

Interpretación de fotografías espectrozonales; su uso para el levantamiento de suelos

O. PORTUONDO NÚÑEZ y J. M. PÉREZ JIMÉNEZ

RESUMEN

Se realizó la fotointerpretación del material espectrozonal, impreso en blanco y negro, de la región SE del pueblo de Melena del Sur, sobre la base de las características de las fotos en relación con diferentes propiedades de los suelos y sus condiciones naturales. Se comparó el resultado de la fotointerpretación de las fotografías espectrozonales y el mapa de suelos realizado por el Instituto de Suelos de la Academia de Ciencias de Cuba (Mapa Nacional Genético de los Suelos, a escala 1:250 000). Se determinaron los índices que caracterizaron los suelos estudiados, a partir de Agrupamiento hasta sub-tipo, con una corrección en los límites areales de un 20 %.

1. INTRODUCCIÓN

En diciembre de 1977-Enero de 1978 se llevó a efecto el "Experimento Trópico 1", consistente en el levantamiento aéreo de diferentes zonas de Cuba, denominadas polígonos, con vista al estudio integral de los recursos naturales, partiendo de la utilización de diferentes materiales fotográficos, entre ellos la denominada fotografía espectrozonal, objeto fundamental del presente trabajo.

Ello permitió establecer el grado de utilización de este tipo de fotografías, con vista a realizar trabajos metodológicos futuros, para el levantamiento de suelos, mediante el empleo de métodos de interpretación visual y de campo, así como la obtención de índices que permitan establecer con precisión la delimitación espacial de los suelos, sobre la fotografía, y extrapolar hacia otras zonas de características parecidas.

Por otra parte, resultaba de interés comparar la exactitud entre métodos diferentes de levantamiento de suelos.

En general, el reconocimiento de los suelos a través de fotografías aéreas, en nuestro País, ha sido poco empleado por nuestros pedólogos,

Manuscrito aprobado el 22 de febrero de 1979.

O. Portuondo Núñez pertenece al Instituto de Investigación Técnica Fundamental, y J. M. Pérez Jiménez al Instituto de Suelos, ambos de la Academia de Ciencias de Cuba.

y son contados los casos en que se han utilizado los métodos de interpretación de fotografías aéreas convencionales para levantamientos de suelos, utilizándose éstos como mapa-base y de orientación en el terreno, sobre todo en escalas de detalle. En esto ha incidido la falta de material cartográfico, acorde a la escala de trabajo y su actualización. Las fotografías a la escala existente no son compatibles con la escala de trabajo, pero son más actualizadas que los mapas-base para un trabajo específico.

Creemos que a esto se deba la poca información referativa que existe en el País, no obstante el desarrollo alcanzado en el mundo en la aplicación de las técnicas modernas de la teledetección.

Por todo lo antes expresado, el propósito de este trabajo está enmarcado en el examen de las posibilidades que brinda la utilización de este tipo de fotografía, aplicando métodos de interpretación visual, utilizados ya por varios autores en fotografías convencionales, con resultados satisfactorios (GOOSEN, 1968; SIMAKOVA, 1973), pero, en base del levantamiento aéreo efectuado, y con vista a su utilización en levantamientos de satélites, donde la fotografía espectrozonal, juega actualmente un papel importante (ANDRONIKOV, 1976a, b).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Entre las diferentes zonas cubanas levantadas en el "Experimento TROPICO 1", se encuentra el denominado "Polígono II", perteneciente a la Provincia Habana tomándose dentro de éste el sector de estudio, situado entre las coordenadas planas N320-N331 y E380-E395, con una extensión aproximada de 168,7 km², al SE del pueblo de Melena del Sur, al cual dicho sector de estudio debe su nombre.

El relieve de la zona se enmarca dentro de las llamadas Llanuras Cársicas, con pendiente hacia la costa S menor de 3° y altura máxima de 50 m sobre el nivel del mar, destacándose un paisaje complejo, con cobertura vegetal secundaria, cultivos agrícolas, y existencia de zonas aisladas de vegetación natural en períodos de reconstrucción, así como bosques de galería a lo largo de ríos permanentes o con agua durante una parte del año.

Es una región de tierra fértil, con un gran potencial de agua subterránea, contando además con el Río Mayabeque, que atraviesa la zona de N a S, por el E.

El Polígono fue levantado en su totalidad a escala 1:50 000, con película negativa CN-6M, espectrozonal, denominándose así a la variedad de métodos sustrativos de la fotografía a color, y la cual garantiza la impresión de los objetos de dos zonas del espectro, obteniéndose una de las dos imágenes policroma en seudo o falso color, es decir, un material negativo de dos capas, una dentro del rango definido al espectro visible y la otra para el infrarrojo, por lo que posee un mayor contraste.

