

VARIABILIDAD ESPECTRAL DE LOS SUELOS DE RAÑA

J.L. LABRANDERO, M.P. GARCIA; J.J. CARLEVARIS Y O. DE LERA
Instituto de Edafología y Biología Vegetal. CSIC. Serrano, 115. 28006 Madrid

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es el estudio de la respuesta espectral TM de la superficie de las rañas bajas de la provincia de Guadalajara y de su variabilidad en relación con los suelos desarrollados en esta formación geológica.

Los números digitales obtenidos de cinta magnética, se han utilizado para relacionar sus valores con los datos físico-químicos de los horizontes superficiales de campos testigos representativos de perfiles de suelos, que tienen más influencia en las características espectrales.

Los resultados de este estudio muestran la posibilidad de discriminar unidades de suelos dominantes en el área y confirman que la textura, pedregosidad, materia orgánica y óxidos de hierro son los datos físico-químicos con más influencia en la respuesta espectral TM.

Palabras clave: Respuesta espectral TM, Números digitales, Suelos de raña

ABSTRACT

The aim of the present work is the study of TM spectral response of the surface of low "rañas" from Guadalajara province and its variability related to the soils developed in this geological formation.

The digital numbers obtained from magnetic tape have been related to physico-chemical data of superficial horizons of fields which are representatives of soil profiles having a big influence over spectral characteristics.

The results of the present work show the possibility of discriminating the soil units which are dominant in the area. Also, the results verify that the texture, stony and organic matter, and iron oxides are the physico-chemical data having the greatest influence on the TM spectral response.

Key words: TM spectral response, Digital numbers, Raña soils

1. INTRODUCCION

El suelo es la capa superficial de la tierra que sirve de hábitat para el desarrollo de las plantas. En el perfil del suelo se diferencian capas u horizontes como resultado de la meteorización de los materiales no consolidados y de la humificación de la materia orgánica mediante procesos edafogenéticos. Esta combinación de materia mineral y orgánica de la superficie del suelo, bajo un amplio rango de condiciones ambientales, es la que expresa la respuesta espectral del suelo.

En el laboratorio, se han realizado numerosos estudios con el fin de establecer relaciones entre parámetros del suelo y curvas de reflectancia de estos suelos obtenidas mediante espectroradiómetros. La existencia de una proporcionalidad directa entre las medidas espectrales en laboratorio y en el campo ha sido demostrada (Stoner, et al., 1980). Partiendo de este principio, se inició una investigación con el sensor Landsat MSS para encontrar las relaciones que podrían establecerse, en un medio ecológico sometido a la acción del hombre, entre propiedades físico-químicas del horizonte superior de los suelos y los valores de radiancia obtenidos de cinta magnética para las cuatro bandas MSS (Labrandero, 1982). Se observó una tendencia de los datos MSS a agruparse por familias de curvas en función del paisaje y se confirmó que la respuesta espectral MSS está más relacionada con determinados aspectos del paisaje que con las propiedades físico-químicas del horizonte superficial de los suelos (Labrandero, 1984).

Utilizando datos del sensor Thematic Mapper, se definieron en la formación raña tres tipos de curvas espectrales TM (Labrandero, et al., 1988) con los valores medios de los números digitales de estas

bandas, que se derivaban de tres perfiles de suelos (Planosol, Acrisol gleico y Acrisol férrico). Los resultados preliminares de esta investigación permitieron caracterizar espectralmente a los perfiles en dos épocas del año y establecer la importancia de la textura, contenido en materia orgánica, porcentaje de hierro total y color sobre la respuesta espectral TM. Las regiones espectrales de las bandas infrarrojas TM 5 y 7 son importantes para caracterizar suelos (Lee K.S. et al., 1988), especialmente por las condiciones de humedad y contenido en materia orgánica.

