

LOS SUELOS DE LA PROVINCIA DE GRANADA Y SU POSIBLE INCIDENCIA EN LA FERTILIDAD DEL OLIVO

I. SUELOS RENDSINIFORMES Y VERTISOLES

SIERRA, C., GUARDIOLA, J. L. y DELGADO, M.

INTRODUCCION

Como se deduce del título de esta serie de trabajos, pretendemos conocer la influencia que, sobre la fertilidad del olivo, pueda tener el factor suelo. RECALDE (1) señala dos condicionantes para obtener un buen rendimiento del olivar: genotipo y ambiente.

El genotipo escapa a los alcances de este trabajo. El ambiente que afecta a esta planta en su aspecto externo-climatológico fue estudiado por nosotros en un trabajo anterior (2). Ahora pretendemos relacionar el ambiente interno del suelo, sus propiedades morfológicas y químicas, con la planta y la cosecha que ella produce (rendimiento medio de aceituna en los últimos 15 años).

El problema aislado "planta-cosecha" queda ligado, según señala la amplia bibliografía, el estado nutritivo de la planta, pero "suelo y clima" son los que condicionan la correcta ubicación del olivar.

No queremos dejar en olvido otros factores, que aun no siendo objeto de este trabajo, hay que tener muy en cuenta a la hora de hacer un estudio de la producción y rentabilidad del olivo, como serían un manejo inadecuado (poda, labor, etc.) o el tratamiento de enfermedades y plagas.

Señala RECALDE (1), que salvo casos excepcionales, la capacidad nutritiva del suelo, suele ser inferior a las necesidades de

la planta que sobre él se cultivan y que, con mayor o menor intensidad, limita la producción agrícola, siendo imprescindible la adición de fertilizantes en la práctica de cualquier cultivo.

El mismo autor, destaca el papel de fisiólogos, edafólogos y agrónomos en la práctica correcta del abonado, que sólo es posible cuando se conocen necesidades nutritivas de la planta, capacidad nutritiva del suelo y cantidad de abono a añadir, para que el suelo cubra íntegramente las necesidades de la planta que se cultiva. De ahí la importancia del conocimiento del ambiente interno del suelo para poder corregir posibles deficiencias y mejorar sus condiciones de fertilidad.

Agrupamos en el presente trabajo aquellos suelos con olivar que presentan un perfil poco desarrollado, que pueden ser clasificados como suelos rendsiniformes, vertisoles y sus intergrados.

Los suelos de tipo vega descritos por KUBIERNÁ y otros muchos autores que podrían ser incluidos en este trabajo, por tener como características en común un perfil poco desarrollado, no se incluyen porque son suelos que, en la provincia de Granada, muy raramente se destinan al cultivo del olivar. Las razones de ello son: por una parte, las limitaciones que supone el clima o la hidromorfía (MORETTINI, 3). Así, YANKOVITICH y BERTHOLLOT (4) indican que pluviosidades inferiores a 250 mm anuales, impiden un fácil desarrollo de la planta. MORETTINI (5) señala que en climas cálidos el olivar alcanzará un buen crecimiento, pero su rendimiento será escaso como consecuencia del aborto ovárico producido por la alta temperatura invernal. Igualmente es conocida la influencia negativa que tiene sobre el olivar la proximidad al mar y las limitaciones impuestas por la altitud —cotas superiores a los 1.000 m— a la actividad vegetativa de esta planta. Todas estas son razones que justifican la ausencia del olivo en las vegas de la provincia.

ALIAS y P. PUJALTE (6), en la memoria del mapa de suelos 1:200.000 de Granada, da para las zonas de olivar de esta provincia la siguiente asociación de suelos:

Rendsina moder

Syrosem → Syrosem Rendsina → Rendsina Syrosem

Rendsina Pelosol → Vertisol

Estos autores definen las rendsinas como suelos desarrollados sobre margas calizas, calizas margosas o calcoesquistos exentas de yeso o sales más solubles. El contenido en M.O. es normalmente inferior al 2 % y el contenido en arcilla raramente supera el 25 %.

Las rendsinas syrosem son suelos con bajo o muy bajo contenido en M.O. de color gris, gris claro o blanco en seco (10YR 8/1 a 5YR 6,5/2), muy calizos con contenido muy variable en arcillas pero sin grietas de retracción acusadas.

Muy relacionados con estos suelos están las xerorendsinas desarrollados en clima más árido con una vegetación xerofítica abierta, como consecuencia de la cual presentan un horizonte muy pobre en M.O. alrededor del 1 % y a veces muy sensiblemente inferior. Se encuentran sobre margas yesosas y calizas margosas. En el primero de estos casos las denomina xerorendsinas syrosem siendo las xerorendsinas de mull las que se desarrollan sobre calizas margosas.

