

FETEX: Programa de extracción de características de objetos cartográficos

Apellidos, nombre	Ruiz Fernández, Luis Ángel (laruiz@cgf.upv.es) Recio Recio, Jorge Abel (jrecio@cgf.upv.es)
Departamento	Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría
Centro	ETSI. Geodésica, Cartográfica y Topográfica



1 Introducción

Las técnicas de clasificación de imágenes se emplean en el ámbito de la teledetección en un gran número de aplicaciones, una de ellas es la creación de bases de datos de ocupación y usos del suelo. Tradicionalmente, estas técnicas se han basado en el análisis de píxeles independientes, utilizando múltiples bandas espectrales y, en ocasiones, información adicional relacionada con la distribución espacial de los valores de intensidad alrededor de cada píxel, como son las texturas. Sin embargo, hoy en día se desarrollan métodos para la clasificación de objetos, con un nivel semántico y práctico superior al del píxel.

Adicionalmente, se ha prestado mucha atención al desarrollo de nuevos métodos para la creación de las funciones de decisión, con el fin de mejorar los resultados de la clasificación, pero no tanto a la extracción de información válida y exhaustiva de la imagen. Sin embargo, un paso crucial previo a la clasificación es el cálculo de los atributos que describen los elementos de la imagen a clasificar, lo que se conoce como el proceso de extracción de características.

FETEX es un software para la extracción automática de características descriptivas de las propiedades de textura, espectrales, de forma y estructurales de fragmentos de imágenes u objetos-imagen.

Está orientado a la caracterización de objetos cartográficos (parcelas, subparcelas, polígonos, etc.), definidos a partir de ficheros vectoriales (shapefiles), así como a imágenes de satélite de alta resolución (QuickBird, Ikonos, WorldView, etc.) y fotografías aéreas CIR. Así, por ejemplo, con una imagen multiespectral y el parcelario definido por la cartografía catastral como datos de entrada (input), se genera una tabla ASCII (output) con los valores de las características o atributos calculados de forma automática a partir de las imágenes para cada una de las parcelas catastrales. Este resultado puede introducirse posteriormente en un software de clasificación.

Gran parte de las características obtenidas son novedosas y se basan en métodos de cálculo avanzados, especialmente las características estructurales, que permiten describir numéricamente la distribución espacial de los elementos presentes en un objeto/parcela.

2 Objetivos

- Conocer el funcionamiento del software Fetex para la extracción de atributos descriptivos de objetos cartográficos.
- Aplicar el programa Fetex a un ejemplo sencillo utilizando parcelas catastrales y una imagen aérea CIR y obtener resultados numéricos y gráficos.

3 Descripción general de la aplicación

El interfaz de usuario está dividido en tres secciones (ver Figura 1):

- *Input files*: En esta sección se facilita la carga de los datos de entrada en la aplicación: (i) imágenes multiespectrales de alta resolución y (ii) archivos



vectoriales en formato shapefile que contienen los límites de los objetos o polígonos que se van a caracterizar.

- Feature extraction and parameters: Panel de control que permite seleccionar las características que serán extraídas, así como ciertos parámetros para su cálculo (Figura 2).
- Output files: Permite la definición de los archivos de salida que contienen las características descriptivas para cada objeto en varios formatos diferentes. Además, pueden generarse varios tipos de ficheros con información gráfica referida a algunas de las características calculadas (Figura 3).

