# UTILIZACIÓN DE LANDSAT-MSS PARA LA CARTOGRAFÍA DE CULTIVOS BAJO PLÁSTICO. ESTUDIO DE LA FIABILIDAD DE LA CLASIFICACIÓN

A. LAGO (*), S. GARCÍA-LÓPEZ (*), y C. PINILLA (**)

sgarcia@ujaen.es

*(*) Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Universidad de Jaén*
*C/Virgen de la Cabeza, 2 23071 Jaén*
*(**) Grupo de Investigación de Ingeniería Cartográfica. C/Virgen de la Cabeza, 2 23071 Jaén*

**RESUMEN**: Las imágenes de archivo obtenidas por el sensor Landsat-MSS permiten la realización de estudios multitemporales de fenómenos dinámicos a partir de 1972. En este trabajo se analiza la fiabilidad de la clasificación de cultivos de invernadero realizada a partir de imágenes obtenidas por este sensor mediante la simulación por degradación de imágenes ETM de Landsat-7. En primer lugar, se ha analizado la separabilidad de cinco clases bien representadas en la zona, concluyéndose que la clase invernadero es claramente diferenciable, por su elevada reflectancia en las bandas del visible y en menor medida del infrarrojo próximo. Posteriormente, sobre un área piloto cuya verdad terreno es conocida, se han comparado los resultados obtenidos en la clasificación a partir de la imagen original ETM (30 m y 6 bandas en el espectro de reflexión) y a partir de la imagen degradada por agregación de píxeles (a 60 y 90 m) y considerando 6, 4 y 3 bandas. Se concluye que la fiabilidad estimada para la clasificación mediante MSS es próxima al 90% para este tipo de cubierta en las condiciones ambientales consideradas.

**ABSTRACT**: Archived images from Landsat-MSS allow to carry out multitemporal studies of dynamic phenomena since 1972. In this paper we analyze the classification reliability of greenhouse cultivation with Landsat-MSS images by means of simulation by degradation of Landsat-ETM images. First, we analyze the separability of five classes. From this we can deduce that greenhouse presents very high reflectance in the visible region and less in the infrared region. Subsequently, on a little area with true terrain know, we compare the results of classification using original ETM and spatially degradate images (60, 90 m) and 6, 4 and 3 bands. Concluding, the classification reliability using Landsat-MSS is near to 90% for greenhouse cultivation with this environmental conditions.

**Palabras clave:** Landsat-MSS, Landsat-ETM, resolución, fiabilidad, cultivos de invernadero.

## INTRODUCCIÓN

El sensor MSS (Multispectral Scanner) de Landsat fue uno de los primeros sensores dirigidos a la investigación de recursos naturales que fue puesto en funcionamiento (julio de 1972). Aunque su resolución espacial (79 m) y número de bandas (4) ha sido notablemente mejorado desde entonces por otros sensores, constituye aún hoy una fuente inapreciable de información para realizar estudios históricos o de evolución de diversos fenómenos a escala regional. Sin embargo, en este tipo de estudios resulta a veces difícil, sino imposible, realizar un control de calidad riguroso sobre los productos obtenidos en la clasificación, dada la imposibilidad de conocer la verdad terreno en el pasado con suficiente exactitud.

Este trabajo se plantea a raíz de la necesidad de realizar tal estimación, en un estudio de evolución de ocupación del suelo por invernaderos en el periodo 1975-1999. El área de estudio abarca el Poniente Almeriense y Costa Oriental Granadina, concretamente entre los meridianos de Motril y Almería capital. Aunque en trabajos anteriores (Moreira y Ojeda, 1992) se han realizado estudios de teledetección con este mismo fin, utilizando imágenes Thematic Mapper de Landsat, en este trabajo se exploran las posibilidades del sensor MSS, de precio mucho más reducido (unas 30.000 pts cada escena) y con una cobertura temporal más amplia.

