

# TRABAJO FIN DE MÁSTER

## APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN Y SIG A LA CARACTERIZACIÓN ESPECTRAL E IDENTIFICACIÓN DE CULTIVOS DE REGADÍO EN EL VALLE DEL EBRO

*Autor: Adrián Langa Sánchez*

*Directores: Juan de La Riva Fernández y Fco. Javier Hernández Lázaro*

Máster Universitario en

Tecnologías de la información geográfica para la ordenación del territorio: sistemas de información geográfica y teledetección

Noviembre de 2014



**Universidad**  
Zaragoza  
1542

Departamento de Geografía  
y Ordenación del Territorio



## Resumen

En el presente trabajo se ha desarrollado una metodología de trabajo que ha permitido obtener una caracterización espectral de los cultivos de regadío de la Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas y de la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón a lo largo de su ciclo fenológico.

Una vez establecidos y determinados aquellos períodos óptimos para la discriminación de los diferentes cultivos, se ha desarrollado un proceso de clasificación espectral supervisada del que se han extraído diferentes resultados, en función del análisis conjunto de diferentes imágenes Landsat, de momentos diversos del ciclo de los cultivos, lo que ha generado resultados más satisfactorios.

La información utilizada, junto a las imágenes Landsat seleccionadas de los años 20011 a 2014, incluye la cartografía parcelaria de las zonas de estudio procedente del SIGPAC y su correspondiente declaración de cultivo para los años señalados.

Palabras Clave: regadío, Landsat, Valle del Ebro, multiestacional.

## Abstract

In the present work we have developed a methodology that has allowed to obtain a spectral characterization of irrigated crops General Community Irrigation Canal Bardenas and the General Community of Irrigation of Alto Aragón along their phenological cycle .

Once established and determined those optimal periods for discrimination of different crops, has developed a process of supervised spectral classification that have been extracted different results, depending on different joint analysis of Landsat images from different times in the cycle of crops, which has generated more satisfactory results.

The information used alongside the Landsat images selected the years 20011-2014, including for land-mapping study from the PAC and the corresponding crop declaration for the years shown.

Key Words: irrigated, Landsat, Ebro Valley, multi-seasonal

---

## ■ ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>3. AMBITO DE ESTUDIO .....</b>	<b>10</b>
3.1. COMUNIDAD GENERAL DE REGANTES DEL CANAL DE BARDENAS.....	10
3.2. COMUNIDAD GENERAL DE RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN.....	12
<b>4. CULTIVOS Y FENOLOGÍA DE LAS ESPECIES.....</b>	<b>13</b>
4.1. TIPOLOGÍA DE LOS CULTIVOS Y PERIODOS DE SIEMBRA.....	13
4.2. FENOLOGÍA DE LOS CULTIVOS .....	14
4.2.1. Maíz .....	14
4.2.2. Alfalfa .....	15
4.2.3. Arroz.....	15
<b>5. METODOLOGÍA PROPUESTA.....</b>	<b>17</b>
<b>6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.....</b>	<b>18</b>
6.1. DISPONIBILIDAD DE IMÁGENES .....	18
6.2. INFORMACIÓN REFERENTE A LOS CULTIVOS PRESENTES EN LA ZONA.....	24
6.3. INFORMACIÓN DE PARTIDA .....	27
<b>7. DEPURADO DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>30</b>
7.1. OBTENCIÓN DEL PARCELARIO.....	30
7.2. CORRECCIÓN RADIONÉTRICA DE LAS IMÁGENES .....	32
7.2.1. Calculo de la radiancia espectral.....	33
7.2.2. Calculo de la reflectividad aparente.....	35
7.3. DEPURADO DE IMÁGENES. ELIMINACIÓN DE PÍXELES DE BORDE O SIN INFORMACIÓN.....	39
7.3.1. Identificación de los pixeles de borde.....	39
7.3.2. Identificación de los pixeles sin información.....	41
7.3.3. Eliminación de los pixeles carentes de información de las imágenes.....	43
<b>8. EXTRACCIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPECTRAL A NIVEL DE PARCELA .....</b>	<b>45</b>
<b>9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PREVIO DE LAS IMÁGENES .....</b>	<b>48</b>
<b>10. CARACTERIZACIÓN ESPECTRAL DE LOS CULTIVOS.....</b>	<b>51</b>
<b>11. CLASIFICACIÓN DIGITAL.....</b>	<b>66</b>
11.1. FASE DE ENTRENAMIENTO.....	67
11.2. ASIGNACIÓN EN FUNCIÓN DE CRITERIOS DE SIMILITUD .....	71

---

## ■ ÍNDICE

11.3. VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	72
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
13. BIBLIOGRAFÍA.....	76

## ■ ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características principales de la comunidad de regantes (Fuente: <a href="http://www.riegosdelaltoaragon.es/">http://www.riegosdelaltoaragon.es/</a> ) .....	12
Tabla 2. Relación de bandas para una imagen de Landsat 5. (Chuvieco, 2010). ....	19
Tabla 3. Relación de bandas para una imagen de Landsat 7. (Chuvieco, 2010). ....	20
Tabla 4. Relación de bandas para una imagen de Landsat 7. (USGS.2013) .....	21
Tabla 5. Disponibilidad de imágenes para la escena 199/31 (2006-2014). ....	22
Tabla 6. Disponibilidad de imágenes para la escena 200/31 (2006-2014). ....	23
Tabla 7. Número de imágenes disponibles según satélite.....	23
Tabla 8. Disponibilidad de imágenes sin nubes, según satélite.....	24
Tabla 9. Distribución temporal de las imágenes objetivo del estudio. ....	29
Tabla 10. Usos SIGPAC.....	30
Tabla 11. Usos SIGPAC excluidos de la capa de parcelas .....	31
Tabla 12. Coeficientes de Gain y Offset para las imágenes de Landsat 7. ....	33
Tabla 13. Coeficientes de Gain para las imágenes de Landsat 8.....	34
Tabla 14. Coeficientes de Offset para las imágenes de Landsat 8.....	34
Tabla 15. Valores de radiancia debida a la dispersión atmosférica para las imágenes de Landsat 7. ....	36
Tabla 16. Valores de irradiancia exo-atmosférica propuestos por Chander para el sensor ETM+ .....	38
Tabla 17. Valores de irradiancia exo-atmosférica propuestos por Vanhellemont & Ruddick para OLI. ....	38
Tabla 18. Valores de transmisividad incidente propuestos por el PNT.....	38

## ■ ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 19. Muestra de las estadísticas extraídas de una imagen para la banda 1.....	45
Tabla 20. Muestra de la tabla asociada a las parcelas.....	46
Tabla 21. Selección de cultivos para el proceso de clasificación.....	69
Tabla 22. Valores de los intervalos de confianza para discriminar las áreas de entrenamiento de maíz.....	69
Tabla 23. Acierto en la clasificación de la imagen resultado de la unión 17_Abril-20_Junio. ....	73

## ■ ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización de la zona de estudio. ....	10
Figura 2. Embalse de Yesa. (Fuente:www.chebro.es).....	11
Figura 3. Esquema del sistema hidráulico Yesa-Bardenas. (Fuente: www.cgbardenas.net).....	11
Figura 4. Embalse de El Grado. (Fuente: www.chebro.es).....	12
Figura 5. Esquema del sistema hidráulico Comunidad General de Riegos del Alto Aragón.....	13
Figura 6. Análisis de superficies de cultivos frete a producción. (Fuente: www.aragon.es).....	14
Figura 7. Implantación de cultivos.....	14
Figura 8. Diagrama de la fenología del Maíz. (Fuente: González-Piqueras, J., 2006).....	15
Figura 9. Diagrama de la fenología del arroz. (Fuente: www.monografias.com).....	16
Figura 10. Muestra del bandeo o gap presente en las imágenes de Landsat 7.....	20
Figura 11. Grado de cubrimiento de la zona de estudio ofrecido por la imágenes Landsat.....	22
Figura 12. Distribución de la muestra en el año 2013. (Fuente: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos 2013).....	26
Figura 13. Ejemplo de un panel. (Fuente: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos 2013).....	26
Figura 14. Ficha de campo. (Fuente: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos 2013).....	27
Figura 15. Diagrama de procesos para la obtención de las parcelas con información PAC.....	31
Figura 16. Fases del proceso de corrección de las imágenes.....	32

---

## ■ ÍNDICE DE TABLAS

Figura 17. Comparación de la dispersión atmosférica de una de las imágenes con el esquema propuesto por Sabins (2010) .....	37
Figura 18. Recorte de una imagen donde se aprecian los denominados píxeles de borde. ....	39
Figura 19. Malla poligonal creada para la creación de la máscara de recorte.....	40
Figura 20. Máscara de recorte (color rosáceo) de los píxeles de borde.....	40
Figura 21. Diagrama de procesos para la obtención de la máscara de recorte de los píxeles de borde.....	41
Figura 22. Máscara de recorte de los píxeles sin información. ....	42
Figura 23. Diagrama de procesos para la obtención de la máscara de recorte de los píxeles sin información. ....	42
Figura 24. Máscara final, generada para la extracción de los píxeles con información dentro de la imagen. ....	43
Figura 25. Resultado visual de la imagen una vez realizado el proceso de extracción.....	43
Figura 26. Diagrama del proceso de extracción de los píxeles con información de la imagen. ....	44
Figura 27. Diagrama del proceso de extracción de las estadísticas de las imágenes al parcelario.....	46
Figura 28. Script implementado en R para la unión del parcelario con la estadística de las imágenes... ..	47
Figura 29. Análisis comparativo de las estadísticas generales de las imágenes para el mes de Abril (Landsat7).....	48
Figura 30. Análisis comparativo de las estadísticas generales de las imágenes para el mes de Junio (Landsat8).....	49
Figura 31. Análisis comparativo de las estadísticas generales de las imágenes entre Landsat 7 y Landsat 8 para el mes de Junio. ....	49
Figura 32. Comportamiento espectral del agua para las imágenes de Landsat 7.....	50
Figura 33. Comportamiento espectral del agua para las imágenes de Landsat 8.....	50
Figura 34. Comparativa entre el comportamiento espectral del agua entre imágenes de Landsat 7 y 8 para el mes de Abril.....	51
Figura 35. Análisis comparativo multitemporal de la respuesta espectral de la alfalfa en el mes de Abril.....	52
Figura 36. Análisis de la desviación de los intervalos de confianza para la respuesta espectral de la	

---

## ■ ÍNDICE DE TABLAS

Alfalfa en el mes de Abril.....	52
Figura 37. Análisis comparativo multitemporal de la respuesta espectral de la alfalfa en el mes de Junio.....	53
Figura 38. Caracterización espectral de la cebada.....	54
Figura 39. Caracterización espectral del trigo blando.....	54
Figura 40. Caracterización espectral del trigo duro.....	55
Figura 41. Comparación de la respuesta espectral entre los diferentes cereales de invierno en el mes de abril, momento de mayor actividad vegetativa.....	55
Figura 42. Grado de confusión entre los diferentes cereales de invierno en el momento de mayor actividad vegetativa.....	56
Figura 43. Comparación de la respuesta espectral entre los diferentes cereales de invierno en el mes de junio, momento de senescencia.....	56
Figura 44. Grado de confusión entre los diferentes cereales de invierno en el momento de menor actividad vegetativa.....	57
Figura 45. Grado de confusión de los cereales de invierno en su momento de mayor actividad vegetativa con otros cultivos presentes en la zona.....	57
Figura 46. Grado de confusión de los cereales de invierno en su momento de mayor actividad vegetativa con otros cultivos presentes en la zona.....	58
Figura 47. Grado de confusión de los cereales de invierno en su momento de menor actividad vegetativa con otros cultivos presentes en la zona.....	58
Figura 48. Grado de confusión de los cereales de invierno en su momento de menor actividad vegetativa con otros cultivos presentes en la zona.....	59
Figura 49. Caracterización espectral de la Alfalfa.....	59
Figura 50. Grado de confusión de la alfalfa con otros cultivos presentes en la zona en el mes de abril.....	60
Figura 51. Grado de confusión de la alfalfa con otros cultivos presentes en la zona en el mes de junio.....	60
Figura 52. Grado de confusión de la alfalfa según intervalos de confianza con otros cultivos presentes en la zona en el mes de junio.....	61
Figura 53. Grado de confusión de la alfalfa con otros cultivos presentes en la zona en el mes de julio.....	61

---

## ■ ÍNDICE DE TABLAS

Figura 54. Caracterización espectral del Maíz .....	62
Figura 55. Grado de confusión del maíz con otros cultivos presentes en la zona en el mes de Agosto.....	63
Figura 56. Grado de confusión del maíz con otros cultivos presentes en la zona en el mes de Septiembre. ....	63
Figura 57. Grado de confusión del maíz según intervalos de confianza con otros cultivos presentes en la zona en el mes de septiembre.....	64
Figura 58. Grado de confusión del maíz con otros cultivos presentes en la zona en el mes de Octubre. ....	64
Figura 59. Grado de confusión del maíz según intervalos de confianza con otros cultivos presentes en la zona en el mes de octubre. ....	65
Figura 60. Caracterización espectral del Maíz .....	65
Figura 61. Comparación visual entre una imagen simple y otra combinada. ....	67
Figura 62. Representación gráfica de los intervalos utilizados para la obtención de las áreas de entrenamiento en el supuesto del maíz.....	69
Figura 63. Vista del archivo .sig que recoge la información espectral de cada una de los diferentes cultivos. ....	70
Figura 64. Recorte del resultado de la fase de asignación para una imagen en estudio. ....	71
Figura 65. Comparativa del efecto de bandedeo entre una única imagen y el resultado de la unión. ....	75
Figura 66. Detalle de las deficiencias mostradas a la hora de asignar un determinado cultivo a parcelas. ....	75

## 1. INTRODUCCIÓN

Las transformaciones de la agricultura tradicional a la moderna dentro del ámbito nacional, ha originado una fragmentación del territorio y de la población rural. Así con todo esto y en función de las características de cada una de las zonas, las poblaciones rurales se han ido especializando y focalizando su actividad hacia diferentes tipos de aprovechamiento, ya bien sean de carácter intensivo o extensivo, regadío o secano (Molinero, 2006).

Dadas las condiciones climáticas a las cuales se encuentra sometido el territorio aragonés, caracterizadas por períodos de escasez de lluvias unido con la irregularidad de las mismas ha hecho que se generé una dinámica hacia la creación de nuevas superficies de regadío que permitan garantizar unos aportes hídricos que aseguren los rendimientos de las diferentes explotaciones.

Todos estos cambios han ido de la mano de un largo proceso de modernización y adaptación de la maquinaria agrícola que han supuesto un ahorro y optimización de los tiempos a la hora de abordar los diferentes procesos agrícolas.

Estos avances no solo se han originado a nivel de mejora de la maquinaria agrícola, sino que de la mano de estos han ido apareciendo nuevas técnicas de análisis que permiten obtener información a gran escala de las condiciones y comportamientos de los cultivos en cada momento determinado. En este aspecto la teledetección aporta una visión global y a escala macro que permiten gestionar eficientemente y de forma periódica la información que ofrecen las diferentes cubiertas.

A nivel regional existen diferentes instituciones y organismos, así como empresas privadas que han focalizado su actividad en el desarrollo de diferentes líneas de estudio, relacionadas con la teledetección y las TICs. Destacar el trabajo desarrollado por el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA), cuya labor principal se centra en la investigación, el desarrollo tecnológico y la formación en cuanto al tratamiento y aplicaciones de la teledetección en agricultura (CITA, 2010).

## 2. OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo último la puesta en práctica de las competencias adquiridas durante el proceso formativo del “*Máster Universitario en Tecnologías de la Información Geográfica para la Ordenación del Territorio: SIG y Teledetección*”, a través del desarrollo de un supuesto práctico.

Tres son los objetivos específicos principales del trabajo:

- Caracterizar, en función de su comportamiento espectral, los cultivos de regadío presentes en el área de estudio con el objeto de determinar las posibilidades operativas –mediante imágenes de libre acceso del programa Landsat– de cartografiarlos, fundamentando así el análisis de las posibles limitaciones derivadas de la confusión entre ellos.
- Desarrollar un proceso de clasificación supervisada, utilizando los datos disponibles sobre declaración inicial de cultivo de la PAC como entrenamiento y validación, para la determinación y cartografía temprana de los cultivos, considerando diversos momentos dentro del ciclo fenológico de éstos, con el objeto de definir un protocolo de tratamiento de las imágenes que pueda ser replicable.

- Estimar, a partir de la información generada, las superficies ocupadas por cada uno de los cultivos, con la finalidad de facilitar la planificación y la gestión de las necesidades de riego previstas en etapas posteriores de su desarrollo.

### 3. AMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de actuación en el que se desarrolla el trabajo engloba dos de las principales comunidades de regantes establecidas dentro de la Comunidad Autónoma de Aragón. Estas son la Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas y la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón.

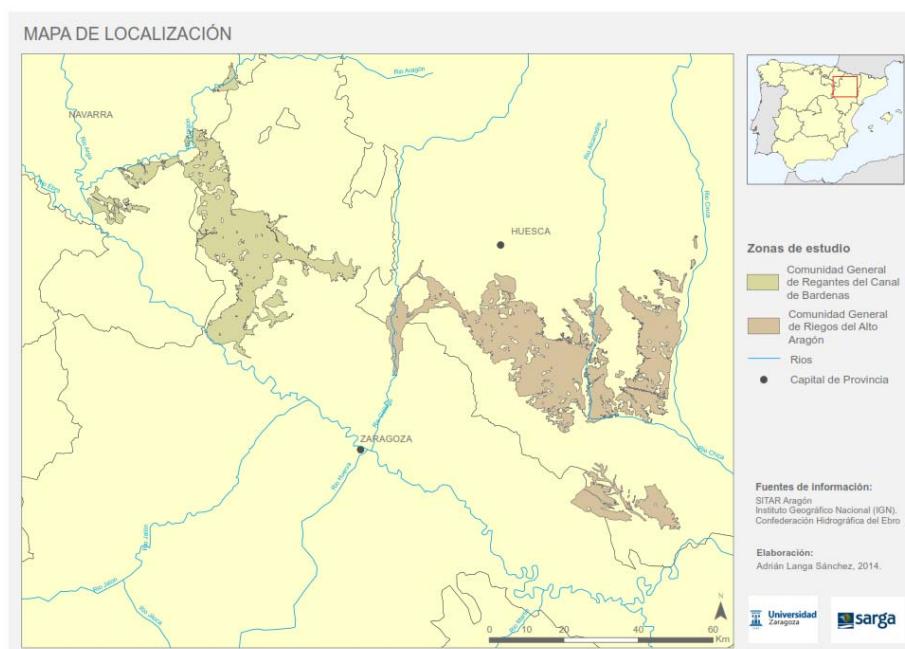


Figura 1. Mapa de localización de la zona de estudio.

#### 3.1. COMUNIDAD GENERAL DE REGANTES DEL CANAL DE BARDENAS

##### Descripción de la zona

La zona regable comprendida en el sistema hidráulico Yesa-Bardenas está constituida por un extenso territorio que se extiende de norte a sur desde el pre-pirineo hasta el río Ebro, y de este a oeste desde el río Aragón hasta el río Arba de Biel.

El ámbito de actuación es interprovincial, y comprende las provincias de Navarra y Zaragoza, que junto a la Confederación hidrográfica del Ebro conforman los organismos de gestión de toda la comunidad.

El paisaje de Bardenas y Cinco Villas, caracterizado por presentar una gran aridez, se ha visto transformado con la implantación del regadío. A las antiguas explotaciones de cereales de

secano, se añaden cultivos de regadío de carácter extensivo como el maíz o la alfalfa y también cultivos hortícolas.

Como bien indica la propia Comunidad General de Regantes en su web, El objetivo de esta es aprovechar los recursos hídricos que provienen de del río Aragón y reguladas por el embalse de Yesa, así como asegurar su puesta en servicio en entre los diferentes usuarios a través de la red de canales del sistema hidráulico Yesa-Bardenas, constituido por el Canal de Bardenas y sus Acequias Principales ( Canal de las Pardina, Acequia de Navarra, Acequia de Cinco Viillas, Acequia de Cascajos , Acequia del Saso y Acequia de Sora).



Figura 2. Embalse de Yesa. (Fuente:[www.chebro.es](http://www.chebro.es))



Figura 3. Esquema del sistema hidráulico Yesa-Bardenas. (Fuente: [www.cgbardenas.net](http://www.cgbardenas.net))

### 3.2. COMUNIDAD GENERAL DE RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN

#### Descripción de la zona

La Comunidad General de Riegos del Alto Aragón agrupa a 58 comunidades de base y el abastecimiento a diversas localidades de las provincias de Huesca y Zaragoza.

Según la propia institución el sistema de canales y acequias de Riegos del Alto Aragón permite el abastecimiento de agua a 114 localidades de las provincias de Huesca y Zaragoza. Entre ellas figuran Almudévar, Barbastro, Grañén, Gurrea de Gallego, Robres, Sariñena, Tardienta, Bujaraloz, San Mateo de Gállego y Zuera.