TAMÉS (7) describe un 38 % de nuestros suelos situados en las zonas de clima seco, árido, de templado a frío, como serosem y un 7 % como serosem rojos. RODRIGUEZ PRADA al cartografiar el olivar de la provincia, lo sitúa casi en su totalidad dentro de dos grupos: Serossem y Pardo calizo.

Estas discrepancias entre los distintos autores se puede justificar si tenemos en cuenta la gran semejanza que tiene entre si estos tipos de suelos, lo que ya indica el propio KUBIENNA (8) en la descriptiva de los tipos Syrosem, Xerorendsina y Serossem, de los cuales el Syrosem corresponde al suelo más joven, menos evolucionado y el Serossem el de mayor desarrollo relativo, incluso a veces con costra caliza. Todos ellos tienen perfil AC, escaso contenido en humus, se desarrollan sobre rocas carbonatadas generalmente no compactas.

Las rendsinas pelosol cartografiadas por ALIAS (6) en la provincia de Granada son semejantes a las rendsinas syrosem, mejor provistas de M.O., que se incorpora a una profundidad mayor; pero con un contenido en arcilla más elevado con predominio de los minerales hinchables, lo que se manifiesta por la apertura de grietas en el período estival y sin presentar todas las características de vertisuelos. Presentan cierta semejanza con los suelos pardos serosem y los pelosol-pardos descritos por DUCHAFOUR (9).

En climas templados señala DUCHAFOUR que los vertisoles y los pelosoles presentan grandes analogías entre sí, los últimos no tienen manchas rojo-amarillentas en profundidad, aunque sí un fuerte enriquecimiento en arcilla, parte de ella de neoformación del tipo 2:1 y en proporción inferior a la descrita en vertisoles. El mismo autor menciona un paso intermedio, pelosol-vértico, que define como tránsito de pelosol a vertisales.

Ambos suelos presentan fenómenos de "Self Mulching" producidos en los vertisoles por la existencia de arcillas hinchables y en los pelosoles por el alto contenido en arcilla.

Dada la gran diversidad de opiniones que se aprecia en la bibliografía referente a los suelos poco desarrollados sobre materiales carbonatados, hemos considerado útil aplicar los criterios de varios autores sobre la tipología de aquéllos, partiendo de la clasificación que utilizaron ALIAS y PEREZ PUJALTE en el mapa de suelos de Granada, que fue la base sobre la que se hizo el muestreo para la realización de este conjunto de trabajos.

Asimismo se han clasificado de acuerdo con la tipología dada en la memoria del mapa de suelos de España 1:1000.000 y la Clasificación de suelos francesa de 1967, por considerar que estas tipologías han sido las más utilizadas, y entre todas ellas pueden ayudar al más exacto conocimiento de estos suelos, sin pretender la acuñación de otros términos (9, 10).

La Clasificación de la FAO se ha utilizado como clasificación de referencia (11).

En cada perfil se relacionan los distintos nombres según el orden que acabamos de citar.

II. PARTE EXPERIMENTAL

SUELOS RENSINIFORMES

A) DESCRIPCIÓN MACROMORFOLÓGICA

Perfil 14.—Cortijo Córdoba "Las Yeseras" en Santa Cruz del Comercio.

Altitud: 1.020 mts.

Topografía: Colinado; pendiente: escarpada.

Geología: Margas con yesos del mioceno superior.

Tipología: Xerorendsina. Xerorendsina. Suelo pardo yesoso con costra de yeso. Yermosol gipsico.

Prof. cm.	Horiz.	Descripción
0-30	Ap	Color 2,5Y 8/2 en seco y 2,5Y 7/2 en húmedo. Estructura granular fina. Alto contenido en yeso. Los 3 cm inferiores de este horizonte están más estructurados.
30-38	Y	Costra de yeso.
38	C	Color 2,5Y 8/2 en seco y 2,5Y 7/2 en húmedo. Marga yesosa con débil reacción frente al CIH.

Perfil 16.—Cortijo de Córdoba, Cerrillo del Puerto en Santa Cruz del Comercio.

Altitud: 935 mts.

Topografía: Fuertemente ondulado. Pendiente: moderadamente escarpado.

Geología: Limos marinos del Mioceno superior.

Tipología: No clasificable. Xerorendsina. Suelo yeso-rendsiniforme. Regosol calcáreo.

Prof. cm.	Horiz.	Descripción
0-25	Ap	Color 10YR 4/3 pardo en seco y 10YR 4/2 pardo grisáceo oscuro en húmedo. Estructura granular gruesa. Textura franco arcillosa. Se observan algunos cristales de yeso. Raíces abundantes gruesas y finas. Límite brusco y plano. Calizo.
	C	Marga de color 10YR 5/ en húmedo y 7/2 en seco; estructura en bloques angulares muy duros cuando secos. Ausencia de raíces. Se observan bloques calizos pardos muy pálidos 10YR 8/3. Calizo.

Perfil 22.—Carretera Ventas de Huelma. Cacín en el Cerro de la Cruz.

Altitud: 1.005 mts.