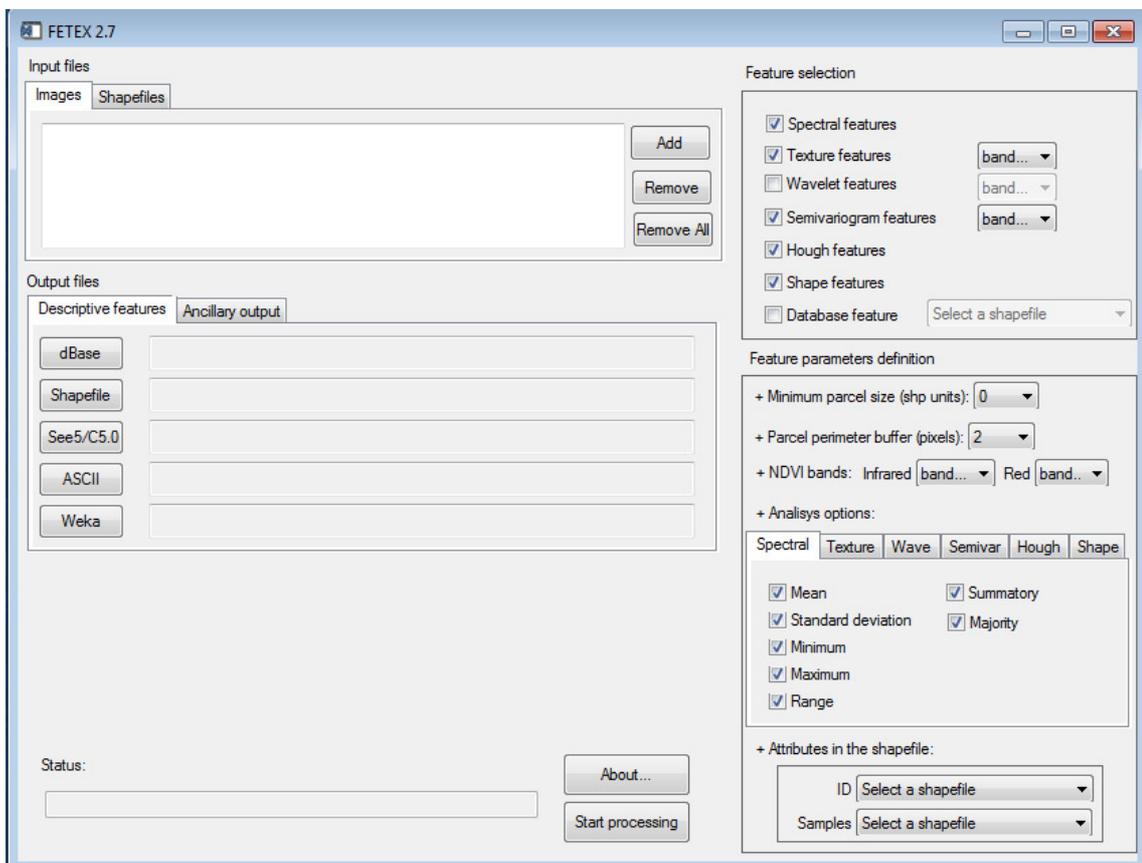


Figura 1.- Interfaz de Fetex 2.7.

Los ficheros de entrada se cargan a través de las solapas "Images" y "Shapefiles":

- *Images*: Ventana que permite la selección y carga de los ficheros ráster en cualquier formato georreferenciado aceptado por ENVI: *.tif, binario, ERDAS *.img, *.ecw, jpeg2000, etc.
- *Shapefiles*: Ventana de selección y carga de los ficheros vectoriales en formato ESRI shapefile (*.shp) que contienen los límites de las parcelas que se van a procesar. En aplicaciones prácticas, puede tratarse de una capa de la base de datos de Catastro, SIGPAC, SIOSE, etc.



Ambas permiten la carga de uno o varios archivos. En caso de que un polígono o parcela se encuentre dividido entre varias imágenes, el programa efectuará automáticamente el mosaico.

4 Extracción de características

La extracción de características o atributos descriptivos es una de las partes fundamentales de un proceso de clasificación orientada a objetos. En el programa *Fetex* se realiza a través de las opciones de la parte derecha del interfaz de usuario (Figura 1). Deben elegirse las características descriptivas y ajustar algunos parámetros para su cálculo. En primer lugar, se deben definir los tipos de atributos que se desean calcular y, en el caso de variables de textura, wavelets y derivadas del semivariograma, también la banda a partir de la cual se calculan. A continuación se definen los siguientes parámetros:

- Tamaño mínimo de parcelas (en píxeles): aquellas parcelas con un número de píxeles inferior al indicado no se procesarán.
- *Búffer* del perímetro de la parcela (en píxeles): Durante el procesado se excluye un contorno con el grosor de los píxeles indicados para evitar desajustes geométricos debidos a diferencias de georreferenciación entre la imagen y los ficheros *shapefile*.
- Bandas NDVI: Debe indicarse qué bandas se corresponden con el NIR y el rojo para poder calcular en índice de vegetación de diferencia normalizado (NDVI).

