma de fosfatos de hierro y de aluminio, característico de los suelos ácidos, que se ha comprobado para los de esta zona por estudios de laboratorio llevados a cabo en el C.E.B.A.C.

La elevación del pH por las enmiendas calizas y el empleo de abonos alcalinizantes (escorias Thomas y cianamida cálcica preferentemente) contribuirán a limitar estas pérdidas por fijación y a obtener una movilización de las reservas normales del suelo en tan importante elemento nutritivo.

También esta zona debe considerarse pobre en cuanto a la dotación en potasio asimilable, si bien la escasez no es tan acentuada como la del fósforo (Fig. 28). El 50 por 100 de los suelos no alcanzan los 10 mg. de K_2O por 100 g. de suelo; y sólo un 8 por 100 poseen contenido medio en este nutriente (de 20 a 30 mg. de K_2O /100 g.). El 40 por 100 restante de los suelos pueden considerarse bajos en potasio, sin llegar a ser fuertemente deficitarios. Puede observarse la mejor disponibilidad de este elemento en los suelos sobre pizarras, siendo más

Fig. 26. Distribución de la P_2O_5 en el suelo.

pobres las áreas sobre granitos y las de lehm rojo que van desde Guadalcanal a Constantina.

Se conoce el estado de estos suelos en algunos oligoelementos importantes, entre los que tienen especial interés manganeso y cobalto, en particular este último por las consecuencias que la escasez o falta de cobalto puede tener sobre la salud del ganado que se nutre de pastos deficientes en este elemento.

Las tierras pardas sobre pizarras de Sierra Morena contienen de 600 a 1.100 p.p.m. de manganeso y de 8 a 10 p.p.m. de cobalto, cuya proporción aumenta con la profundidad, figurando entre los suelos de mayor contenido en cobalto de la región bética, por lo que no son pre-visibles deficiencias de este elemento en dichos suelos.

Aunque predominan las formas de manganeso difícilmente solubles y la cantidad de este elemento en estado fácilmente reducible es muy inferior (50 a 100 p.p.m.) tampoco son probables deficiencias de manganeso.

Las tierras pardas sobre granitos contienen de 260 a 960 p.p.m. de manganeso y solamente de 2 a 9 p.p.m. de cobalto, siendo los suelos más pobres de Andalucía Occidental en este último elemento. En estos suelos pueden encontrarse áreas de pastos deficientes de cobalto, circunstancia que debe tenerse en cuenta en la vigilancia de la salud del ganado, en especial ovino y vacuno, que de ellos se nutre.

Otros suelos, como los rotlehm sobre pizarras, etc., tienen contenidos normales o altos en dichos elementos escasos.

Resulta difícil establecer una distribución de vegetación, cultivos y aprovechamiento de esta zona en relación con los suelos más frecuentes.

Abundan las dehesas de alcornoques y encinas y extensas áreas de monte bajo, que se localizan con preferencia en las tierras pardas sobre pizarras y en los suelos rojos. Los pormenores de esta vegetación se trataron en el capítulo correspondiente.

Las áreas de pastos naturales predominan en las zonas más llanas de tierras pardas sobre granitos.

El olivar tiene una apreciable representación, en especial en las áreas de lehm rojo sobre pizarras y calizas cambrianas que se extienden de Constantina a Guadalcanal.

Existen asimismo algunas zonas de viñedos, en especial en Cons-

tantina, mientras los cereales (trigo, cebada, maíz), leguminosas, cultivos de huerta y frutales ocupan extensiones menores en los pequeños valles de los ríos que bajan al Guadalquivir.

Pueden conseguirse mejoras importantes en los rendimientos de los cultivos más frecuentes de esta zona por el manejo adecuado de los suelos, realización de enmiendas calizas en los suelos ácidos, empleo de dosis adecuadas de fertilización y elección de la época más conveniente para la misma. Estas mejoras pueden ser de trascendencia económica sobre todo en el caso de los olivares, en los que el estudio detenido del estado de nutrición y la elección de las dosis y épocas apropiadas para el abonado pueden aumentar fuertemente los rendimientos y suprimir o atenuar la alternancia en la producción.

No obstante, teniendo en cuenta los caracteres ya descritos de esta comarca, puede afirmarse que la mejora y desarrollo de la ganadería es el objetivo más importante desde el punto de vista económico.

A este respecto, el factor de mayor interés a considerar es la mejora y extensión de los pastizales, cuyas características generales y especies más importantes se describieron en el capítulo de vegetación natural de este trabajo.

Teniendo en cuenta los caracteres de clima y suelo, empleando la fertilización y enmiendas convenientes en cada caso y llevando a cabo una inteligente selección de las especies indígenas de mayor interés, así como un método mixto de explotación racional que incluya el pastoreo controlado, el ensilado y la henificación en épocas apropiadas, es absolutamente seguro que puede alcanzarse una mejora trascendente en la cantidad y calidad de los pastos y un aumento considerable en la producción ganadera de esta zona.

En la puesta en marcha de planes de esta clase puede cifrarse la esperanza para el resurgir económico de esta importante comarca sevillana.

Otro aspecto complementario a este respecto es el de la repoblación forestal. Importantes áreas de esta comarca admiten solamente esta clase de mejora. Con este fin se han realizado importantes esfuerzos en los últimos años por los organismos correspondientes del Ministerio de Agricultura. La intensificación de estos planes es asimismo del mayor

interés en las zonas no utilizables para su explotación como pastizales permanentes.

Pastos y arbolados son asimismo los agentes más eficaces para la defensa de los suelos contra la erosión, en lo que se tiene otra razón importante para el desarrollo de estos proyectos.

4. 3. 2. Fertilidad de los suelos de la región Sur (Serranía Sub-bética)

Como se indicó en otro lugar, la zona así definida ocupa una estrecha faja de la provincia, al sur aproximadamente de la línea Herrera-El Rubio-Osuna-Morón-El Coronil-Lebrija. Comprende parte de los términos de Las Cabezas de San Juan, Utrera, Montellano, El Coronil, Morón, Estepa, Osuna, Pedrera, y la totalidad de los de El Saucejo, Martín de la Jara, Coripe, Villanueva de San Juan, Los Corrales y Pruna. Los suelos predominantes forman un conjunto abigarrado de litosuelos de yesos, serosem y suelos margosos sobre materiales triásicos de margas y yesos, además de litosuelos calizos y relictos de terra fusca y terra rossa.

Presentan profundas diferencias con los de la Sierra Morena, ya comentados. Son fuertemente calizos: como se muestra en el histograma de la fig. 29, casi la mitad de las muestras estudiadas de esta región contienen más del 30 por 100 de carbonato cálcico, son muy frecuentes los valores superiores al 50 por 100 de este componente, y sólo un 6 por 100 de las muestras poseen el 5 por 100 de caliza; el pH es casi siempre ligeramente alcalino con valores entre 7 y 8, o algo más altos, sin exceder de 8,5. En suma, en esta región existen los suelos con mayor contenido en carbonato cálcico de toda la provincia, siendo asimismo frecuentes las áreas de suelos yesosos fuertemente áridos.

El contenido en materia orgánica es más bajo, en general, que en los suelos de Sierra Morena, pero superior al de otras zonas de la provincia, a excepción de la de Marismas del Guadalquivir. Un 36 por 100 de las muestras analizadas contienen más del 2 por 100 de materia orgánica y sólo un 16 por 100 tienen valores inferiores al 1 por 100. Como sucede en casi toda la provincia, predominan los valores entre 1 y 2 por 100. La naturaleza caliza de estos suelos contribuye a aumen-

tar el consumo de materia orgánica, por lo que es prudente vigilar su contenido y desarrollar las prácticas que faciliten la elevación de su nivel actual.

El contenido en fósforo asimilable es en general muy bajo: el 60 por 100 de las muestras estudiadas tienen menos de 10 mg de P_2O_5 por 100 g. de suelo; un 24 por 100 poseen entre 10 y 20 mg/100 g. sólo el 10 por 100 superan este último contenido. La fertilización fosfatada posee un gran interés en esta zona, y la respuesta de estos suelos a los abonos fosfatados es excelente como se ha comprobado en experiencias realizadas por el C.E.B.A.C. En general, la forma más adecuada de empleo del fósforo en estos suelos es el superfosfato cálcico.