Figura 4. Embalse de El Grado. (Fuente: [www.chebro.es](http://www.chebro.es))

A continuación y a modo de resumen, se muestran algunos datos referentes a características de la comunidad de riegos, extraídos de la página web de la propia comunidad de regantes:

Magnitudes fundamentales del Sistema	
Superficie de influencia	2.500 km <sup>2</sup>
Ámbito de actuación	Biprovincial (Huesca y Zaragoza)
Abastecimiento a núcleos de población	114 (66.584 habitantes)
Abastecimientos a explotaciones ganaderas	765
Abastecimiento a polígonos industriales	10
Comunidades Ordinarias	58
Familias dependientes del regadío	25.000
Hectáreas regadas	125.899 hectáreas (de ellas 4765 de riego a precario)

Tabla 1. Características principales de la comunidad de regantes (Fuente: <http://www.riegosdelaltoaragon.es/>)

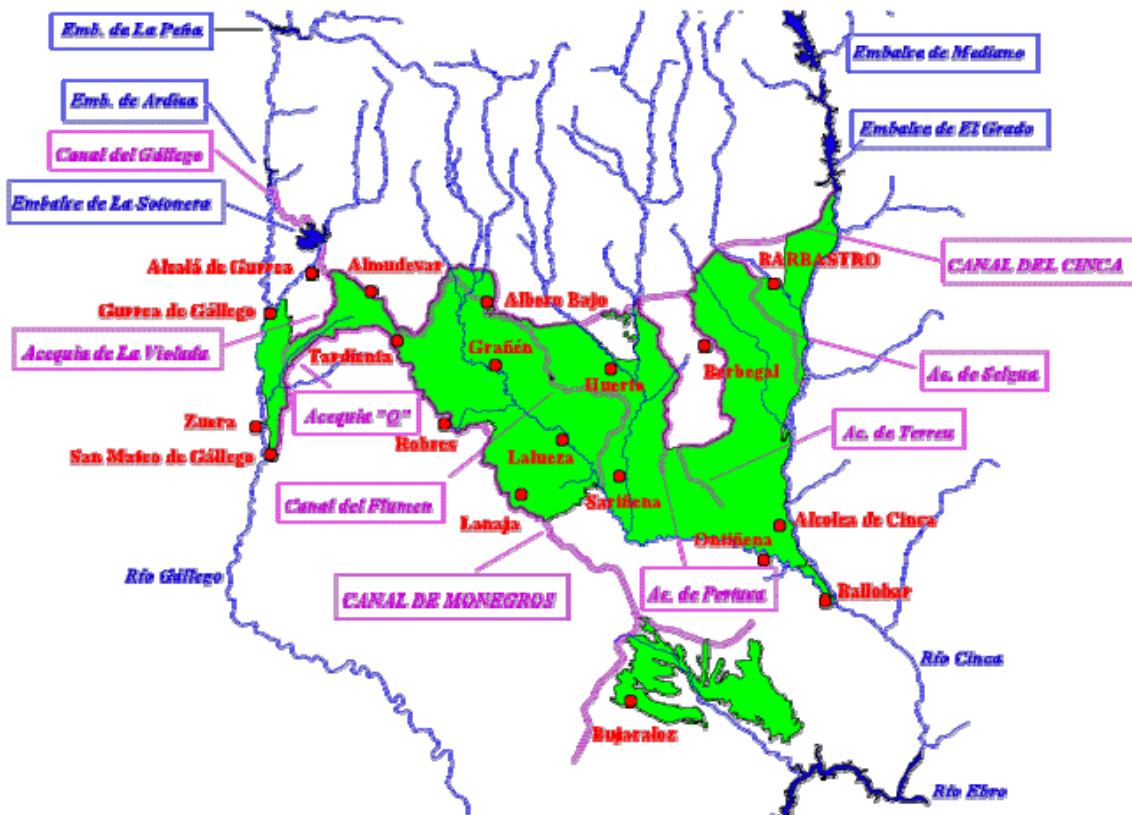


Figura 5. Esquema del sistema hidráulico Comunidad General de Riegos del Alto Aragón.  
(Fuente: [www.chebro.es](http://www.chebro.es))

#### 4. CULTIVOS Y FENOLOGÍA DE LAS ESPECIES

#### 4.1. TIPOLOGÍA DE LOS CULTIVOS Y PERIODOS DE SIEMBRA

Los principales cultivos en regadío en nuestra zona de estudio comprenden los cultivos herbáceos, cereales de invierno principalmente, alfalfa, leñosos de hueso y pepita, hortalizas y maíz.

Según datos facilitados por el Servicio de Estudios, Análisis e Información del Gobierno de Aragón en cuanto a lo referente a los usos del regadío dentro de nuestra comunidad en el año 2013, se observa que el 47% de la superficie se destina al cultivo de cereales para grano, el 24,5% a forrajes (principalmente alfalfa), el 6,5% a fruta dulce, el 2,2% a hortalizas y el 19,6% restante a otros usos (vid, olivo, frutos secos, oleaginosas, tierras abandonadas, etc.). Ahora bien, si se toma en valor de la producción de regadío se ve que los cereales aportan el 35% de ese valor, los forrajes el 29%, las hortalizas el 5,6% y los frutales el 25%.

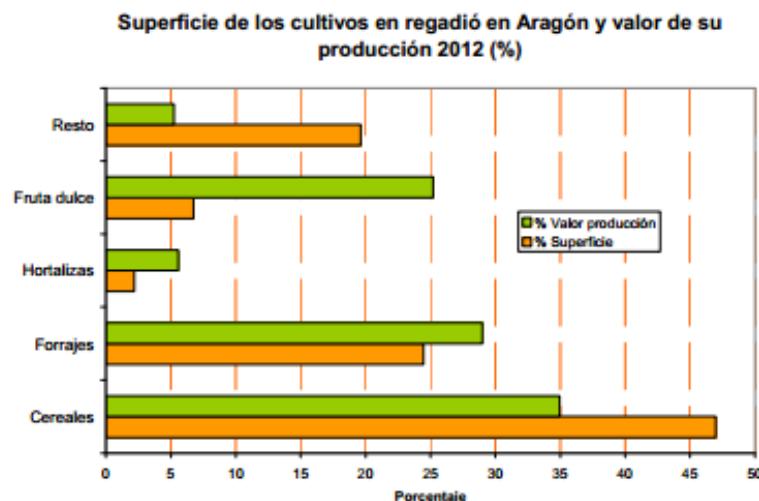


Figura 6. Análisis de superficies de cultivos frete a producción. (Fuente: [www.aragon.es](http://www.aragon.es))

En la zona que ocupa la superficie de estudio, los períodos de siembra para cada una de los cultivos presentes, varía según sea la especie, pudiéndose llegar a alcanzar la producción de dos tipos de cultivos en una determinada parcela dentro de un mismo año agrológico, estas segundas siembras son las conocidas como segundos cultivos, las cuales hacen aumentar en mayor medida la rentabilidad de la explotación.

A continuación se muestra un cronograma donde se exponen los períodos donde se pueden dar los diferentes cultivos.



Figura 7. Implantación de cultivos.

## 4.2. FENOLOGÍA DE LOS CULTIVOS

### 4.2.1. Maíz

El ciclo comienza con la siembra de maíz (el 15 de Abril aprox.), el nacimiento se da a principios de Mayo, generando 5 hojas (V5) en Junio. Durante el mes de Junio se produce el desarrollo de la planta alcanzando la fase de reproducción en Agosto con el proceso de fecundación masculina cuando emerge el penacho. Una semana más tarde, tiene lugar la fecundación, y al final de ésta se da el inicio de la maduración del grano, alcanzando a finales del mes de Agosto la fase de grano lechoso-pastoso. La fase de maduración tiene lugar durante el mes de Septiembre. Se considera la maduración fisiológica en Octubre realizando la cosecha en el inicio del mes de Noviembre.

Durante el mes de Octubre la maduración es paralela a la perdida de agua en los tejidos (González-Piqueras, 2006).

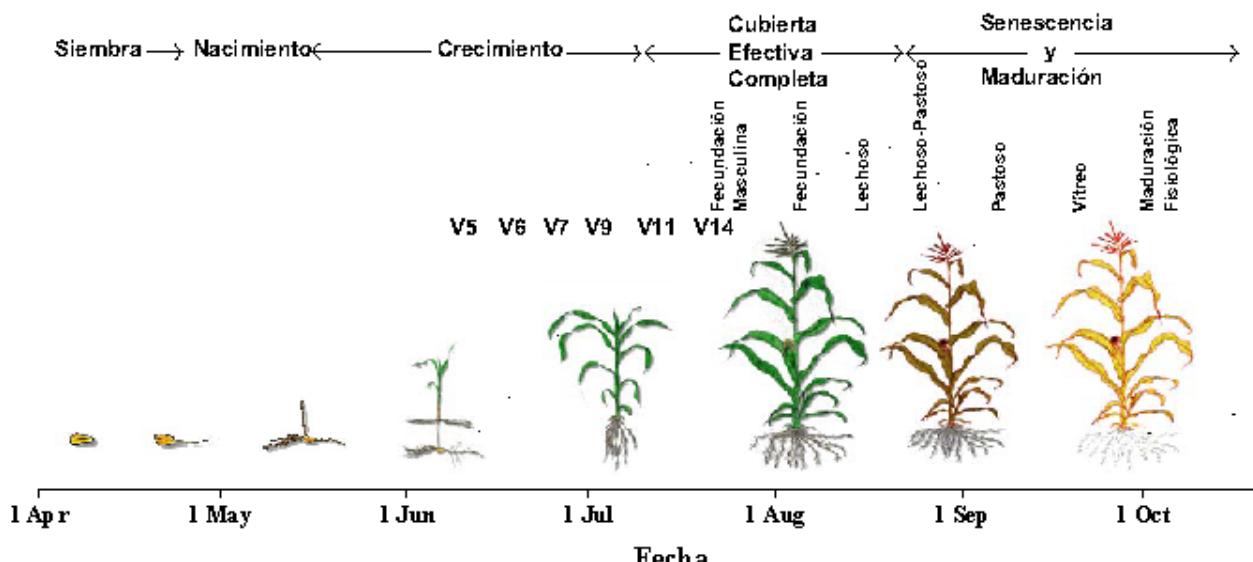


Figura 8. Diagrama de la fenología del Maíz. (Fuente: González-Piqueras, J., 2006)

#### 4.2.2. Alfalfa

Las plantas de alfalfa pueden prosperar durante más de cinco años, bajo las condiciones adecuadas. Sembrar se produce normalmente en la primavera de modo que las plantas tengan tiempo para madurar antes de que llegue el calor del verano.

Durante su primera semana de vida, la alfalfa germina de una semilla, creciendo una raíz pivotante antes de enviar los cotiledones o brotes, a través del suelo. Una "corona" de tallos y formas de hojas en los próximos 45 días. Esta corona puede espesarse y extenderse bien entrado el cuarto año de la planta.

Después de ocho semanas, la parte inferior de los tallos de alfalfa se abandonan en el suelo en previsión del clima frío. Durante los meses de invierno, las estructuras llamadas rizomas de ramas se forman en la corona de la planta, mientras que las hojas encima de la tierra mueren. En tiempos de primavera, esos rizomas de rama producen nuevos brotes.

La siega se suele hacer cada 30-35 días, con 5 ó 6 cortes anuales, buscando el momento en que un 10% de las plantas se encuentran en floración, que es cuando se logra el mayor equilibrio entre la cantidad y la calidad.

#### 4.2.3. Arroz

El rendimiento potencial del arroz se define primeramente antes de la emergencia de la panoja. El rendimiento definitivo (integrado de los tres componentes), el que está basado en la cantidad de almidón que llena los granos de la panoja, se determina en mayor medida luego de la diferenciación de panoja. Por esto es que divide agronómicamente la historia del cultivo en términos de la fase vegetativa,

reproductiva y madurez. Una variedad de 120 días pasa unos 55-60 días en la fase vegetativa, 30 días en la fase reproductiva, y 30 días en la fase de madurez.

La fase vegetativa se caracteriza por un activo macollamiento, un gradual incremento de la altura de las plantas, y la emergencia de las hojas a intervalos regulares. Los macollos que no desarrollaron una panoja se llaman macollos infértilles (Olmos, 2007).

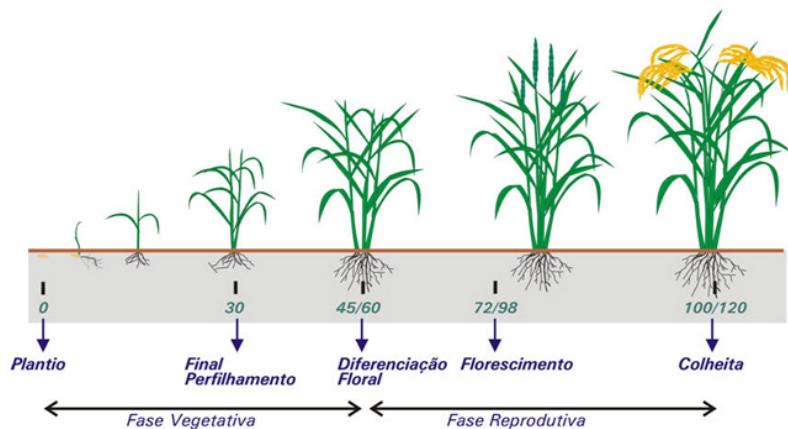


Figura 9. Diagrama de la fenología del arroz. (Fuente: [www.monografias.com](http://www.monografias.com))

---

## 5. METODOLOGÍA PROPUESTA

### ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

- DISPONIBILIDAD DE IMÁGENES
- INFORMACIÓN REFERENTE A LOS CULTIVOS DE LA ZONA
- INFORMACIÓN DE PARTIDA

### DEPURADO DE LA INFORMACIÓN

- OBTENCIÓN DEL PARCELARIO
- CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA DE LAS IMÁGENES
- DEPURADO DE IMÁGENES. ELIMINACIÓN DE PIXELES DE BORDE O SIN INFORMACIÓN

### ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- EXTRACCIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPECTRAL A NIVEL DE PARCELA
- ANÁLISIS ESTADÍSTICO PREVIO DE LAS IMÁGENES

### OBTENCIÓN DE RESULTADOS

- CARACTERIZACIÓN ESPECTRAL DE LOS CULTIVOS
- CLASIFICACIÓN DIGITAL DE LAS IMÁGENES

### CONCLUSIONES

---

## 6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

El paso previo al diseño de una metodología que permita la consecución de los objetivos fijados con anterioridad, es realizar un análisis detallado de la información de la que se dispone, ya bien sea referido a la tipología y distribución de las especies cultivadas en la zona de estudio, como de la disponibilidad de imágenes satélite que permitan realizar un análisis de calidad.

### 6.1. DISPONIBILIDAD DE IMÁGENES

A la hora de definir el tipo de imágenes a utilizar, se ha tenido en consideración la morfología de las parcelas de cultivo, su superficie así como el coste de adquisición de las mismas.

Atendiendo a todo lo anterior se ha optado por la utilización de imágenes Landsat, las cuales se encuentran a libre disposición y presentan una resolución de 30 m, adaptándose perfectamente a la zona de estudio, la cual presenta parcelas de morfología irregular y escasa superficie.

Dentro de los diferentes productos que ofrece el programa Landsat, se ha optado por las imágenes proporcionadas por los 3 últimos satélites.

A continuación se describe brevemente las especificaciones y características de los productos que ofrecen.

- **Landsat 5**

Incorpora el sensor TM (Tematic Mapper), el cual es un avanzado sensor de barrido multiespectral, concebido para proporcionar una mayor resolución espacial, mejor discriminación espectral entre los objetos de la superficie terrestre, mayor fidelidad geométrica y mayor precisión radiométrica en relación con el sensor MSS que incorporaba su antecesor (Landsat 4).

Opera simultáneamente en siete bandas espectrales, siendo tres en el visible, una en el infrarrojo cercan, dos en el infrarrojo medio y una en el infrarrojo térmico.

Su resolución espacial es de 30 m en las bandas del visible e infrarrojo medio y 120 m en a banda del infrarrojo térmico.

La escena terrestre registrada por este sensor es de 185 Km.

Modo Espectral	Resolución Espacial (m)	Resolución espectral (micras)		Radiométrica	Temporal
Multiespectral	30	Banda 1 azul	0.45-0.52	8 BITS	16 Días
		Banda 2 verde	0.52-0.60		
		Banda 3 roja	0.63-0.69		
		Banda 4 infrarrojo cercano 1	0.76-0.90		
		Banda 5 Infrarrojo cercano 2	1.55-1.75		
		Banda 7 Infrarrojo medio	2.08-2.35		
Termica	120	Banda 6 Infrarrojo térmico	10.4-12.5		

Tabla 2. Relación de bandas para una imagen de Landsat 5. (Chuvieco, 2010).

- **Landsat 7**

Fue lanzado en abril de 1999 e incorpora un nuevo sensor denominado ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). Al igual que su antecesor su operación es gestionada por la NASA (National Space and Space Administration) y la producción y comercialización de imágenes depende de la USGS (United States Geological Survey).

Las imágenes están compuestas por un total de 8 bandas espectrales que pueden ser combinadas de distintas formas para obtener varias composiciones de color u opciones de procesamiento. Entre las principales mejoras técnicas respecto de su antecesor, el satélite Landsat 5, se destaca la adición de una banda espectral (Banda Pancromática) con resolución de 15 m. También, cuenta con mejoras en las características geométricas y radiométricas y una mayor resolución espacial de la banda térmica para 60m.

Modo Espectral	Resolución Espacial (m)	Resolución espectral (micras)		Radiométrica	Temporal
Multiespectral	30	Banda 1 azul	0.45-0.52	8 BITS	16 Días
		Banda 2 verde	0.53-0.61		
		Banda 3 roja	0.63-0.69		
		Banda 4 Infrarrojo cercano	0.78-0.90		
		Banda 5 Infrarrojo medio	1.55-1.75		
		Banda 7 Infrarrojo medio	2.09-2.35		
Térmico	60	Banda 6 Infrarrojo térmico	10.4-12.5		
Pancromática	15	Banda 8 Pancromática	0.52-0.90		

Tabla 3. Relación de bandas para una imagen de Landsat 7. (Chuvieco, 2010).

Debido a un fallo del sistema SLC, parte del sensor ETM+ que compensa el movimiento hacia adelante del satélite durante la adquisición de las imágenes, las escenas captadas por el satélite Landsat 7 presentan un bandeo o efecto gaps.

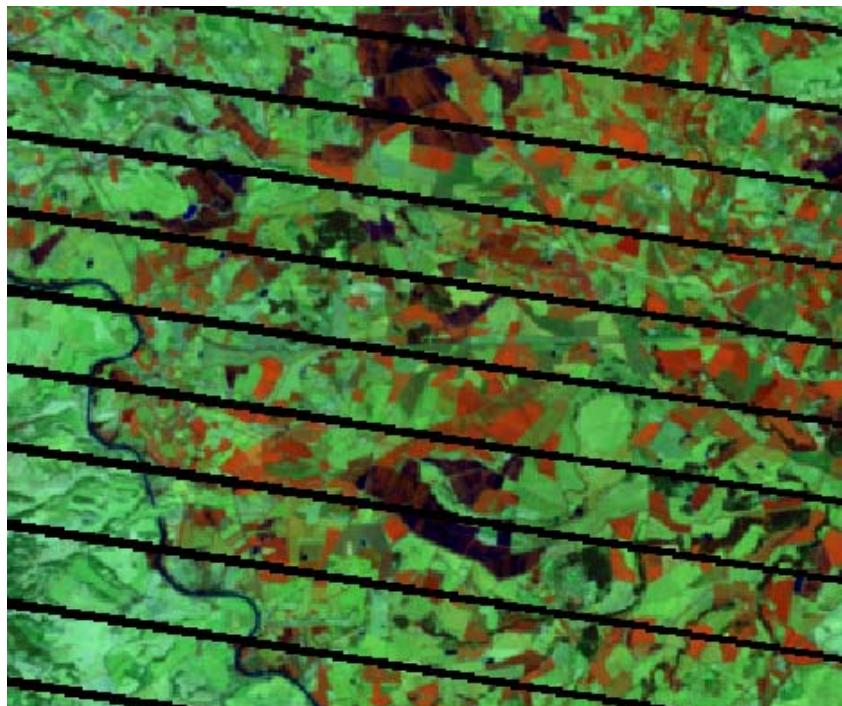


Figura 10. Muestra del bandeo o gap presente en las imágenes de Landsat 7.

- **Landsat 8**

El satélite Landsat 8 incorpora dos instrumentos de barrido: Operational Land Imager (OLI) y un sensor térmico infrarrojo llamado Thermal Infrared Sensor (TIRS).

Las bandas espectrales del sensor OLI, aunque similares a el sensor Landsat 7 ETM+, proporcionan una mejora de los instrumentos de las misiones Landsat anteriores, debido a la incorporación de dos nuevas bandas espectrales: un canal profundo en el azul visible (banda 1), diseñado específicamente para los recursos hídricos e investigación en zonas costeras, y un nuevo canal infrarrojo (banda 9) para la detección de nubes cirrus. Adicionalmente una nueva banda de control de calidad se incluye con cada producto de datos generado. Esto proporciona información más detallada sobre la presencia de características como las nubes, agua y nieve.

Por otra parte el sensor TIRS recoge dos bandas espectrales en longitudes de onda incluidas por la misma banda que los anteriores sensores TM y ETM+. La resolución radiométrica (12 bits) es más alta que los anteriores instrumentos de Landsat ( 8 bits para TM y ETM+) (Ariza,A. 2013).

Sensor	Resolución Espacial (m)	Resolución espectral (micras)		Radiométrica	Temporal
OLI	30	Banda 1 Coastal	0.43-0.45	12 BITS	16 Días
		Banda 2 Azul	0.45-0.51		
		Banda 3 Verde	0.53-0.59		
		Banda 4 Roja	0.64-0.67		
		Banda 5 Infrarrojo cercano	0.85-0.88		
		Banda 6 Infrarrojo medio 1	1.57-1.65		
		Banda 7 Infrarrojo medio 2	2.11-2.29		
		Banda 9 Cirrus	1.36-1.38		
TIRS	15	Banda 8 Pancromática	0.52-0.90		
	100	Banda 10 Térmico 1	10.6-11.19		
	100	Banda 11 Térmico 2	11.5-12.51		

Tabla 4. Relación de bandas para una imagen de Landsat 7. (USGS.2013)

Una vez determinado el tipo de imágenes a utilizar el siguiente paso fue analizar las escenas necesarias para poder cubrir la zona de estudio, utilizando para ello el propio servidor de descarga del USGS (<http://glovis.usgs.gov/>). Debido a la extensión de la zona de estudio y la distribución geográfica de las dos comunidades de regantes, es necesario la utilización de dos imágenes para poder cubrir la totalidad de la zona de estudio.

La Comunidad General de Riegos del Alto Aragón y un 80% de la superficie de la Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas se ve cubierta en toda su totalidad por la escena que corresponde al

Path/Row 199/31, mientras que la imagen correspondiente al Path/Row 200/31, únicamente cubre la superficie de la Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas.