Los grupos de características que pueden calcularse mediante la aplicación son (Figura 2):

- a) *Spectral*: Características estadísticas espectrales que informan sobre la respuesta radiométrica de una parcela.
- b) *Texture*: características de textura que describen la distribución espacial de los niveles de gris correspondientes a los píxeles que integran una parcela o polígono. Pueden elegirse las asadas en la intensidad de bordes, la forma del histograma y las derivadas de la matriz de concurrencias de niveles de gris (GLCM) (Ruiz et al., 2011). Es preciso definir el número de niveles de gris o intensidad que van a considerarse (normalmente 16, 32 ó 64 es suficiente).
- c) *Wavelets*: Características de textura calculadas a partir de los detalles de la descomposición en wavelets de la imagen, donde se emplea también la matriz GLCM. Debe indicarse la familia wavelet y el número de niveles de gris para el cálculo de la GLCM.
- d) *Semivariogram*: Características estructurales calculadas a partir del semivariograma, que describe la regularidad de los elementos internos de una parcela. Se calcula un conjunto de variables descritas en Balaguer et al. (2010) y especificadas en Ruiz et al. (2011). Como parámetros, se debe especificar el tamaño máximo del *lag* (distancia máxima entre píxeles) y el porcentaje usado para su cálculo (se recomienda usar el valor por defecto del 15%). Este parámetro permite reducir sustancialmente el tiempo de cálculo sin influir significativamente en el resultado (Balaguer et al., 2011).



- e) Hough: Se trata de características estructurales calculadas a partir de la transformada de Hough y de las posiciones de los árboles de una parcela para la caracterización de marcos de plantación u otras estructuras con patrones geométricos, como se describe en Ruiz et al. (2011). Es preciso definir varios parámetros para el cálculo de los máximos locales, como umbrales de NDVI e infrarrojo y los diámetros mínimo y máximo, los cuales dependen de la radiometría de las imágenes y del tipo de elementos del paisaje (distancias entre árboles, etc.), por lo que normalmente deben ajustarse mediante pruebas preliminares en una pequeña superficie representativa del área de estudio.
- f) Shape: Características de forma del objeto basadas en relaciones entre el perímetro y el área. Describen las propiedades geométricas de los objetos, complejidad o elongación de su contorno, etc.
- g) Database features: características auxiliares directamente tomadas de la información de la base de datos analizada, como por ejemplo uso o cobertura anterior de esa parcela (Recio et al., 2011).

<p>Spectral Texture Wave Semivar Hough Shape</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Mean <input checked="" type="checkbox"/> Summatory</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Standard deviation <input checked="" type="checkbox"/> Majority</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Minimum</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Maximum</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Range</p>	<p>Spectral Texture Wave Semivar Hough Shape</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Grey level co-occurrence matrix features</p> <p>+ GLCM grey levels 64</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Edgessness features</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Kurtosis and skewness</p>	<p>Spectral Texture Wave Semivar Hough Shape</p> <p>+ Wavelet family Coiflet 24</p> <p>+ Wavelets feat. GLCM grey levels 64</p>
<p>a.</p>	<p>b.</p>	<p>c.</p>
<p>Spectral Texture Wave Semivar Hough Shape</p> <p>+ Semivariogram lag size (pixels) 20</p> <p>+ Random pixels percentage 15</p>	<p>Spectral Texture Wave Semivar Hough Shape</p> <p>+ Local maxima filtering thresholds:</p> <p>Initial NDVI (parcel) 0.045</p> <p>NDVI threshold 0.06</p> <p>IR band threshold 160</p> <p>+ Window diameter: min 9 max 19</p>	<p>Spectral Texture Wave Semivar Hough Shape</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Compactness</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Shape index</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Fractal dimension</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Area</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Perimeter</p>
<p>d.</p>	<p>e.</p>	<p>f.</p>

Figura 2.- Interfaz para la definición de las características y sus parámetros; a) espectrales, b) textura, c) wavelets, d) semivariograma, e) Hough, y f) forma.