El contenido en potasio asimilable es algo mejor en estos suelos que en la zona de Sierra Morena. Sólo un 30 por 100 de las muestras tienen menos de 10 mg. de K_2O por 100 g. de suelo; un 40 por 100 alcanza niveles entre 10 y 20 mg. y el resto contienen más de 20 mg/100 g. No obstante, a la hora de fijar las dosis adecuadas de fertilizantes potásicos, debe contarse con la alta proporción de calcio asimilable de estos suelos que exige una elevación paralela de la cantidad de potasio a emplear.

La agricultura de esta zona es variada. Existen áreas importantes de monte bajo y algunas dehesas de encinas y alcornoques, pero, salvo en las zonas más accidentadas, predominan los cultivos de cereales (trigo, avena, cebada, alpiste, etc.) y leguminosas. Hay también bastantes olivares cuyas producciones normales son, sin embargo, más bajas que en el resto de la provincia.

Un control adecuado de las dosis y época de abonado puede elevar considerablemente los rendimientos del olivar y de los cultivos anuales. Esto, y la mejora de los pastos en las áreas de dehesas, son los factores más importantes a tener en cuenta para el desarrollo económico de esta comarca.

4. 3. 3. Fertilidad: Vegas aluviales del Guadalquivir y Genil

Comprende esta zona una estrecha franja de suelos, formados por

sedimentos de dichos ríos, que ocupan extensiones variables en ambas orillas. Son suelos profundos y fértiles, cultivados casi en su totalidad en régimen de regadío, por lo que poseen importancia especial en cuanto a su influencia en el potencial agrícola de la provincia.

Poseen un contenido medio o moderado en carbonato cálcico. Más del 60 por 100 de las muestras analizadas de esta zona contienen entre el 15 y 30 por 100 de caliza, y sólo el 4 por 100 tienen porcentajes más altos de este componente. Existen áreas más descalcificadas, sobre todo en superficie, bien porque las condiciones de sedimentación hayan contribuido al depósito de materiales más gruesos (arenas) o porque el continuado régimen de cultivo en regadío haya determinado un lavado de la caliza superficial, en cuyo caso ésta aparece en los horizontes próximos inferiores. En estas condiciones se encuentra el 21 por 100 aproximadamente de los suelos de la vega aluvial, con un contenido de caliza inferior al 5 por 100. En algunas áreas reducidas se han podido encontrar incluso suelos de pH ligeramente ácido. En general, sin embargo, el nivel de calcio asimilable es bueno o suficiente.

Los suelos de esta zona poseen un contenido bastante uniforme en materia orgánica, siendo casi siempre pobres en este componente (Fig. 30). prácticamente el 85 por 100 de los suelos poseen porcentajes inferiores al 2 por 100 de materia orgánica; una cuarta parte no alcanza siquiera el 1 por 100, y sólo el 14 por 100 de los suelos muestran valores entre 2 y 3 por 100 de materia orgánica, siendo despreciable el número de muestras analizadas que poseen contenidos más altos.

A este respecto conviene recordar que la destrucción o consumo de materia orgánica, bastante elevada en nuestra región a consecuencia de las condiciones climáticas, se acentúa grandemente cuando se emplean altas dosis de nitrógeno en la fertilización mineral. Investigaciones sistemáticas realizadas por el C.E.B.A.C. han puesto de manifiesto que en estos suelos se triplica el consumo de materia orgánica cuando se emplean dosis de 200 Kg. de nitrógeno por Ha.; lo que representa un porcentaje de destrucción cercano al 15 por 100 anual de la materia orgánica presente al comenzar el cultivo. Dada la índole de los cultivos en esta zona y la intensidad de los mismos, se comprende la importancia que el agricultor debe conceder al suministro de materia orgánica. Esta y otras circunstancias económicas aconsejan el aumento de la gana-

dería y el cultivo de especies forrajeras, alfalfa, bercín, etc., cuya superficie debiera incrementarse considerablemente.

Como en la generalidad de la provincia, los suelos de la vega aluvial son pobres en fósforo asimilable. Como se muestra en la fig. 30, el 50 por 100 de las muestras analizadas contienen menos de 10 mg/100 g. de P_2O_5 asimilable; el 30 por 100 tienen más de 30 mg/100 g., y el 20 por 100 contiene entre 10 y 20 mg/100 g. La respuesta a la fertilización fosfatada es muy buena, como se ha comprobado por numerosas experiencias realizadas por el C.E.B.A.C. en varios cultivos.

Es interesante reseñar que, como en otros casos de suelos calizos, en los de las vegas aluviales del Guadalquivir y Genil, gran parte del fósforo soluble empleado en la fertilización se insolubiliza en un proceso de fijación, lo que conduce a una notable reducción práctica de las cantidades suministradas al suelo. Investigaciones realizadas en los laboratorios del C.E.B.A.C. con suelos de la vega aluvial en las proximidades de Sevilla han demostrado que en 15 días puede fijarse el 60 por 100 del fósforo soluble incorporado, lo que representa la pérdida para la inmediata cosecha de una importante fracción empleada en los abonos. En este proceso de fijación toman parte importante las fracciones más finas del carbonato cálcico que existen en gran proporción en estos suelos y que tienen una gran actividad fisicoquímica. Este hecho debe tenerse en cuenta a la hora de establecer correctamente las dosis adecuadas de fertilización fosfatada.

La proporción de potasio asimilable es, en general, mediana; el 44 por 100 de las muestras analizadas poseen entre 10 y 20 mg. de K_2O por 100 g. de suelo; un 23 por 100 tiene contenido más bajo y el 33 por 100 supera los 20 mg/100 g.

La reserva de potasio en estos suelos está determinada por el contenido de los minerales del suelo en este elemento. La cantidad de potasio presente en los suelos varía desde el 1,30 por 100 de K_2O en el horizonte superficial, hasta cerca del 2 por 100 a 1,50 m. de la superficie. Por lo general, solamente del 1 al 2 por 100 de esta cifra está en forma asimilable o fácilmente utilizable por las plantas. Sin embargo, en algunos suelos el potasio asimilable puede representar del 3 al 4 por 100 del potasio total.

Estudios realizados en el C.E.B.A.C. sobre el fenómeno de fija-

ción del potasio en suelos de Andalucía, han demostrado que los suelos de las vegas aluviales del Guadalquivir y Genil no poseen una importante capacidad de fijación, por lo que las cantidades a emplear de fertilizantes potásicos no han de forzarse para obviar el efecto de aquel fenómeno.

La agricultura de esta zona es la propia de los regadíos intensivos. Junto a cereales y leguminosas, se cultivan en gran extensión las plantas industriales, en especial la remolacha azucarera, algodón, cáñamo, tabaco, etc.; cultivos hortícolas (pimiento, melón, etc.); plantas forrajeras, etc.

Merecen una especial mención los cultivos de agrios. A lo largo de todo el valle del Guadalquivir en la provincia de Sevilla, existen desde hace muchos años numerosas y excelentes plantaciones de naranjos, de la variedad «amarga». A estas plantaciones corresponden los datos de superficie cultivada que se incluyen en la introducción de este capítulo. En los últimos años se han realizado numerosas plantaciones nuevas en diversas variedades de mesa de gran cotización, que han elevado en forma notable la superficie dedicada a tan importante cultivo. Las excelentes condiciones climáticas puestas de manifiesto en el capítulo primero y los caracteres de los suelos, en su mayor parte muy apropiados para esta clase de cultivo, auguran a los agrios un brillante porvenir en la provincia de Sevilla. Estudios realizados por el C.E.B.A.C. sobre algunas de estas plantaciones, han demostrado un excelente estado de nutrición de las plantas en casi todos los casos. Aunque se han encontrado deficiencias de hierro, zinc y manganeso en áreas aisladas de la zona de Lora del Río, Alcores, etc., las condiciones de los suelos son en general muy buenas para este cultivo y no son de prever trastornos importantes por esta causa, dados los valores de pH existentes. Una política inteligente de protección de este cultivo, de ordenación de las variedades y de asesoramiento en problemas de fertilización, tratamientos, etc., podría convertir esta zona en una de las regiones naranjeras más importantes del mundo, con favorables repercusiones en la economía regional y nacional.