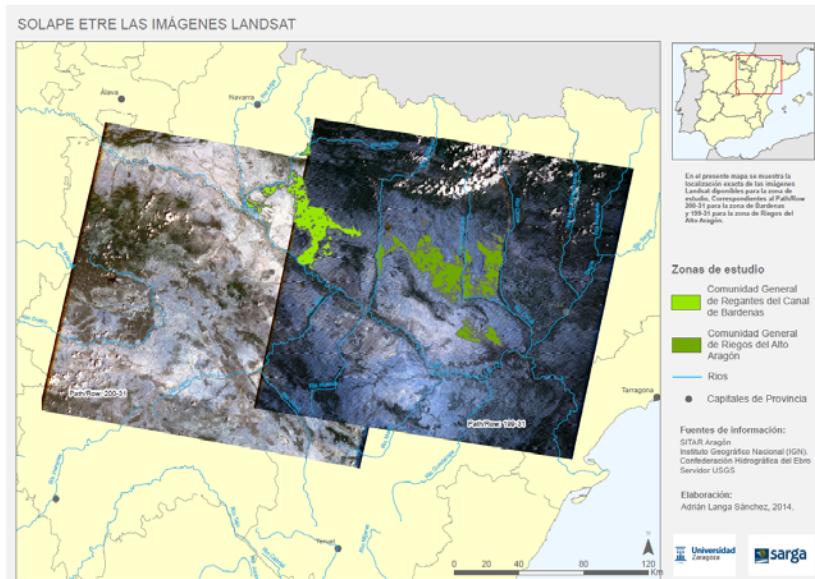


Figura 11. Grado de cubrimiento de la zona de estudio ofrecido por la imágenes Landsat.

Con todo esto se ha analizado la disponibilidad de imágenes en un periodo comprendido entre el año 2006-2014, extrayéndose los resultados que se muestran en las siguientes tablas:

199-31	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total general
2006						2	2	1		1	1	1	8
2007	1			3	3	2	2	3	3	1	1		19
2008	1			1		1		1	1	1			6
2009				1	1	3	3	4	2	2	2		18
2010				2	3		2	2		1	1	2	13
2011	1	1		3	3	2	1	2	2	3	2	1	21
2012	1	1	1	2	1		2	3	2	1	2	2	18
2013				2		2	1	1	2	2	1	1	12
2014		1	2	1	1	2	3	3					13
<b>Subtotal</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>128</b>

Tabla 5. Disponibilidad de imágenes para la escena 199/31 (2006-2014).

Existen un total de 128 imágenes disponibles correspondientes al Path/Row 199/31 en el periodo comprendido entre el año 2006-2014 y que cubre la totalidad de la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón y una gran porción de superficie de la Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas. Siendo el año con mayor número de estas el 2011 (21 imag.) seguido del año 2007 con 19.

En cuanto a la distribución temporal de estas el mes que mayor número de imágenes aporta es el de Agosto (20 imag.) seguido de Julio con 16.

<b>200-31</b>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total general
2006				1	1	2			1		2	3	10
2007	3			1	3	1		2	3	1	1		15
2008	1			1				2		1	1	1	7
2009	1			1		3	1			4	3	2	15
2010	1			4	3	2	2	1		2	1	2	18
2011	2			2	2	1	1	1	2	4	1		16
2012		1	1	2	1	2	2	3	1	2	2	3	20
2013	2			1		2	2	2	2	1	1	1	14
2014			2	2	1	1	2	2					10
<b>Subtotal</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>125</b>

Tabla 6. Disponibilidad de imágenes para la escena 200/31 (2006-2014).

En el caso de la disponibilidad de las imágenes que corresponden al Path/Row 200/31, el número de estas es algo inferior al anterior, con un total de 125 imágenes, siendo el año 2012 (20 imag.) y el mes de Octubre (15 imag.) los que más aportan.

De las 253 imágenes disponibles, la aportación por cada uno de los satélites es la que se muestra a continuación:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<b>Landsat 5</b>	7			8	11	10	9	11	10	10	11	12	99
<b>Landsat 7</b>	7	3	4	20	10	15	14	17	8	15	9	5	126
<b>Landsat 8</b>		1	2	2	2	3	3	5	3	2	2	2	24
<b>Subtotal</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>33</b>	<b>21</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>253</b>

Tabla 7. Número de imágenes disponibles según satélite.

Como se observa el número de imágenes disponibles de Landsat 8 es muy inferior a las de los programas 5 y 7, esto es debido a que fue puesto en órbita en primavera del 2013, con lo cual únicamente se dispone de algo más de una serie anual.

De toda la información extraída, referente a las imágenes disponibles, no todas ellas son óptimas para el estudio que se quiere llevar a cabo, ya que aquellas que presentan una cobertura de nubes elevada o concentrada en la zona de estudio, no permiten extraer la respuesta espectral de las cubiertas vegetales de la imagen, ya que estas sufren un efecto de ocultamiento originado por la presencia de la propia nube.

Si se considera este aspecto, el resultado final en cuanto a imágenes libres de nubes y por lo tanto susceptibles de ser analizadas es el que se muestra a continuación.

<b>199-31</b>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total general
<b>Landsat 5</b>				1	2	2	4	4	4	1		1	19
<b>Landsat 7</b>			2	4	2	5	7	7	2	4	1		34
<b>Landsat 8</b>		1	1	1		1	1	3	1	1			10
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>63</b>
<b>200-31</b>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total general
<b>Landsat 5</b>	2					3	3	4	2	1	2	1	18
<b>Landsat 7</b>	1	1	2	6	4	7	4	7	3	4		2	41
<b>Landsat 8</b>			1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	12
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>71</b>

Tabla 8. Disponibilidad de imágenes sin nubes, según satélite.

Atendiendo a lo expuesto en la tabla anterior, de las 128 imágenes disponibles para el Path/Row 199/31, únicamente 63 de ellas no presentan nubes o estas se encuentran localizadas en alguna sección de la imagen que no cubre el área de estudio. Referente a las imágenes correspondientes al Path/Row 200/31, pasan de 125 a 71.

## 6.2. INFORMACIÓN REFERENTE A LOS CULTIVOS PRESENTES EN LA ZONA

Al igual que en el apartado anterior a este punto, resulta indispensable el poder disponer de información que aporte una verdad terreno de los cultivos presentes en la zona de estudio. La información de partida, utilidad se describe a continuación.

---

En primer lugar, se dispone de información referente a la declaración PAC; aportadas por los propietarios de las diferentes explotaciones con el objetivo de percibir la ayuda acorde a la variedad y superficie destinada. En cuanto a la distribución espacial de la información, es de ámbito autonómico y su distribución temporal, comprendida los años 2011- 2014.

La declaración PAC aporta además de la información referente la especie y variedad de los cultivos al cual fue destinado cada parcela para un año dado, datos referentes a la disposición administrativa en la cual se engloba e incluso si esta se da en secano o regadío. Toda esta información queda registrada en cada uno de los años a fecha de 31 de Mayo (fecha tope para realizar la declaración PAC).

Por otro lado se dispone de la información referente a las encuestas sobre superficies y rendimientos de cultivos, desde el año 2003 al 2013. La cual cubre para el año 2014 una superficie total de 4.772.025 Has de todo el territorio aragonés, de las cuales 4.373.808 de hectáreas están destinadas a secano 397.997 Has a regadío y tan solo 220 Has a invernadero.

Según queda reflejado en la “Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos” (ESYRCE), esta se realiza con periodicidad anual desde el año 1990 por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en colaboración con los Servicios Estadísticos de las Comunidades Autónomas.

El Reglamento (CE) 543/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de junio de 2009, relativo a las estadísticas sobre productos agrícolas, establece la obligación de proporcionar a la Comisión Europea un suministro regular de datos sobre las superficies y producciones agrícolas con unos requisitos de pertinencia, precisión, actualidad, puntualidad, accesibilidad, claridad, comparabilidad y coherencia.

La información obtenida a través de esta encuesta debe ser acompañada de informes periódicos sobre la calidad de los datos, describiendo la organización de las encuestas y el nivel de precisión logrado.

Por otra parte, el fin de esta encuesta de marco de áreas, más conocida por los usuarios como ESYRCE, es cumplir con lo establecido en el Reglamento UE 1337/2011, relativo a las estadísticas europeas sobre cultivos permanentes.

Con todo esto los objetivos fundamentales de esta encuesta son los siguientes:

- Determinación de las superficies ocupadas por los cultivos y otras cubiertas del suelo. En este sentido, la encuesta contempla la investigación en campo de una muestra de segmentos territoriales, uniformemente distribuidos por todo el ámbito de la misma, pero con una mayor densidad de recubrimiento del territorio en las zonas de agricultura más intensiva.
- Estimación por métodos estadísticos del rendimiento medio de los principales cultivos. Esta investigación se realiza mediante determinación de rendimientos en campo por experto sobre una submuestra de segmentos de la anterior. Desde el año 2011 por motivos presupuestarios, se ha reducido el número de cultivos aforados, limitándose el número de aforos a 1, correspondiente con la primera visita.
- Recogida de información sobre variedades y otras características de frutales, pudiendo incluir dentro del apartado de observaciones, información referente a cultivos anteriores para un mismo año.

Como se ha indicado anteriormente, en las zonas de agricultura intensiva la muestra básica, que tiene una densidad del 3%, puede incrementarse con segmentos adicionales, hasta un 15% en las zonas de cultivo más intensivo.



Figura 12. Distribución de la muestra en el año 2013. (Fuente: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos 2013)

El marco de muestreo de la Encuesta se obtiene simplemente superponiendo sobre el territorio de cada una de las Comunidades Autónomas la malla de la proyección UTM del Mapa Topográfico Nacional, con lo que se establece un marco de áreas consistente en la división del territorio en celdillas de 1 km<sup>2</sup> que a su vez se integran en bloques de 100 Km<sup>2</sup>. La muestra básica la forman 3 celdillas elegidas al azar en cada uno de los bloques, ocupando siempre las mismas posiciones relativas dentro de un bloque, estando por lo tanto distribuidas de manera uniforme por todo el territorio a investigar. Como unidad de trabajo de campo se toma un cuadrado de 700 metros de lado adosado al vértice inferior izquierdo de la correspondiente celdilla de 1 km<sup>2</sup>, denominado segmento territorial. En zonas de gran parcelación (Galicia, Islas Baleares y en las Islas Canarias) esta unidad de trabajo puede ser reducida a 500 m.



Figura 13. Ejemplo de un panel. (Fuente: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos 2013)

La información extraída en cada uno de estos paneles es registrada en una ficha de campo estandarizada, la cual se pasa a formato digital ya en gabinete.

Figura 14. Ficha de campo. (Fuente: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos 2013)

Por último, se dispone de información referente a las encuestas telefónicas realizadas por el Departamento de Estadística Agraria de Aragón a los propios agricultores y que contienen información de los cultivos implantados posteriormente a lo declarado en la PAC, también conocidos como segundos cultivos.

### 6.3. INFORMACIÓN DE PARTIDA

Una vez analizada tanto la disponibilidad de imágenes como la información referente a los cultivos presentes en la zona, queda por definir los datos de partida para nuestro trabajo, todo ello teniendo en consideración los objetivos del trabajo, que son por un lado la extracción de las firmas espectrales de los segundos cultivos e intentar establecer un estudio comparativo de la consistencia de la información con imágenes del satélite Landsat 8 (disponibles a partir de primavera del 2013).

El periodo de estudio va a venir definido por aquellos datos que nos aporten información sobre los segundos cultivos ya que como hemos visto existe una amplia disposición de imágenes desde el año 2006-2014.

La forma más directa de extraer los segundos se puede plantear de dos modos:

1. A través de la información extraída en los paneles que componen la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos.

2. A través de un vínculo entre la información extraída de la encuesta telefónica de segundos cultivos con el parcelario e información PAC.

Analizando los datos que aportaba la Encuesta sobre Superficies y Rendimiento de Cultivos, se observó que a partir del año 2011 y debido a recorte presupuestario el número de visitas se había reducido a una única visita, la cual corresponde con el mes de Mayo, lo cual no aporta información relevante sobre los segundos cultivos (información contenida en la visita que comprende el mes de Julio-Agosto).

En cuanto a lo referente a la información contenida en las encuestas telefónicas facilitadas por la DGA, se ha observado mediante vinculación con la información de las parcelas PAC, que es imposible establecer una unión fiable, ya que por cada propietario aparecen varias parcelas con información referente a los segundos cultivos y sin información adicional que permita ser vinculada a una parcela en concreto.

Analizado todo ello con la empresa SARGA y ante la imposibilidad de poder obtener una información de calidad que asegurara la implantación de estos segundos cultivos, se decidió enfocar el trabajo a la obtención de la firma espectral de los cultivos presentes en la zona de estudio dentro en una ventana temporal comprendida del 20 de Junio al 10 de Julio, atendiendo a la información que facilita la declaración PAC y de la cual se dispone de una serie comprendida entre el año 2011 al 2014.

Una vez definido el periodo de estudio (2011-2014), el siguiente paso a seguir es concretar las imágenes a utilizar. Si atendemos a los resultados expuestos en apartado de “disponibilidad de imágenes”, se observa que el número de imágenes aportadas por el sensor MSS de Landsat 5 para el periodo comprendido de 2006-2014 es muy bajo, si a esto le añadimos que el periodo de estudio se reduce a los últimos 4 años, el número de estas hace que no sea representativo para poder extraer una serie temporal, es por ello que se opta por utilizar las imágenes de Landsat 7 y 8.

Otro aspecto a considerar es la posibilidad de trabajar con las 2 escenas (199/31 y 200/31) o simplificar el estudio a una sola. Dado que la escena 199/31 centra toda la zona de Riegos del Alto Aragón y el 80% de Bardenas, se ha optado que sea esta la susceptible del estudio, ya que se considera que la respuesta espectral de los cultivos asociada a la Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas clasificada en la imagen 199/31, es perfectamente extrapolable al 20% restante de la superficie que se encuentra dentro de la escena 200/31.

A continuación se muestra una tabla resumen con las imágenes que serán utilizadas para realizar el trabajo propuesto, las cuales ascienden a un total de 36.

<b>199-31 ETM+</b>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total general
2011		1		2		1	1	1	1	2			9
2012		1	1					1					3
2013				1		1	1		1	1			5
2014			1	1		1	2	1					6
<b>Subtotal</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>

<b>199-31 OLI</b>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total general
<b>2013</b>				1		1		1		1	1	1	6
<b>2014</b>		1	1		1	1	1	2					7
<b>Subtotal</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>13</b>

Tabla 9. Distribución temporal de las imágenes objetivo del estudio.

En conclusión y a modo de resumen, los datos de partida sobre los que se va a trabajar:

- Parcelario SIGPAC e información PAC correspondiente al periodo 2011-2014.
- Imágenes disponibles y sin cobertura nubosa de los satélites Landsat 7y Landsat 8 para el periodo 2011-2014, de la escena correspondiente al Path/Row 199/31.

## 7. DEPURADO DE LA INFORMACIÓN

### 7.1. OBTENCIÓN DEL PARCELARIO

Se dispone como información de partida el parcelario SIGPAC para la serie de años correspondiente al periodo de estudio (2011-2014) a nivel provincial y en formato .shp, la cual no contiene información alguna del tipo de cultivo al que ha sido destinada para ese año concreto. El primer paso que se debe de llevar a cabo es reducir esta información general y centrarse solo en el área de estudio, para ello se debe de hacer una selección de aquellas parcelas que quedan dentro del perímetro de las comunidades de regantes (información previamente descargada en formato .shp del portal SitEbro de la Confederación Hidrográfica del Ebro), mediante un selección por localización.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN USO SIGPAC
AG	Corrientes y superficies de agua
CA	Viales
CF	Cítricos-Frutal
CI	Cítricos
CS	Cítricos-Frutal de cáscara
CV	Cítricos-Viñedo
ED	Edificaciones
FL	Frutal de cáscara-Olivar
FO	Forestal
FS	Frutal de cáscara
FV	Frutal de cáscara-Viñedo
FY	Frutal
IM	Improductivo
IV	Invernaderos y cultivos bajo plástico
OC	Olivar-Cítricos
OF	Olivar-Frutal
OV	Olivar
PA	Pasto arbolado
PR	Pasto arbustivo
PS	Pastizal
FF	Frutal de cáscara-Frutal
TA	Tierra arable
TH	Huerta
VF	Frutal-Viñedo
VI	Viñedo
VO	Olivar-Viñedo
ZC	Zona concentrada
ZU	Zona urbana
ZV	Zona censurada

Tabla 10. Usos SIGPAC.

Una vez localizadas las parcelas que serán el objeto de estudio, se debe de vincular la nueva capa con la tabla de información de las declaraciones PAC, mediante un campo identificador (campo común en las dos tablas) a través de un “join”. Con todo esto ya se dispone de una capa en formato .shp, en la que aparece la información referente a los cultivos declarados ese año en la PAC.

Finalmente y con el objetivo de depurar todavía más la información de la que se dispone, se eliminaran de estas parcelas aquellas que no estén destinadas a cultivo, dentro de la declaración de la PAC.

Basándose en esta premisa, a través de una selección por atributos, se excluye de la capa las parcelas clasificadas como:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN USO SIGPAC
AG	Corrientes y superficies de agua
CA	Viales
ED	Edificaciones
FO	Forestal
ZU	Zona urbana
ZV	Zona censurada

Tabla 11. Usos SIGPAC excluidos de la capa de parcelas

Este proceso será llevado a cabo para cada uno de los años de la serie, considerándose el parcelario y declaración PAC específica de este mismo año.

A continuación se muestra un diagrama que resume el proceso seguido para la creación y depuración de la información referente a las parcelas y tipo de cultivo dentro de la zona de estudio.

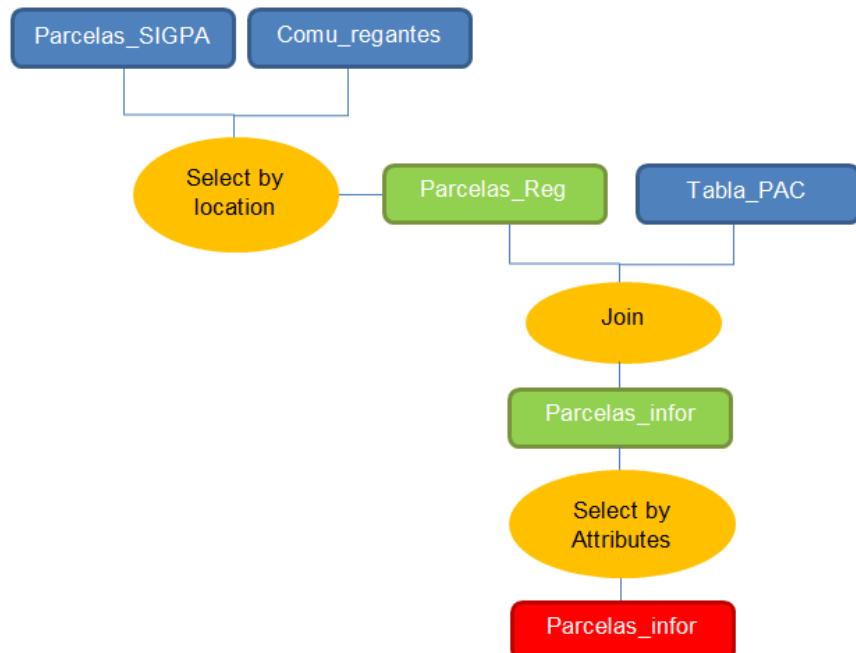


Figura 15. Diagrama de procesos para la obtención de las parcelas con información PAC.

## 7.2. CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA DE LAS IMÁGENES

El paso previo a la corrección de las imágenes es generar una imagen multibanda a partir de las bandas suministradas por el USGS en formato .tif que componen cada una de las imágenes, mediante la herramienta “layer stack” de ERDAS.

De las bandas que componen las imágenes de Landsat 7, se genera una imagen con todas a excepción de la banda 6 que corresponde al térmico.

En el caso de las bandas de Landsat 8, la imagen se genera con las 2-7 del sensor OLI, excluyendo la banda coastal, cirrus y pancromática.

La señal de radiancia que capta un sensor óptico depende de:

- A. Las propiedades reflectivas de los objetos-cubiertas de la superficie, las cuales dependen de su composición físico-química y de su estructura. Además, en la respuesta reflectiva puede existir influencia de la dispersión del entorno.
- B. La influencia de la atmósfera, ya que afecta a la transmisividad en los flujos descendentes y ascendentes, ocasiona fenómenos de absorción, dispersión y emisión. Estos efectos dependen en gran medida de las condiciones particulares que presenta la atmósfera en un momento dado.
- C. Configuración del sensor.
- D. Geometría de la iluminación-observación, dependiendo de la hora del día, del momento del año, del relieve (pendiente y orientación) y del ángulo de observación del sensor la señal captada por el sensor será diferente.

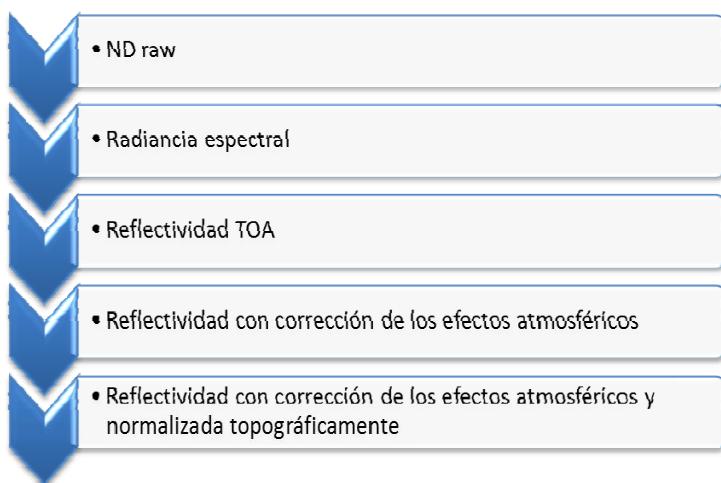


Figura 16. Fases del proceso de corrección de las imágenes.