Topografía: Colinado; pendiente: escarpada.

Geología: Mioceno superior.

Tipología: Serosem. Suelo pardo yesoso con costra de yeso. Xerosol gipsico.

Prof. cm.	Horiz.	Descripción
0-25	Ap	Color 10YR 5/4, 2,5YR 5/4 en húmedo y 2,5 Y 7/2 en seco. Estructura granular fina. Extremadamente friable. Textura arcilloarenosa. Eflorescencia y cristales de yeso.
25-80	C	Color 10YR 6/3 en húmedo y 10YR 7,5/1 en seco. Estructura en bloques angulares media y muy friable, duros cuando secos. Textura arcilloarenosa. Cristales de yeso y caliza. Los primeros muy abundantes y de gran tamaño, sobre todo en profundidad.
80-84		Costra* de yeso.

B) RESULTADOS EXPERIMENTALES

B₁) Granulometría

Perfil	Horiz.	Prof.	A. Gruesa	A. Fina	Limo	Arcilla
14	Ap	30	9	18	67	6
	Y	8	—	—	—	—
	C	—	—	—	—	—
16	Ap	25	16	25	31	28
	C	40	9	28	34	30
	Ap	25	5	15	64	15
22	C	55	8	15	62	14
	Y	4	—	—	—	—
24	Ap	15	9	13	30	49
	C	—	6	17	35	41

B₂) Fertilidad y acidez

Perfil	Horiz.	M.O. %	N %	C/N	P ₂ O ₅ meq/100	K ₂ O meq/100	CO ₂ %	pH
14	Ap	0,50	0,032	9,06	2	0	9	7,80
	Y	—	—	—	—	—	—	—
	C	0,34	0,017	11,60	4	0	6	7,80
16	Ap	2,04	0,112	10,56	36	13	35	7,85
	C	1,00	0,067	8,65	26	0	45	7,85
22	Ap	0,70	0,047	8,63	4	30	13	7,75
	C	0,18	0,010	10,44	2	23	14	7,75
24	Ap	0,82	0,068	6,99	22	15	59	8,05
	C	0,40	0,027	8,59	16	8	71	8,20

B₃) Complejo de cambio meq/100 gr.

Perfil	Horiz.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	S	T	V %
14	Ap	sat.	2,21	0,33	0,06	—	22,61	100
	C	sat.	1,92	0,32	0,03	—	24,32	100
16	Ap	sat.	2,40	0,21	0,18	—	26,13	100
	C	sat.	2,14	0,26	0,27	—	24,50	100
22	Ap	sat.	3,41	0,21	0,18	—	24,50	100
	C	sat.	4,12	0,26	0,27	—	16,30	100
24	Ap	19,27	6,71	0,05	0,31	25,87	25,46	100
	C	16,64	6,97	0,10	0,42	24,13	23,82	100

DISCUSION

Son suelos que se desarrollan en áreas de topografía variada, aunque dominan las pendientes escarpadas, por tanto están sometidos a fuertes acciones erosivas —es frecuente encontrar afloramientos rocosos en superficie, calizas o yesos— incrementada por la desnudez del suelo típica del cultivo que lo ocupa.

Sólo en determinadas situaciones la pendiente es menor, acusándose un mayor desarrollo edáfico coincidente con un olivar más frondoso.

De acuerdo con las definiciones de los tipos de suelos que se dan en algunas de las clasificaciones que hemos utilizado

ha sido muy difícil, a veces imposible, el encasillar estos suelos cuya característica común es su poco desarrollo y por consiguiente la carencia de rasgos típicos que ayudan a su identificación.

La discrepancia entre los distintos autores sobre las condiciones climáticas bajo las cuales se han desarrollado estos tipos de suelos, unidas a las variaciones de clima, escasas pero apreciables, que se encuentran en la provincia de Granada donde se han estudiado estos suelos, según SIERRA y DELGADO (2), son causa de las diferencias que hemos encontrado al aplicar las distintas clasificaciones.

La existencia de yeso en el material original responsable de la presencia de este mineral en el suelo, independientemente a veces, de las condiciones climáticas en las que se haya desarrollado el mismo, es otra de las causas que, juntamente con el clima, dificultan la clasificación de estos suelos.

Es el caso que se presenta al intentar aplicar la clasificación usada por ALIAS y P. PUJALTE en el mapa de suelos de la provincia de Granada —que resumimos en parte en la introducción de este trabajo— a los suelos correspondientes a los perfiles 16 y 14, ya que estos autores no dan cabida en su clasificación a suelos que aún habiéndose desarrollado bajo un clima subhúmedo puedan contener yeso en su perfil.

En algunos casos podría justificarse esta discrepancia entre los requisitos de la clasificación y las propiedades del suelo que encontramos si pensamos que un determinado perfil, en nuestro caso el n.º 14, se ha desarrollado en un enclave de clima semiárido dentro de una zona de clima subhúmedo, lo que es perfectamente comprensible si se tiene en cuenta las pocas estaciones de recogida de datos climáticos que se tienen en la zona estudiada y las pequeñas diferencias que existen entre los valores obtenidos en estaciones próximas correspondientes cada una a zonas climáticas diferentes.