4. 3. 4. Fertilidad: la Campiña sevillana

Esta comarca, la más amplia de las que componen la provincia de

Sevilla y la más variada en cuanto a la naturaleza de los suelos, cultivos, etc., comprende la mayor parte de la extensa zona situada entre Sierra Morena al norte y la Serranía Sub-bética al sur, a excepción de la vega aluvial del Guadalquivir y las Marismas. No obstante, y como se indicó en otro lugar, por su fisonomía y caracteres peculiares se han separado para este estudio las comarcas del Aljarafe, los Alcores y la Terraza diluvial del Guadalquivir que se comentan más adelante.

Aunque la extensa región de la Campiña presenta notables diferencias en lo que a características se refiere, no es posible descender a una excesiva fragmentación en un estudio de la naturaleza del actual, por lo que el comentario se realizará de una manera global.

Como se indicó en otro lugar, la Campiña está formada por una extensa variedad de suelos, tierras negras, lehm margoso bético, xerorrendinas y serosems, suelos rojos mediterráneos y suelos arenosos, que se entremezclan y distribuyen de una manera irregular y complicada sobre la extensa geografía de la llanura bética.

Con la heterogeneidad que imprime la variada naturaleza de los suelos, existe, sin embargo, una importante serie de propiedades comunes a los de toda la Campiña. Una de éstas reside en el carácter calizo general, nota dominante de todos los suelos de esta región, de la que se exceptúan solamente las zonas arenosas localizadas entre Puebla de Cazalla y Arahál, Utrera-Los Palacios y Puebla del Río-Villamanrique de la Condesa. El resto de los suelos de la Campiña contienen carbonato cálcico en proporción superior al 5 por 100, abundando los ricos en este componente, de modo que más del 50 por 100 contienen porcentajes de caliza superiores al 15 por 100. (Fig. 31).

Una visión del mapa de la fig. 24, muestra una mayor frecuencia de suelos ricos en carbonatos hacia el sur y sureste de la Campiña, es decir, hacia las formaciones fuertemente calizas de las sierras Sub-béticas.

En general, las áreas de suelos castaños (lehm margoso bético), presentan contenido moderado de carbonato cálcico; las tierras negras y suelos rojos poseen en superficie proporciones medias de dicho componente; y son bastante calizos, como es lógico, los suelos de serosems y xerorrendinas.

En conjunto, la mayor proporción de suelos calizos podría situarse

a lo largo de una línea que fuera desde El Coronil a Estepa, pasando por Morón, Puebla de Cazalla y Osuna.

Como es lógico con estos precedentes, los suelos de la Campiña tienen pH moderadamente alcalino, comprendido por lo general entre 7,5 y 8. Valores inferiores y problemas de acidez solo pueden encontrarse, en algún caso especial, en áreas muy reducidas que no pueden incluirse en este comentario de conjunto. Asimismo pH netamente alcalino se presenta sólo en reducidas áreas salinas locales, sin significación desde el punto de vista agrícola.

El contenido de materia orgánica es bajo en la mayor parte de la Campiña. Las áreas más pobres corresponden a los suelos arenosos, con porcentajes inferiores al 1 por 100 de materia orgánica. Áreas de suelos mejor provistos (2 a 3 por 100) se han localizado en Estepa y en ciertos puntos de Marchena y Ecija. Son muy escasas las muestras analizadas con más del 3 por 100 de materia orgánica. La mayor extensión de suelos, aproximadamente el 60 por 100 de las muestras de esta zona, contienen de 1 a 2 por 100 de materia orgánica. En resumen, puede concluirse que los suelos de la Campiña son pobres en materia orgánica, como es lógico, dado su carácter general calizo, alta temperatura media del suelo, intensidad de los cultivos y la escasa o nula fertilización orgánica habitual en esta comarca.

El aumento de la cantidad de materia orgánica es, sin embargo, de un gran interés por la modificación y mejora de las propiedades físicas del suelo, por su influencia en la capacidad de retención de agua y nutrientes minerales, favorable acción biológica, etc.

Experiencias de cultivo de trigo en secano realizadas en esta zona por el C.E.B.A.C. han demostrado que es posible pasar de una producción de 128 por 100 en parcelas abonadas con fertilizantes minerales, a la de 144 por 100 en parcelas en que el abonado mineral se complementó con una dosis adecuada de materia orgánica.

La escasez de materia orgánica de los suelos béticos y, en especial, de los de la Campiña, acarrea una pobreza paralela en el contenido en nitrógeno total, con valores más frecuentes comprendidos entre 0,06 y 0,12 por 100, con notorio predominio de los valores bajos. La velocidad de nitrificación es considerable por otra parte y el fenómeno no se interrumpe prácticamente durante el año. Estudios sistemáticos reali-

zados por el C.E.B.A.C. han demostrado que la nitrificación es importante incluso en los meses de diciembre y enero, ya que la temperatura media del suelo rara vez desciende por debajo de los 10°C. En los períodos lluviosos de primavera (marzo-abril) y final de otoño (octubre-diciembre) ocurren grandes pérdidas de nitrógeno por lavado del suelo, mientras que de mayo a septiembre hay un ligero aumento de nitrógeno nítrico en la capa superficial. La materia orgánica puede ser una fuente importante en el aumento de nitrógeno a la par que ejerce una influencia favorable en la disminución de la pérdida de este elemento.

Los hechos anteriores justifican la excelente respuesta de los suelos de la Campiña al abonado nitrogenado. La importancia de este nutriente, la velocidad de transformación de las formas orgánicas y amoniacal de nitrógeno en nuestros suelos, la gran movilidad de nitrógeno y el alto precio de este fertilizante, ponen de manifiesto la importancia e interés de los estudios encaminados a establecer las dosis, formas y época más conveniente de la fertilización nitrogenada.

El C.E.B.A.C. ha realizado en los últimos diez años numerosos estudios y experiencias de campo y de laboratorio sobre este interesante problema. Por el carácter de conjunto de este trabajo, solamente algunos datos se exponen a continuación.

Por lo que respecta al cultivo de trigo en secano (Figs. 32 a 34), tan extendido en la región que se comenta, el nitrógeno es factor limitante para la obtención de buenas cosechas, sobre todo en años de alta pluviosidad. Las dosis más convenientes (supuesto un abonado base de fósforo y potasio) variaron entre 50 y 70 Kg/Ha. de nitrógeno (238-334 Kg/Ha. calculados en sulfato amónico).

En experiencias comparativas realizadas en el mismo cultivo se han ensayado sulfato amónico, cianamida de cal, nitrato sódico, nitrato amónico, nitrato cálcico, urea y nitrato amónico-cálcico, incorporados de una sola vez, como abono de fondo, o en cobertera; así como tratamientos mixtos fraccionando la dosis total de nitrógeno que se incorpora en ambas épocas. Se ha comprobado que, dada la variabilidad de las precipitaciones en nuestra región, no debe prescindirse del abonado nitrogenado en sementera, ya que no es segura la disponibilidad de agua en la época de empleo de nitrógeno en primavera. De los resultados experimentales se deduce una más eficiente distribución cuando se emplea

el 60 por 100 de nitrógeno como abonado de sementera (junto con el abonado fosfatado y potásico) y el 40 por 100 restante en cobertera. La comparación de la urea frente a los restantes nitrogenados, ha conducido a resultados prácticamente idénticos con ambos tipos de fertilizantes. La nitrificación de las formas amoniacales del nitrógeno es rapidísima y llega a ser completa en un plazo de 4-5 semanas.