El proceso de cálculo de la reflectividad espectral a partir de las imágenes codificadas en ND, consta de 3 pasos:

1. Obtención de los valores de radiancia espectral.
2. Obtención de la reflectividad aparente.
  - a. Eliminación del efecto de la dispersión atmosférica en la radiancia.
  - b. Obtención de la reflectividad aparente de la superficie terrestre.
3. Obtención de la reflectividad espectral normalizada topográficamente.

La zona de estudio presenta una orografía poco acentuada donde las pendientes son bajas o incluso nulas, algo característico de las superficies destinadas a cultivos agrícolas. La corrección de los efectos topográficos mediante un algoritmo de normalización topográfica en zonas donde la orografía del terreno no es acentuada, puede originar la distorsión de la información espectral que contiene la imagen ocasionando alteraciones en la respuesta espectral de las cubiertas. Atendiendo a las características de la zona de estudio, se ha optado por no someter a dicho proceso de corrección las imágenes objetivo del estudio.

Este proceso de corrección se ha realizado de forma semi-automática a través de la implantación de un modelo dentro de software ERDAS, que permite automatizar el proceso, una vez han sido introducidos los parámetros necesarios para el cálculo del mismo.

#### 7.2.1. Calculo de la radiancia espectral

La radiancia espectral se define como la “energía (radiación electromagnética) recogida por el sensor por metro cuadrado, por ángulo sólido de medida (estéreo-radián) y por longitud de onda”. En Landsat, la relación entre los ND de la imagen y la radiancia espectral en cada banda queda definida por la siguiente expresión:

$$L_\lambda = G * ND + B$$

Donde:  
 $L_\lambda$  es la radiancia espectral de una longitud de onda ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$ )  
 $G$  es la ganancia (gain)  
 $B$  es el sesgo o constante (bias o offset)

Esta información, necesaria para calcular la radiancia se encuentra dentro de los archivos de cabecera que se distribuyen junto con cada imagen. En el caso de las imágenes del sensor ETM+ (satélite Landsat 7) son comunes para todas las imágenes únicamente se da una diferenciación en el supuesto de que la imagen haya sido tomada en paso alto (HH) o bajo (LL). En las siguientes tablas se muestran los valores utilizados para el proceso de corrección.

		Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
LL	Gain	1,181	1,21	0,943	0,969	0,191	0,066
	Offset	-7,3871	-7,60984	-5,94252	-6,06929	-1,19122	-0,4165
HH	Gain	0,779	0,799	0,622	0,64	0,126	0,044
	Offset	-6,97874	-7,19882	-5,62165	-5,73976	-1,12622	-0,3939

Tabla 12. Coeficientes de Gain y Offset para las imágenes de Landsat 7.

En el caso de las imágenes de Landsat 8, estos coeficientes son específicos para cada una de ellas.

<b>GAIN</b>	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 6	Banda 7
<b>01/06/2013</b>	0,0125030	0,0115210	0,0097154	0,0059453	0,0014786	0,0004984
<b>07/10/2013</b>	0,0128730	0,0118620	0,0100030	0,0061212	0,0015223	0,0005131
<b>14/04/2013</b>	0,0127780	0,0117750	0,0099290	0,0060761	0,0015111	0,0005093
<b>20/08/2013</b>	0,0125610	0,0115740	0,0097602	0,0059728	0,0014854	0,0005007
<b>24/11/2013</b>	0,0131920	0,0121560	0,0102510	0,0062728	0,0015600	0,0005258
<b>26/12/2013</b>	0,0132930	0,0122490	0,0103290	0,0063209	0,0015719	0,0005298
<b>03/05/2014</b>	0,0126520	0,0116590	0,0098312	0,0060162	0,0014962	0,0005043
<b>07/08/2014</b>	0,0125020	0,0115210	0,0097149	0,0059450	0,0014785	0,0004983
<b>12/02/2014</b>	0,0131940	0,0121580	0,0102520	0,0062739	0,0015603	0,0005259
<b>16/03/2014</b>	0,0129940	0,0119740	0,0100970	0,0061789	0,0015366	0,0005179
<b>20/06/2014</b>	0,0124520	0,0114740	0,0096756	0,0059210	0,0014725	0,0004963
<b>22/07/2014</b>	0,0124560	0,0114780	0,0096786	0,0059228	0,0014730	0,0004965
<b>23/08/2014</b>	0,0125730	0,0115860	0,0097697	0,0059786	0,0014868	0,0005011

Tabla 13. Coeficientes de Gain para las imágenes de Landsat 8.

<b>OFFSET</b>	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 6	Banda 7
<b>01/06/2013</b>	-62,51436	-57,60645	-48,577	-29,7267	-7,39276	-2,49176
<b>07/10/2013</b>	-64,36323	-59,31017	-50,01367	-30,60587	-7,6114	-2,56545
<b>14/04/2013</b>	-63,88907	-58,87323	-49,64522	-30,3804	-7,55533	-2,54655
<b>20/08/2013</b>	-62,80275	-57,8722	-48,80109	-29,86384	-7,42686	-2,50325
<b>24/11/2013</b>	-65,95792	-60,77966	-51,25283	-31,36418	-7,79999	-2,62901
<b>26/12/2013</b>	-66,46316	-61,24523	-51,64543	-31,60443	-7,85973	-2,64915
<b>03/05/2014</b>	-63,25921	-58,29282	-49,15579	-30,08089	-7,48084	-2,52144
<b>07/08/2014</b>	-62,51129	-57,60362	-48,57462	-29,72524	-7,3924	-2,49163
<b>12/02/2014</b>	-65,9694	-60,79023	-51,26175	-31,36963	-7,80134	-2,62947
<b>16/03/2014</b>	-64,96998	-59,86928	-50,48515	-30,8944	-7,68316	-2,58963
<b>20/06/2014</b>	-62,25806	-57,37027	-48,37784	-29,60483	-7,36245	-2,48154
<b>22/07/2014</b>	-62,27751	-57,38819	-48,39296	-29,61408	-7,36475	-2,48232
<b>23/08/2014</b>	-62,86395	-57,92859	-48,84865	-29,89294	-7,4341	-2,50569

Tabla 14. Coeficientes de Offset para las imágenes de Landsat 8.

### 7.2.2. Calculo de la reflectividad aparente

La reflectividad aparente expresa la relación existente entre la energía incidente y la energía reflejada. Su valor varía entre 0 (la superficie no refleja nada) y 1 (la superficie refleja toda la energía electromagnética que le llega).

El calificativo de “aparente” lo recibe porque se asumen dos principios que raramente son ciertos:

- Que la superficie observada es plana (pendientes inferiores al 5%).
- Que todas las cubiertas presentes reflejan la energía por igual en todas las direcciones (superficies lambertianas).

La ecuación que determina la reflectividad aparente de la superficie terrestre es la siguiente:

$$\rho_T = \frac{(L_\lambda - L_a) \cdot d^2 \cdot \pi}{E_{0\lambda} \cdot \cos \theta_{sol} \cdot \tau_1 \cdot \tau_0}$$

→ Energía reflejada  
→ Energía incidente

Donde:

$L_\lambda$  es la radiancia espectral de una longitud de onda ( $\text{W/m}^2\text{sr}^\mu\text{m}$ )

$L_a$  es la radiancia debida a la dispersión atmosférica

$d$  es el factor corrector de la distancia Tierra-Sol

$\pi$  número pi

$E_{0\lambda}$  es la irradiancia solar en el techo de la atmósfera

$\cos \theta_{sol}$  es el coseno del ángulo cenital solar

$T_1$  Transmisividad del flujo incidente

$T_0$  Transmisividad del flujo ascendente

A continuación se van a describir de forma detallada los pasos para obtener cada uno de los factores de la ecuación que describe la reflectividad aparente:

#### -Radiancia sin el efecto de la dispersión atmosférica ( $L_\lambda - L_a$ ):

La eliminación del efecto de la dispersión atmosférica ( $L_\lambda - L_a$ ) puede abordarse mediante cuatro técnicas:

1. Medidas *in situ*.
2. Mediante la utilización de imágenes de otros sensores que permiten estimar el estado de la atmósfera en el momento de toma de la imagen a corregir.
3. Mediante la utilización de modelos físicos de transferencia radiativa.
4. A partir de los datos de la propia imagen.

En este caso la eliminación de la dispersión atmosférica se llevó a partir de los datos de la propia imagen, basados en la estimación de la contribución de la atmósfera a partir de cubiertas con reflectividad nula (métodos basados en el “objeto oscuro”).

En concreto, utilizando el método de corrección del histograma por sus valores mínimos (Chavez, 1996). Para el desarrollo de esta metodología se requiere de la presencia en la imagen de zonas con sombras o aguas muy profundas, de tal modo que en esas zonas será donde se recogerá la radiancia mínima para cada una de las bandas de la imagen, considerada como debida a la dispersión atmosférica.

A continuación se muestran los resultados para las imágenes de Landsat 7:

	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
<b>10/10/2011 (LL)</b>	25,68	12,96	5,37	2,65	0,15	-0,09
<b>01/04/2011 (HH)</b>	32,75	17,57	8,68	3,62	0,01	-0,04
<b>20/06/2011 (HH)</b>	36,65	19,97	9,93	4,59	0,13	0,00
<b>06/07/2011 (HH)</b>	38,98	21,57	11,17	5,56	0,13	0,00
<b>12/02/2011 (LL)</b>	25,68	12,96	5,37	3,22	0,01	-0,04
<b>17/04/2011 (LL)</b>	41,03	22,64	11,97	5,56	0,15	-0,02
<b>23/08/2011 (LL)</b>	35,13	20,22	10,09	6,53	0,34	-0,02
<b>08/09/2011 (LL)</b>	30,40	15,38	7,26	3,62	0,15	-0,02
<b>26/10/2011 (HH)</b>	24,18	11,98	5,57	2,58	0,01	-0,04
<b>15/02/2012 (HH)</b>	24,18	11,18	4,95	1,94	-0,37	-0,17
<b>02/03/2012 (HH)</b>	25,74	12,78	5,57	3,22	-0,24	-0,13
<b>09/08/2012 (LL)</b>	36,31	21,43	11,97	10,40	1,10	0,11
<b>06/04/2013 (LL)</b>	31,59	16,59	8,20	4,59	-0,05	-0,09
<b>25/06/2013 (LL)</b>	37,49	22,64	11,97	8,47	0,15	-0,02
<b>11/07/2013 (HH)</b>	37,42	19,97	9,93	7,50	0,13	-0,04
<b>13/09/2013 (HH)</b>	28,86	15,17	6,82	3,62	-0,12	-0,09
<b>31/10/2013 (LL)</b>	22,14	10,54	3,49	1,68	-0,24	-0,15
<b>08/03/2014 (LL)</b>	26,86	14,17	6,32	2,65	-0,24	-0,15
<b>25/04/2014 (LL)</b>	35,13	19,01	10,09	4,59	0,15	-0,02
<b>28/06/2014 (HH)</b>	35,87	19,17	9,31	5,56	0,13	0,00
<b>14/07/2014 (HH)</b>	35,09	18,37	8,68	5,56	0,26	0,05
<b>30/07/2014 (HH)</b>	33,53	17,57	8,06	4,59	0,01	-0,04
<b>15/08/2014 (LL)</b>	32,77	19,01	9,15	6,53	0,15	-0,02

Tabla 15. Valores de radiancia debida a la dispersión atmosférica para las imágenes de Landsat 7.

Para cada uno de los valores obtenido se debe de comprobar que la distribución de la dispersión atmosférica a lo largo de las diferentes bandas se asemeja al patrón propio descrito por Sabins (2010).

De lo contrario podrían generarse respuestas anómalas en la respuesta espectral de las diferentes cubiertas. Por otro lado, sirve como referencia para valorar si se ha producido una infra-corrección o sobre-corrección de los valores de reflectividad de la imagen.

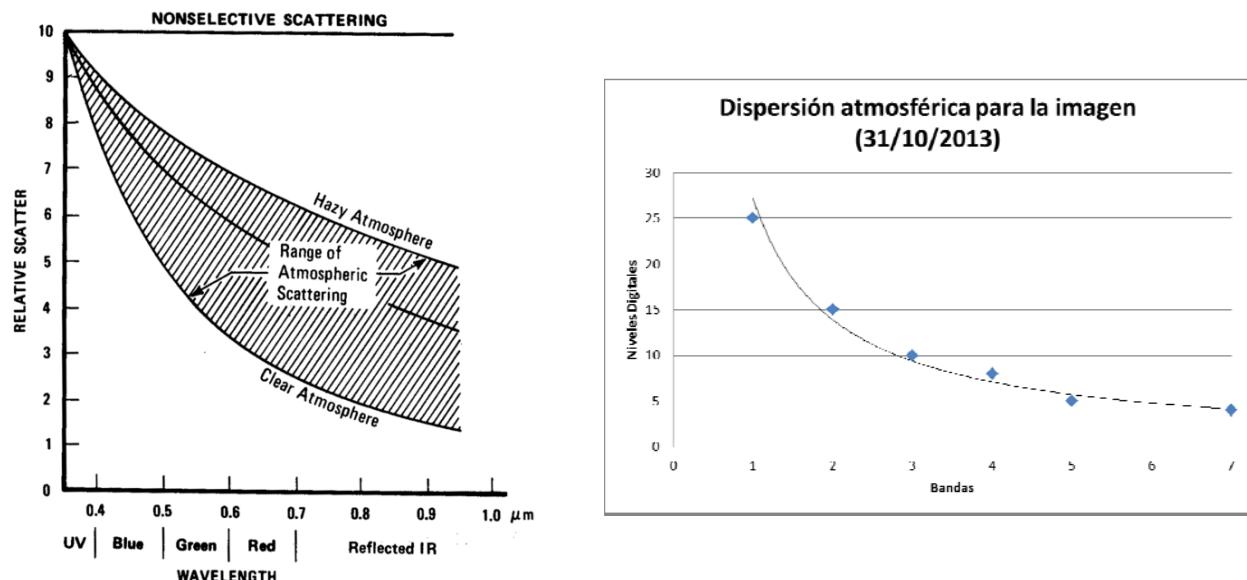


Figura 17. Comparación de la dispersión atmosférica de una de las imágenes con el esquema propuesto por Sabins (2010).

#### -Factor corrector de la distancia Tierra-Sol ( $d^2$ ):

Depende del día del año en el que se ha tomado la imagen (entre el momento en el que la Tierra se encuentra más cercana al sol –perihelio, 2-5 de enero- y más lejana –afelio, 2-5 de julio–).

Se obtiene de la siguiente expresión:

$$1 + 0.01674 * \left( \operatorname{sen} \left( 2\pi * \frac{(J - 93.5)}{J_m} \right) \right)$$

Donde:

0.01674 es la excentricidad de la órbita terrestre

$J$  es el día Juliano

$J_m$  es el número de días del año

---

#### -Irradiancia solar en el techo de la atmósfera (o exo-atmosférica) ( $E_{0\lambda}$ ):

Se trata de una constante solar. Los valores utilizados para la corrección de las imágenes, son los propuestos para el sensor ETM+ por Chander et al. (2009), descritos en la siguiente tabla:

	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
ETM+	1997	1812	1533	1039	230.8	84.90

Tabla 16. Valores de irradiancia exo-atmosférica propuestos por Chander para el sensor ETM+.

Las imágenes captadas por el sensor OLI de Landsat 8, dada su reciente puesta en órbita, no disponen de coeficientes establecidos y refundados. En este caso se han tomado los propuestos por Vanhellemont y Ruddick, dentro del artículo “*Turbid wakes associated with offshore wind turbines observed with Landsat 8*”, los cuales quedan reflejados en la siguiente tabla:

	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 6	Banda 7	Banda 8	Banda 9
OLI	1895.6	2004.6	1820.7	1549.4	951.2	247.6	85.5	1724.0	367.0

Tabla 17. Valores de irradiancia exo-atmosférica propuestos por Vanhellemont & Ruddick para OLI.

#### -Coseno del ángulo cenital solar ( $\cos\theta_{sol}$ ):

El ángulo cenital solar se calcula como el complementario al ángulo de elevación solar, el cual viene incluido dentro de los ficheros de cabecera de cada imagen. Este debe ser expresado en radianes ( $1^\circ=0.01745$  rad).

$$\cos((90 - \text{"sun elevation angle"}) * 0.01745)$$

#### -Transmisividad del flujo incidente ( $T_i$ ):

Para la transmisividad incidente se puede tomar los siguientes valores estándar recomendados por el PNT para las bandas de TM y ETM+ en condiciones de atmósfera despejada.

Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
0.70	0.78	0.85	0.91	0.95	0.97

Tabla 18. Valores de transmisividad incidente propuestos por el PNT.

#### -Transmisividad del flujo ascendente ( $T_o$ ):

En el caso de los satélites del programa Landsat toma valor 1.

### 7.3. DEPURADO DE IMÁGENES. ELIMINACIÓN DE PÍXELES DE BORDE O SIN INFORMACIÓN

El objetivo de este apartado es depurar las imágenes, eliminando de estas aquellos píxeles que no aportan información o que por el contrario no resulta representativa de la tipología de una cubierta, teniendo como punto de referencia las delimitaciones propias del parcelario del que se dispone.

Considerando lo anteriormente expuesto, se deben de eliminar:

- Píxeles de borde, cuya respuesta espectral es el resultado de cubiertas presentes en dos parcelas contiguas.
- Píxeles sin información ocasionados por el fallo del sensor en las imágenes de Landsat 7 que originan el efecto bandeo característico de algunas de estas imágenes.

#### 7.3.1. Identificación de los píxeles de borde

Se denominan píxeles de borde, aquellos que son atravesados por las lindes que delimitan dos parcelas de cultivo contiguas, y que por lo tanto ofrecen una respuesta espectral que resulta del comportamiento característico de las cubiertas presentes en ambas. De considerarse esta información en el estudio, se produciría una distorsión de la realidad, pues se asignaría a una parcela información espectral que no es característica del cultivo declarado, sino resultado de la mezcla de dos cultivos.

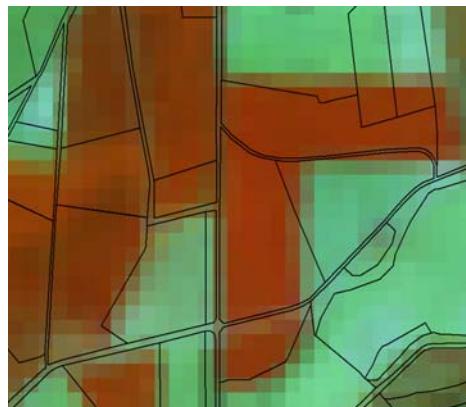


Figura 18. Recorte de una imagen donde se aprecian los denominados píxeles de borde.

Para poder eliminar dichos píxeles de borde, se debe de generar una máscara de recorte que delimita la superficie que ocupan, para posteriormente ser utilizada como patrón para su eliminación de la imagen. El proceso que a continuación se describe, se ha realizado a través del software ArcMap y se muestra a modo de esquema al final del epígrafe.

Dado que no se puede hacer una selección de forma directa de los píxeles atravesados por las lindes de la parcela, se ha generado una malla poligonal cuyo tamaño de celda supone el mismo que el pixel de la imagen (30x30 m), y cuyo origen de coordenadas corresponde con el origen de la escena, extraído a partir de las coordenadas del vértice inferior izquierdo de la imagen que se encuentra descrito en el archivo de cabecera de la imagen. Con esto se consigue tener una malla poligonal en la que los polígonos que la definen coinciden de forma exacta con los píxeles que conforman la imagen.

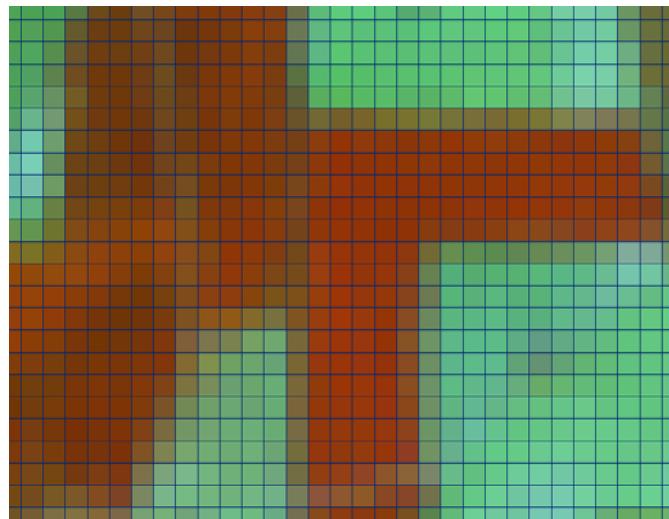


Figura 19. Malla poligonal creada para la creación de la máscara de recorte.

En el siguiente paso se realiza una selección por localización de aquellos polígonos (pertenecientes a la malla generada) que son atravesados por las lindes de las parcelas, las cuales previamente han sido convertidas a líneas. Con esta selección de los polígonos de borde únicamente hay que fusionarlos para generar un único polígono de recorte que se corresponde con los pixeles de borde y que por lo tanto servirá como mascara de recorte.



Figura 20. Mascara de recorte (color rosáceo) de los pixeles de borde.

A continuación se muestra a través de un diagrama, el flujo de trabajo seguido para la obtención de la máscara de recorte de los píxeles de borde.