Esta consideración podría ser aplicada al suelo que corresponde al perfil n.º 16 si no fuera porque un mayor contenido en materia orgánica no aceptable por ALIAS y P. PUJALTE para las xerorendsinas nos hace pensar en la posibilidad de que efectivamente el clima es algo más húmedo que en el caso anterior.

Desde el punto de vista de su fertilidad es de resaltar el marcado déficit de M.O. con valores inferiores a la unidad salvo

en el caso del perfil 16; en general está bien humificada como vemos en su relación C/N.

El contenido en K_2O es bajo; llegando en el caso del suelo 14 a no presentar potasio utilizable; solo en el perfil 24 se observan valores superiores a los normales para este tipo de plantaciones. Se aprecia también un claro descenso de este nutriente con la profundidad.

Los porcentajes de P_2O_5 son altos en los suelos 16 y 24 y muy bajos en el 14 y 22. Los suelos 16 y 24 están más equilibrados en nutrientes, si bien es bajo el contenido en M.O. del perfil 24, lo que unido al escaso espesor del suelo, puede ser la razón de su poco rendimiento. El suelo 16 es el de mayor productividad, presenta un contenido en nutriente relativamente compensado y su espesor es suficiente para que desarrollen perfectamente las raíces, y de ahí el aspecto más frondoso del arbolado de esta parcela experimental. La mayor potencia de este suelo se debe a condiciones topográficas especiales que dificultan el proceso erosivo continuado a que están sometidos la mayoría de estos suelos.

En resumen, son suelos casi siempre situados en altitudes próximas a los 1.000 metros, a veces sensiblemente superiores con un relieve más o menos accidentado, que favorece los procesos erosivos, con ello el escaso desarrollo de estos suelos y su bajo contenido en macronutrientes. Los efectos debidos a los contrastes climáticos propios de esta altitud también inciden de forma negativa, como ya señalamos en un trabajo anterior (2).

El yeso, según la bibliografía, no es un factor adverso para el olivo, sino que por el contrario, en muchos casos favorece la producción de aceituna. Nosotros hemos observado, como sucede en el perfil 16, que la presencia de algunos cristales de yeso no afectan negativamente a la producción del olivo. Otro caso muy diferente es el de los suelos 14 y 22, donde el suelo es prácticamente una marga de yeso; no tenemos casuística para justificar el papel negativo del yeso, cuando éste es muy abundante más bien habría que pensar en otras motivaciones como las consideradas anteriormente.

La presencia de costra sí incide en la fertilidad, sobre todo en aquellos casos en que se encuentra muy superficial, ya que al no poder ser atravesada por las raíces, disminuye en muchos casos el área de expansión y con ello el desarrollo del olivo.

REDSINA PELOSOL

A) DESCRIPCIÓN MACROMORFOLOGICA

Perfil 15: Santa Cruz del Comercio Cortijo Córdoba

Altitud: 1.063 metros.

Topografía: Ondulado; pendiente: inclinado

Geología: Margas y yesos del Mioceno superior.

Tipología Rendsina pelosol. Rendsina con fuerte efervescencia.

Tipología: Rendsina pelosol. Rendsina con fuerte efervescencia. Regosol cálcico

Prof. cm.	Horiz.	Descripción
0-30	Ap	Color en seco pardo amarillento claro 2,5Y 6/4 y gris pardo claro 2,5Y 6/2 en húmedo; pequeñas manchas herrumbrosas zonales. Arcilloso. Estructura en bloques angulares finos. Muy adhesivo. Frecuentes granos de yeso rellenando poros y grietas. Calizo. Límite neto y plano.
30-45	A ₁	Color pardo 10YR 5/3 en seco y 2,5Y 6/2 gris, pardo claro en húmedo. Algunas manchas herrumbrosas. Arcilloso. Estructura en bloques angulares medianos. Muy plástico y friable. Granos de yeso abundantes en todo el horizonte. Calizo.
45-120	C ₁	Coloración en seco 5YR 6/3 pardo rojizo claro. Arcillo-limoso. Estructura angular gruesa. Abundantes granos de yeso. Calizo.

Perfil 25: Cortijo de Loreto en el cruce de caminos de Illora y Daimuz.

Altitud: 640 mts.

Topografía: Ondulado; pendiente: suavemente inclinado.

Geología: Margas y limos del plioceno.

Tipología: Rendsina pelosol. Rendsina con fuerte efervescencia. Regosol cálcico.