Como se expondrá más adelante, los cultivos bajo plástico constituyen una cubierta fácilmente diferenciable en varias regiones espectrales, si bien la extensión de las parcelas (en ocasiones de tamaño inferior a la hectárea y forma a menudo irregular) cuestiona la utilización de un sensor cuya mínima unidad de imagen supera sobre el terreno las 0.6 ha de superficie, debido al efecto de mezcla en las celdillas de borde.

## IMÁGENES EN ESTUDIO

La información de partida está constituida por un total de 32 escenas, capturadas por MSS de Landsat 2, 3 y 4 (path 215, row 34), MSS de Landsat 5 y ETM de Landsat-7 (path 200 y row 34). De este último sensor (Enhanced Thematic Mapper), que entró en funcionamiento a mediados de 1999, sólo se dispone de una escena, que ha servido tanto para conocer la situación actual del fenómeno, como para evaluar la influencia de la resolución en los resultados del proceso de identificación y clasificación, según se explica en el apartado siguiente. Previamente al tratamiento se ha realizado una selección de las escenas a tratar, eligiendo las registradas en verano por su mayor radiancia y menor importancia del efecto atmosférico y de las sombras.

Las características de los sensores MSS y ETM se muestran en la Tabla 1. Hay que subrayar que aunque MSS presenta en términos generales una menor resolución, tanto espectral como espacial, sin embargo en la región del infrarrojo próximo registra en dos canales lo que el sensor más moderno parcialmente registra sólo en uno. Por el contrario, las bandas del verde y rojo de ambos sensores son muy parecidas.

| MSS | | | ETM | | |
|---|---|---|---|---|---|
| canal | I. E. (µm) | RE (m) | canal | I. E. (µm) | RE (m) |
| | | | pan | 0.45-0.90 | 15 |
| | | | 1 | 0.45-0.52 | 30 |
| 1 | 0.5-0.6 | 79 | 2 | 0.52-0.60 | 30 |
| 2 | 0.5-0.7 | 79 | 3 | 0.63-0.69 | 30 |
| 3 | 0.7-0.8 | 79 | 4 | 0.76-0.90 | 30 |
| 4 | 0.8-1.1 | 79 | | | |
| | | | 5 | 1.55-1.75 | 30 |
| | | | 6 | 10.4-12.5 | 60 |
| | | | 7 | 2.08-2.35 | 30 |

**Tabla 1.** Características de los sensores MSS y ETM de Landsat. (Nota: I.E.=Intervalo Espectral, R.E.=Resolución Espacial) (Kramer, 1992)

## METODOLOGÍA Y RESULTADOS

En primer lugar se ha llevado a cabo un estudio de separabilidad espectral sobre un conjunto de parcelas cuya verdad terreno es conocida, considerando los diferentes canales de registro de las imágenes MSS y ETM. Las parcelas, distribuidas por todo el área de estudio y en diferentes condiciones de pendiente y orientación, han puesto de manifiesto el comportamiento característico de la cubierta sobre la que se centra el estudio (cultivos de invernadero) y sus diferencias y similitudes con otras cubiertas ampliamente representadas en el área (urbano, regadío, suelos y salinas).

Del análisis realizado (Figura 1) se deduce la fácil identificación de invernaderos por la elevada reflectancia en los canales del visible (especialmente el azul y el verde) e infrarrojo próximo de ambos sensores. Sin embargo, en esta última región espectral la confusión con los cultivos de regadío es mayor en el sensor ETM (banda 4) que en el sensor MSS (bandas 3 y 4). Por otra parte, los canales 5 y 7 (infrarrojo medio) de Landsat-ETM no permiten diferenciar claramente los invernaderos de otros tipos de cubierta. Por tanto, desde el punto de vista espectral podemos concluir que si bien el sensor ETM presenta como ventaja notable el registro en la banda del azul, las bandas del infrarrojo o son menos adecuadas para la identificación de invernaderos (IR-próximo) o no aportan información significativa para esa identificación (IR medio).