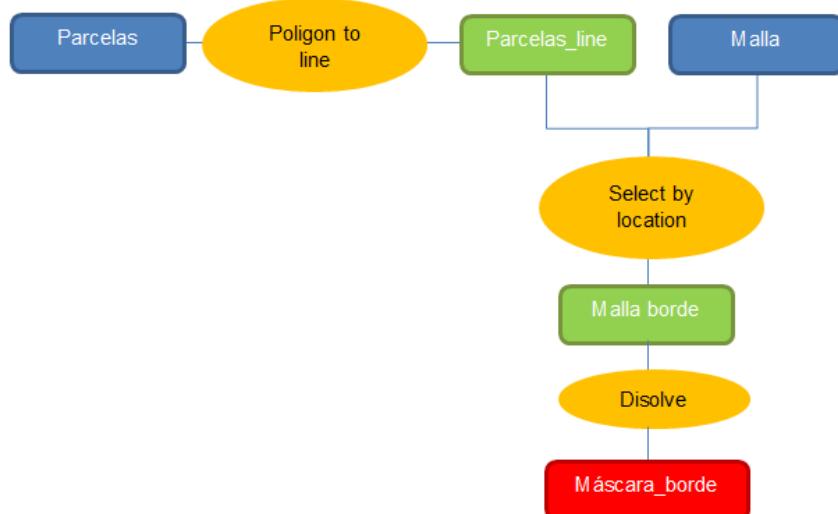


Figura 21. Diagrama de procesos para la obtención de la máscara de recorte de los píxeles de borde.

El proceso descrito en este apartado para la obtención de la máscara de recorte de los píxeles de borde, se debe de realizar con el parcelario de todos los años de nuestra serie de estudio, generando una máscara de recorte por año.

### 7.3.2. Identificación de los píxeles sin información

Se consideran píxeles sin información aquellos generados por el fallo del sensor en las imágenes de Landsat 7 y que como consecuencia, genera un efecto de bandeo donde los píxeles que conforman esas bandas carecen de valor, en cuanto a reflectividad se refiere.

Dado que la perdida de información no es homogénea, sino que se produce de forma diferente entre las diferentes bandas que componen la imagen y a su vez entre diferentes imágenes, se debe de estimar de forma independiente por cada una de las bandas y posteriormente generalizar para obtener una única máscara de recorte por cada imagen.

Teniendo en cuenta este factor se deberá hacer una reclasificación por cada una de las bandas que componen la imagen donde se asignará valor 0 a los píxeles sin información y valor 1 a los píxeles que si la presentan. Una vez extraídas las zonas con y sin información por cada una de las bandas, se generalizarán e una única capa a través de la utilización de la herramienta “álgebra de mapas”, obteniendo así la máscara de recorte correspondiente a los píxeles sin información.

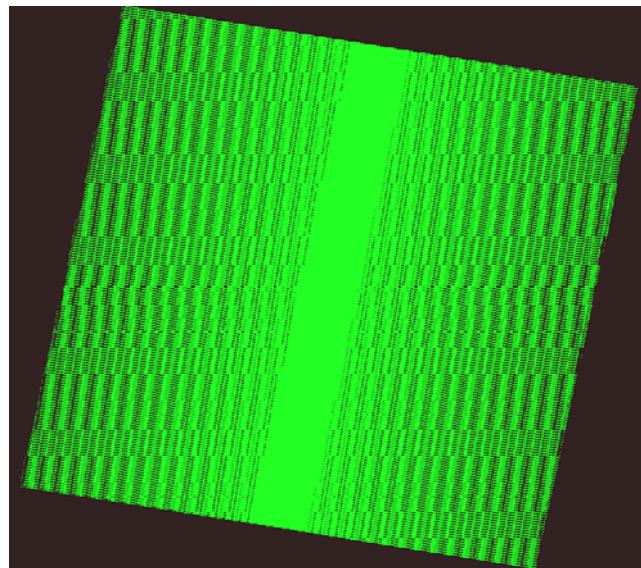


Figura 22. Máscara de recorte de los pixeles sin información.

A continuación se muestra a través de un diagrama, el flujo de trabajo seguido para la obtención de la máscara de recorte de los pixeles sin información.

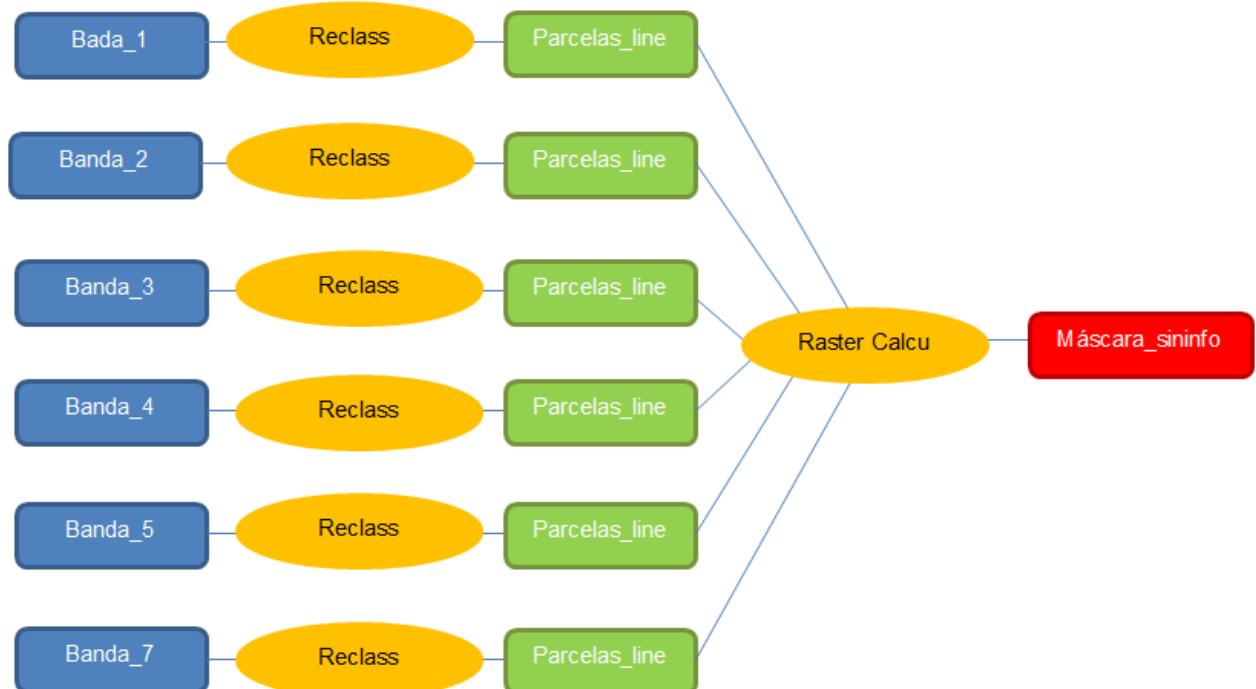


Figura 23. Diagrama de procesos para la obtención de la máscara de recorte de los pixeles sin información.

### 7.3.3. Eliminación de los pixeles carentes de información de las imágenes

En este apartado se va a proceder a la extracción de los pixeles que carecen de información, los cuales se han localizado espacialmente en la imagen a partir de las máscaras de recorte del apartado anterior.

Partiendo de la máscara de recorte correspondiente a los pixeles de borde y pixeles sin información, se genera una máscara general que permite extraer de la imagen únicamente las zonas con información.

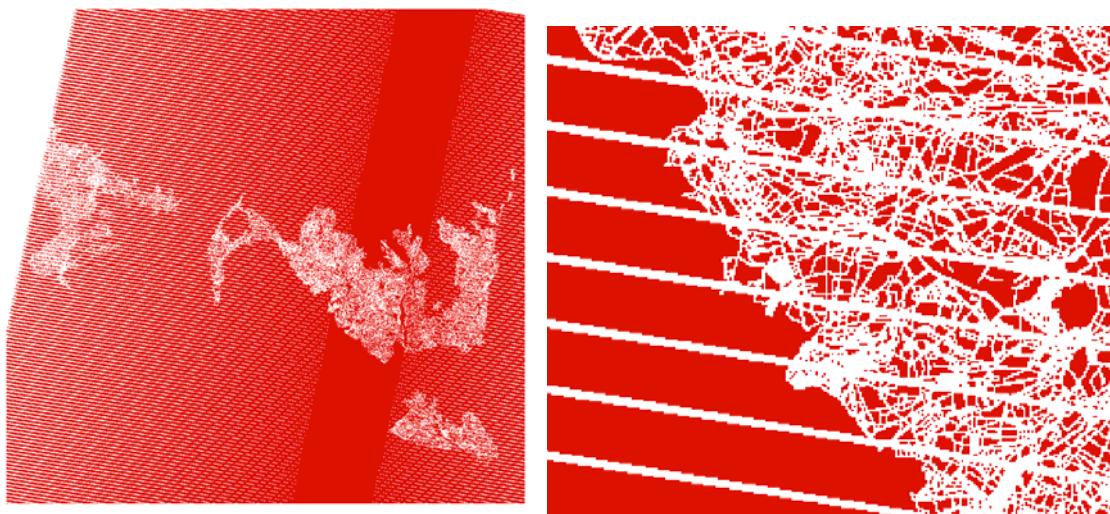


Figura 24. Máscara final, generada para la extracción de los pixeles con información dentro de la imagen.

Finalmente se procede a la extracción de la información de la imagen, mediante la utilización de la herramienta de extracción por máscara “extract by mask”, que se encuentra implementada dentro del software ArcMap.

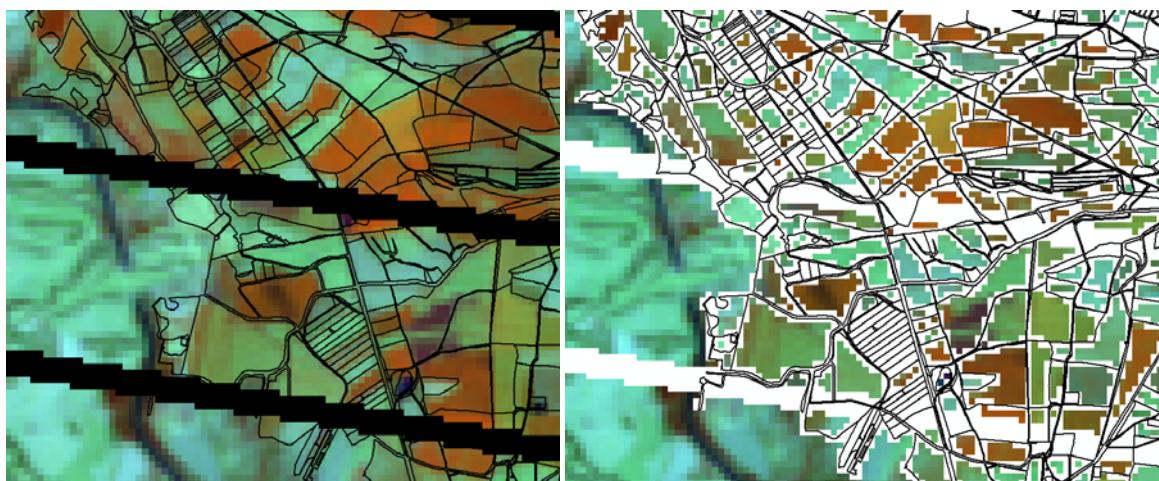


Figura 25. Resultado visual de la imagen una vez realizado el proceso de extracción.

Con este último paso se ha conseguido depurar la información contenida en las imágenes, para posteriormente poder realizar una extracción de las estadísticas a nivel de parcela.

A continuación se muestra a través de un diagrama, el flujo de trabajo seguido para la extracción de los pixeles con información de la imagen.

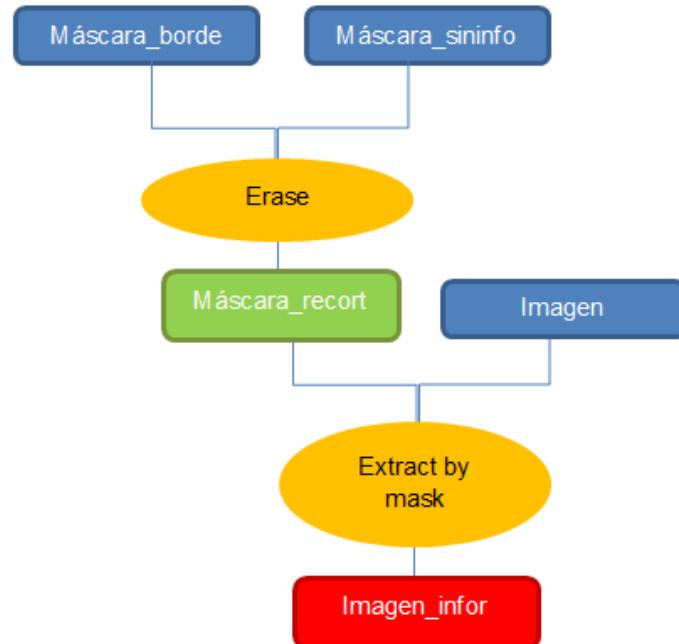


Figura 26. Diagrama del proceso de extracción de los pixeles con información de la imagen.

---

## 8. EXTRACCIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPECTRAL A NIVEL DE PARCELA

Para poder hacer un análisis del comportamiento espectral de cada uno de los cultivos, se debe de vincular la información espectral contenida en la imagen con la información referente a cultivos que ofrecen las parcelas.

Al igual que en los anteriores pasos, este proceso de extracción de la información de las cubiertas que componen la imagen se va a realizar mediante la utilización del software ArcMap.

Dado que las imágenes no se consideran como una única imagen, sino como la composición de 6 imágenes (1 por cada banda), se deben extraer de forma independiente las estadísticas de cada una de ellas para luego fusionarlas en una única tabla que contenga la información de las 6 bandas.

La forma de extraer toda esta información se realiza a través de una estadística zonal que calcula los valores medios, desviación estándar, mínimo y máximo de los valores de todos los píxeles que se encuentran integrados dentro de cada parcela, añadiendo un campo identificador común a estas que permita una posterior unión con la capa de parcelas.

REFREC	COUNT	MIN_1	MAX_1	RANGE_1	MEAN_1	STD_1	SUM_1
2201200000003002850006	6	0,076	0,090	0,014	0,085	0,005	0,508
2201200000003002850003	1	0,076	0,076	0,000	0,076	0,000	0,076
2201200000003002850001	3	0,082	0,090	0,008	0,085	0,003	0,255
2201200000003000470001	43	0,068	0,106	0,038	0,084	0,010	3,614
2201200000003002990001	3	0,054	0,072	0,018	0,065	0,008	0,195
2201200000003002850004	2	0,070	0,108	0,038	0,089	0,019	0,177
2201200000003001770001	1	0,100	0,100	0,000	0,100	0,000	0,100
2201200000003090000002	1	0,104	0,104	0,000	0,104	0,000	0,104

Tabla 19. Muestra de las estadísticas extraídas de una imagen para la banda 1.

El resultado del proceso consiste en una capa .shp de las parcelas en cuya tabla además de la información del tipo de cultivo declarado en la PAC, presenta la estadística de los píxeles que representan el conjunto del cultivo por cada una de las bandas que lo componen. De este modo ya es posible poder extraer la firma espectral asociada a esto; aunque todavía no sea representativa, puesto que se necesitan de análisis posteriores que eliminen sesgos de la muestra.

En la siguiente tabla, que corresponde con una sección de un parcelario asociado a una imagen, se puede observar que ya aparece junto al tipo de cultivo, el campo "COUNT", que hace referencia la número de píxeles que componen la muestra de esta parcela y que por lo tanto son utilizados para el cálculo de la estadística que se muestra a continuación (en este caso el valor medio por cada una de las bandas que componen la imagen).

REFREC	DPRODU	COUNT	MEAN_1	MEAN_2	MEAN_3	MEAN_4	MEAN_5	MEAN_6
2230100000013000190001	ALFALFA	1728	0,040	0,061	0,054	0,388	0,263	0,077
2230100000013000190001	MAIZ	1728	0,040	0,061	0,054	0,388	0,175	0,077
2219000000007000260001	ALFALFA	1693	0,066	0,100	0,113	0,330	0,175	0,140
2219000000007000260001	FESTUCA	1693	0,066	0,100	0,113	0,330	0,257	0,140
2219000000007000260001	MAIZ	1693	0,066	0,100	0,113	0,330	0,257	0,140

Tabla 20. Muestra de la tabla asociada a las parcelas.

A continuación se muestra a través de un diagrama, el flujo de trabajo seguido para la extracción de la información espectral a nivel de parcela.

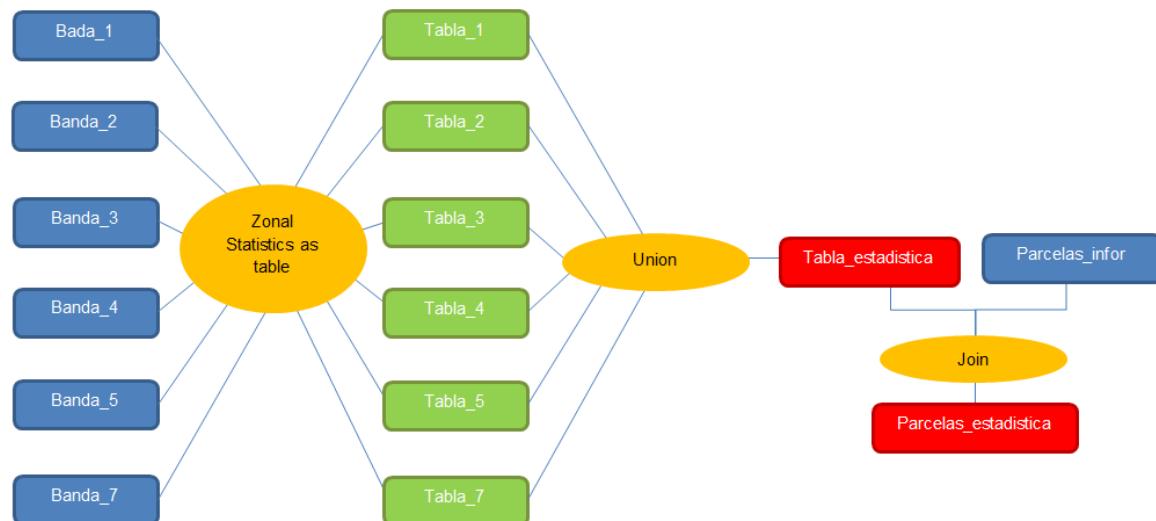


Figura 27. Diagrama del proceso de extracción de las estadísticas de las imágenes al parcelario.

Debido al gran volumen de los datos este último proceso de unión resulta muy costoso en cuanto a tiempo se refiere, es por ello que con el objetivo de agilizar dicho proceso, se ha creado un Script en R que permite realizar la operación con una reducción de tiempo considerable.

---

```

#Carga de los paquetes de "R" y lectura de las librerías
local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)),graphics=TRUE)
if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})
local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)),graphics=TRUE)
if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})
install.packages("maptools",dep=TRUE)
library(maptools)
library(foreign)
install.packages("sp")
#Definir la ruta de trabajo
setwd("G:/PROYECTO MASTER/Prueba/12_02_2011")
#Leer el archivo .shp y generará una tabla a partir de la tabla de atributos del mismo
parcelas<-readShapeSpatial("RECFEG_2011_CULTIVOS")
parc.tabla<-parcelas@data[16]
str(parc.tabla)
#Leer la tabla que contiene las estadísticas
estadistica<-read.dbf("12_02_11.dbf")
str(estadistica)
#Cambiar el nombre de las filas para que coincida con el de las parcelas
rownames(estadistica)<-c(0:142630)
#Realizar el Join mediante la opción "merge"
refcg<-merge(parcelas.tabla,estadistica,by="REFREC",all=TRUE,incomparables=NULL)
str(refcg)
#Combinar la tabla generada con el Join y la capa de parcelas
parcelas.est<-spCbind(parcelas,refcg)
#Guardar la capa
writePolyShape(parcelas.est,"RECFEG_12_02_2011")

```

Figura 28. Script implementado en R para la unión del parcelario con la estadística de las imágenes.

## 9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PREVIO DE LAS IMÁGENES

Previo a la caracterización espectral de los cultivos y al análisis de la evolución multitemporal de los mismos, se debe de analizar el comportamiento espectral de forma general para cada una de las bandas de las imágenes y así poder detectar posibles anomalías presentes en el comportamiento espectral de estas. De este modo nos aseguramos de que cualquier desviación de la respuesta espectral de las cubiertas en estudio, es ocasionado por el comportamiento de esta y no por una desviación de la respuesta espectral de la imagen con respecto al resto de las imágenes en estudio, ocasionado por algún problema de infra-corrección o sobre-corrección de estas.

Atendiendo a lo dispuesto en el párrafo anterior, se ha analizado el comportamiento espectral de cada una de las imágenes para los diferentes años y en un mismo periodo de tiempo, obteniendo buenos acuerdos entre estas.

En la siguiente gráfica y a modo de ejemplo se muestra la respuesta espectral media del mes de abril para cada una de las bandas de los diferentes años de estudio, donde se puede observar que los valores centrales de la distribución se desvían muy poco unos de otros, así como los intervalos de confianza de las mismas, lo cual confirma la homogeneidad, en cuanto a comportamiento espectral se refiere, de las mismas.

Análisis comparativo de las estadísticas de las imágenes de Landsat 7 (Abril)

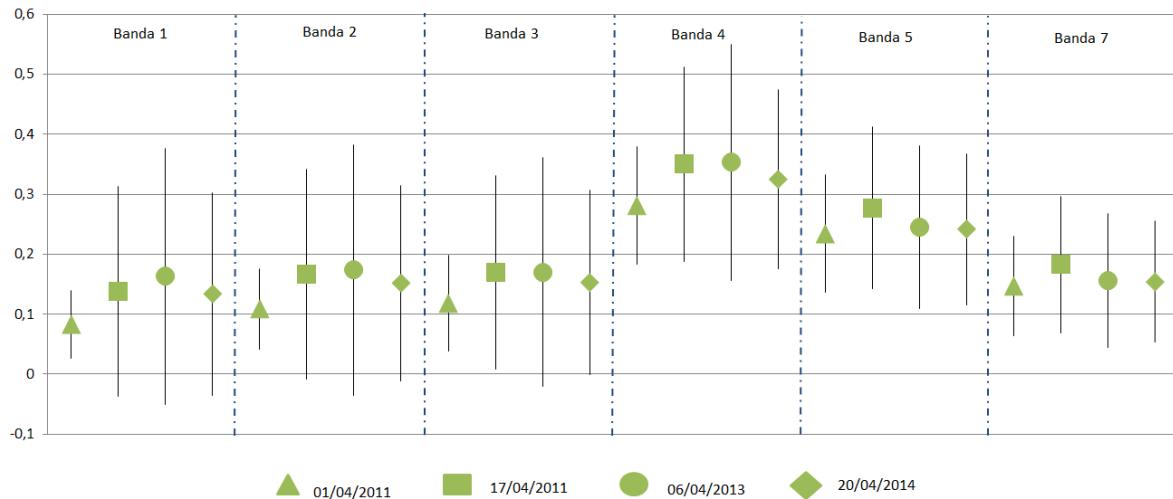


Figura 29. Análisis comparativo de las estadísticas generales de las imágenes para el mes de Abril (Landsat7).