Prof. cm.	Horiz.	Descripción
0-20	Ap	Color en seco 10YR 5,5/4 pardo amarillento oscuro y 10YR 4,5/2 pardo grisáceo en húmedo. Arcilloso. Estructura en bloques subangulares muy finos. Friables. Frecuentes manchas herrumbrosas muy finas. Límite neto y plano. Calizo.
20-45	A ₁	Color en seco 10YR 6/3 pardo pálido y 10YR 5/2 pardo grisáceo en húmedo. Arcilloso. Estructura en bloques angulares medianos muy consistentes en seco. Manchas herrumbrosas menos numerosas pero mayores que en el horizonte Ap. Calizo.
45-80	C ₁	Marga con estructura en bloques angulares medianos y gruesos. Abundantes nódulos calizos.
80-	C ₂	Color 7,5YR 5/4 pardo con estructura en bloques angulares medianos. Recubiertos de una fina película de pseudomicelios de Carbonato cálcico.

B) RESULTADOS EXPERIMENTALES

B₁) Granulometría

Perfil	Horiz.	Prof.	A. Gruesa	A. Fina	Limo	Arcilla
15	Ap	30	7	17	14	62
	A1	15	5	7	22	66
	C1	75	0,3	3	45	52
23	Ap	30	5	10	19	66
	A1	40	6	10	20	65
	C1	30	10	19	27	44
25	Ap	20	9	9	20	62
	A1	25	2	9	18	71
	C1	35	2	10	17	73

B₂) Fertilidad y acidez

Perfil	Horiz.	M.O. %	N %	C/N	P ₂ O ₅ meq/100	K ₂ O meq/100	CO ₂ %	pH
15	Ap	1,05	0,075	8,12	33	26	17	8
	A1	1,25	0,079	9,17	29	18	20	8
	C1	0,46	0,043	—	28	17	24	8,05
23	Ap	2,37	0,123	11,7	15	63	20	8
	A1	1,02	0,072	8,21	15	35	21	8,05
	C1	0,84	0,058	—	7	33	18	8,05
25	Ap	1,24	0,068	10,57	38	70	25	8,05
	A1	1,52	0,086	10,25	27	52	22	8
	C1	0,80	0,061	7,60	38	41	24	8

B₃) Complejo de cambio meq/100 gr.

Perfil	Horiz.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	S	T	V %
15	Ap	23,20	2,65	0,30	2,91	29,06	30,71	100
	A1	24,11	3,12	0,30	1,32	28,85	29,92	100
	C	16,75	3,21	0,61	1,31	21,88	22,73	100
23	Ap	47,20	4,73	0,10	4,10	56,13	56,18	100
	A1	40,41	3,46	0,51	4,55	48,93	50,01	100
	C	35,33	3,92	0,52	4,62	44,39	45,42	100
25	Ap	26,26	2,62	0,32	2,73	31,93	32,63	100
	A1	28,30	3,11	0,31	1,43	33,15	34,42	100
	C	19,5	4,20	0,32	1,31	25,38	27,41	100

DISCUSION

Son suelos de morfología muy semejante a los vertisoles, pero con rasgos menos acusados: grietas menos anchas y profundas, sin estructura con formas cuneiformes, etc. Se encuentran ubicadas en áreas de topografía suave, ondulada.

Pueden considerarse como una etapa anterior a los suelos que se incluyen en las subclase de los "Vertisoles con drenaje externo posible" de la Clasificación de Suelos francesa (1967). El drenaje superficial está favorecido por el relieve.

No se han clasificado según los criterios del Mapa de Suelos de España 1:1.000.000 por no incluirse en la memoria del mismo ningún tipo que coincida con las características de estos suelos.

Son ricos en materia orgánica —dentro de los márgenes que se encuentran los suelos de cultivo de la provincia— bien humificada, y sus características morfológicas y químicas (contenido en macronutrientes dentro de los márgenes óptimos dados por Troncoso del Arce (1968)) los hacen ser los suelos de mayor fertilidad para el olivo dentro de este grupo de suelos rendsiniformes, aunque esto no quede claramente manifiesto en la Tabla I, pero hay que señalar en favor de esta conclusión que los suelos 15 y 23 están muy próximos a los límites máximos convencionales que se han establecido para encasillar los cuatro grupos de fertilidad, concretamente el suelo 22 tiene una producción media de 28,7 kg/olivo y año, y el suelo 15 está muy próximo a los 15 kg/olivo y año. La opinión generalizada de los labradores es que son suelos muy buenos para este tipo de cultivo y por ello la única explicación que encontramos para justificar la distinta respuesta del olivo está en la forma de labrarlos.

VERTISOLES

A) DESCRIPCIÓN MACROMORFOLOGICA

Perfil 7: Bajo el pueblo de Calicasas.

Altitud: 764 mts.

Topografía: Terrazas ligeramente inclinadas.

Geología: Marga del Mioceno.

Tipología: Cromoxerert típico. Vertisol litomorfo. Vertisol con drenaje externo posible y estructura angulosa con self-mulching. Vertisol crómico.