Por razones técnico-materiales, no se imprimió dicha película negativa en papel fotográfico a color, sino en blanco y negro. Para este trabajo se utilizó como material fundamental un juego de 14 fotografías espectrozonales del sector de estudio (Melena del Sur), impresas a contacto, en blanco y negro, en formato de 18 × 18 cm, a escala 1:50 000.

Del Instituto de Suelos de la Academia de Ciencias de Cuba (ISACC), se obtuvo el mapa original de trabajo, a escala 1:50 000, y seis fotografías de escala 1:60 000,

impresas en blanco y negro (película pancromática), de formato 23 × 23 cm, utilizadas ambas como base cartográfica para la preparación del mapa genético de suelos, a escala 1:250 000 (INSTITUTO DE SUELOS, 1971).

La interpretación de los pares estereoscópicos fotográficos (GOLDMAN y VOLPE, 1968), se llevó a efecto mediante un estereoscopio de espejo, marca Carl Zeiss, Jena, con oculares de 3,5 × 15, y un juego de lupas de distintos aumentos.

Para medir las áreas se utilizó un planímetro polar soviético, de doble limbo para las áreas grandes, y placas de cristal con graduación milimétrica impresa para las áreas pequeñas. Como método de interpretación, nos apoyamos en el análisis de elementos del paisaje, descrito y aplicado por distintos autores (GOOSEN, 1968; GOLDMAN y VOLPE, 1968; SIMAKOVA, 1973), fundamentado por las leyes definidas de la óptica física y geométrica, así como por las propiedades físicas de los objetos, en relación y dependencia con el medio que los rodea. A partir de la imagen fotográfica, se destacan los nexos directos e indirectos de ese medio, que permiten su caracterización e identificación (SIMAKOVA, 1973).

Partiendo de la caracterización establecida en la publicación *Génesis y Clasificación de los Suelos de Cuba* (INSTITUTO DE SUELOS, 1973), así como de los nuevos conceptos esbozados en la *Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba* (INSTITUTO DE SUELOS, 1975), se separaron tres grupos de características, que definen los suelos de la zona estudiada, y que son los siguientes:

1. Suelos que ocupan la fotografía llana más alta de la zona, sin depresiones, con una red hídrica de poco desborde y, por tanto, de poca humedad superficial, de contorno rectangular a cuadrado y de color superficial rojo, con cultivos en línea.
2. Suelos con una topografía llana, más baja que los anteriores, red hídrica complicada o no, con poco desborde hasta la segunda terraza a partir de su lecho, y en drenaje de poca importancia con desborde hasta la primera terraza, de medianamente húmedos a húmedos, de contorno irregular, con color superficial de pardo a pardo-oscuro, con algunos cultivos en línea.
3. Suelos que ocupan la topografía más baja de la zona en relación con el lecho del río o de la costa (sin tener en cuenta la zona costera), con una red hídrica complicada, que influye en la formación del suelo por el desborde hasta la primera terraza a partir de su lecho; por tanto, suelos húmedos, de contorno irregular, alargado, de color superficial gris claro, con cultivos en línea y/o masivos.

Se destacan así los diferentes índices que, al hacer la interpretación fotográfica, se tendrían en cuenta para separar los límites areales, es decir, el suelo correspondiente a cada uno de los grupos separados, y por tanto, su clasificación (Tabla 1).

Los elementos más importantes utilizados para la interpretación de los suelos fueron: relieve, red hídrica, vegetación, humedad, tono o matiz, textura, estructuras y sombra.

En la Tabla 1 se valoran las condiciones visuales de la observación de tales elementos en las fotografías espectrozonaales en blanco y negro, por medio de la gradación: bien, regular, y mal.

El método de trabajo en general se aplicó en dos fases fundamentales: (a) interpretación de las fotos en gabinete; (b) comprobación en el campo de los resultados obtenidos en gabinete. La comprobación en campo se efectuó mediante recorrido de la zona y toma de muestra con barrena de 1,2 m de largo.

TABLA 1. Resumen de la valoración visual de los elementos de diferenciación que determinan la clasificación de los suelos, según la II Clasificación hasta subtipos. Gradación: 1-bien; 2-regular; 3-mal.

