

# CARTOGRAFIADO DE PALMERAS EN LA REGIÓN DE SOUSS MASSA DRAA (MARRUECOS) MEDIANTE IMÁGENES DEL SATÉLITE WORLDVIEW-2

M. Labrador-García<sup>(1)</sup>, A. Alonso<sup>(2)</sup>, S. Idbraim<sup>(3)</sup>, M. Arbelo<sup>(2)</sup>, L. Núñez<sup>(2)</sup>, A. Lorenzo<sup>(2)</sup>, J.A. Guerra<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> *Gestión del Medio Rural de Canarias S.A.U. (GMR Canarias). 38110, Santa Cruz de Tenerife. España.  
Tel: 922236048, E-mail: mauriciolg@gmrcanarias.com*

<sup>(2)</sup> *Grupo de Observación de la Tierra y la Atmósfera (GOTA). Departamento de Física F.E.E.S.,  
Universidad de La Laguna. 38206 La Laguna, España.*

<sup>(3)</sup> *Laboratoire Image et Reconnaissance de Formes – Systèmes Intelligents et Communicants (IRF – SIC),  
Université Ibn Zohr. 80000 Agadir, Marruecos*

## RESUMEN

Se analizan dos algoritmos de clasificación: clasificación de la mínima distancia y un clasificador contextual. La finalidad del trabajo es estudiar el potencial de las imágenes de alta resolución del satélite WorldView-2 para realizar el cartografiado de los palmerales que se encuentran en la región de Souss Massa Drâa, al sur de Marruecos. Los resultados de las dos clasificaciones fueron evaluados por medio de una matriz de errores. La clasificación contextual fue la que obtuvo los mejores resultados al conseguir identificar los palmerales con 85,2% de precisión.

**Palabras clave:** Cartografiado, palmerales, WorldView-2, Mínima Distancia, Contextual.

## ABSTRACT

*Two classification algorithms are analyzed: Minimum Distance Classification and Contextual Classification. The aim of the study is to study the potential of WorldView-2 high resolution satellite images for mapping palm grooves in the region of Souss Massa Drâa, in south Morocco. Classification results were evaluated by means of an error matrix. Contextual classification obtained the best results identifying palm trees, achieving an 82,5% of user accuracy.*

**Keywords:** *Mapping, palm grooves, WorldView-2, Minimum Distance, Contextual Classification.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los palmerales del sur de Marruecos son uno de sus agro-ecosistemas más característicos, no solo por el valor natural y paisajístico, sino porque durante centenares de años han contribuido a crear un microclima muy favorable para el desarrollo de diferentes cultivos en un ambiente, que fuera de los palmerales, es extremadamente árido.

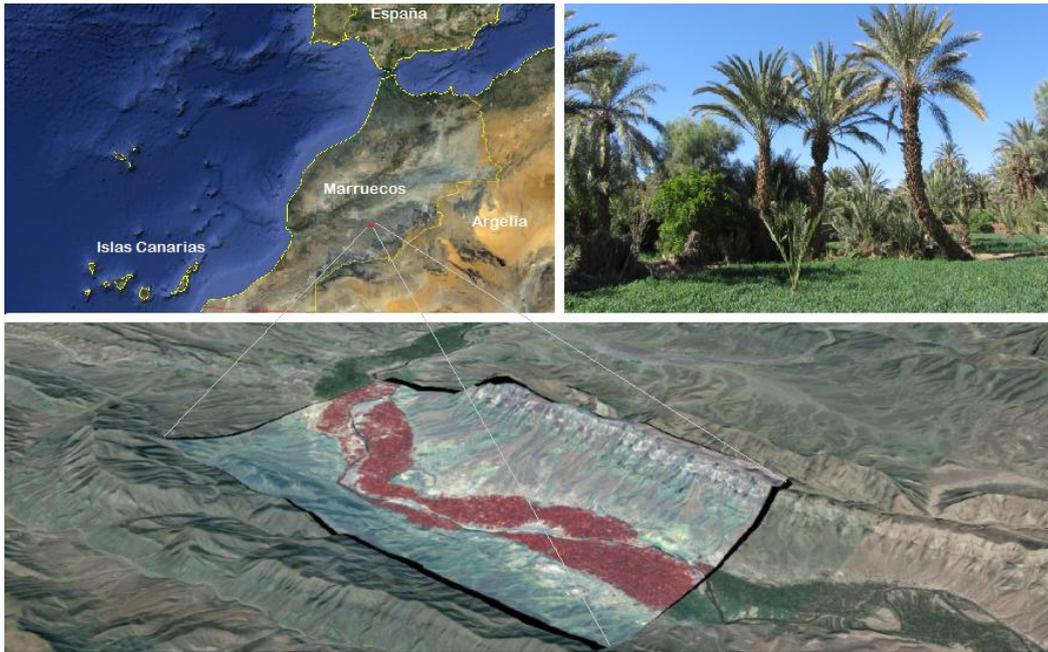
El actual proceso de desarrollo económico de las provincias en la región de Souss Massa Drâa está incrementando la movilidad interregional de personas y bienes de consumo, incluyendo plantas y semillas, lo cual aumenta el riesgo de que lleguen a esa zona plagas o enfermedades potencialmente peligrosas para el palmeral.