A continuación se abordó el problema de la influencia de la resolución espacial en la fiabilidad de la clasificación. Evidentemente, cuanto mayor es el tamaño de las celdillas, mayor importancia cobra el efecto de mezcla en celdillas de borde entre cubiertas y mayor indeterminación puede surgir en la estimación de la superficie de invernaderos. Para ello, se ha establecido un área piloto de 4 km x 3.25 km en donde se ha considerado como verdad terreno el resultado de la fotointerpretación a partir del canal pancromático registrado por el sensor ETM (15 m) tras su comprobación in situ y mediante fotografías aéreas en color. A continuación la imagen multi-espectral fue remuestreada a 15 m por el método del vecino más próximo al objeto de poder realizar posteriores comparaciones con la verdad terreno.

La clasificación supervisada (método de máxima probabilidad) de la subimagen correspondiente al área piloto, considerando las 6 bandas obtenidas por el sensor ETM en el reflejado (resolución original de 30 m pero remuestreada a 15 m) dio como resultado una fiabilidad de casi el 97%, lo que da idea de la idoneidad de este sensor para el fin propuesto.

Posteriormente se sometió a la imagen ETM-multiespectral a un proceso de degradación de resolución por agregación y promediado de píxeles al objeto de emular las características del sensor MSS. Se consideraron factores de agregación de 4 y de 6, que respectivamente dieron lugar a imágenes con resolución de 60 m y 90 m, entre las que se sitúa la resolución de éste último. Tras realizar sendos procesos de clasificación utilizando el método anterior (máxima probabilidad) y de remuestrear el resultado a 15 m, se pudo deducir fácilmente el porcentaje de error de asignación (por omisión y comisión) atribuible únicamente a la disminución de resolución espacial. La clasificación fue repetida considerando un número menor de bandas, en concreto 4 (canales 2, 3, 4 y 5) y 3 (canales 2, 3 y 4).