Grupo	Clasificación de los suelos	Elementos de diferenciación en las fotos							
		Relieve	Red Hidr.	Veget.	Humed.	Tono	Text.	Estruc.	Somb.
A	Ferráltico Rojo típico	1	2	1	1-2	1-2	2-3	1	2
B	Ferráltico Rojo hidratado	2	1	1-2	1	1-2	1	1	3
C	Ferráltico Rojo compactado	1	1	1-2	1	1-2	1	1	3
D	Vertisuelo Oscuro Plástico gleysado	1	1	1	1	1	1	1-2	3
2	D ¹ Vertisuelo Oscuro Plástico gleysado	1	3	2-3	2	2-3	2-3	2-3	3
E	Vertisuelo Oscuro Plástico gleysado	1	1	1	2	1	1	1	
3	E Vertisuelo Oscuro Plástico gleysado	1	1	1	2	1	1	1	3
F	Hidromórfico pantanoso	1	1	1	1	1	1	1	2

¹ Puede ser clasificado como Vertisuelo Oscuro Plástico gleysado y gleysoso.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interpretación de los suelos, mediante la observación y análisis de cada uno de los pares estereoscópicos de las fotografías espectrozonales del sector de estudio, sirvió para delimitar las características comunes en principio por las letras A, B, C, D, D*, E, y F (Fig. 1), pudiéndose detectar áreas complejas que expresan una combinación de suelos bien definidos.

Cada uno de los elementos examinados a través de sus índices fundamentales permitieron obtener resultados concretos para la delimitación de los suelos; por ejemplo, el relieve de la zona, cuya más mínima discrepancia de altura se obtiene mediante la visión estereoscópica, y que como es sabido define claramente la extensión de un suelo en función de su situación, determinándose con ello su posible profundidad, inclusive.

Asimismo, cada uno de los elementos citados conlleva una serie de índices, que permiten detectar claramente a qué elemento está relacionado dentro del paisaje, con mucha más certeza que las fotografías utilizadas por el ISACC, y en las que no pudimos separar los suelos mediante líneas límites en función de los criterios de interpretación.

El tono de la fotografía espectrozonal en blanco y negro, cuyos matices diferenciables van en una gama creciente del blanco al gris oscuro, se destaca más directamente por la relación que guarda con los demás elementos.

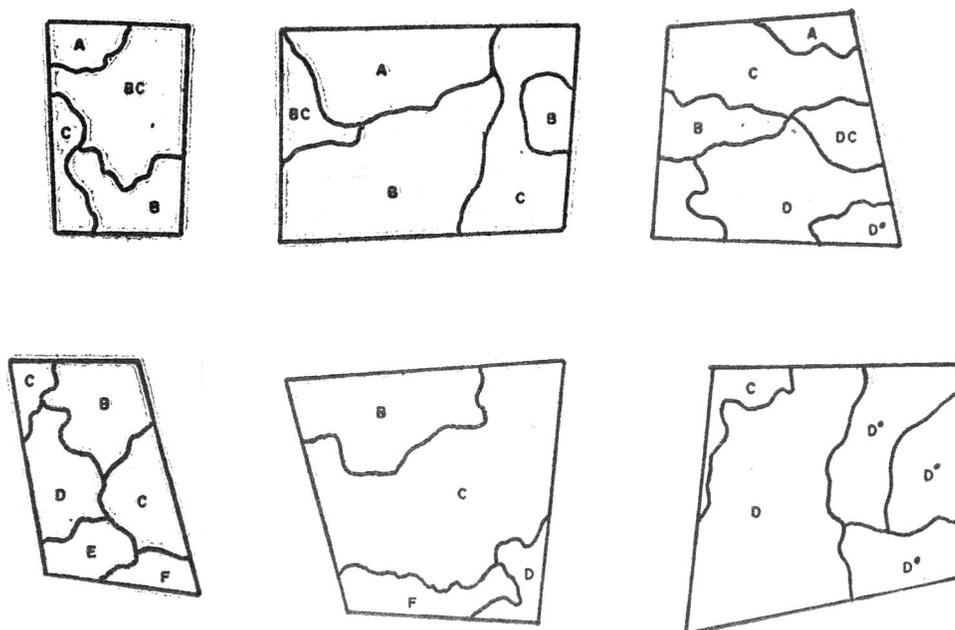


FIG. 1. Esquema de separación preliminar de los límites de suelos, por la interpretación de las fotos espectrozonales, procesadas en blanco y negro, en el área de estudio de Melena del Sur. A, B, C... Clasificación primaria de las áreas delimitadas.