El proyecto PALMERA, que establece una colaboración entre las Islas Canarias y la Región de Souss Massa Drâa (Marruecos), tiene como uno de sus objetivos el

cartografiado de los palmerales de la región, con el fin de obtener una primera capa de información que permita el desarrollo de un sistema integral de control y erradicación de plagas.

Las imágenes de satélite de alta resolución se presentan como una herramienta idónea para cartografiar con precisión los palmerales de la zona, debido a la combinación de la alta resolución espacial y la gran superficie que pueden cubrir. De esta forma permiten trabajar en extensos territorios y a la vez disponer de un nivel de detalle suficiente que permita discernir entre las palmeras, los cultivos y árboles frutales que las rodean.

En este trabajo se analiza la precisión de dos métodos de clasificación con el fin seleccionar el que obtenga los mejores resultados y por lo tanto la cartografía más precisa.



**Figura 1.** Localización de la zona de estudio. Palmeral de Mezquita. Souss Massa Drâa (Marruecos)

## 2. ZONA DE ESTUDIO Y DATOS

La zona de estudio elegida fue el palmeral de Mezquita (Figura 1), que se encuentra a poca distancia de la ciudad de Agdz. El palmeral en esta zona tiene entre 750 m y 1,5 km de ancho y se extiende a lo largo de los márgenes del río Draa por decenas de kilómetros. Aparte de las palmeras, también existen frutales (almendros, granados y albaricoques) y otros cultivos, principalmente forrajeros, como el trigo o la alfalfa.

Para la elaboración de esta cartografía se parte de una imagen del satélite WorldView-2, que fue adquirida en abril de 2012 y cubre una superficie total de 40 km<sup>2</sup>, a lo largo de unos 10 km del palmeral. La imagen posee 8 bandas espectrales, que abarcan desde los 400 hasta los 1040 nm, con una resolución de 2 m/píxel y una banda pancromática de 0,5 m/píxel.

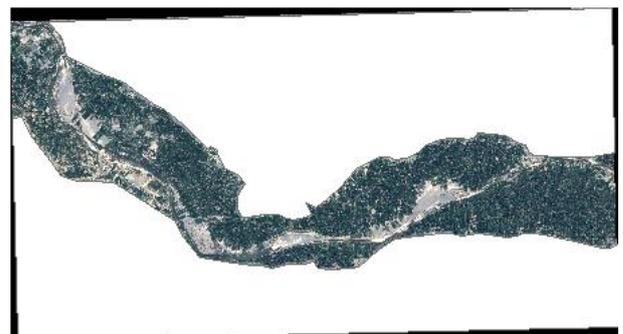
## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Tratamiento de la imagen

La imagen de satélite se adquirió corregida radiométricamente y proyectada en el sistema de coordenadas WGS84 UTM-29N. Con el fin de normalizar los valores en las distintas capas, la imagen original se convirtió a valores de radiancia espectral en lo alto de la atmósfera utilizando el procedimiento descrito por Updike y Comps (2012). Finalmente la imagen resultante fue corregida atmosféricamente con el método FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) (Matthew, 2000).