Por lo que respecta al cultivo del algodón, que tanto incremento ha tomado en la provincia en los últimos años, no se ha encontrado respuesta significativa al abonado nitrogenado en secano cuando la fertilización se realiza poco antes de la siembra. En cambio, las últimas experiencias permiten deducir que si el abonado con nitrógeno amoniacal se realiza unos dos meses antes de sembrar, se obtiene una apreciable elevación de los rendimientos. En regadío, por el contrario, se ha encontrado una excelente respuesta a la fertilización nitrogenada del algodón (Fig. 35). Se han ensayado dosis entre 160 y 240 Kg/Ha. de nitrógeno (760 a 1.145 Kg/Ha. calculados en sulfato amónico) con un abonado base de superfosfato y sulfato potásico. En estas experiencias se han obtenido rendimientos hasta de 4.200 Kg/Ha. de algodón bruto en algunos tratamientos. La urea ha producido rendimientos análogos a los de los nitrogenados comunes, habiéndose insinuado una fructificación más precoz.

Experiencias semejantes realizadas también por el C.E.B.A.C. en cultivo de maíz en regadío (Fig. 36) han demostrado la enorme influencia del nitrógeno en los rendimientos. Las dosis satisfactorias oscilaron de 200 a 240 Kg/Ha. de nitrógeno (de 950 a 1.145 Kg/Ha. calculados en sulfato amónico). Las experiencias, realizadas en el término de Utrera, dieron rendimientos hasta de 7.000 Kg/Ha. de maíz. La urea ha proporcionado resultados similares a los otros nitrogenados.

En experiencias de remolacha realizadas por el C.E.B.A.C. en la zona citada, en regadío, se ha comprobado asimismo una fuerte respuesta al abonado nitrogenado. Dosis de 160 Kg/Ha. de nitrógeno (760 Kg/Ha. expresados en sulfato amónico), con un abonado base de fósforo y potasa proporcionaron resultados muy significativos, con rendimientos hasta de 50 Qm./Ha. (Fig. 37).

En los últimos años se ha extendido esta experimentación al olivar, que es al mismo tiempo uno de los cultivos más importantes de la

provincia por su extensión e importancia económica, y uno de los más abandonados en lo que a fertilización y tratamientos se refiere. Las experiencias realizadas por el C.E.B.A.C. en diversas zonas de la provincia han mostrado una respuesta significativa a la fertilización nitrogenada y, lo que es más importante, un efecto positivo de la época de la fertilización (para un abonado base de fósforo y potasa) en el aumento de rendimientos y en la supresión de la alternancia en la producción (vejería); defecto este último que constituye uno de los más graves de los olivares andaluces actuales. Las experiencias, que se siguieron por la técnica del diagnóstico foliar, estudio del suelo y de rendimientos, han demostrado la importancia de la fertilización en la nutrición equilibrada y en los rendimientos del olivar, y el gran papel que en la misma juega la dosis y época de aplicación del nitrógeno. Estos resultados serán tratados en una publicación especial.

Por lo que respecta al contenido en fósforo asimilable, predominan en la Campiña sevillana los suelos pobres o muy pobres en este elemento. Como se muestra en el histograma de frecuencia de la figura 31, cerca del 50 por 100 de las muestras analizadas contienen menos de 10 mg. de P_2O_5 asimilable por 100 g. de suelo. Por el contrario solamente el 13 por 100 de las muestras tienen contenido en fósforo asimilable superior a 30 mg. de P_2O_5 por 100 g. Las áreas mejor dotadas de fósforo asimilable se han localizado en la vega de Carmona, prolongándose hacia El Arahál y Utrera por el sur y hacia Fuentes de Andalucía al este, así como en ciertas zonas del término de Ecija.

El fósforo es, por consiguiente, uno de los elementos deficitarios en los suelos de la Campiña, por lo que el empleo de fertilizantes fosfatados es aquí de un gran interés. Esta importancia aumenta todavía por la insolubilización de cantidades importantes del fósforo añadido que ocurre por reacción con las formas más activas del carbonato cálcico del suelo, de un modo semejante al que se comentó al tratar de la vega aluvial.

En general, los suelos de la Campiña sevillana muestran una fuerte y significativa respuesta al abonado fosfatado, como se ha demostrado en la extensa experimentación realizada por el C.E.B.A.C. en áreas y suelos muy variados de esta zona, de los términos de Sevilla, Gelves, Alca-

lá de Guadaira, Utrera, Ecija, Carmona, Aznalcóllar, etc.) durante los últimos ocho años.

En ella se ha podido comprobar que el fósforo es uno de los elementos limitantes de la producción de cereales en nuestra provincia. Las dosis óptimas de empleo en cultivos de trigo en secano estuvieron comprendidas entre 64 y 100 Kg. de P_2O_5 por Ha. (400-600 Kg/Ha. de superfosfato de 16 por 100) según la naturaleza de los suelos y su contenido original en fósforo asimilable.

El contenido en potasio asimilable es bastante aceptable en grandes extensiones de los suelos de la Campiña, sobre todo en su mitad oriental. Merece destacarse a este efecto el cuadrilátero que tiene por vértices Carmona-Marchena-Ecija-Esteba y la zona al este del mismo hasta el límite de la provincia. La mayoría de las muestras incluidas en este área contienen más de 20 mg. de K_2O por 100 g. de suelo, siendo frecuentes las que tienen más de 30 mg/100 g.

A excepción del área correspondiente a la cuenca del Arroyo Salado de Morón, asimismo bien provista de potasio asimilable, el resto de los suelos de la Campiña poseen contenidos medios o bajos en este elemento. En conjunto, como se muestra en el histograma de frecuencia de la figura 31, cerca del 40 por 100 de los suelos poseen más de 20 mg. de K_2O por 100 g. de suelo; y sólo el 22 por 100 de aquéllos no alcanzan los 10 mg.

En resumen, una gran parte de los suelos de la Campiña sevillana pueden considerarse aceptablemente provistos de potasio asimilable. Ello no significa que este nutriente deba ser excluido de las fórmulas de abonado, sino que esta circunstancia debe tenerse en cuenta a la hora de establecer las dosis apropiadas, de acuerdo con las necesidades de cada cultivo.

A este respecto es de tener en cuenta también la influencia del fenómeno de fijación de potasio por los suelos de la Campiña. El valor de la fijación es bastante notable en las tierras negras, en donde puede alcanzar del 60 al 70 por 100, siendo sensiblemente menor en las xero-rendsinas y serosems (30 a 50 por 100) y aún más bajo en los suelos rojos (10 a 40 por 100). Si se tiene en cuenta además el carácter calizo general de estos terrenos y la existencia de altas proporciones de cal-

cio activo, se refuerza la necesidad de la inclusión del potasio en las fórmulas de fertilización en esta zona.

Con independencia de la cantidad absoluta a emplear en cada caso, que es función entre otras cosas de la naturaleza de los cultivos, y del estado particular de cada suelo según los datos de su análisis químico, puede establecerse de un modo general que las *tierras negras*, suelos de difícil drenaje y elevada proporción de arcilla, en la que abunda la montmorillonita, son suelos fuertemente fijadores de potasio, que requieren dosis moderadamente altas de abonos potásicos. Las *xerorrendinas* y *serosems* suelos bien aireados, permeables en su horizonte superficial, fuertemente calizos en todo el perfil y con elevada proporción de montmorillonita en su fracción arcilla, tienen asimismo alta capacidad de fijación en las condiciones de campo y requieren dosis altas de potasio. Por el contrario, los *suelos rojos*, con moderada proporción de componentes finos, bien aireados y drenados, con contenido en calcio variable y cantidad menor de montmorillonita en su fracción arcilla, son medianamente fijadores de potasio y requieren solo aplicaciones moderadas de este elemento. Dentro de los suelos rojos, los del tipo de *terra rossa* más arenosos, son los de menor capacidad de fijación y exigen las aplicaciones más ligeras de potasio.

La experimentación realizada por el C.E.B.A.C. en cultivos diversos ha confirmado las anteriores observaciones. En cultivo de trigo en secano las dosis óptimas de abonos potásicos variaron entre 60 y 100 Kg/Ha. de cloruro potásico en los suelos rojos, 100-150 Kg/Ha. en las tierras negras y 150-250 Kg/Ha. para las *xerorrendinas* y *serosems*.