El comportamiento espectral de diferentes formaciones superficiales utilizando información del satélite Landsat-5, sensor TM, ha sido analizado (Labrandero, et al., en prensa) con el fin de interpretar las respuestas espectrales TM para discriminar, reconocer y caracterizar litologías, suelos y coberturas vegetales. Estos objetivos son posibles cuando previamente se establecen y verifican las respuestas espectrales TM con la verdad-terreno para conocer las interacciones roca-suelo-condiciones superficiales.

En un medio natural, el suelo como componente importante del paisaje está afectado por numerosas condiciones que alteran y modifican su respuesta espectral. La respuesta obtenida a partir de los números digitales de la seis bandas del sensor Thematic Mapper se modifica de acuerdo con las variaciones de las condiciones superficiales del suelo. Los objetivos de este trabajo consisten en utilizar las variaciones espectrales detectadas en la superficie de los suelos desarrollados en la formación raña, mediante los valores de los números digitales de las bandas TM, para discriminar las unidades de suelos perfectamente definidas por sus perfiles tipo, y en establecer las relaciones o influencias que puedan existir entre respuesta espectral TM (denominación de la curva obtenida con los valores originales de los números digitales de las seis bandas Thematic Mapper) y propiedades físico químicas de los horizontes superficiales de los perfiles de suelos.

2. AREA DE ESTUDIO

Para analizar la variabilidad espectral de los suelos desarrollados en la formación raña se han elegido áreas muy específicas donde era posible disponer de datos físico-químicos de perfiles-tipo y conocer suficientemente las condiciones superficiales de los suelos. La raña de Casar de Talamanca (figura 1), situada en la parte occidental de la provincia de Guadalajara, cumple estos requisitos. Sobre estas planicies, suavemente inclinadas hacia el sur, condicionadas por el material geológico, el clima mediterráneo continental moderadamente cálido y seco, un claro déficit de agua en el período estival y presencia de zonas endorreicas, los suelos que se desarrollan son Planosoles, Acrisoles y Luvisoles (figura 2). Las características agrícolas más importantes (Jimeno, et al., 1987) son: gran profundidad efectiva, textura superficial arcilloso-arenosa que pasa a arcillosa en profundidad, lento drenaje y riesgo de encharcamiento; desde el punto de vista químico es bajo el contenido de nutrientes y materia orgánica, ausencia de carbonatos y pH bajo, complejo de cambio poco saturado y baja capacidad de intercambio catiónico.

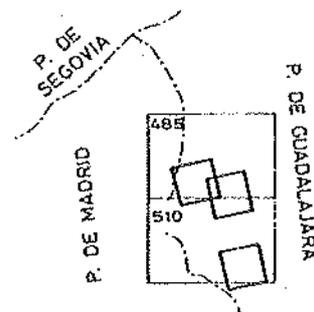


Figura 1.— Area de estudio.

La escena captada por el sensor Thematic Mapper corresponde al 16 de junio de 1984, y en esta fecha el suelo está ocupado por un porcentaje elevado de cultivo de cereales en estado vegetativo aún sin madurar. Otro importante tipo de cubierta del suelo lo constituyen la vegetación natural o repoblada (pastizal, matorral, monte bajo). El resto son suelos desnudos en los que se pueden encontrar parcelas preparadas para la siembra de otoño, parcelas en rastrojo y como eriales.

3. MATERIAL Y METODOS

La imagen Landsat, sensor TM, de principios de verano ha sido tratada mediante el sistema de análisis V.I.P. (Video Image Processor) que dispone el Instituto de Economía y Geografía Aplicadas (C.S.I.C.). Tres ventanas de 240 x 256 píxeles se utilizaron para elegir los 16 campos testigos que diferenciaran las variaciones espectrales de los suelos desarrollados en la formación raña (figura 3). En la elección de campos testigos ocupados por suelos desnudos en la imagen TM, se han tenido como elementos de referencia: 1) la imagen combinación de bandas TM234 (AVR), 2) fotografías aéreas pancromáticas a escalas entre 1:18.000 y 1:30.000, y 3) información directa de los campos testigos en distintas épocas del año.



Figura 2.— Paisaje de los suelos de raña.