El resultado obtenido para las imágenes correspondientes al satélite Landsat 8 también mostraron un buen acuerdo en cuanto a comportamiento espectral general se refiere, tal y como se muestra en la siguiente figura.

### Análisis comparativo de las estadísticas de las imágenes de Landsat 8 (Junio)

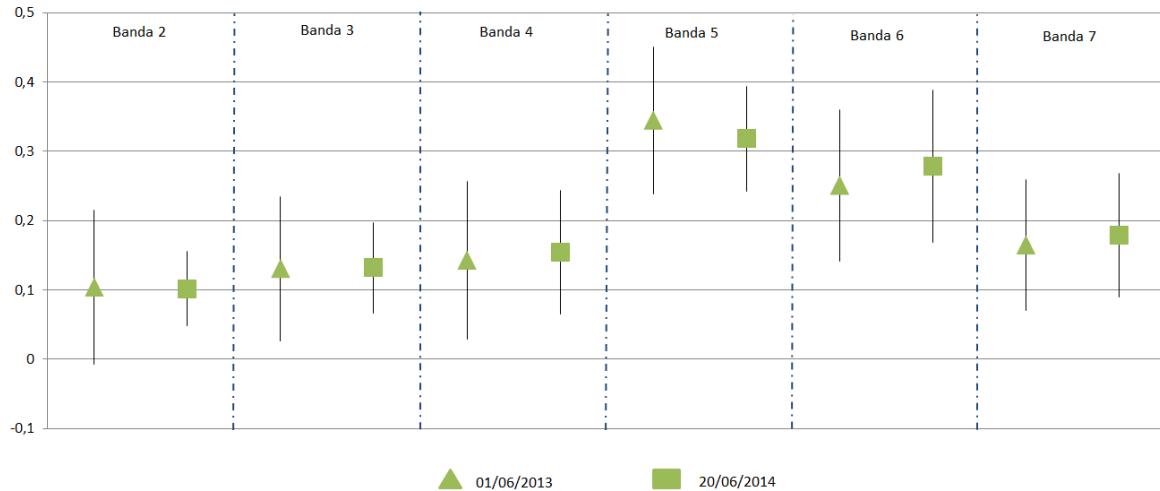


Figura 30. Análisis comparativo de las estadísticas generales de las imágenes para el mes de Junio (Landsat8).

Una vez analizadas las estadísticas de forma individualizada para cada uno de los satélites, se estudió la posible desviación de los valores de reflectividad entre las imágenes de Landsat 7 y Landsat 8, para así poder realizar una primera evaluación de la consistencia entre los resultados de ambos satélites. Como se puede observar en la siguiente figura, no existen grandes desviaciones entre los valores de los diferentes satélites, lo cual da una idea de la consistencia entre los resultados para los diferentes sensores.

### Análisis comparativo de las estadísticas de las imágenes de Landsat 7 y Landsat 8 (Junio)

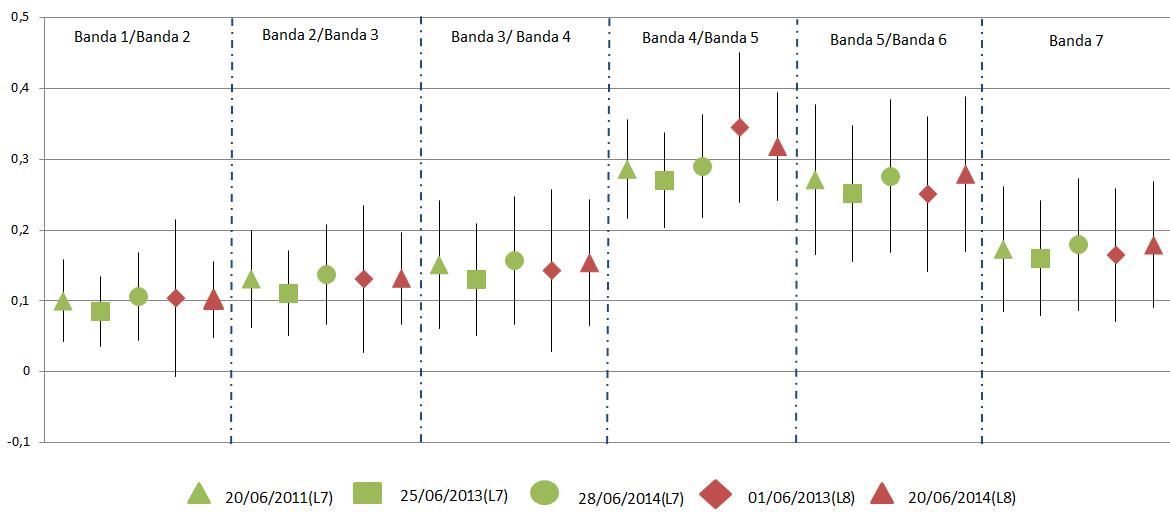


Figura 31. Análisis comparativo de las estadísticas generales de las imágenes entre Landsat 7 y Landsat 8 para el mes de Junio.

De forma conjunta al análisis general de la información estadística contenida en los metadatos de las imágenes se ha analizado el comportamiento espectral del agua con el objetivo de analizar posibles fluctuaciones o distorsiones de esta respuesta, asociados al comportamiento general de la imagen.

Se ha tomado como referencia el agua, ya que se considera una cubierta lo suficientemente estable en el tiempo de modo que hace que la información sea perfectamente comparable de un año a otro.

Para asegurar la homogeneidad de la muestra se ha seleccionado un área de estudio de 160 pixeles en una zona común de la imagen (Embalse de la Sotonera), de forma que asegure la comparabilidad de los resultados entre los diferentes meses y para los diferentes años. Al igual que en el análisis general de la información estadística de las imágenes, se han analizado de forma independiente los productos de Landsat 7 y 8 y posteriormente se ha realizado un estudio comparativo entre las imágenes de ambos satélites.

**Respuesta espectral del agua en las imágenes de Landsat 7**

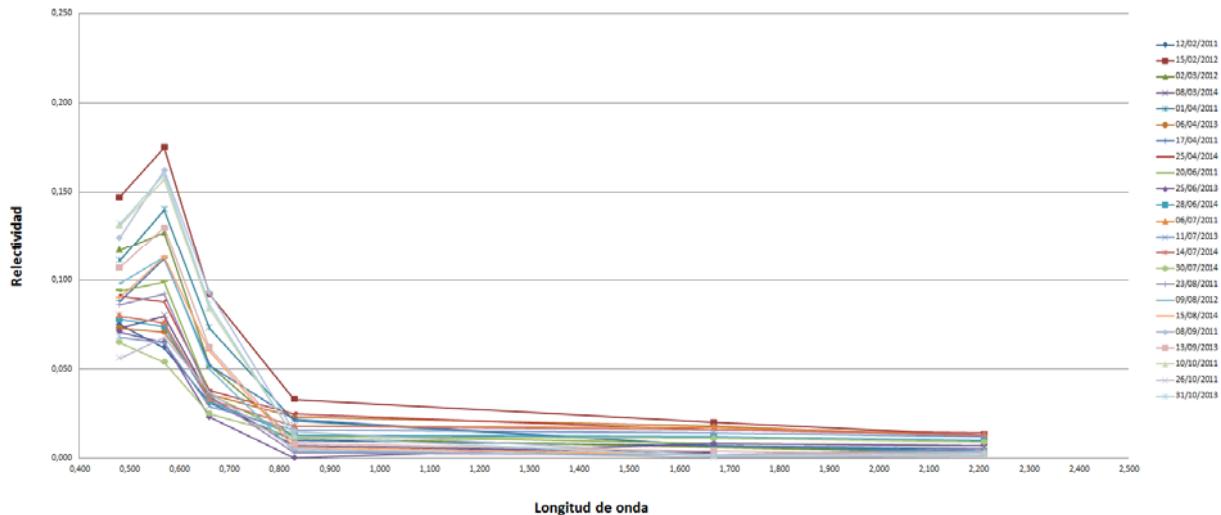


Figura 32. Comportamiento espectral del agua para las imágenes de Landsat 7.

**Respuesta espectral del agua en las imágenes de Landsat 8**

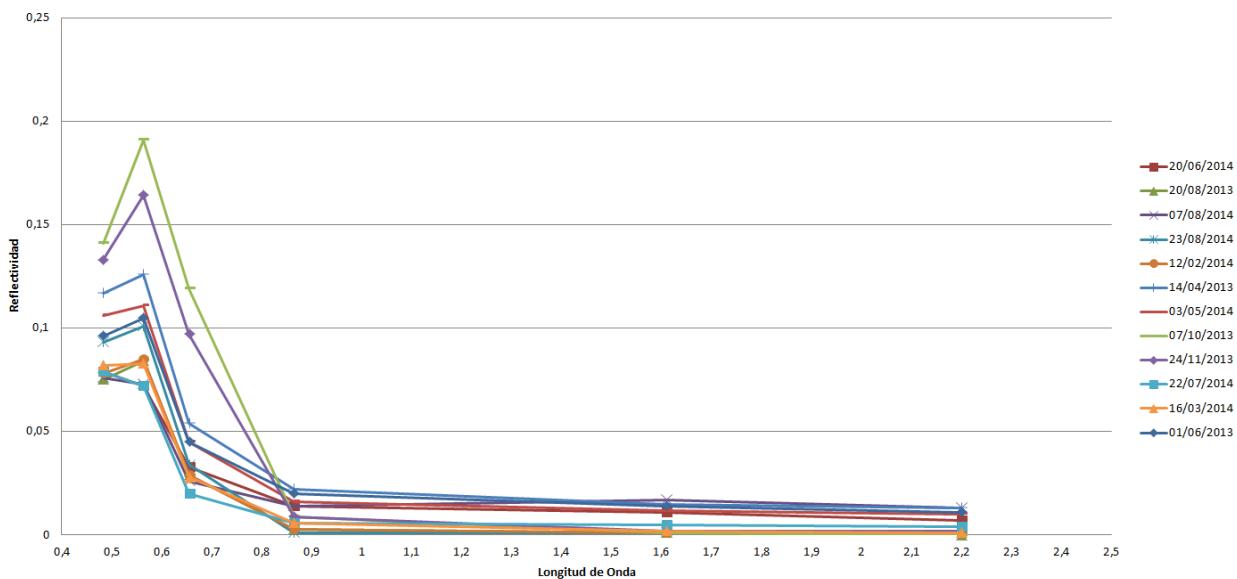


Figura 33. Comportamiento espectral del agua para las imágenes de Landsat 8.

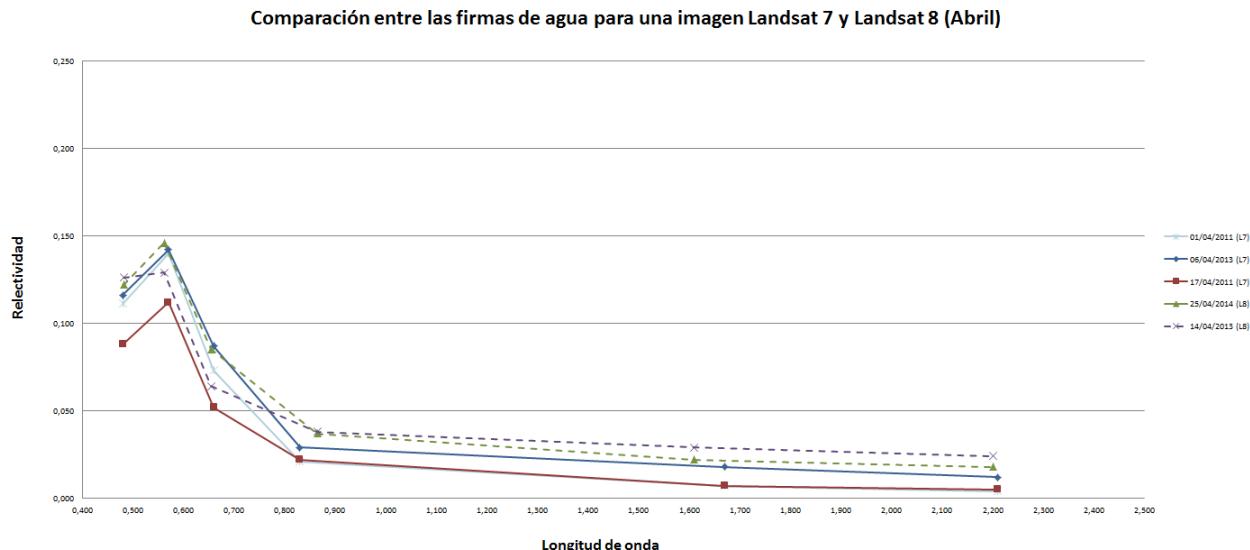


Figura 34. Comparativa entre el comportamiento espectral del agua entre imágenes de Landsat 7 y 8 para el mes de Abril.

Como se puede deducir de la información sintetizada gráficamente, existe una homogeneidad en la respuesta espectral de agua, tanto de forma independiente para cada grupo de imágenes pertenecientes a cada sensor, como entre sensores, lo que sostiene y apoya la información extraída del estudio del comportamiento general de las imágenes, descrito con anterioridad.

## 10. CARACTERIZACIÓN ESPECTRAL DE LOS CULTIVOS

En este epígrafe del trabajo se va analizar el comportamiento espectral de los cultivos objetivo del estudio a lo largo de su ciclo fenológico con el objetivo de poder discernir el periodo óptimo para su clasificación o identificación en las imágenes así como el grado de confusión que estos presentan entre si al tratarse de especies con una fenología y características en su respuesta espectral semejantes.

Antes de definir un comportamiento espectral asociado a un determinado cultivo, se debe de analizar su evolución temporal en los diferentes años de la muestra, con el fin de poder asegurar que la respuesta espectral de un determinado cultivo para un mes en concreto no es resultado de la casuística sino de sus características específicas.

A continuación se muestra un ejemplo para el caso de la Alfalfa donde se puede analizar de forma gráfica la homogeneidad de la respuesta espectral de esta para los meses de abril y junio entre los diferentes años.

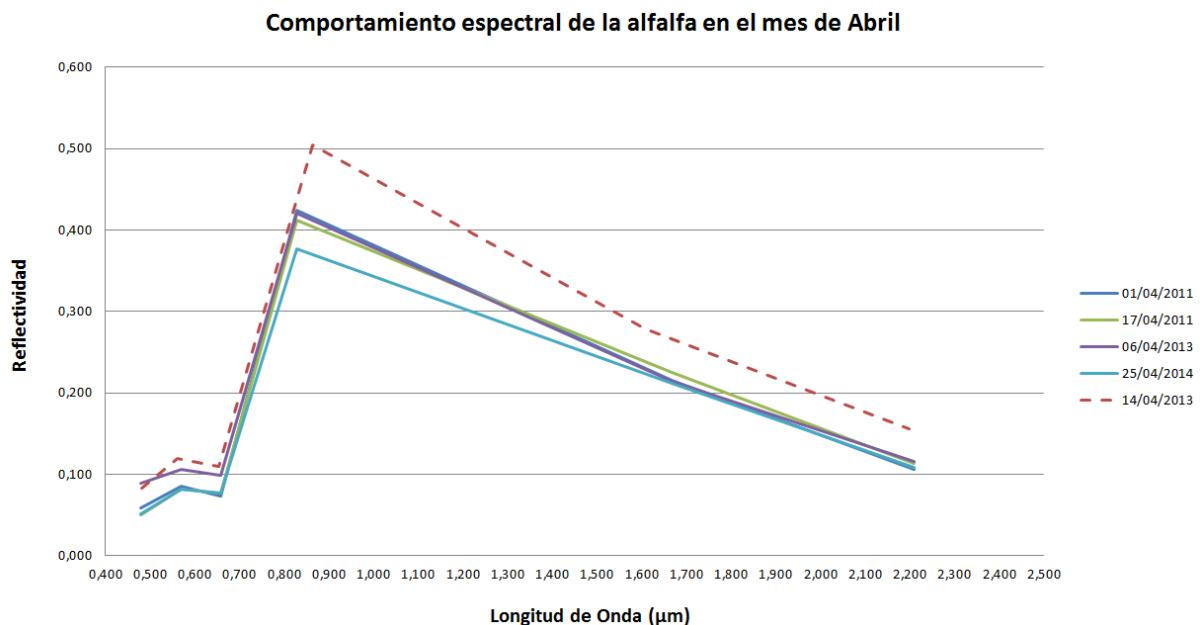


Figura 35. Análisis comparativo multitemporal de la respuesta espectral de la alfalfa en el mes de Abril.

En la gráfica anterior se ha analizado el comportamiento reflectivo de la alfalfa para el mes de abril, donde se puede observar el gran ajuste existente entre los valores asociados a la imágenes procedentes del satélite Landsat 7 (trazo continuo) frente a una pequeña desviación con respecto al resultado obtenido por el sensor OLI de Landsat 8 (trazo discontinuo).

Esta desviación se observa de forma más clara si la traducimos a una gráfica donde se muestra el valor medio de la respuesta espectral para cada una de las bandas y el intervalo de confianza definido por el valor central  $\pm 1\text{DS}$ . Esta información hay que tenerla en cuenta en la evolución del análisis por si se tratara de un caso concreto y aislado de dicha imagen o por el contrario se trata de una desviación asociada al tipo de sensor o al modelo de corrección propuesto para las imágenes de OLI.

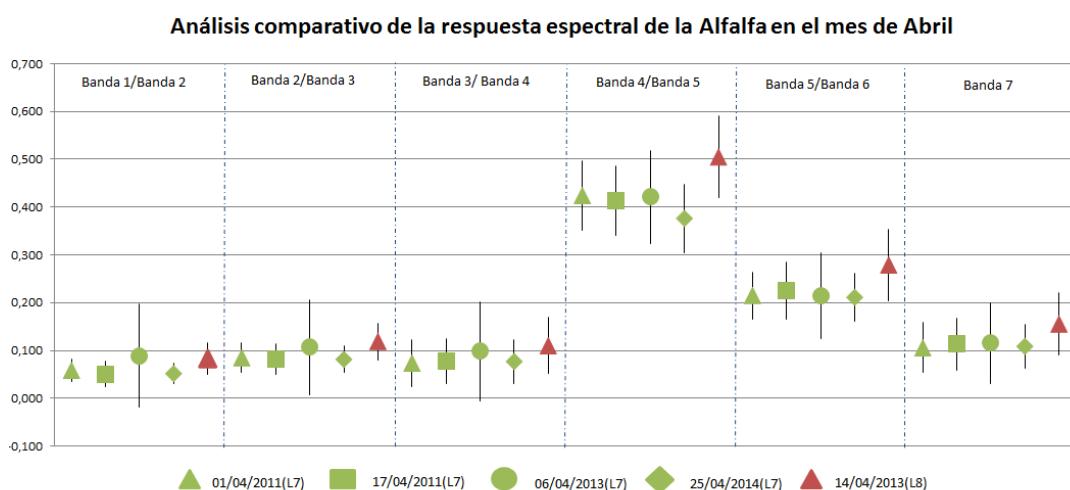


Figura 36. Análisis de la desviación de los intervalos de confianza para la respuesta espectral de la Alfalfa en el mes de Abril.

Si analizamos la respuesta espectral para el siguiente mes del cual se dispone información, se observa una mayor igualdad en cuanto a respuesta espectral hecho que descarta un posible error en el proceso de corrección de las imágenes.

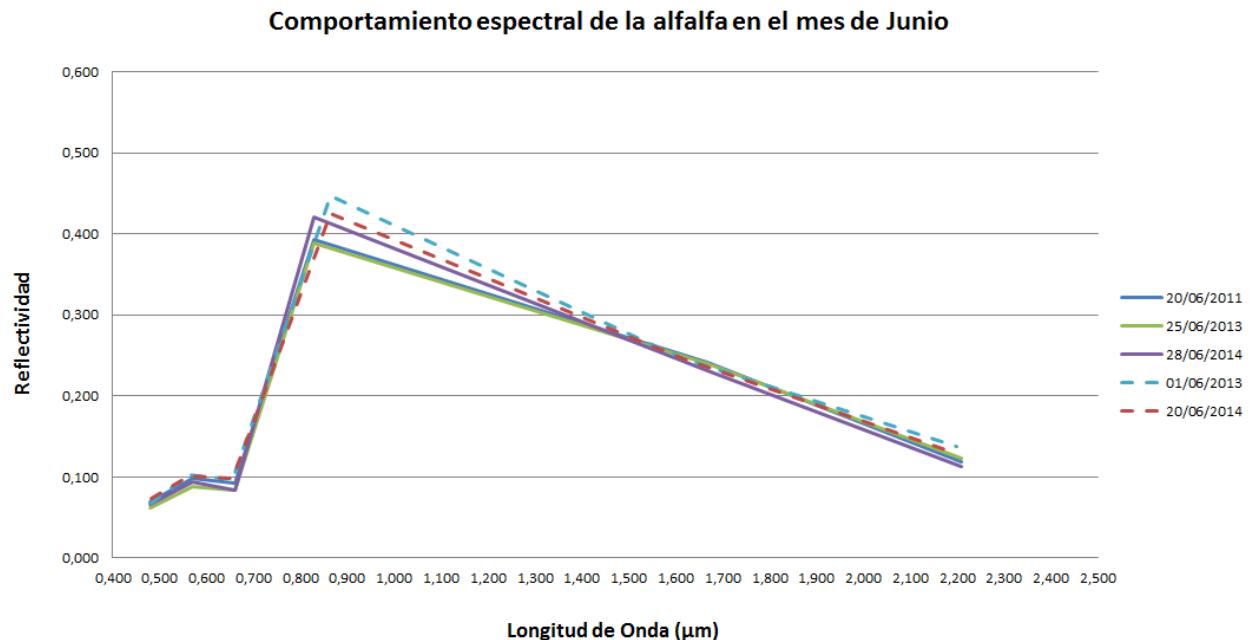


Figura 37. Análisis comparativo multitemporal de la respuesta espectral de la alfalfa en el mes de Junio.