Se generó una máscara (Figura 2) para ocultar toda la superficie que quedaba fuera de la zona de análisis, a un lado y otro del palmeral, de tal forma que en el estudio solamente se tuvo en cuenta la zona de palmeral y cultivos.

Para la obtención de las áreas de entrenamiento y validación fue necesaria la creación de una imagen fusionada (0,5 m/píxel). Esta imagen fue creada por medio del método de Gram-Schmidt, empleando para el proceso la imagen pancromática y las bandas multiespectrales 2, 3 y 5.



**Figura 2.** Máscara aplicada sobre la imagen de WV-2

### 3.2. Clasificación

Los dos métodos de clasificación que se emplearon para realizar el cartografiado fueron:

- Clasificación de la mínima distancia (CMD). Un clasificador simple y rápido que calcula la distancia euclidiana a cada una de las clases previamente definidas y asigna cada píxel a la clase más cercana.
- Clasificación contextual, que utiliza el modo iterativo condicional (MIC). Este método, a la hora de realizar la clasificación, además de los valores espectrales de cada píxel, también tiene en cuenta el valor de los píxeles vecinos, partiendo de la idea de que es más probable que la misma clase ocurra en regiones que están conectadas antes que en píxeles aislados. El MIC ya se ha aplicado satisfactoriamente en otros trabajos de teledetección (Solberg, 1996; Mohn, 1987; Hubert-Moy, 2001; Idbraim et al, 2009).

Para el proceso de clasificación se consideraron 7 clases: palmera, cultivos herbáceos, terreno arable, suelo desnudo, caminos, sombras y agua. Las parcelas que sirvieron como entrenamiento en el proceso de clasificación fueron identificadas visualmente en la imagen fusionada de 50 cm de resolución espacial, al no disponer de un trabajo de campo asociado a la fecha de adquisición de la imagen.

### 3.3. Evaluación de los resultados

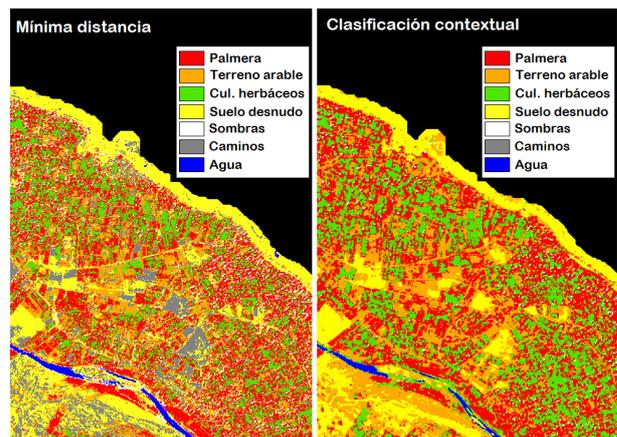
Los resultados se evaluaron en base a los datos de verdad terreno obtenidos por medio de interpretación visual de la imagen fusionada. Sólo se recogieron píxeles de los que la certeza de su clase fuese absoluta. En total se emplearon 1171 píxeles en la fase de validación de los resultados, que fueron analizados por medio de una matriz de errores.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la clasificación realizada con el método de la mínima distancia, el 67,4% de los píxeles clasificados como palmeras corresponden a esa clase de acuerdo con los datos de validación. En el caso del algoritmo contextual la exactitud se incrementa hasta el 82,5%. Sin embargo, esta clase, la palmera datilera, fue sobrestimada en ambos casos. También se observa como las palmeras y los cultivos herbáceos pueden ser distinguidos espectralmente en cierta medida, pero las diferencias no parecen ser lo suficientemente claras como para realizar una clasificación precisa de ambas clases.