5 Ficheros de salida

En el apartado *Output files* aparecen dos solapas:

- Descriptive features: Se define el formato de salida del fichero que contendrá las características descriptoras generadas. Este fichero de salida contiene una tabla donde en las filas se representa cada una de las parcelas o polígonos de estudio, con su correspondiente identificador, y las columnas contienen los valores de cada una de las características calculadas. Los posibles formatos de salida son: dBase, Shapefile, See5/C5.0, ASCII y Weka. See5 es un programa de clasificación mediante árboles de decisión, mientras que Weka (<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>) es un programa libre de *data mining* que presenta numerosos algoritmos de clasificación. Ambos pueden utilizarse



posteriormente para clasificar las parcelas a partir de las características descriptivas generadas por *Fetex*.

- **Ancillary output:** Opcionalmente se pueden generar salidas gráficas de las características por parcela, tanto en blanco y negro como en color. La Figura 3 muestra un ejemplo de estas salidas gráficas. Adicionalmente, se puede generar un fichero en formato DBF que contenga los semivariogramas de todas las parcelas. Todo ello contribuye a una exhaustiva interpretación de los resultados.

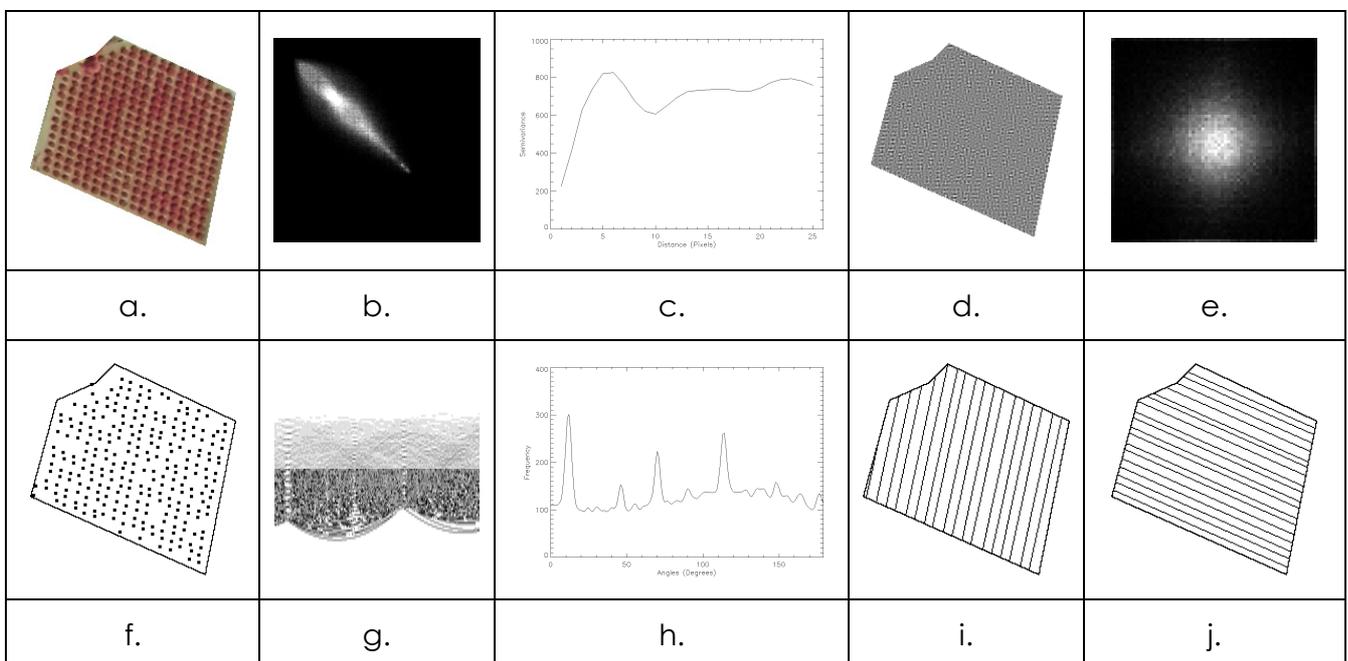


Figura 3. Algunas salidas gráficas generadas por FETEX para un objeto individual: imagen de falso color (a) e imagen de los detalles wavelets (d), representaciones de la GLCM de la imagen original (b) y de los detalles wavelets (e); curva del semivariograma del objeto-imagen (c); imagen binaria de la localización de los árboles (f); transformada de Hough (g) e histograma de direcciones (h); imágenes binarias de las alineaciones de los árboles detectados: (i) y (j).