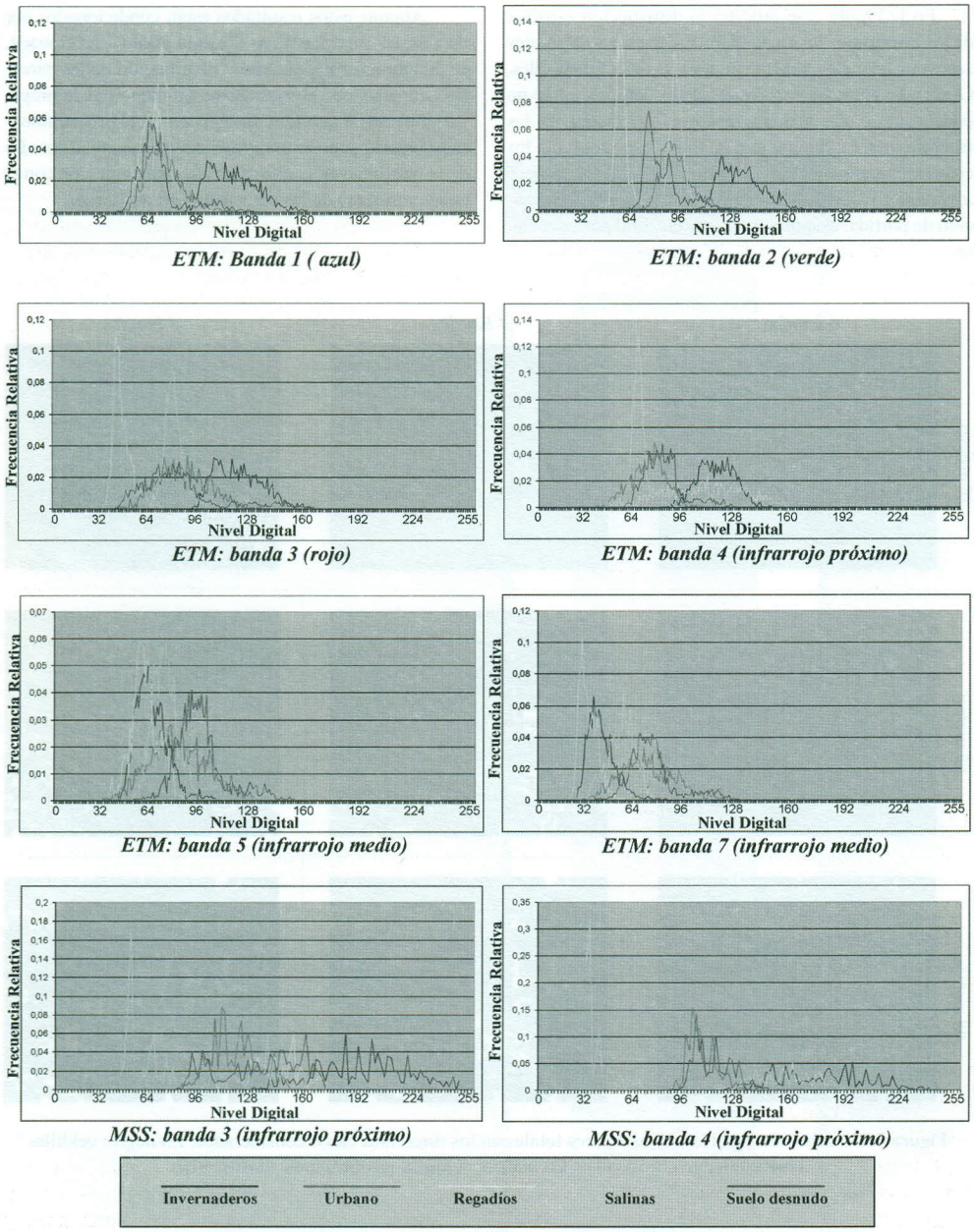


**Figura 1.** Histogramas de frecuencias de para varios tipos de cubiertas en los distintos canales de los sensores ETM y MSS de Landsat. Nota: los canales 1 y 2 de MSS coinciden espectralmente con los canales 2 y 3 de ETM. *(Ver figura en color en la página 666).*

En la Figura 2 se muestra la distribución espacial de los errores de clasificación obtenida en los diferentes casos considerados, sobre la imagen de 132 x 108 píxeles. Obsérvese cómo los errores se sitúan siempre, como no podría ser de otra manera, de forma perimetral, en las fronteras entre cubiertas. En la Tabla 2 se presentan los errores porcentuales de asignación respecto a la clase invernadero, clasificados por tipos y según la información de partida, así como la fiabilidad total para esa clase.

Aunque estos resultados están condicionados por las propias características del área piloto seleccionada, en cuanto a forma, tamaño y distribución de las parcelas ocupadas por invernaderos, así como por la propia variabilidad de las cubiertas existentes, el procedimiento propuesto supone un primer acercamiento al estudio de la fiabilidad en la clasificación y su evolución con el empeoramiento de las características del sensor.