La resolución espacial de la imagen multispectral (2 m/píxel) genera una gran cantidad de píxeles mixtos en los bordes de las palmeras, por lo que, en muchos casos, la resolución parece ser demasiado baja para identificar eficientemente los límites entre palmeras y las demás clases que las rodean.

Resulta interesante destacar que la clase sombras puede ser discriminada perfectamente del resto de las clases.



**Figura 3.** Detalle de las imágenes clasificadas: Mínima distancia (izqda.) y clasificación contextual (drcha.)

Eso significa que las sombras proyectadas por las palmeras podrían utilizarse en un análisis orientado a objetos para discriminarlas de los cultivos herbáceos que las rodean.

En las imágenes clasificadas (Figura 3) se contabilizan 1.005.456 y 1.305.851 píxeles como palmeras para la CMD y la contextual respectivamente, lo que equivale a superficies de 402,18 y 522,34 hectáreas. Considerando un diámetro de copa promedio de la palmera datilera de 8 m, el número de ejemplares en el área de estudio varía entre 20.000 y 26.000, dependiendo del algoritmo de clasificación aplicado. Sin embargo, esta cuenta sólo se puede considerar como un dato preliminar, resultando imprescindible un intenso trabajo de campo para recoger datos sobre el terreno y mejorar los procesos de clasificación.

## 5. CONCLUSIONES

El potencial de las bandas multispectrales del WorldView-2 para el cartografiado de palmeras datileras en el Palmeral de Mezquita (Marruecos) ha sido analizado en este estudio. Se aplicaron dos algoritmos de clasificación basados en píxeles: la mínima distancia y la clasificación contextual. El mejor resultado, con un 82% de exactitud del usuario, se logró mediante la clasificación contextual. En cualquier caso, la clase *palmeras* fue sobrestimada por los dos clasificadores por lo que los resultados no se pueden considerar del todo satisfactorios.

De acuerdo con la experiencia adquirida, la resolución espacial de la imagen multispectral parece ser demasiado baja como para poder identificar eficientemente los límites entre palmeras y las demás clases circundantes. Una posible opción para resolver este problema podría ser trabajar con imágenes

fusionadas a 0,5 m/pixel, a pesar de la distorsión que podría producirse en la respuesta espectral.

Antes de extraer conclusiones definitivas, resulta esencial una caracterización in situ de las áreas de entrenamiento y validación, para llevar a cabo una clasificación más precisa y una mejor evaluación de los resultados.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto PALMERA, incluido en el Programa POCTEFEX 2008-2013 y financiado con Fondos FEDER.

## REFERENCIAS

Hubert-Moy, L., Cottonnec, A., L., Chardin, Le Du A., Pérez, P. 2001. *A comparison of parametric classification procedures of remotely sensed data applied on different landscape units*. Remote Sensing of Environment, Vol. 75, n. 2, pp 174-187.

Idbraim, S., Ducrot, D., Mammass, D., Aboutajdine, D. 2009. *An unsupervised classification using a novel ICM method with constraints for land cover mapping from remote sensing imagery*. International Review on Computers and Software, Vol.04, n. 2, p.p. 165-176.

Matthew, M. W., S. M. Adler-Golden, A. Berk, S. C. Richtsmeier, R. Y. Levine, L. S. Bernstein, P. K. Acharya, G. P. Anderson, G. W. Felde, M. P. Hoke, A. Ratkowski, H.-H. Burke, R. D. Kaiser, and D. P. Miller, 2000. *Status of Atmospheric Correction Using a MODTRAN4-based Algorithm*. SPIE Proceedings, Algorithms for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery VI. Vol. 4049, pp. 199-207.

Mohn, E., Hjort, N. L., Storvik, G. O. 1987. *A simulation study of some contextual classification methods for remotely sensed data*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 25, n. 6, pp. 796-804.

Solberg, A. H. S., Taxt, T., Jain, A. K. 1996. *A Markov random field model for classification of multisource satellite imagery*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 34, pp. 100-113.

Updike, T and Comp, C., 2010. *Radiometric Use of WorldView-2 Imagery*. Technical Note, Revision 1, Longmont, Colorado, USA.