Los criterios de fertilización señalados suponen sólo una norma general, que puede manejarse provechosamente solo cuando se tengan en cuenta los restantes factores que influyen en la fertilización, tales como el nivel actual del suelo en potasio asimilable, el régimen de cultivo, exigencias de cada planta, etc.

Por lo que respecta al contenido en oligoelementos, la cantidad de manganeso total es elevada, variando entre 250 p.p.m. en las *xerorrendinas* hasta 500 p.p.m. en las tierras negras. El manganeso fácilmente reducible es del 35 al 60 por 100 del manganeso total. Se han encontrado deficiencias de manganeso en avena en ciertas áreas de *serosem* are-

noso de Lebrija y son probables en ciertas terras rossas. El contenido en cobalto varía entre 11,2 y 6,2 p.p.m., no siendo previsibles deficiencias de este elemento. El hierro, abundante por lo general, se encuentra fuertemente insolubilizado.

Como síntesis y por lo que respecta a los suelos de la Campiña, puede concluirse que una fertilización equilibrada, en la que desempeñan el papel principal nitrógeno y fósforo y que incluye asimismo el potasio, puede aumentar fuertemente los rendimientos en esta extensa zona de la provincia. El establecimiento de las dosis y formas correctas de abonado requiere el conocimiento de la naturaleza de los suelos, de sus caracteres generales y de su contenido real en elementos fertilizantes. Otros factores, tales como la elección de rotaciones adecuadas, de variedades convenientes, de semillas selectas, control de plagas, etc., son asimismo indispensables para mejorar los rendimientos de esta región.

Importantes áreas incluidas en esta zona se cultivan en la actualidad en régimen de regadío o podrán serlo en fecha próxima con la realización de los planes previstos, Canal del Bajo Guadalquivir, del Bembez, elevaciones privadas de aguas subterráneas, etc.

La existencia en ciertas áreas de la Campiña de zonas de suelos pesados poco permeables y de difícil drenaje e incluso cantidades apreciables de sales solubles, es un factor que debe tenerse muy en cuenta para prever el peligro de salinización que puede presentarse en tales casos con el cambio de secano en regadío.

4.3.5. Fertilidad: Terraza diluvial

Esta zona, de bastante amplitud, ocupa una ancha faja de terrenos que se extienden en la margen izquierda del Guadalquivir, desde el límite con Córdoba hasta aguas abajo de Sevilla, en contacto con la vega aluvial. Zona llana o de pendiente suave asciende, en general, hacia los Alcores, que le sirve de límite por el este en una gran parte. Se extiende luego al norte y este de Carmona, comprende casi todo el término de La Campana y llega hasta las proximidades de Fuentes de Andalucía. Sus suelos constituyen antiguas terrazas del Guadalquivir formadas en época diluvial. Son frecuentes las áreas de grava que, en las zonas

más hajas y sobre todo en los contactos con la vega aluvial, se han recubierto con aportes posteriores más finos.

Los histogramas de frecuencia correspondientes (Fig. 38) muestran que son suelos bajos en materia orgánica, siendo ésta la región de la provincia con mayor porcentaje de suelos muy pobres en dicho componente. El 43 por 100 de las muestras contienen menos del 1 por 100 de materia orgánica y solo el 3 por 100 pueden considerarse bien provistas. El área más pobre en materia orgánica se sitúa al oeste del Corbones hasta Sevilla capital, estando algo mejor dotada la parte situada al este de dicho río.

Casi la totalidad de estos suelos poseen muy poco, o carecen de carbonato cálcico en superficie: más del 80 por 100 de las muestras tienen menos del 5 por 100 de caliza, y no llegan al 10 por 100 las que superan el 15 por 100 de este componente. Después de Sierra Morena, esta zona es la más descalcificada de la provincia. No obstante, en el perfil aparece la caliza a profundidades variables, según se ha descrito en la Memoria de suelos precedente, presentándose por lo común en forma de concreciones o nódulos producidos por la acumulación del carbonato cálcico transportado en el lavado descendente, o formando un horizonte definido de enriquecimiento en cal.

La escasez de fósforo asimilable es asimismo notoria: el 64 por 100 de las muestras tienen menos de 10 mg. de P_2O_5 por 100 g. de suelo; un 10 por 100 poseen un contenido medio; y se encuentran todavía en menor proporción los suelos aceptablemente provistos de este nutriente (Fig. 38). Estos últimos se localizan principalmente en las áreas de contacto con la vega aluvial, en suelos dedicados a regadío, en los que el cultivo y la fertilización son generalmente intensivos.

También son bajos estos suelos en potasio asimilable: más del 50 por 100 de las muestras estudiadas (Fig. 38) son francamente pobres en este nutriente y son muy escasos los suelos mediana o aceptablemente provistos. Como en el caso de la materia orgánica, las áreas de contenido algo mejor en potasio se localizan en la zona situada al este del río Corbones.

De las consideraciones anteriores se deduce que los suelos de la terraza diluvial del Guadalquivir pueden ser calificados en general como suelos pobres en elementos nutritivos, en materia orgánica y cal. Suel-

tos y arenosos en superficie, presentan en algunas áreas un subsuelo poco permeable y con escasa penetrabilidad para las raíces.

Grandes áreas de estos suelos en los términos de Carmona, La Campana, Lora del Río, Sevilla, La Rinconada, Alcalá de Guadaira y Dos Hermanas, encajadas dentro de esta zona están cultivadas de olivar. En los contactos con la vega aluvial del Guadalquivir, otras zonas se cultivan en régimen de regadío. Corresponden en este caso, naturalmente, a los suelos de menor cota y más profundos de la terraza diluvial. En ellos se desarrollan cultivos análogos a los de la vega aluvial; remolacha, algodón, cereales, etc. Existen asimismo algunas plantaciones de agrios, cultivo al que puede augurarse un gran porvenir en esta zona en un futuro próximo.

La extensión de estos últimos y de los cultivos de huerta y forrajes en los suelos de regadío, y la mejora del olivar por el estudio intensivo de las normas correctas de manejo y fertilización, pueden mejorar fuertemente la economía de esta comarca.

La elevación del nivel de materia orgánica en estos suelos se presenta como una tarea urgente y de gran importancia para mejorar sus condiciones de fertilidad.

4. 3. 6. Fertilidad: comarca de Los Alcores

Situada entre la campiña y la terraza diluvial, la región de los Alcores está formada por una estrecha y alargada franja de suelos que se extienden desde Carmona, al norte, hasta las formaciones arenosas de Los Palacios y Utrera, al sur, comprendiendo parte de los términos de Carmona, El Viso del Alcor, Mairena del Alcor, Alcalá de Guadaira y Dos Hermanas.

Como se indicó en otro lugar, predominan los suelos rojos mediterráneos sobre calizas bastas detríticas, de textura arenosa y poco profundos. En general se encuentran bastante descalcificados en superficie, salvo en lugares muy erosionados donde puede aflorar la caliza, o allí donde ha sido incorporada al suelo por las labores. El 47 por 100 de las muestras analizadas contienen menos del 5 por 100 de carbonato cálcico, mientras que cerca del 30 por 100 de ellas superan el 15 por 100

de este componente. Estas últimas corresponden en general a las partes más altas de las suaves ondulaciones que constituyen esta comarca.

Es una zona muy pobre en materia orgánica, no existiendo prácticamente suelos con proporciones altas ni medias en este componente; el 36 por 100 de las muestras analizadas contienen cantidades inferiores al 1 por 100 de materia orgánica, mientras el resto poseen del 1 al 2 por 100.

En conjunto son suelos medios en fósforo asimilable: casi la tercera parte de las muestras analizadas poseen contenido medio o bueno, y el 40 por 100 de aquellas son pobres en dicho elemento (Fig. 39). Las áreas más deficientes se sitúan en los contactos con los suelos arenosos del sur de la comarca.

Contienen poco potasio asimilable, predominando los suelos pobres o muy pobres en este nutriente.