Del análisis detallado de los diferentes cultivos, se ha caracterizado el comportamiento espectral de los estos a lo largo de su ciclo fenológico, lo cual nos permite poder analizar los momentos más idóneos para la identificación de cada uno de ellos, así como la posible confusión con otros cultivos en cada uno de los meses.

A continuación se describe de forma gráfica y detallada el comportamiento espectral de cada uno de los cultivos según el orden cronológico en el que se dan en la zona de estudio, así como su grado de confusión con otras especies presentes en la zona de estudio

- **Cereales de Invierno:**

Dentro de este grupo, y atendiendo a la superficie que ocupan dentro del área de estudio, se ha analizado el comportamiento de la cebada, el trigo blando y trigo duro.

Estas 3 especies presentan una fenología similar, presentando un máximo de actividad vegetativa en los entre los meses de marzo-mayo con su máximo en abril (algo mayor en la segunda quincena) y posteriormente decaen hasta su recolección que se da a finales de junio.

A continuación se expresa de forma gráfica el comportamiento fenológico de estas 3 especies, donde se observa la evolución descrita anteriormente, pasando de un estado reflectivo que se asemeja a la respuesta espectral tipo de un suelo (mes de febrero), pasando por su mayor estado vegetativo en los meses de abril, donde se puede observar la absorción clorofílica asociada a la banda 3 y el alto valor de la actividad fotosintética reflejado en los valores más elevados de la banda 4; finalmente es a partir de junio cuando su respuesta espectral se vuelve a asemejar al comportamiento de un suelo desnudo.

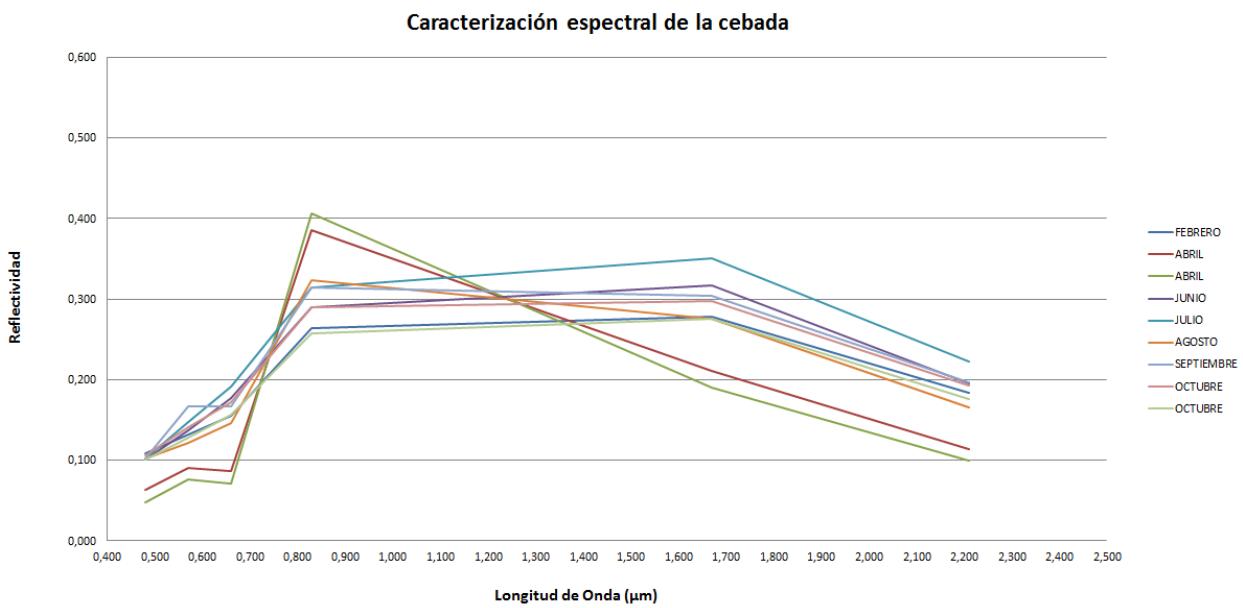


Figura 38. Caracterización espectral de la cebada.

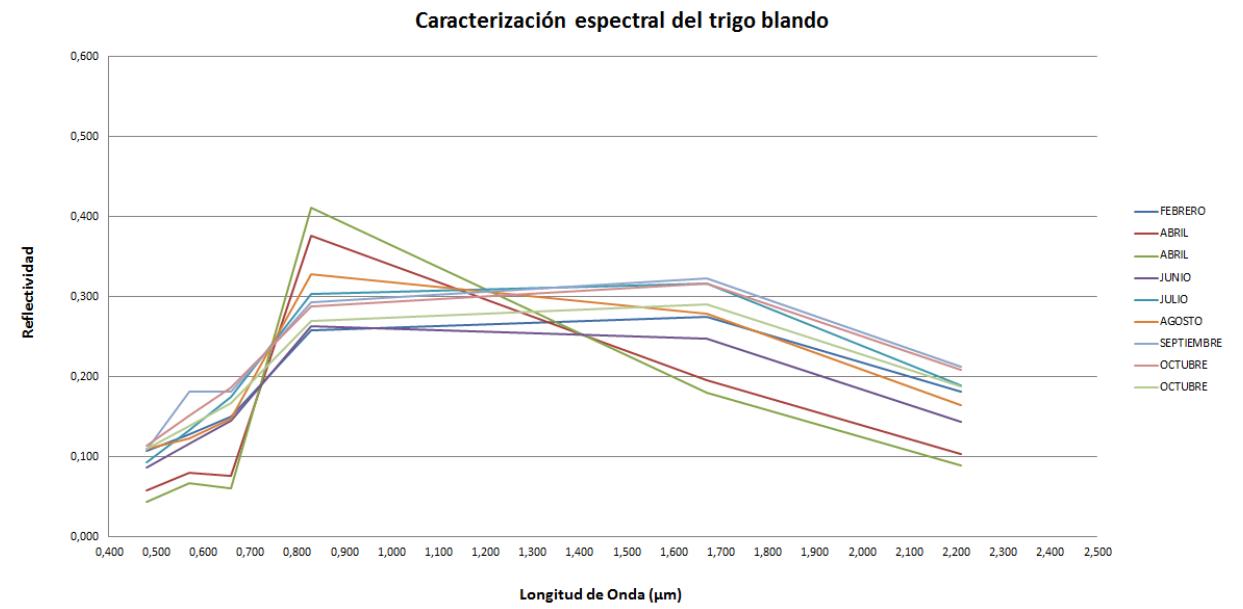


Figura 39. Caracterización espectral del trigo blando.

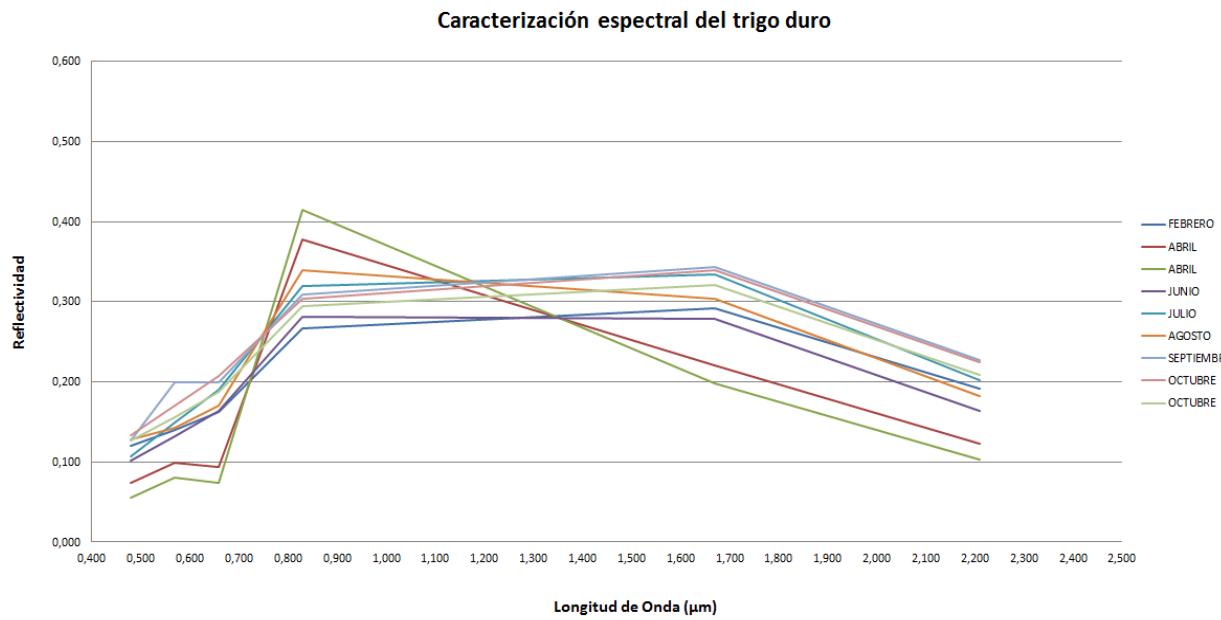


Figura 40. Caracterización espectral del trigo duro.

Tal y como se muestra en las siguientes gráficas, si se realiza un análisis comparativo entre estos cultivos se observa que el grado de confusión que presentan entre ellos, tanto en su momento de mayor actividad vegetativa como en periodo que comprende la etapa de crecimiento y senescencia, lo cual nos indica la dificultad para poder ser discriminados entre sí.

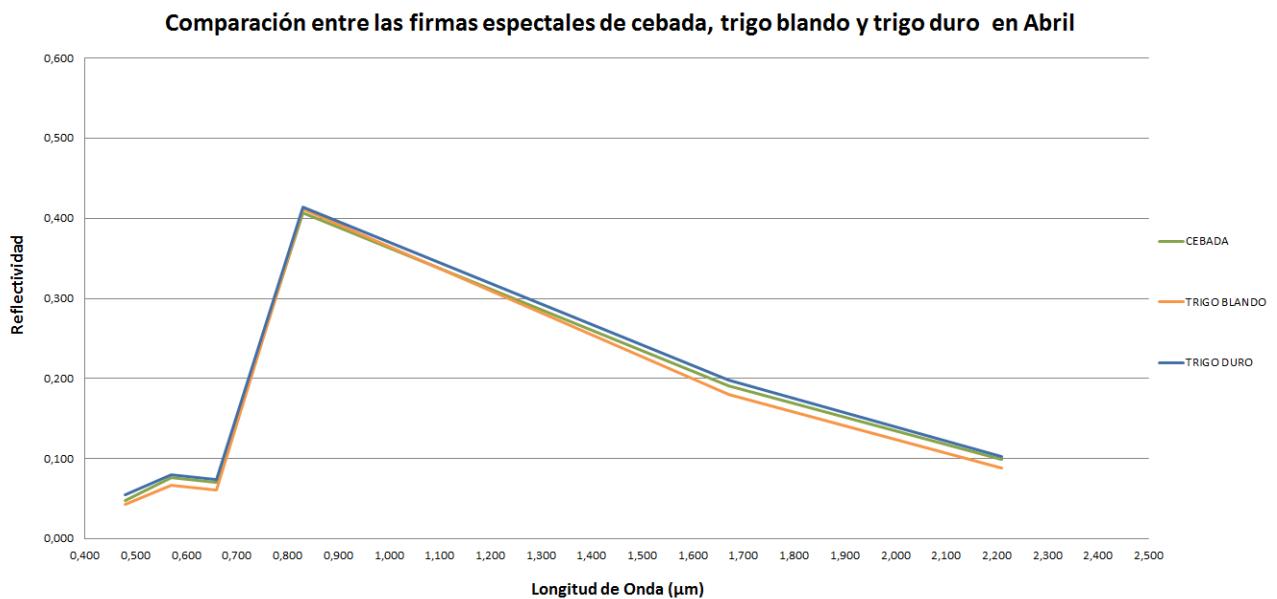


Figura 41. Comparación de la respuesta espectral entre los diferentes cereales de invierno en el mes de abril, momento de mayor actividad vegetativa.

### Análisis de separabilidad de las respuestas espectrales de los diferentes cereales de invierno en el mes de Abril

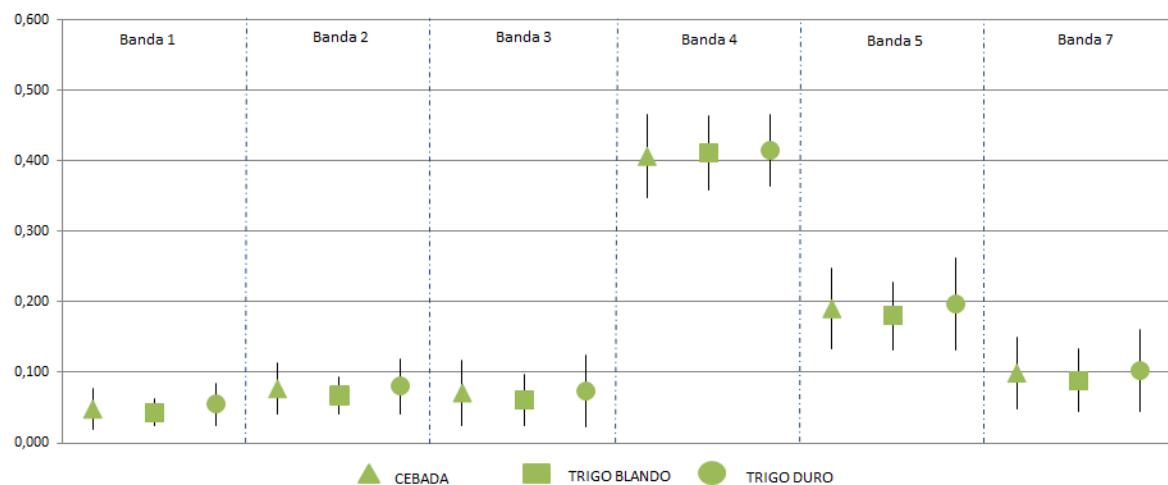


Figura 42. Grado de confusión entre los diferentes cereales de invierno en el momento de mayor actividad vegetativa.

### Comparación entre las firmas espectrales de cebada, trigo blando y trigo duro en Junio

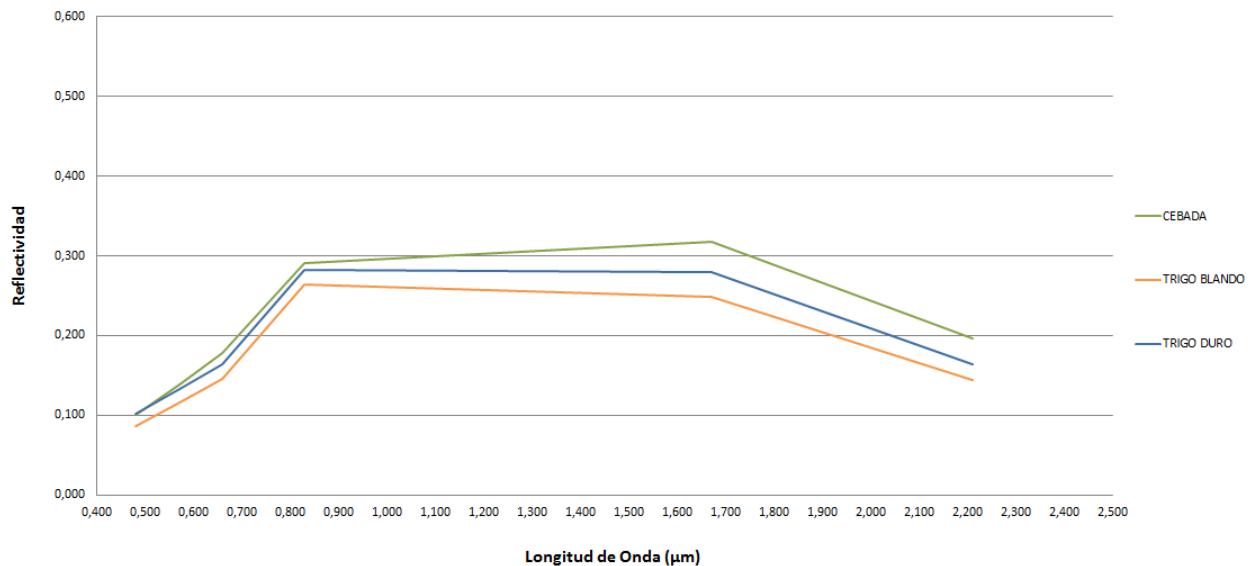


Figura 43. Comparación de la respuesta espectral entre los diferentes cereales de invierno en el mes de junio, momento de senescencia.

### Análisis de separabilidad de las respuestas espetrales de los diferentes cereales de invierno en el mes de Junio

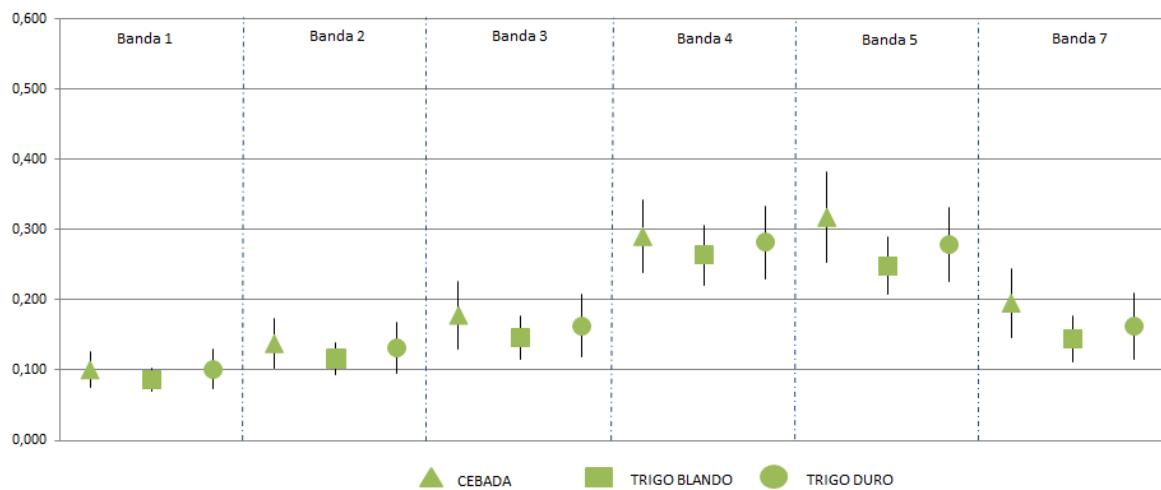


Figura 44. Grado de confusión entre los diferentes cereales de invierno en el momento de menor actividad vegetativa.

Una vez analizado el grado de confusión entre estas especies, se han estudiado las posibles interacciones con otros cultivos presentes en la zona de estudio, con el objetivo de identificar posibles confusiones con estas.

De este análisis, se han obtenido dos resultados diferentes dependiendo del periodo de estudio. Así en el periodo de mayor actividad vegetativa, estos cereales de invierno, se confunden con especies de carácter forrajero, presentes en la zona de estudio durante todo el año y las cuales se caracterizan por presentar una actividad vegetativa continua, únicamente alterada por los diferentes momentos de recolección (cortes) a los que son sometidos. La otra especie con la cual se confunde es guisante, coincidente en todo el periodo vegetativo de estas.

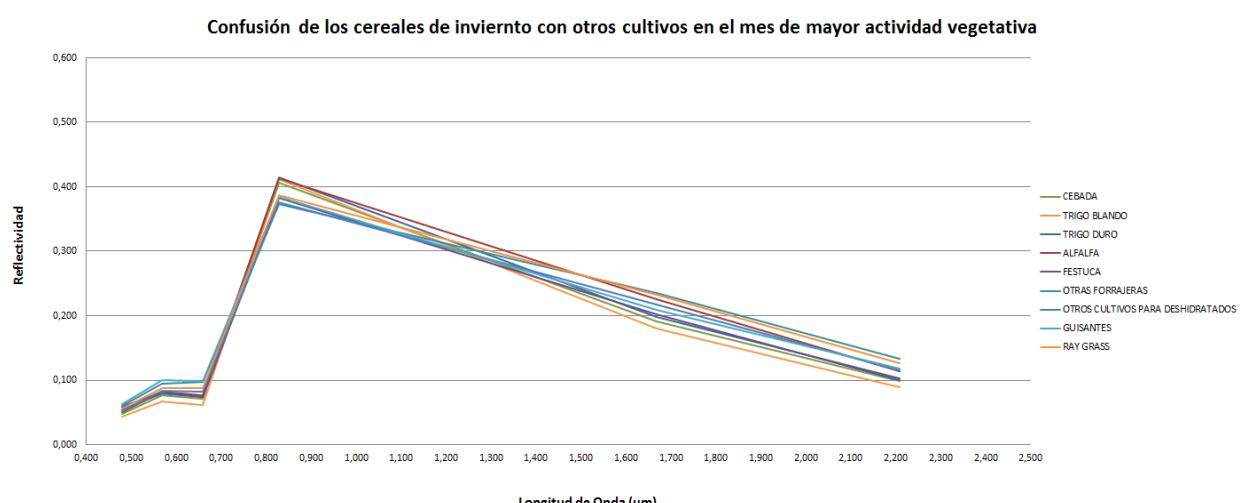


Figura 45. Grado de confusión de los cereales de invierno en su momento de mayor actividad vegetativa con otros cultivos presentes en la zona.