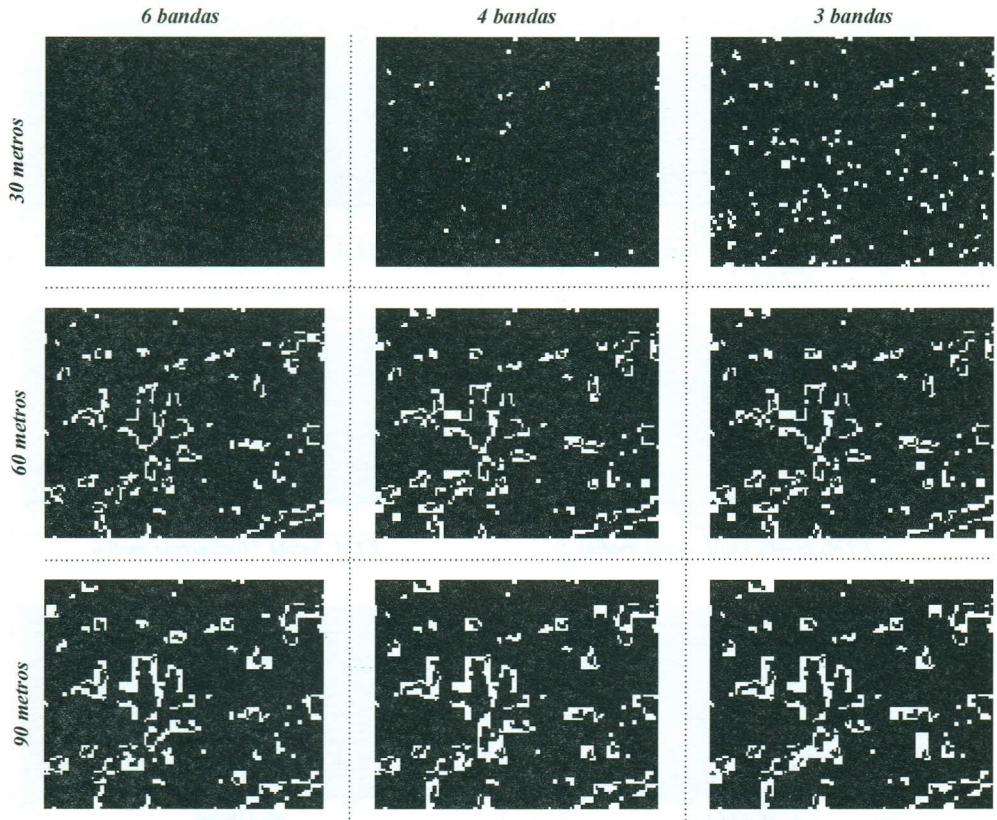


**Figura 2.** Distribución espacial de los errores totales en los diferentes casos considerados. En negro: celdillas correctamente clasificadas. En blanco, celdillas erróneamente clasificadas.

| | 6 bandas (ETM) | | | 4 bandas (2, 3, 4, 5 de ETM) | | | 3 bandas (2,3,4 de ETM) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Resolución considerada*** | *Error de omisión* | *Error de comisión* | *Fiabilidad* | *Error de omisión* | *Error de comisión* | *Fiabilidad* | *Error de omisión* | *Error de comisión* | *Fiabilidad* |
| **30 m** | * | * | * | 3.0 | 0.8 | 96.2 | 3.7 | 1.4 | 94.9 |
| **60 m** | 2.5 | 5.8 | 91.7 | 6.8 | 3.7 | 89.5 | 7.0 | 3.8 | 89.2 |
| **90 m** | 7.3 | 8.2 | 84.5 | 9.2 | 3.4 | 87.4 | 9.8 | 3.4 | 86.8 |

**Tabla 2.** Errores (en %) obtenidos en la clasificación supervisada (método de máxima probabilidad) del área piloto, para la cubierta "invernaderos", considerando diversas combinaciones de resolución espacial y número de bandas. (*) Para la identificación de errores se ha utilizado de referencia la clasificación con 30 m y 6 bandas.

## CONCLUSIONES

Los canales espectrales que aportan mayor riqueza informativa de cara a la identificación y clasificación de cultivos bajo plástico se localizan en la región del visible. Aunque el sensor ETM, a diferencia del MSS, incorpora un canal en el azul, la diferencia en la fiabilidad de la clasificación de imágenes procedentes de ambos sensores por este motivo se estima reducida, inferior al 5%. La menor resolución espacial del segundo respecto del primero es responsable, al menos en el sector estudiado, de una reducción en la fiabilidad entre el 5 y 10%. En conjunto, se considera que la clasificación de invernaderos mediante imágenes MSS es aproximadamente hasta un 12% menos fiable que la obtenida por el mismo procedimiento a partir de imágenes ETM.

## BIBLIOGRAFÍA


KRAMER, J. K. (1992). *Observation of the Earth and Its Environment. Survey of Missions and Sensors.* Springer-Verlag. 2ª Ed. Berlin.

LAGO DELGADO, A. (2001). *Estudio de evolución de cultivos bajo invernadero en las comarcas del Poniente Almeriense y Costa Oriental Granadina mediante técnicas de teledetección.* Memoria inédita. Universidad de Jaén.

MOREIRA, J. M. y OJEDA, J. (1992). *Andalucía, una visión inédita desde el espacio.* Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.