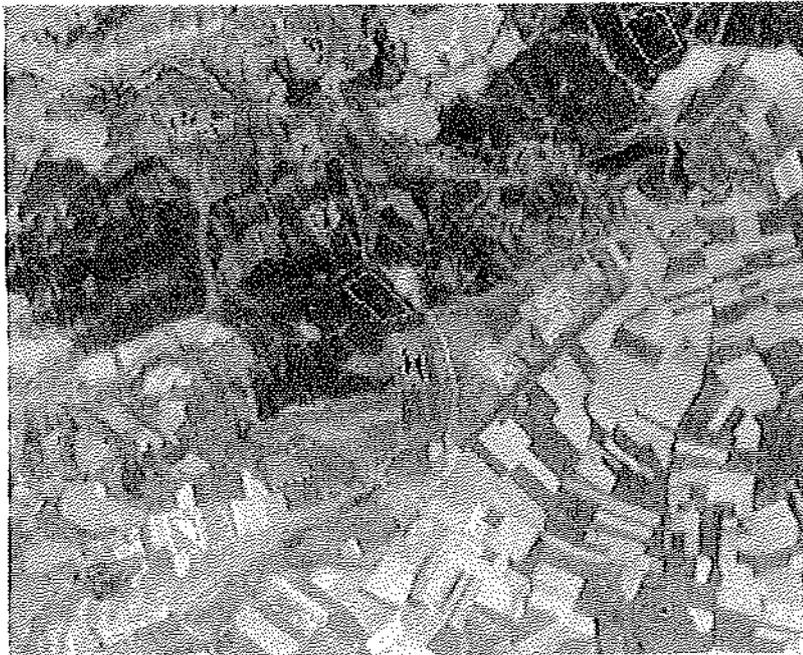


Figura 3.— Campos testigos. Imagen TM 234 (AVR). El Cubillo de Uceda.

Los 8 perfiles tipo considerados en este estudio para establecer relaciones o influencias entre respuesta espectral TM y propiedades físico-químicas han sido analizados en el Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C.S.I.C. En la Tabla 1 se expresan las características más significativas de sus horizontes superficiales.

TABLA 1

Clasificación	Color	Arena %	Limo %	Arcilla %	M.O. %	Fe ₂ O ₃ %
Planosol déstrico	10 YR 3/3	24.4	64.4	11.2	1.6	—
Planosol eútrico	10 YR 6/3	33.0	53.0	14.0	0.9	—
Acrisol férrico	7,5 YR 5/4	41.3	47.1	11.6	3.7	4.7
Acrisol gleico	7,5 YR 7/6	31.4	51.5	17.1	2.8	3.9
Acrisol gleico	10 YR 7/4	23.0	59.1	17.9	1.6	3.5
Luvisol cálcico-crómico	10 YR 7/6	20.9	62.3	16.8	2.6	2.4
Luvisol cálcico-crómico	7,5 YR 6/4	22.7	48.2	29.1	1.2	3.6
Luvisol crómico	10 YR 6/4	20.3	61.3	18.4	3.2	2.6

Estos ocho perfiles tienen como características comunes su mal drenaje, presencia de un horizonte argílico en profundidad, ausencia de carbonato cálcico y pH ácido. Es muy frecuente encontrar pedregosidad de cantos de cuarcitas en el horizonte superficial de todos los perfiles.

El método seguido para conocer la respuesta espectral TM, tanto de campos testigos como de perfiles tipo, consiste en superponer, sobre cada una de las imágenes monobanda los vértices que delimitan el espacio de terreno correspondiente al campo o perfil, con el fin de obtener los valores medios de los números digitales en las bandas TM (excepto la banda 6, por su diferente resolución espacial). Con estos seis valores digitales medios se construye una curva que denominamos respuesta espectral TM. El número de pixels considerados depende o es función del mayor o menor grado de homogeneidad de los testigos elegidos (mínimo de 50 para los campos y de 12 para los perfiles).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los 16 campos testigos se consideran como clases espectrales en el sistema de tratamiento de análisis y se identifican con otras 16 clases de información cuyos atributos se definen por el conocimiento directo en el terreno. La similitud entre algunas clases espectrales y sus correspondientes clases de información hizo necesario su agrupación en siete categorías consideradas como las que mejor representaban las variaciones espectrales de la superficie de los suelos de este territorio. Las respuestas espectrales TM se recogen en la figura 4 y con ellas están asociados los suelos a los que corresponden: Planosol, Luvisol y Acrisol, con determinadas características de su horizonte superficial (erial, erosión, pedregosidad).