Prof. cm.	Horiz.	Descripción
0-30	Ap	Color en seco 10YR 4/3 pardo oscuro. 10YR 3/3 en húmedo. Estructura en bloques angulares finos. Arcilloso. Plástico y adherente. Calizo. Límite difuso y plano.
30-50	(B)	Color en seco 10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro. Arcilloso. Estructura en bloques angulares gruesos. Cutanes de presión. Grietas de más de 4 cm. Calizo.
50-110	C ₁	Color en seco 10YR 4/3 pardo. Arcilloso. Con nódulos calizos. Estructura tendiendo a prismática. Grietas de más de 1 cm. Calizo.
100	C ₂	Marga de color blanco.

Perfil 17: Km. 45 de la carretera de Málaga a Granada por Alhama de Granada.

Altitud: 740 mts.

Topografía: Plana. Pendiente 1 ‰

Geología: Marga del mioceno.

Tipología: Cromoxerert éntico. Vertisol litomorfo. Vertisol con drenaje externo posible y estructura angulosa con self-mulching. Vertisol crómico.

Prof. cm.	Horiz.	Descripción
0-25	Ap	Color pardo amarillento 10YR 5/4 en seco y 10 YR 4/3 pardo oscuro en húmedo. Arcilloso. Estructura granular gruesa. Duro. Con eflorescencia de CO_3^- . Pasa al horiz. inferior con un límite difuso y plano.
25-55	(B)	Color en seco 10YR 4/3 pardo oscuro y 10YR 3/3 pardo oscuro en húmedo. Estructura en bloques angulares medianos a gruesos. Cutanes de presión. Grietas de unos 3 cm. Calizo. Límite difuso.
55-90	C ₁	Marga abigarrada de color 10YR 8/3 pardo muy pálido en seco y 10YR 6/6 amarillo parduzco en húmedo. Arcilloso. Estructura prismática. Cutanes de presión. Grietas algo más estrechas que en el horiz. superior. Límite difuso calizo.
90	C ₂	Color en seco 10YR 5/2 pardo grisáceo con manchas grandes de color 10YR 6/6. Calizo.

Perfil 21: Llano de la Tejuela en Ventas de Huelma.

Altitud: 900 mts

Topografía: Plano.

Geología: Margas del Mioceno superior.

Tipología: Cromoxerert éntico. Vertisol litomorfo. Vertisol con drenaje externo posible y estructura angulosa con self-mulching. Vertisol crómico.

Prof. cm.	Hcriz.	Descripción
0-20	Ap	Color en seco 10YR 6/3 pardo pálido y 10YR 5/3,5 pardo amarillento en húmedo. Arcilloso. Estructura granular fina. Algo plástico. Calizo.
20-70	(B) ₂₁	Color en seco 10YR 6/3 gris parduzco claro y 10YR 5/3 pardo en húmedo. Arcilloso. Estructura en bloques subangulares gruesos. Cutanes de presión. Grietas de unos 2 cm. y de gran longitud. Calizo.
70-100	(B) ₂₂	Color en seco 10YR 7/2 gris claro y 10YR 5/4 pardo muy pálido en húmedo. Arcilloso. Estructura en bloques angulares gruesos muy desarrollados. Ausencia de raíces. Grandes grietas de retracción. Se observan algunos cutanes de presión. Calizo.
100	C	Color en húmedo 10YR 5/2 pardo grisáceo. Arcilloso. Estructura prismática mediana poco desarrollada. Calizo.

B) RESULTADOS EXPERIMENTALES

B₁) Granulometría

Perfil	Horiz.	Prof.	A. Gruesa	A. Fina	Limo	Arcilla
7	Ap	30	21	10	27	51
	(B)	20	7	15	24	53
	C1	60	10	16	23	52
17	Ap	25	3	6	24	65
	(B)	30	5	2	14	80
	C1	35	10	10	15	66
21	Ap	20	9	15	25	49
	(B)21	50	2	7	16	74
	(B)22	30	4	7	17	72

B₂) Fertilidad y acidez

Perfil	Horiz.	M.O. %	N %	C/N	P ₂ O ₅ meq/100	K ₂ O meq/100	CO ₂ %	pH
7	Ap	2,11	0,119	10,3	13	70	22	8,20
	(B)	1,92	0,098	11,3	10	64	22	8,25
	C1	1,33	0,076	10,1	8	20	23	8,25
17	Ap	1,57	0,120	7,58	27	76	14	7,75
	(B)	1,22	0,075	9,43	24	58	17	7,75
	C1	0,73	0,055	—	30	18	24	7,95
21	Ap	7,64	0,093	10,5	8	38	23	7,75
	(B)21	0,78	0,053	8,5	2	25	27	7,75
	B(22)	0,58	0,043	—	4	20	23	7,75

B₃) Complejo de cambio meq/100 gr.