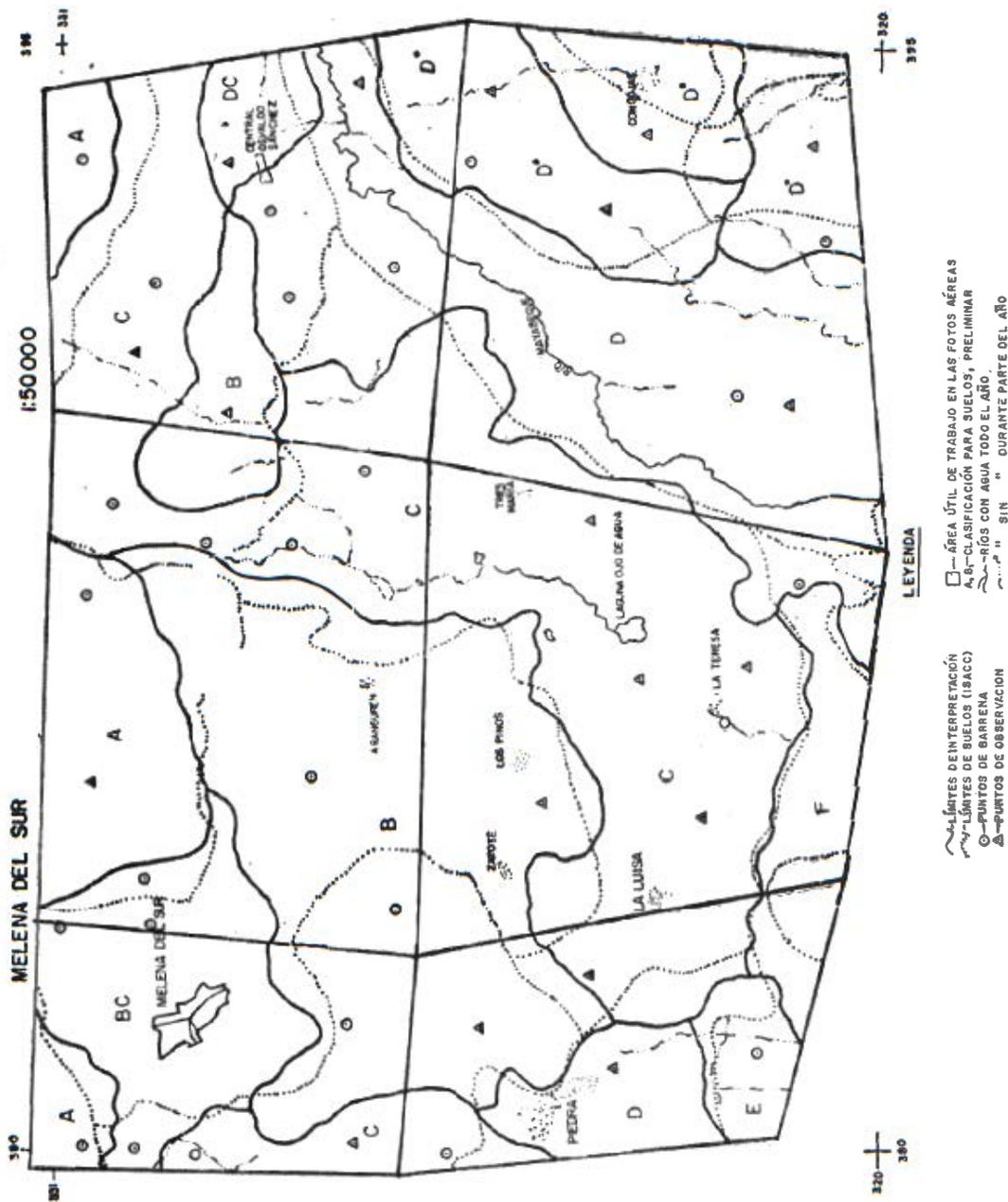


Fig. 2. Mapa de comparación entre los límites establecidos por el método de interpretación de fotografías espectrozonales y el levantamiento efectuado por ISACC.

Los índices manejados en este aspecto, y que presentan una característica particular para cada objeto, producto de los diferentes matices logrados por la composición específica del tipo de película y la brillantez superficial del objeto, permitieron obtener resultados muy halagüeños, no sólo en cuanto a la delimitación de los suelos, sino en aspectos tales como la organización de los cultivos, métodos de siembra, distancia entre cultivos, su área, etc.