Observamos que los valores elevados de números digitales corresponden a la respuesta espectral TM de Planosoles (horizonte superior arenoso y pedregoso); intermedios para el Acrisol erosionado y bajos para Acrisol-Luvisol y Luvisol cuyo horizonte superficial es rico en arcilla. Estas grandes unidades de suelos presentan unos valores de números digitales muy distintos por lo que sus respuestas espectrales TM pueden utilizarse para diferenciarlas como unidades independientes. La ocupación del suelo en el momento de captación de la escena Landsat incidirá negativamente si enmascara la superficie desnuda.

La respuesta espectral TM de los horizontes superficiales de los ocho perfiles expresados en la Tabla 1 está representada en la figura 5. Los perfiles presentan suelos clasificados como Planosoles, Acrisoles y Luvisoles, que son los que fundamentalmente se desarrollan en la superficie de la raña y se repite la misma tendencia de sus curvas espectrales TM, con valores digitales más altos para Planosoles, intermedios para Acrisoles y más bajos para Luvisoles.

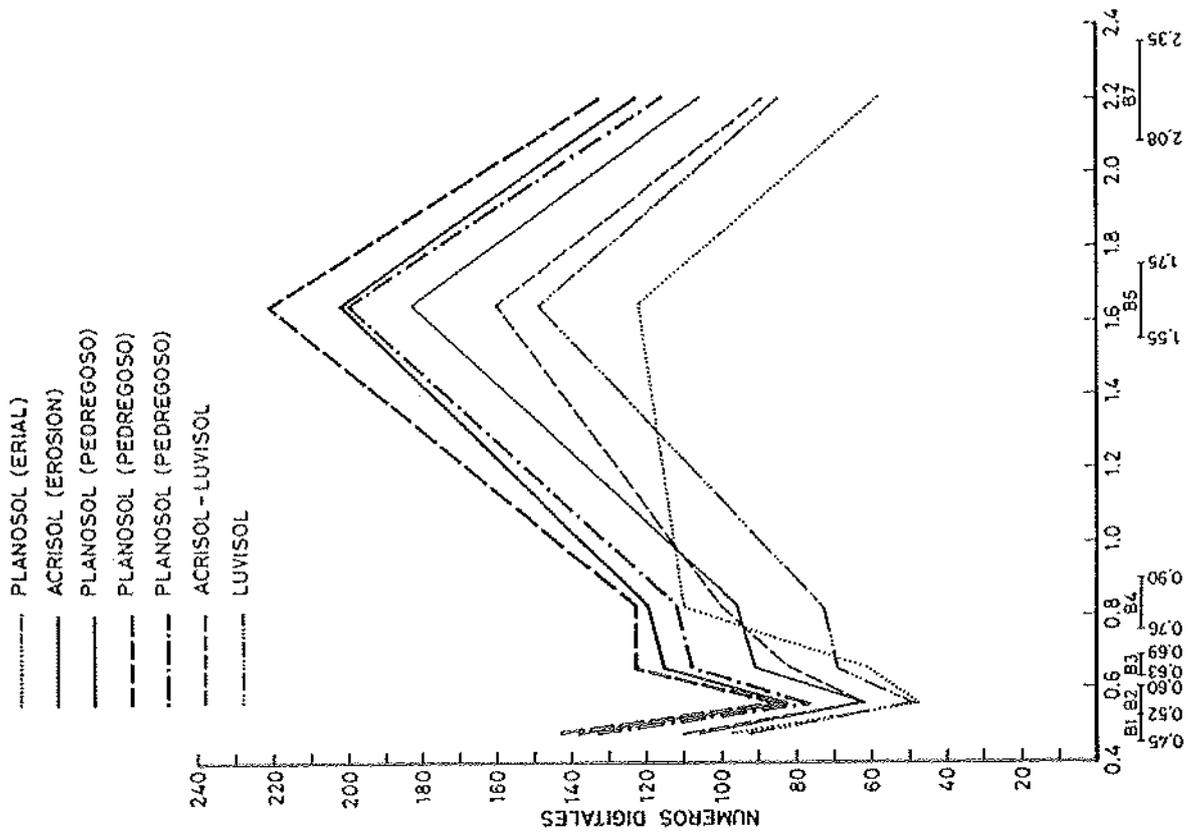


Figura 4.— Respuesta espectral TM de los suelos de raña.