Contienen poco manganeso total (100-300 p.p.m.) y fácilmente reducible (25-125 p.p.m.) y poco cobalto. El hierro se encuentra fuertemente insolubilizado, habiéndose identificado deficiencias de hierro, manganeso y zinc en naranjos de esta región.

Es zona rica en aguas subterráneas, lo que influye fuertemente en su fisonomía agrícola. Al lado de extensas áreas de olivar existen numerosas plantaciones de naranjos y frutales, de las que son tradicionalmente renombradas las de Mairena del Alcor y Dos Hermanas.

La elevación de la productividad de estos terrenos vendrá determinada principalmente por el máximo aprovechamiento de los recursos hidrológicos, la mejora de las condiciones de fertilidad mediante la elevación del nivel de materia orgánica de los suelos y el incremento de la fertilización del olivar, tan descuidado desde tiempo inmemorial.

4. 3. 7. Fertilidad: comarca del Aljarafe

Esta pequeña región está formada por una meseta de altitud media cercana a los 100 m. que se extiende al oeste del Guadalquivir entre éste y el río Guadimar, desde La Puebla del Río a Aznalcázar por el sur y hasta la línea Castilleja de la Cuesta-Salteras-Albaida del Aljarafe-Sanlúcar la Mayor por el norte.

Como se indicó en otro lugar, predominan los suelos rojos y serosos arenosos sobre calizas gredosas terciarias. El 50 por 100 de los mismos poseen en superficie más del 15 por 100 de carbonato cálcico. Algunas zonas arenosas han sufrido sin embargo un lavado intenso, por lo que un 30 por 100 de las muestras tienen menos del 5 por 100 de calizas en los horizontes de suelo. El pH, sin embargo, es en todos los casos neutro o ligeramente alcalino, y la disponibilidad de calcio asimilable es buena.

Como en los Alcores, los suelos son pobres en materia orgánica y nitrógeno: no llegan al 10 por 100 las muestras con proporción de materia orgánica superior al 2 por 100 (Fig. 40); cerca del 40 por 100 tienen menos del 1 por 100, y el resto poseen entre el 1 y 2 por 100 de este componente. El contenido de nitrógeno es paralelamente bajo.

Igualmente deficitario es el estado en fósforo asimilable: cerca del 70 por 100 de las muestras analizadas no alcanzan los 10 mg. de P_2O_5 por 100 g. de suelo y sólo un 10 por 100 aproximadamente poseen contenido medio o aceptable en este elemento (Fig. 40).

Tampoco puede decirse que esta región está bien provista en potasio asimilable, ya que el 50 por 100 de los suelos son francamente pobres o deficientes y, como en el fósforo, sólo un 10 por 100 de los mismos alcanzan contenidos aceptables (Fig. 40).

La agricultura de esta comarca se caracteriza por el predominio tradicional del olivo y de la vid. Existen plantaciones de frutales y aumenta el cultivo del naranjo, en el que, como en los Alcores, no son raras las deficiencias en determinados oligoelementos (hierro, manganeso, zinc) inducidas por el carácter fuertemente calizo del subsuelo.

Existen también áreas arenosas cubiertas de pinos así como algunas plantaciones de eucaliptos.

La tónica general que preside la creciente transformación de esta interesante comarca se centra en el establecimiento de nuevas plantaciones de frutales y citrus que siguen a los alumbramientos de aguas. Aunque los suelos no son potencialmente fértiles, el cuidado del hombre, las reservas de agua del subsuelo, la proximidad a la capital y las excelentes condiciones climáticas, hacen de esta zona una de las más interesantes de la provincia. Por lo que respecta al olivar, al lado de algunas plantacio-

nes de magnífico aspecto existen otras, muy numerosas, cuyo abandono tradicional en lo que a fertilización y cuidados se refieren, se traduce en bajos rendimientos y una acusada alternancia en la producción. Las consideraciones realizadas a este respecto en los comentarios de otras zonas de la provincia son de entera aplicación en este caso.

4. 3. 8. Fertilidad: las Marismas del Guadalquivir

Esta extensa e interesante región, la más uniforme de la provincia en cuanto a la naturaleza de sus suelos, ocupa prácticamente la totalidad del antiguo estuario del Guadalquivir, en cuyo relleno tiene su origen. Como se indicó en el capítulo correspondiente, los suelos son casi invariablemente suelos salinos del tipo de solonchack calizo, formados por el depósito de aluviones y materiales finos del río en el seno de una masa de aguas saladas.

Forman en conjunto una gran llanura de altitud media de 2 a 5 m., en la que, como es característico de las áreas salinas, pequeñas variaciones de altitud determinan grandes diferencias en las condiciones de salinidad. Desniveles de 50 cm, son en muchos casos suficientes para pasar de un suelo moderadamente salino a otro de alta salinidad. Las áreas de mayor concentración de sales son las zonas bajas o «lucios», que destacan por las pésimas condiciones del suelo, gran cantidad de cloruro y sulfato sódicos y mayor grado de saturación en sodio. La vegetación característica de estas zonas está formada por plantas salinas, salicornia, etcétera, o falta incluso casi en absoluto. Los bordes de los antiguos canales o brazos del río constituyen zonas de deposición de materiales más gruesos y forman las llamadas «vetas», ligeramente más altas. La textura es menos arcillosa y la salinidad es considerablemente más baja en estas áreas. La vegetación contiene abundantes gramíneas por lo que constituyen buenas zonas de pastos, pudiendo en ocasiones soportar cultivos normales, como sucede en áreas no muy extensas de la «Veta de la Palma» y otras.

El común origen de los sedimentos que forman estos suelos explica la uniformidad de su composición. El porcentaje de arcilla es elevado y es frecuente que aumente con la profundidad hasta alcanzar en ocasiones

Fig. 27.—Frecuencias de niveles de materia orgánica, carbonato cálcico, fósforo y potasio asimilables en suelos de Sevilla (provincia).

Fig. 28.—Frecuencias de niveles de materia orgánica, carbonato cálcico, fósforo y potasio asimilables en suelos de Sevilla (Sierra Morena).

Fig. 29.—Frecuencias de niveles de materia orgánica, carbonato cálcico, fósforo y potasio asimilables en suelos de Sevilla (Serr. Sub-bética).

Fig. 30.—Frecuencias de niveles de materia orgánica, carbonato cálcico, fósforo y potasio asimilables en suelos de Sevilla (Vega aluvial).

Fig. 31.—Frecuencias de niveles de materia orgánica, carbonato cálcico, fósforo y potasio asimilables en suelos de Sevilla (Campiña).

Fig. 32.—Gráfica de rendimientos de experiencias en cultivo de trigo en secano.

Fig. 33.—Gráfica de rendimientos de experiencias en cultivo de trigo en secano.

Fig. 34.—Gráfica de rendimientos de experiencias en cultivo de trigo en secano.

Fig. 35.—Gráfica de rendimientos de experiencias en cultivo de algodón en regadío.

Fig. 36.—Gráfica de rendimientos de experiencias en cultivo de maíz en regadío.

Fig. 37.—Gráfica de rendimientos de experiencias en cultivo de remolacha azucarera en regadío.

Fig. 38.—Frecuencias de niveles de m. o., carbonato cálcico, fósforo y potasio asimilables. Sevilla (Terrazas diluviales).

Fig. 39.—Frecuencias de niveles de materia orgánica, carbonato cálcico, fósforo y potasio asimilables. Sevilla (Los Alcores).

Fig. 40.—Frecuencias de niveles de materia orgánica, carbonato cálcico, fósforo y potasio asimilables. Sevilla (Aljarafe).

Fig. 41. — Frecuencias de niveles de materia orgánica, carbonato cálcico, fósforo y potasio asimilables. Sevilla (Marismas).

Fig. 42. — Gráfica de rendimientos en cultivo de arroz en dosis creciente de potasio (Marismas).