7 Ejemplo de aplicación

Como ejemplo sencillo de aplicación utilizaremos un pequeño fragmento de una imagen con tres bandas espectrales (NIR, Rojo y Verde), un fichero shapefile con los límites de 8 parcelas catastrales y la versión de prueba del programa *Fetex*, disponible en (<http://cgat.webs.upv.es/software/>). Ello nos permitirá interpretar los resultados obtenidos.



Inicio y carga de datos:

- Accede a la web <http://cgat.webs.upv.es/software/> y descarga el archivo comprimido "fetex2.rar" y los datos de ejemplo "sample dataset" en el directorio "midirectorio" (ej., "c:\prueba_fetex").
- Inicia el programa ENVI+IDL y, en la línea de comandos de IDL escribe: `cd,'midirectorio'` y presiona "Enter". Luego escribe `fetex2`.
- Activada la solapa "Images" presiona "Add", busca los datos y carga la imagen "Onda.tif" (contiene tres bandas espectrales: 1-NIR, 2-Rojo, 3-Verde). Activa la solapa "Shapefiles" presiona "Add" y carga el fichero con los límites de las parcelas de prueba "parcelas.shp".

Definición de las características y parámetros:

- En el cuadro "Feature selection", selecciona todos los grupos de características excepto, por ejemplo, "Wavelet features" y "Database feature". Selecciona también la banda para el cálculo de las características de textura y del semivariograma (ej., 1, que corresponde a la banda NIR).
- En el cuadro "Feature parameters definition" selecciona el tamaño mínimo de parcela (ej., 10 píxeles), el *buffer* a excluir del perímetro de la parcela (ej., 2 píxeles), y las bandas correspondientes al Infrarrojo y al Rojo (en este fichero de imagen las bandas 1 y 2, respectivamente).
- Selecciona todas las características espectrales (Mean, Std. Dev., etc.); los 3 grupos de variables de textura, tomando 32 niveles de gris para el cálculo de la GLCM; un tamaño de *lag* máximo en el semivariograma de 25 píxeles (este valor expresa la distancia máxima entre píxeles a considerar en el cálculo del semivariograma de cada parcela), y un porcentaje aleatorio de píxeles y distancias para el cálculo de cada parcela del 15%; dejamos los parámetros de las características derivadas de la transformada de Hough por defecto; y seleccionamos las 5 variables de forma.

Ficheros de salida:

- En la sección "Output files" y con la solapa "Descriptive features" activa selecciona la opción "dBase", la ruta o directorio y escribe el nombre del fichero de características de salida (ej., "c:\prueba_fetex\salida.dbf").
- Activa la solapa "Ancillary ouptut" y selecciona las opciones "Color" (R1, G2, B3) y "DBF containing the semivariogram of all parcels".
- En la misma solapa, presiona "Screenshots of objects/parcels" y selecciona el directorio en el que se almacenarán todas las salidas auxiliares (ej., "c:\prueba_fetex").

Presiona "Start processing" en la parte inferior del interfaz del programa. Al terminar de procesar las 8 parcelas aparecerá un cuadro con información sobre los tiempos de procesado globales y por parcela.

Accede al directorio con los datos de salida, examina e interpreta los siguientes resultados obtenidos:

1. Los datos auxiliares que se encuentran en cada una de las 8 carpetas identificadas con el ID de cada parcela.

2. Abre el archivo "salida.dbf" en Excel que contiene todos los valores de las características generadas (columnas) para cada parcela (fila).
3. Abre en Excel el fichero "parcelas_semivariogramas", que contiene los valores del semivariograma (semivarianza) obtenidos para cada parcela, desde el primer valor (D1) hasta el valor de lag máximo que hemos fijado (D25). Seleccionando todos los valores puedes generar un gráfico de líneas con los semivariogramas de las 8 parcelas, similar al de la Figura 4. Identifica cada semivariograma obtenido e interprétalo comparándolo con el objeto-imagen de cada parcela.