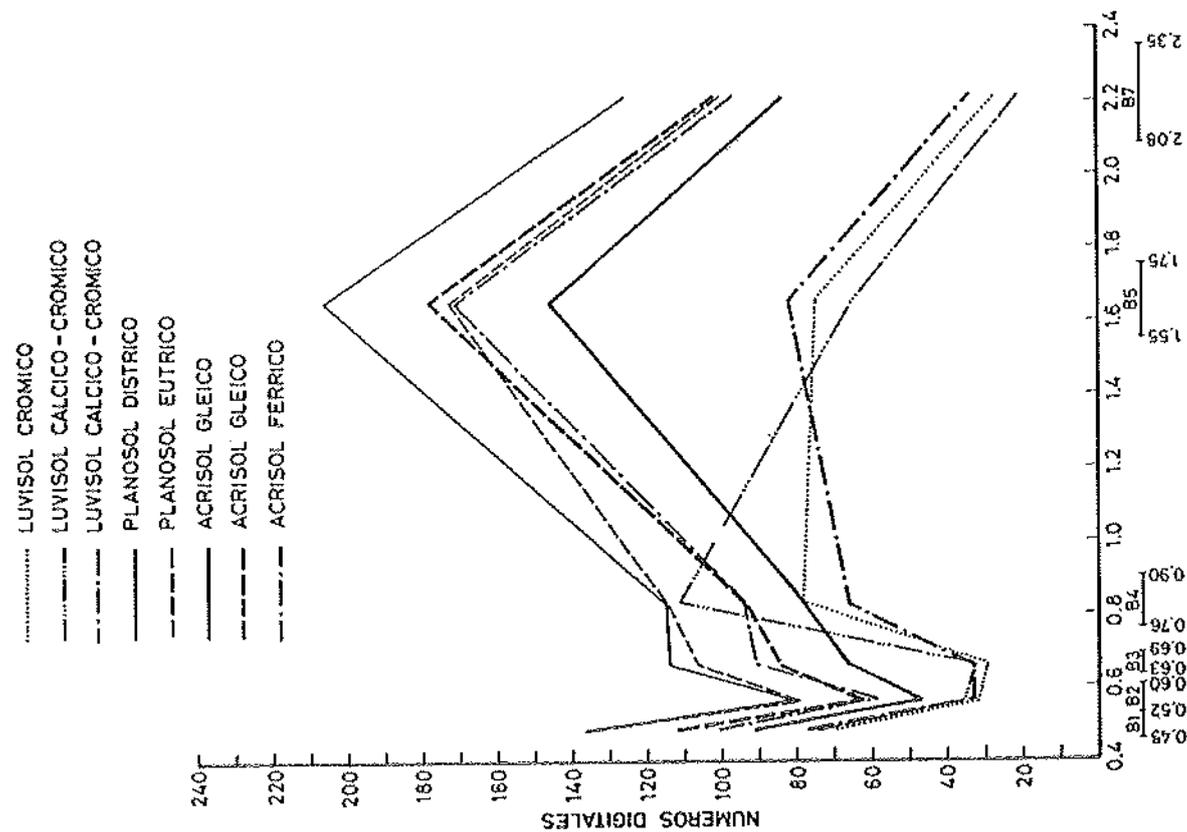


Figura 5.— Respuestas espectrales TM de os perfiles tipo

Las relaciones que se pueden establecer entre valores de números digitales y propiedades físico-químicas quedan restringidas fundamentalmente a la textura (en cuanto al mayor o menor contenido en arena y arcilla), porcentaje de materia orgánica y contenido en hierro total. El color 7,5 YR pardo-rojizo se identifica con suelo cuya respuesta espectral TM es baja y el color 10 YR pardo-amarillento se asocia a los suelos con valores elevados.

Los perfiles de suelos clasificados como Planosoles (dístricos o eútricos) deben sus valores digitales altos al color pardo-pálido de su materia mineral, a su pobre contenido en materia orgánica y a su rico contenido en arena. Los Acrisoles tienen más arena y menos arcilla que los Luvisoles; los porcentajes de materia orgánica son más elevados y el color pardo más claro y rojizo por su contenido en hierro total. Materia orgánica y óxidos de hierro pueden ser los responsables de la diferenciación espectral de los Acrisoles férricos y gleícos. La diferenciación en la clasificación FAO entre Luvisoles y Acrisoles, que se basa en el grado de saturación del horizonte argílico testificada en laboratorio, se pone de manifiesto en la respuesta espectral TM no "per se", sino por el hecho de que a los Luvisoles se les ha erosionado el horizonte superior y aparece en la superficie la arcilla del horizonte subsuperficial argílico. La presencia de carbonato cálcico en horizontes profundos de estos suelos no se manifiesta superficialmente aunque exista también coincidencia con valores elevados de números digitales en los Luvisoles cálcicos.

Los resultados obtenidos en estas investigaciones sobre la variabilidad espectral de los suelos de raña muestran una tendencia, tanto en campos como en perfiles testigo, a que las respuestas espectrales TM presenten valores altos en Planosoles, intermedios en Acrisoles y bajos en Luvisoles. La discriminación de siete suelos diferentes en la superficie raña permite