Fig. 43. — Gráfica de rendimientos en cultivo de arroz con dosis creciente de nitrógeno y fósforo. (Marismas).

valores del 65-70 por 100. El suelo es entonces extraordinariamente compacto y difícil de manejar, circunstancia que se acentúa al aumentar el contenido en sales. La arcilla es fundamentalmente del tipo de illita, escasamente alterada. Una importante circunstancia de estos suelos es su apreciable e incluso alto contenido en carbonato cálcico que varía por lo general entre el 16 y 25 por 100. Son escasas las zonas que superan esta proporción. Por otra parte, en las áreas más arenosas de las «vetas» se encuentran suelos menos calizos y, a veces, con muy pequeña cantidad de carbonatos (Fig. 41).

Las sales solubles están formadas principalmente por cloruros, sulfatos y bicarbonatos de sodio, magnesio, calcio y potasio. No existe prácticamente carbonato sódico libre.

El pH es de moderada a francamente alcalino, sin que por lo general alcance valores más altos de 8,5. La naturaleza caliza de los sedimentos es una afortunada circunstancia, gracias a la cual la solución del suelo posee una importante concentración de calcio soluble que impide que la arcilla pueda alcanzar una elevada saturación en sodio. Porcentajes elevados de saturación en sodio, la peor circunstancia que puede darse en los suelos salinos, no existen prácticamente en la marisma del Guadalquivir. En horizontes superficiales de menor concentración salina la saturación en sodio alcanza el 8-9 por 100, aumentando ligeramente con la profundidad. Solo en las zonas centrales de los «lucios» fuertemente salinos se encuentran porcentajes de saturación en sodio hasta de 30-32 por 100. Por el contrario, áreas extensas de Isla Mínima y otras tienen un grado de saturación en sodio del 1 a 3 por 100 o más bajo en superficie.

Estas circunstancias son del mayor interés para el éxito de los planes de recuperación y puesta en cultivo de los suelos de las marismas del Guadalquivir.

La proporción de materia orgánica, en general media o baja, depende de la historia de los suelos. En las zonas aún no transformadas, tradicionalmente dedicadas a pastos, la proporción de materia orgánica alcanza valores hasta del 4-6 por 100. Un gran porcentaje de muestras tienen un contenido más moderado, de 2 a 3 por 100. Las áreas que han sido dedicadas al cultivo de arroz, o que por su situación en «vetas» o zonas más altas son más ligeras y han permitido cultivos de ce-

reales de secano, poseen una proporción menor de materia orgánica, comprendida entre 1 y 2 por 100. Son muy escasos los suelos con menos del 1 por 100 de materia orgánica (FIG. 41).

El contenido en fósforo asimilable de los suelos de las marismas es por lo general bajo: más del 50 por 100 de las muestras analizadas tienen menos de 10 mg. de P_2O_5 por 100 g. de suelo (FIG. 41) y solo el 20 por 100 posee fósforo asimilable en proporción media o buena, correspondiendo a áreas poco extensas sometidas a cuidadoso manejo por sus propietarios. En cambio, el contenido en potasio asimilable es bueno, lo que resulta lógico ya que el potasio figura en bastante proporción entre los componentes de las sales solubles de estos suelos. En general, el potasio asimilable supera los 50 mg. por 100 g., e incluso en ciertos lugares (borde oeste del Lucio de Sapillo) alcanza niveles superiores a los 400 mg/100 g. En total, como se muestra en la fig. 41, casi el 90 por 100 de los suelos están bien provistos de potasio, siendo muy pocas las áreas en las que escasea este elemento. Este alto contenido general de potasio es una circunstancia que debe tenerse muy en cuenta a la hora de establecer las normas de abonado de estos suelos en cualquier cultivo.

El contenido en manganeso total es el más alto del valle bético con 1000 p.p.m., pero como el hierro, se encuentra fuertemente insolubilizado a causa del elevado pH de estos suelos. En cambio, el contenido en cobalto raya el límite de las deficiencias con 2.8 p.p.m., lo que es de gran interés en áreas de pastos.

Hasta hace poco más de veinticinco años, casi toda la zona de marismas estaba dedicada a pastos, existiendo solo contadas áreas menos salinas en las que se cultivaban cereales en régimen de secano.

Aunque los primeros intentos de transformación en regadío datan de los años 1925 a 1928, es a partir de 1937 cuando se inicia la verdadera colonización de esta comarca, en un esfuerzo magnífico de la iniciativa privada y de los poderes públicos, que ha permitido la desecación de grandes extensiones de suelos y la puesta en cultivo de arroz de cerca de 20.000 Ha. con excelentes rendimientos.

Numerosas experiencias realizadas por el C.E.B.A.C. en esta zona han demostrado una buena respuesta del arroz a la fertilización fosfatada y nitrogenada y un efecto nulo o depresivo del potasio en muchos

casos (FIG. 42). Los fosfatos ácidos (superfosfato, fosfatos dobles, etc.), son los más adecuados para la fertilización fosfatada. El sulfato amónico puede emplearse como único abono nitrogenado, pero la urea, en los ensayos realizados, ha producido resultados similares a los de aquel. Debe adoptarse mucha cautela en el empleo del potasio que, en los casos en que sea necesario, es más adecuado en forma de sulfato. Aunque no pueden establecerse conclusiones definitivas, los mayores rendimientos se obtuvieron por lo que al fósforo y al nitrógeno se refiere en dosis de 100 a 120 Kg/Ha. de P_2O_5 (625 a 760 Kg/Ha. de superfosfato del 16 por 100) y aplicaciones próximas a los 200 Kg/Ha. de nitrógeno (unos 950 Kg/Ha. de sulfato amónico). En cada caso particular estas dosis pueden sufrir modificaciones con arreglo a las condiciones del suelo.

Pocos son los cultivos de importancia en las marismas aparte del arroz. En ciertas zonas menos salinas de Isla Mínima y otras, se ha ensayado con éxito variable el algodón. En éstas, en las «vetas» más elevadas y en las nuevas extensiones aisladas y desecadas, se han ensayado asimismo siembras de otros cereales (cebada, trigo), pastos de gramíneas, e incluso remolacha.

Estos intentos no han tenido hasta ahora pleno éxito por las especiales características de estos suelos, por lo que puede decirse que salvo en áreas limitadas de menor extensión, la agricultura de la zona principal de marismas se caracteriza por el monocultivo del arroz.

El problema de la recuperación y puesta en cultivo normal de los suelos de las marismas del Guadalquivir es en realidad complicado y difícil. Circunstancias desfavorables para una acción eficaz son la extraordinaria pesadez de los mismos, con porcentajes de arcilla que en ocasiones alcanzan hasta el 70-75 por 100 a profundidades de 110-120 cm., la escasa altitud sobre el nivel del mar que es general en toda la zona, la elevada concentración salina del suelo que alcanza fuertes niveles de salinidad en las zonas ligeramente más bajas, y muy especialmente el elevado nivel freático que mantiene una importante masa de agua salina a profundidades variables con la estación, pero muchas veces inferiores a un metro.

Una condición indispensable para la recuperación efectiva y permanente de los suelos salinos es el descenso del nivel freático. Por cau-

sas opuestas, que han conducido a una elevación de dicho nivel, se han salificado grandes extensiones de suelos en muchos países como consecuencia de la puesta en regadío y manejo incorrecto.

El descenso del nivel freático salino requiere un drenaje efectivo del suelo que mantenga el nivel de agua suficientemente bajo de un modo permanente. Esto exige una profundidad adecuada de los drenes y canales de desagüe, un espaciamiento de los mismos que disminuirá al aumentar la compacidad e impermeabilidad del suelo y, en zonas como la que consideramos, un sistema de bombeo que asegure la evacuación de las aguas de drenaje e impida la elevación del nivel en los canales y vías de desagüe.

Otras condiciones para la recuperación de los suelos salinos son el lavado del suelo por aguas naturales o irrigación adecuada, el mejoramiento de la estructura y permeabilidad, la disminución del grado de saturación en sodio de la arcilla, etc. Esto último, en los casos de suelos alcalinos, con arcillas fuertemente saturadas de sodio, exige el empleo de correctores químicos, yeso, azufre, etc., en proporciones adecuadas.