Perfil	Horiz.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	S	T	V %
7	A	51,31	3,15	0,10	3,98	58,54	56,30	100
	(B)	47,22	3,20	0,10	3,85	54,37	53,16	100
	C	45,52	3,21	0,22	1,72	50,67	52,51	100
17	A	49,20	1,80	0,05	2,86	53,91	56,21	100
	(B)	49,22	1,79	0,16	1,53	52,70	52,60	100
	C	45,32	2,11	0,17	0,21	47,81	48,83	100
21	A	46,72	0,16	0,19	0,51	47,58	47,53	100
	(B)	46,54	0,20	0,22	0,44	47,38	46,21	100

DISCUSION

Son suelos con olivar que se encuentran en la zona subhúmeda de la provincia de Granada, en áreas de topografía plana y en depresiones sobre margas miocénicas.

Siguiendo el criterio utilizado por ALIAS y P. PUJALTE (6), para la clasificación de este tipo de suelos, se han tomado las normas de la Clasificación Americana, Soil Taxonomy (12).

Presentan un perfil tipo Ap (B) C₁. El horizonte superficial profundo y bien humificado suele acaparar el máximo de raíces, que penetran difícilmente en el horizonte (B), masivo, con abundantes grietas de retracción que le dan cierto aspecto prismático a su estructura.

Son suelos débilmente básicos, con un contenido en macronutrientes dentro de los márgenes citados óptimos por TRONCOSO para los suelos de olivar de la provincia de Sevilla, con excepción del fósforo en los perfiles 7 y 21, diferencia que puede verse potenciada por el alto contenido en arcilla y la presencia de carbonatos que provoca su fijación.

La causa de la baja producción del olivar de estos suelos podríamos encontrarla en sus características físicas: los contrastes estructurales (masivo a prismático) que presentan según la época del año, así como la intensidad y duración de las fases de encharcamiento, influyen en el ciclo vegetativo del olivo y afectan a su enraizamiento, condicionando de esta manera su desarrollo y productividad.

CONCLUSIONES FINALES

Dando por buenos los datos suministrados por los labradores y personal relacionado con el olivo, sobre rendimiento obtenido en las parcelas estudiadas, agrupamos de acuerdo con su producción —media de los últimos 15 años— en cuatro apartados: A, B, C y D.

El grupo A representa olivares con producción media anual superior a los 50 kg; B, a los de producción media entre 30 y 50 kg; C, a los de producción media entre 15 y 30 kg; D, a los de producción inferior a los 15 kg por año y olivo. Estos datos son recogidos en la Tabla adjunta.

TABLA I

Produce.	Perfil	Prof.	Edad aprox.	Fórmula climática
A	—	—	—	—
B	25	45	80	C ₂ B' ₁ s ₂ a'
	16	30	40	C ₁ B' ₂ s b' ₄
C	17	45	100	C ₁ B' ₂ s b' ₄
	23	70	100	DB' ₂ d b' ₄
	5	30	150	DB' ₂ s b' ₄
	7	50	150	C ₁ B' ₂ s b' ₄
	14	20	35	C ₁ B' ₂ s b' ₄
D	15	45	50	C ₁ B' ₂ s b' ₄
	21	70	15	DB' ₂ d b' ₄
	22	20	40	DB' ₂ d b' ₄
	24	15	100	C ₁ B' ₁ s ₂ a'

Refiriéndose a macronutrientes en suelos, Troncoso del Arce (1968) dice, que la dificultad de obtener muestras de suelos significativas, los fenómenos de antagonismo iónico, textura, aireación, humedad, etc., determinan una limitación en el valor del análisis del suelo como medio de obtener una información precisa de las necesidades nutritivas de la planta y da los siguientes valores en suelos óptimos de olivar (aceituna de mesa).

NUTRIENTES

CANTIDAD

K ₂ O	18 meq/100 gr.
P ₂ O ₅	17 meq/100 gr.
N	70-100 mg/100 gr.
M.O.	1-2 y próximo a los 2 g/100 g

Comparando estos valores con los obtenidos para los diversos suelos estudiados en este trabajo, observamos lo siguiente:

Los suelos estudiados presentan unos valores de M.O. que nos permiten agruparlos en dos series, suelos con menos del 1 % poco desarrollados y suelos con más del 1 % de M.O. más evolucionados.

Se puede observar como los suelos con bajo contenido en M.O. producen poca aceituna; el proceso inverso no se cumple y así vemos suelos con más del 1 % en M.O. y producciones poco rentables.

Los valores de K_2O y P_2O_5 son teóricamente suficientes e incluso superiores a los óptimos señalados por TRONCOSO, salvo en los suelos 7, 14 y 22.

En ningún caso, incluso en los suelos más equilibrados, encontramos árboles con producción máxima (grupo A); solo los suelos 25 y 16, ubicados en áreas de ambiente climático sub-húmedo, tienen una media de producción buena, ambos son Regosoles calcáreos, si bien el primero puede considerarse como Rendsina de yeso y el segundo como Rendsina fuertemente calcárea, según la Clasificación francesa.