realizar clasificaciones espectrales de los horizontes superficiales para diferenciar unidades de suelos, mediante técnicas de teledetección, utilizando los números digitales de las seis bandas. Estas clasificaciones espectrales complementan los estudios edafológicos de este territorio. Las relaciones entre valores de números digitales y propiedades físico-químicas nos indican la influencia que textura, materia orgánica, hierro total y color, tienen sobre la respuesta espectral TM dentro de cada unidad de suelos clasificada en los perfiles tipo.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a los investigadores de la U.E.I. de Análisis y Desarrollo Territorial del Instituto de Economía y Geografía Aplicadas, C.S.I.C. por su inestimable ayuda en la realización de los dos trabajos que publicamos en estas actas. Igualmente, queremos agradecer a D. Juan García-Vaquero, del Instituto de Edafología y Biología Vegetal, C.S.I.C. por su acertada labor gráfica.

BIBLIOGRAFIA

- Jimeno, L. et al. 1987. **La fertilidad de los suelos de mayor interés agrícola de la provincia de Guadalajara**. C.S.I.C. y Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 290 pág. y 1 mapa.
- Labrandero, J.L. 1984. Teledetección del paisaje del suelo. En **I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo**. Tomo II: 933-944.
- Labrandero, J.L., et al. 1988. Reconocimiento de suelos en la formación raña utilizando imágenes Landsat. En **II Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo**: 378-383.
- Labrandero, J.L., et. al. Análisis de las interacciones roca-suelo-cobertura superficial en imágenes Landsat TM. En **2ª Reunión del Cuaternario Ibérico**. Madrid (En prensa).
- Lee, K-S, Lee, G-B and Tyler, E.J. 1988. Determination of soil characteristics from thematic mapper data of a cropped organic soil landscape. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 52: 1.100-1.104.
- Stoner, E.R., et al 1980. Extensión of laboratory measured spectra to field conditions. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 44: 572-574.