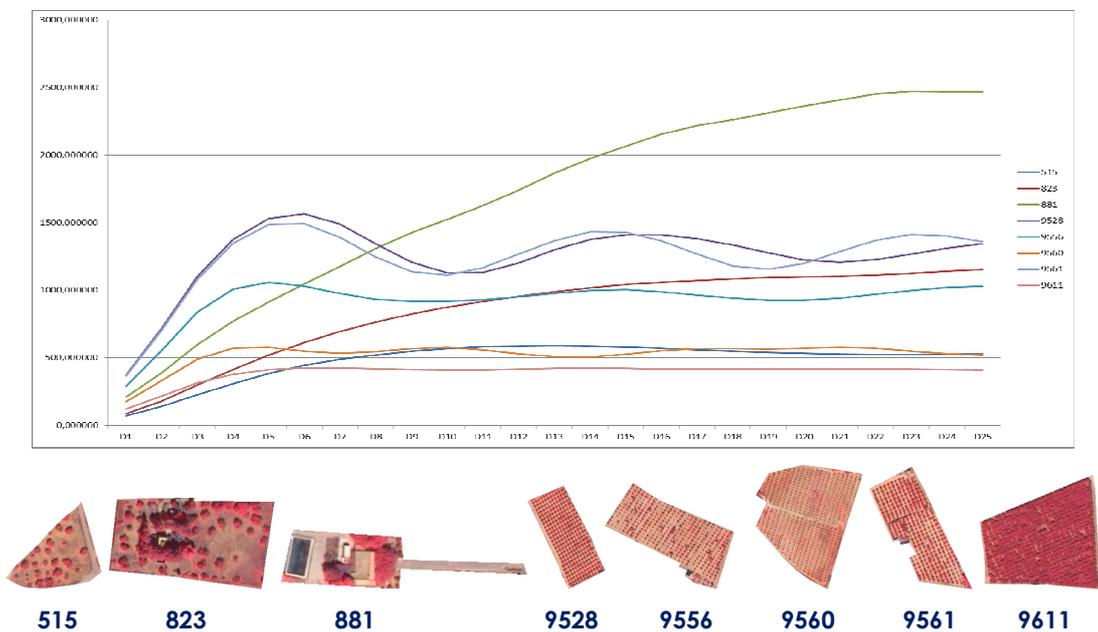


Figura 4.- Arriba: Semivariogramas generados a partir de los valores de intensidad de la banda 1-NIR de las 8 parcelas diferentes utilizadas en el ejemplo de aplicación. Abajo: Objetos-imagen de las parcelas con su identificador correspondiente.

8 Conclusiones

La actualización de bases de datos de ocupación del suelo a menudo requiere métodos de clasificación por objeto, una de cuyas fases cruciales es la extracción de un conjunto de características de cada objeto que permita resolver adecuadamente cada problema de clasificación. El programa *Fetex* nos permite extraer un conjunto exhaustivo de características de cada objeto-imagen con sólo introducir la imagen original y un fichero *shapefile* con los límites de las parcelas u objetos que queremos clasificar. Además de las características o atributos descriptivos, las salidas gráficas obtenidas permiten interpretar de una forma más completa los resultados.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

9 Bibliografía

- Balaguer, A., Ruiz, L.A., Hermosilla, T., Recio, J.A., 2010. Definition of a comprehensive set of texture semivariogram features and their evaluation for object-oriented image classification. *Computers and Geosciences*, 36(2), pp. 231-240.
- Balaguer, A., Hermosilla, T., Recio, J.A., Ruiz, L.A., 2011. Semivariogram calculation optimization for object-oriented image classification. *Modelling in Science Education and Learning*, 4(7), pp. 91-104.
- Recio, J.A., Hermosilla, T., Ruiz, L.A., Fernández-Sarría, A., 2011. Historical land use as a feature for image classification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 77(4), pp. 377-387.
- Ruiz, L.A., Recio, J.A., Fernández-Sarría, A., Hermosilla, T., 2011. A feature extraction software tool for agricultural object-based image analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 76(2), pp. 284-296.