Además, el tono de la imagen fotográfica permite el análisis de la estructura y la textura de la imagen. La estructura del manto superficial del suelo encuentra su reflejo en la textura, representada por la combinación del matiz y su clasificación (SIMAKOVA, 1973). Ello hace posible establecer claramente las condiciones de un suelo, por ejemplo, el suelo determinado como E (Fig. 1) cuyo tono en la fotografía espectrozonal es gris claro, de textura granulosa, y de estructura homogénea, que al complementarse con los demás índices de los elementos descritos resultó estar enmarcado entre los grupos 2 y 3, delimitados correctamente en las fotografías, completando su clasificación según la "Segunda Clasificación" del ISACC, en la comprobación efectuada en campo.

La Fig. 2 muestra el resultado de la comparación entre el método utilizado por el ISACC y el método por interpretación previa, en gabinete, mediante superposición. La diferencia que se establece entre ambos nos hizo pensar que era de índole técnica, más la comprobación efectuada con la toma de muestra, por medio de la barrena y observación visual, en el campo, mostró con buena calidad, los trabajos previos de interpretación en gabinete, excepto en los alrededores del Central Osvaldo Sánchez.

Por medio del planímetro y las placas con impresión milimétricas, se midieron las diferencias de los límites areales de ambos métodos. Del total del área de la zona, o sea, 168,7 km², se delimitaron 121,6 km² correctamente por ambos métodos, discrepando en un total de 47,2 km². De ellas, por comprobación en campo, se separaron 10,1 km², con error en la delimitación por el método de interpretación explicado, y 37,1 km² se delimitaron correctamente por el método de interpretación. Es decir, un 20 % de la delimitación efectuada por el método convencional de levantamiento de suelos, empleado por el ISACC (según el mapa original de trabajo, base para la publicación del ISACC, 1971), se pudo redelimitar, quedando la distribución de los suelos como se muestra en la Fig. 3, por medio de fotografías espectrozonales impresas en blanco y negro.

4. CONCLUSIONES

Con el empleo de la fotointerpretación de los límites de suelos en la fotografía aérea espectrozonal, impresa en blanco y negro, por el método de análisis de los elementos componentes, se ha logrado el propósito inicial de comprobación de éstos en la zona estudiada de Melena del Sur,

la cual había sido previamente estudiada por el Instituto de Suelos de la Academia de Ciencias de Cuba. Se logró corregir los límites existentes anteriormente en un 20 % del área estudiada, estableciéndose índices concretos de fácil visualización, ya que las condiciones de la zona, por su homogeneidad en relieve, cubierta de cultivos, y poca variación de los tipos de suelos, hacen difícil su interpretación. No obstante, es necesario profundizar en los estudios de fotointerpretación y en la aplicación de los métodos aerocósmicos de teledetección para sistematizar su empleo en las investigaciones de los suelos y su cobertura vegetal, de forma tal que coadyuven a la actividad económica agrícola y al desarrollo técnico del País.

REFERENCIAS

- ANDRONIKOV, V. L. (1976a): *Desciframiento de los suelos y cultivos agrícolas del Polígono Kursk, en base de las fotografías aéreas espectrozonales y multizonales* [en ruso]. Comisión para la Investigación de los Recursos Naturales por Medios Cósmicos, Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, 9 pp.
- (1976b): *Utilización de las fotos aerocósmicas para el estudio de la estructura de los suelos* [en ruso]. Comisión para la Investigación de los Recursos Naturales por Medios Cósmicos, Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, 10 pp.
- GOLDMAN, L. M., y VOLPE, R. J. (1968): *Trabajos del Laboratorio Central de Investigación para la Geodesia, la Fotografía aérea y la Cartografía* [en ruso]. Nedra, Moscú, 190 pp.
- GOOSEN, D. (1968): Interpretación de fotos aéreas y su importancia en levantamientos de suelos. *Bol. Org. Naciones Unidas Agr. Alim.*, 6:1-55.
- INSTITUTO DE SUELOS (1971): *Mapa genético de los suelos a escala 1:250 000*. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana, 19 hojas cartográficas.
- (1973): *Génesis y clasificación de los suelos de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba, 315 pp.
- (1975): Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. *Acad. Cien. Cuba*, ser. Suelos, 23:4-25.
- SIMAKOVA, M. S. (1973): *Soil mapping by color aerial photography*. UNESCO, 81 pp.

ABSTRACT

The interpretation of black and white spectrozonal photographs of the southeastern region of the town of Melena del Sur was performed taking into account the characteristics of the photos and their relationship with the different soil properties and natural conditions. A soil map of the area was prepared and is compared with that issued by the Instituto de Suelos, Cuban Academy of Sciences (scale 1:250 000). The features characterizing the soils were determined to subtype division, with a 20 % correction in spatial boundaries.

CDU 631.41:811.412