Es lógico pensar en la existencia de otros factores diferentes al contenido en macronutrientes del suelo, que justifiquen dentro de unos límites mínimos, la diferente respuesta del olivo.

Así el contenido en arcilla y la dificultad de drenaje que presentan algunos de los suelos estudiados, justifica la pesadez, sobre todo en las estaciones de otoño e invierno y la dureza de los agregados en los meses estivales, causas éstas que afectan al ciclo evolutivo del olivo, de manera muy especial en las fases de floración y maduración del fruto. En el caso de la Rendsina pelosol estos factores quedan atenuados a causa del relieve y de ahí su diferente respuesta.

Rendsina syrosem y xeronrendersina suelen presentar plantaciones poco prósperas, salvo cuando la profundidad del suelo y las características de la zona permiten un mejor desarrollo de esta planta.

Resumiendo, dentro de suelos integrados entre rendsinas y vertisuelos, las rendsinas pelosol y término más amplio, Regosoles cálcicos, parecen ser con los condicionantes mencionados, los suelos más útiles para su dedicación olivar; Xerorendsinas y Rendsinas syrosem por el contrario son suelos que presentan plantaciones muy irregulares y a menudo raquíticas, debido al escaso desarrollo del suelo, y por causa de lo accidentado de su topografía, o la superficialidad de una costra de yeso.

Los vertisuelos tienen el inconveniente del drenaje, casi siempre difícil, por lo que aparecen encharcados durante pe-

riodos relativamente largos; cuando secos se forman agregados masivos y densos. Estos cambios en la estructura afectan sensiblemente el desarrollo de las raíces y con ello la capacidad de utilizar las reservas del suelo.

RESUMEN

Se agrupan en el presente trabajo, primero de una serie de cuatro, dedicado al estudio de los suelos con olivar en la provincia de Granada, a aquellos suelos con perfil poco desarrollado, que pueden ser clasificados como suelos rendsiniformes, vertisuelos y sus integrados.

Se pone de manifiesto la complejidad y ambigüedad de los términos utilizados en algunas de las clasificaciones más usuales y se toma la de la FAO como clasificación de referencia.

La relación suelo fertilidad, según los perfiles estudiados, es la siguiente:

Regosoles → Vertisoles → Serosoles → Yermosoles

Los factores condicionantes son el espesor del suelo, la presencia de costra yesosa más o menos superficial, hidromorfia y climatología de la zona.

SUMMARY

We have studied at the present paper four types of soils with very little developed profiles which may be classified as Rendsina soils, Vertisols and their integrades.

The relation soil/fertility according to the soils studied is as follows:

Regosols → Vertisols → Xerosols → Yermosols

The main factors which influence the soil fertility are: soil depth, the presence of gypsum crusts more or less near surface, hydromorphic conditions and the climatologie of the zone.

BIBLIOGRAFIA

- (1) RECALDE, L. y ESTEBAN, E. (1966).—Nutritous equilibrium of olive crop. Studied through leaf analysis. *Agrochim*, X (4), 371-383.
- (2) SIERRA, C., DELGADO, M. y GARCIA-CHICANO, J. L. (1972).—Influencia del clima y suelo en el desarrollo del olivar en la provincia de Granada. *Ars Pharmaceutica*, T. XIII.
- (3) MORETTINI, A.—*Tratati di Agricoltura*. Vol. 9.º. Olivicultura. Ramo editoriale degli agricoltori. Roma.
- (4) YANKOVITCH, L. y BHERTHELOT, P. (1947).—Raport sur l'enracinement de l'olivier en Tunisie. *Ann. ou Srv. Bot. et Agron*. Vol. 20, 109-176.

- (5) MORETTINI, A. (1956).—Come reconstituire gli olivi danneggiati dalle basse temperature. *L'Italia Agricola*, 93, 455-457.
- (6) ALIAS, L. y PERZE PUJALTE, A. (1967).—Mapa de Suelos de Granada. C.S.I.C.
- (7) TAMES, C. (1957).—Los prupos principales de suelos de la España peninsular. Ministerio de Agricultura. Madrid .
- (8) KUBIENA, W. L. (1952).—Claves sistemáticas de suelos. C.S.I.C. Madrid.
- (9) DUCHAUFOR, Ph. (1965).—Precis de pedologie. Masson et Cie. Editors. Paris.
- (10) GUERRA y col. (1968).—Mapa de suelos de España. C.S.I.C. Madrid.
- (11) DROUINEAUX, G. y la Comisión de Pedologie et Cartographie des sols de France 1967. Classification des sols. Laboratoire de Geologie-Pedologie de l'E.N.S.A. de Grignon.
- (12) FAO/UNESCO (1968).—Definitions of soil units for the soil Map of the World. World soil Resources Reports. 33 and addendum Abril 1970. FAO., Rome.
- (13) U.S.D.A. (1975).—Soil Taxonomy. Departament of E.E. U.U.