Tal empleo no es en general necesario en las marismas del Guadalquivir, ya que la existencia de importantes cantidades de carbonato cálcico en estos suelos asegura una reserva suficiente de calcio que impide un grado elevado de saturación en sodio de la arcilla, y asegura la regeneración de esta por cambio iónico en cuanto se dan las condiciones adecuadas de lavado y drenaje.

Sin embargo, el resto de las condiciones, en especial la escasa altitud de estos terrenos que dificulta una fácil evacuación de las aguas salinas, la extraordinaria impermeabilidad del suelo y el alto nivel freático, son circunstancias desfavorables que hacen de la recuperación de esta zona una obra costosa y difícil.

No obstante, los esfuerzos realizados tanto por la iniciativa privada como por los organismos oficiales, son considerables. La construcción de un gran número de kilómetros de diques ha aislado de las inundaciones y ha desecado extensas zonas de marismas en ambos márgenes del río. En la medida en que pueda disponerse de aguas de riego de calidad apropiada y puedan llevarse a cabo las obras e instalaciones que aseguren el lavado de los suelos, el descenso del nivel freático y la evacuación permanente de las aguas salinas, podrá tener éxito la empresa de re-

cuperación de esta extensa e importante comarca que, formada por suelos potencialmente fértiles y a las mismas puertas de la capital, posee un extraordinario interés.

La empresa puede acometerse aunando la intervención de la iniciativa privada y de los poderes públicos, y exige un estudio y planteamiento previo y seguro del proyecto y una constante y eficiente dirección técnica. El empeño es grandioso y difícil, pero sus resultados podrían conducir a la supresión del monocultivo y a la conversión de esta comarca en una de las regiones más prósperas de nuestro país.

Mientras tanto, no existe prácticamente otra solución que el cultivo del arroz en las zonas regables (salvo las pequeñas áreas menos salinas que toleran otros cereales o algodón) y la mejora de los pastizales en el resto, proceso este último de gran interés sobre el que se podría influir con una adecuada selección de especies y de los métodos de utilización y manejo.

En cuanto a la mejora de los terrenos no cultivados, puede influirse mientras tanto facilitando el proceso natural de relleno con el depósito de materiales aportados en las grandes avenidas, proceso lento pero eficaz, solo superable cuando se disponga de agua abundante de buena calidad y puedan acometerse los planes antes citados de recuperación progresiva de las marismas, cuya atención debería intensificarse todo lo posible.

V

BIBLIOGRAFIA

- BRAUN-BLANQUET, J.—Les groupements Végétaux de la France Méditerranéenne.
- BRAUN-BLANQUET, J., PINTO DA SILVA, A., ROZEIRA, A. y FONTES, F.—Resultats de deux excursions geobotaniques a travers le Portugal septentrional et moyen: I. Une excursion dans la Serra da Estrela. 1952.
- BRAUN-BLANQUET, J., PINTO DA SILVA, A., ROZEIRA, A. y FONTES, F.—Resultats de deux excursions geobotaniques a travers le Portugal septentrional et moyen: II. Chenaies a feuilles caduques (*Quercion occidentale*) et Chenaies a feuilles persistantes (*Quercion fagineae*) au Portugal, 1956.
- BRAUN-BLANQUET, J. y BOLÓS, O.—Les groupements Végétaux du bassin moyen de L'Ebre et leur dynamisme. 1957.
- RIVAS GODAY, S.—Proyectos de nuevas alianzas de la clase Cisto-Lavanduletea. 1946.
- RIVAS GODAY, S.—Los grados de vegetación de la Península Ibérica. 1955.
- RIVAS GODAY, S.—Aportaciones a la Fitosociología hispánica, I. 1955, 2.º
- RIVAS GODAY, S.—Aportaciones a la Fitosociología hispánica, II. 1956.
- RIVAS GODAY, S.—Übersich über die Vegetationsgürtel der Iberischen Halbinsel. 1956, 2.º.
- RIVAS GODAY, S.—Nuevos órdenes y alianzas de *Helianthemetea annua*. 1957.
- RIVAS GODAY, S.—Aportaciones a la Fitosociología hispánica, III. 1958.
- RIVAS GODAY, S. y RIVAS MARTÍNEZ, S.—Accerca de la *Ammophiletea* del este y sur de España. 1958.
- RIVAS GODAY, S.—Contribución al estudio de la *Quercetea ilicis* hispánica. 1959.
- RIVAS GODAY, S.—Los pastizales mediterráneos de España. 1960.
- RIVAS GODAY, S.—Los complejos climáticos en la cartografía de la vegetación. 1961.
- RIVAS GODAY, S. y BORJA CARBONELL, J.—Estudio de vegetación y Flórula, del Macizo de Gudar y Jabalambre. 1961.

- RIVAS MARTÍNEZ, S.—Sinopsis de las alianzas hispanas de *Asplenietea rupestris*. 1960.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.—Los pisos de vegetación de Sierra Nevada. 1961.
- SOUGNEZ, N. y NOIRFALISE, A.—Signification et Portes pratiques d'une carte phytosociologique des herbages. 1954.
- TÜXEN, R.—Grundung einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Eurosiberischen Region Europas. 1950.
- TÜXEN, R. y OBERDORFER, E.—Eurosiberische Phanerogamen-Gesellschaften Spaniens. 1958.

V

BIBLIOGRAFIA

- BRAUN-BLANQUET, J.—Les groupements Végétaux de la France Méditerranéenne.
- BRAUN-BLANQUET, J., PINTO DA SILVA, A., ROZEIRA, A. y FONTES, F.—Resultats de deux excursions geobotaniques a travers le Portugal septentrional et moyen: I. Une excursion dans la Serra da Estrela. 1952.
- BRAUN-BLANQUET, J., PINTO DA SILVA, A., ROZEIRA, A. y FONTES, F.—Resultats de deux excursions geobotaniques a travers le Portugal septentrional et moyen: II. Chenaies a feuilles caduques (*Quercion occidentale*) et Chenaies a feuilles persistantes (*Quercion fagineae*) au Portugal, 1956.
- BRAUN-BLANQUET, J. y BOLÓS, O.—Les groupements Végétaux du bassin moyen de L'Ebre et leur dynamisme. 1957.
- RIVAS GODAY, S.—Proyectos de nuevas alianzas de la clase Cisto-Lavanduletea. 1946.
- RIVAS GODAY, S.—Los grados de vegetación de la Península Ibérica. 1955.
- RIVAS GODAY, S.—Aportaciones a la Fitosociología hispánica, I. 1955, 2.º
- RIVAS GODAY, S.—Aportaciones a la Fitosociología hispánica, II. 1956.
- RIVAS GODAY, S.—Übersich über die Vegetationsgürtel der Iberischen Halbinsel. 1956, 2.º.
- RIVAS GODAY, S.—Nuevos órdenes y alianzas de Helianthemetea annua. 1957.
- RIVAS GODAY, S.—Aportaciones a la Fitosociología hispánica, III. 1958.
- RIVAS GODAY, S. y RIVAS MARTÍNEZ, S.—Accerca de la *Ammophiletea* del este y sur de España. 1958.
- RIVAS GODAY, S.—Contribución al estudio de la *Quercetea ilicis* hispánica. 1959.
- RIVAS GODAY, S.—Los pastizales mediterráneos de España. 1960.
- RIVAS GODAY, S.—Los complejos climácicos en la cartografía de la vegetación. 1961.
- RIVAS GODAY, S. y BORJA CARBONELL, J.—Estudio de vegetación y Flórula, del Macizo de Gudar y Jabalambre. 1961.

- RIVAS MARTÍNEZ, S.—Sinopsis de las alianzas hispanas de *Asplenietea rupetris*. 1960.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.—Los pisos de vegetación de Sierra Nevada. 1961.
- SOUGNEZ, N. y NOIRFALISE, A.—Signification et Portes pratiques d'une carte phytosociologique des herbages. 1954.
- TÜXEN, R.—Grundung einer Systematik der nitrophilen Unkautgesellschaften in der Eurosiberischen Region Europas. 1950.
- TÜXEN, R. y OBERDORFER, E.—Eurosiberische Phanerogamen-Gesellschaften Spaniens. 1958.