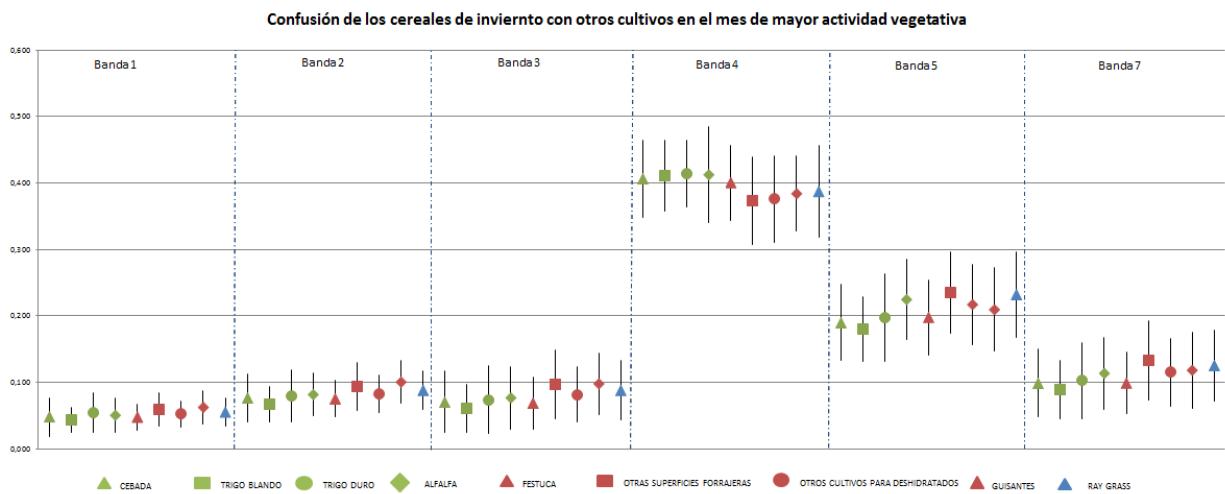


Figura 46. Grado de confusión de los cereales de invierno en su momento de mayor actividad vegetativa con otros cultivos presentes en la zona.

Por el contrario, en los momentos de menor actividad vegetativa, las parcelas que contienen estos cereales, tienden a confundirse con superficies que presentan escasa cobertura vegetal (no cultivos y barbechos) y con frutales como el almendro y el olivo. Esto se debe a que debido a la configuración en el marco de plantación, la respuesta espectral que capta el sensor de estos cultivos se ve condicionada en gran medida por la gran superficie de suelo que este registra.

A este factor, hay que sumarle las nuevas técnicas de cultivo, donde la distribución en forma de emparrado reduce aún más la fracción cabida cubierta que generan las ramas; incrementando la superficie de suelo descubierto.

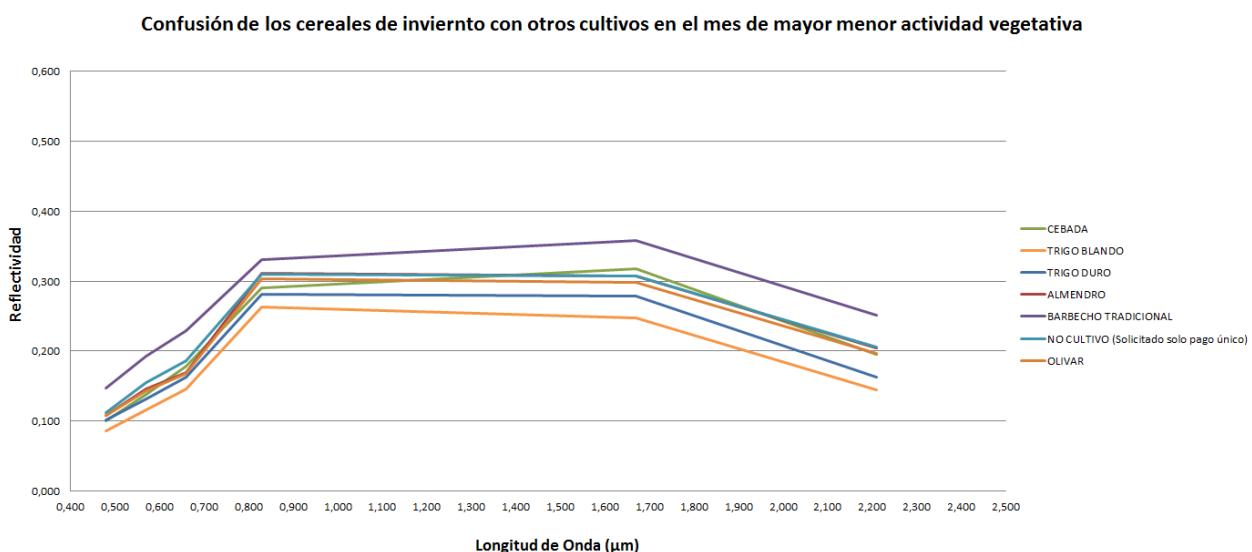


Figura 47. Grado de confusión de los cereales de invierno en su momento de menor actividad vegetativa con otros cultivos presentes en la zona.

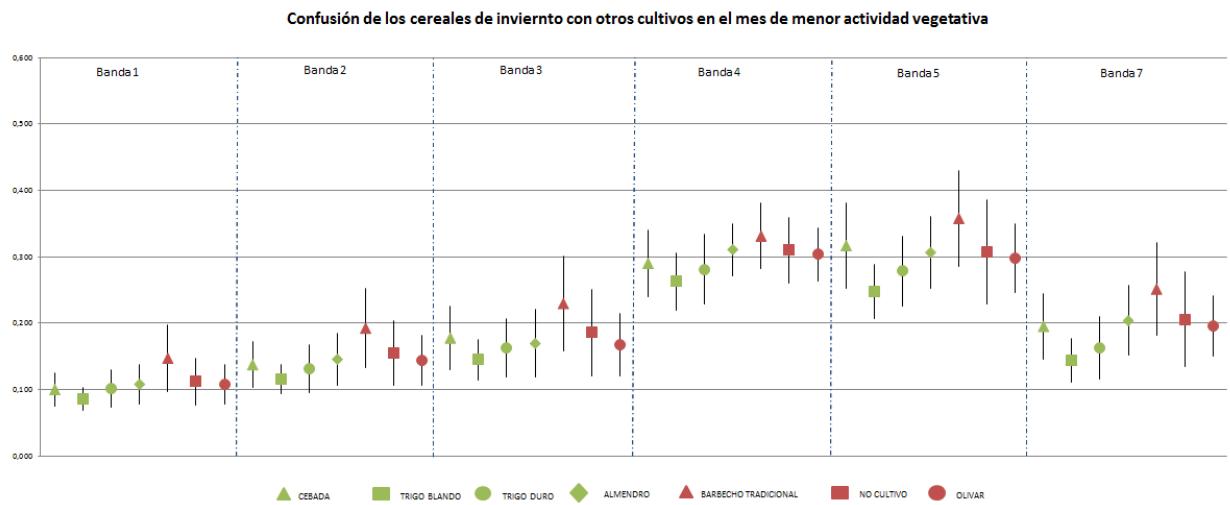


Figura 48. Grado de confusión de los cereales de invierto en su momento de menor actividad vegetativa con otros cultivos presentes en la zona.

- **Alfalfa:**

El cultivo de la alfalfa se caracteriza por estar presente en la totalidad del año, ya que se trata de una especie que no necesita ser retirada para seguir produciendo, y es recolectada a partir de varios cortes al año.

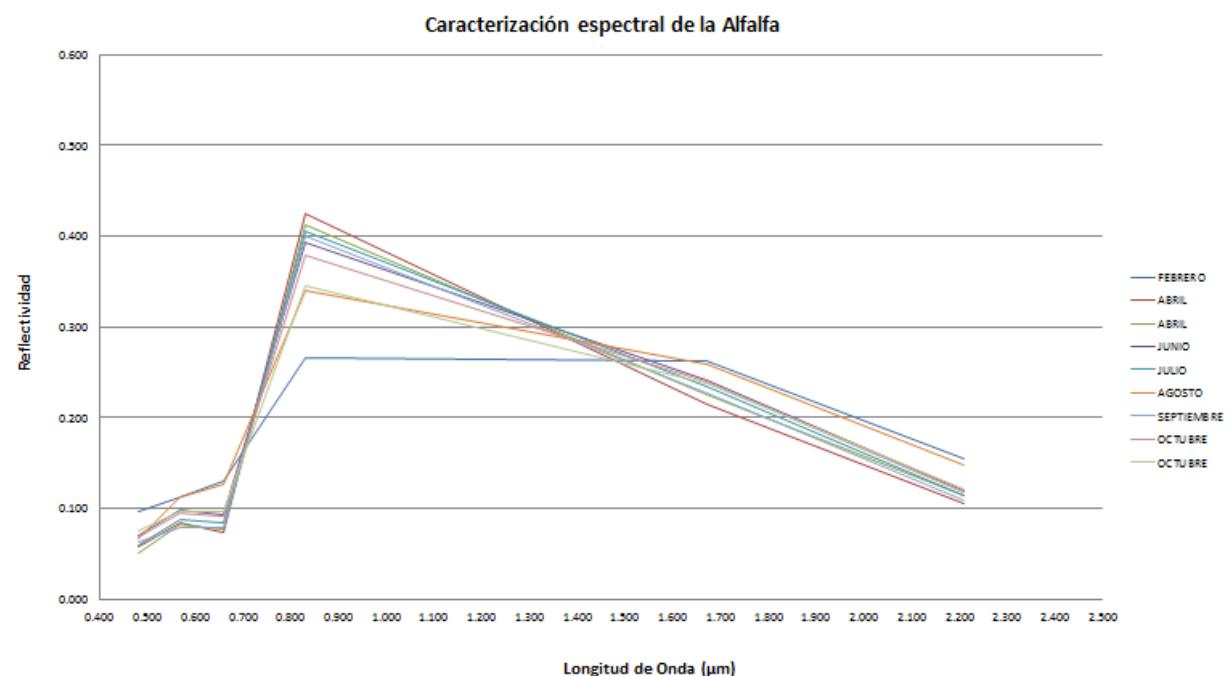


Figura 49. Caracterización espectral de la Alfalfa.

En el mes de abril, la alfalfa presenta una respuesta espectral que se confunde con los cereales de invierto, así como con otras especies forrajeras como la festuca y ray grass.



Figura 50. Grado de confusión de la alfalfa con otros cultivos presentes en la zona en el mes de abril.

En el mes de junio, los guisantes son cosechados, con lo cual su actividad vegetativa decrece o desaparece, mostrando un comportamiento espectral semejante al del suelo, y facilitando la diferenciación de la alfalfa y del resto de las especies forrajeras. Es en este momento cuando aparece una nueva especie (maíz), confundiéndose con el resto de las forrajeras y la propia alfalfa.

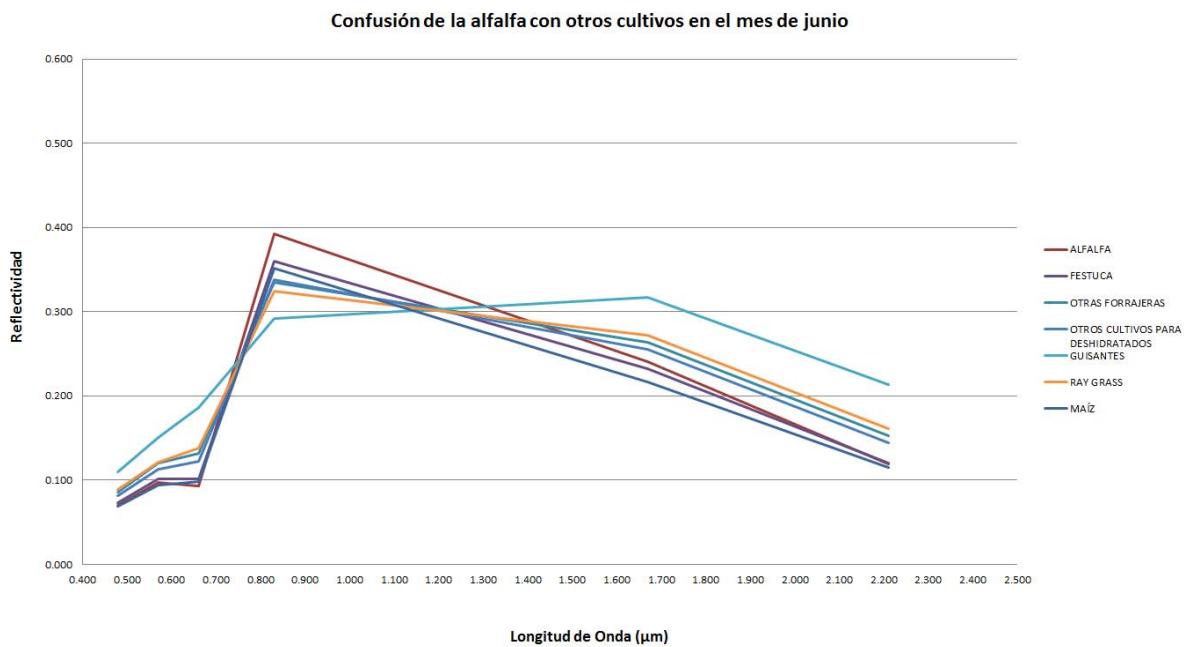


Figura 51. Grado de confusión de la alfalfa con otros cultivos presentes en la zona en el mes de junio.

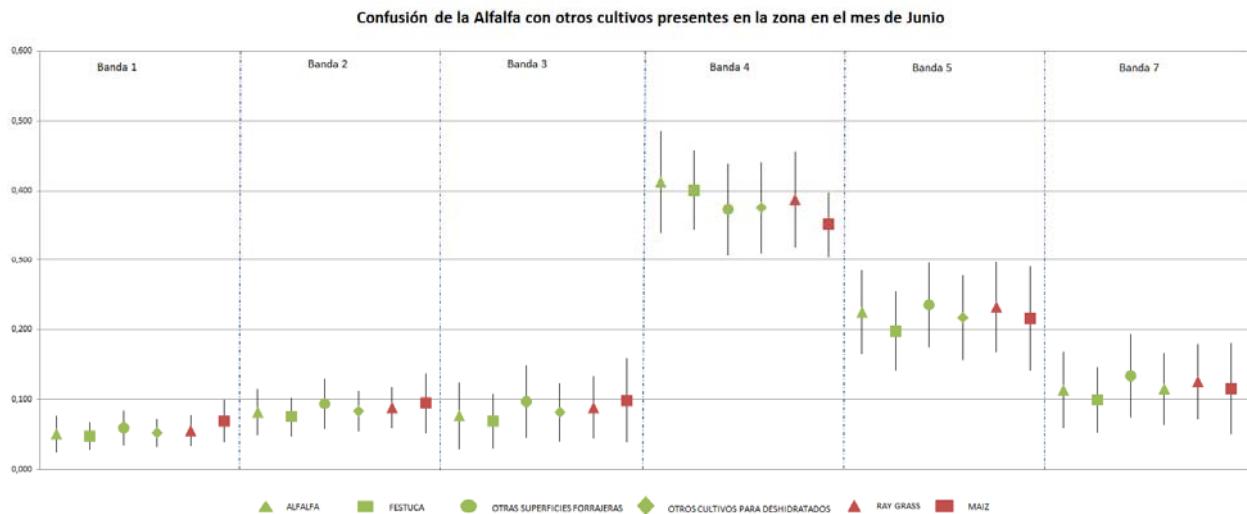


Figura 52. Grado de confusión de la alfalfa según intervalos de confianza con otros cultivos presentes en la zona en el mes de junio.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, en el mes de julio, la respuesta espectral de la alfalfa cambia con respecto al resto de las especies forrajeras, y se observa una mayor diferenciación, sobre todo con respecto a la respuesta que esta ofrece en el infrarrojo cercano (banda 4).

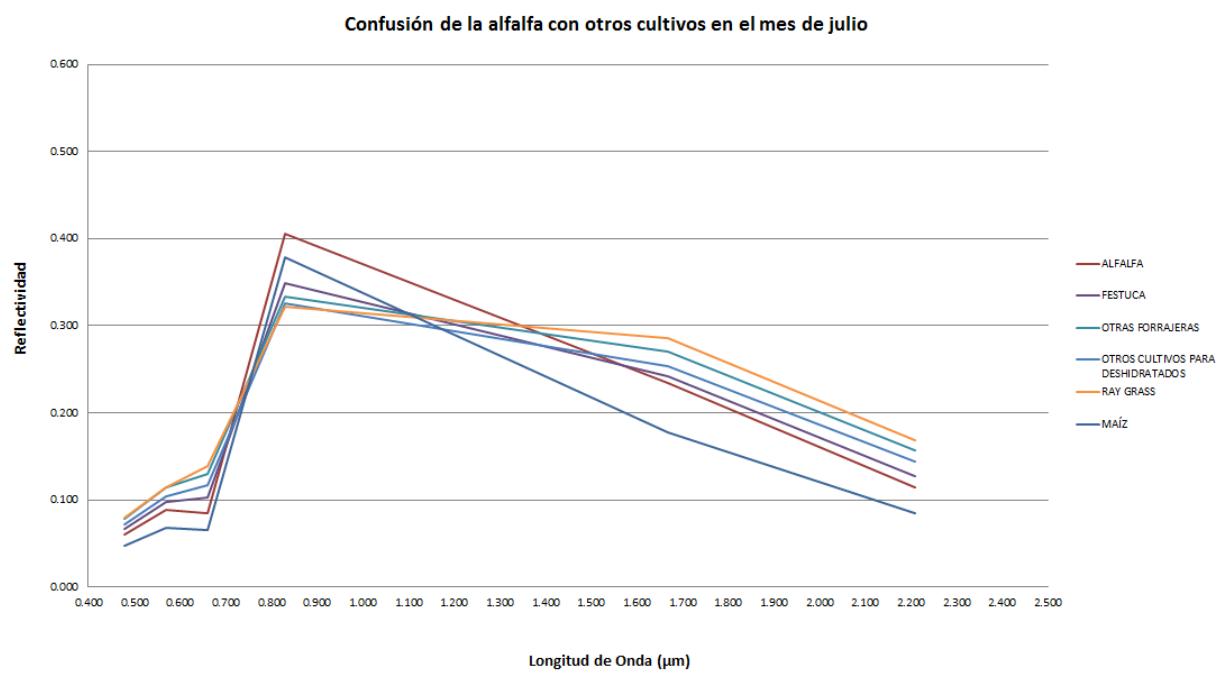


Figura 53. Grado de confusión de la alfalfa con otros cultivos presentes en la zona en el mes de julio.

- **Maíz:**

Los periodos de siembra para esta especie se dan a partir de la segunda quincena de Abril, y no es hasta junio cuando se comienza a observar una respuesta espectral que se identifique con su estado vegetativo, siendo el mes de Julio el máximo de esta. Posteriormente en el mes de Agosto y Septiembre se observa un decaimiento de esta actividad vegetativa que concluye con una fase de senescencia o fase seca en los meses posteriores.

Todos estos aspectos quedan claramente reflejados en la respuesta espectral que se extrae del análisis espectral de este tipo de cultivos y el cual se muestra a continuación.

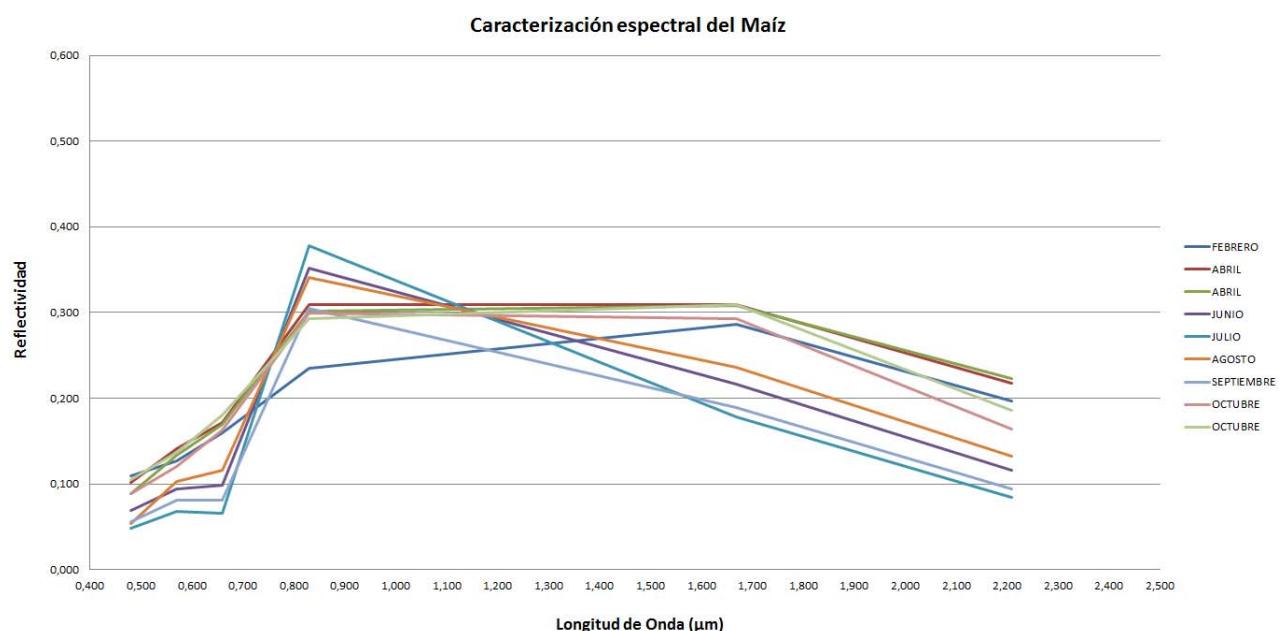


Figura 54. Caracterización espectral del Maíz.

Como se ha podido observar en el apartado anterior, en el mes de Junio, este cultivo se confunde con especies forrajeras como la alfalfa, festucas, etc, hecho que se desaparece en el mes de Julio, debido a una mayor actividad vegetativa del maíz con respecto de estas.

En el mes de Agosto cuando comienza el decaimiento vegetativo del cultivo, vuelve a confundirse de nuevo con las especies forrajeras anteriormente citadas, tal y como demuestra la siguiente gráfica.

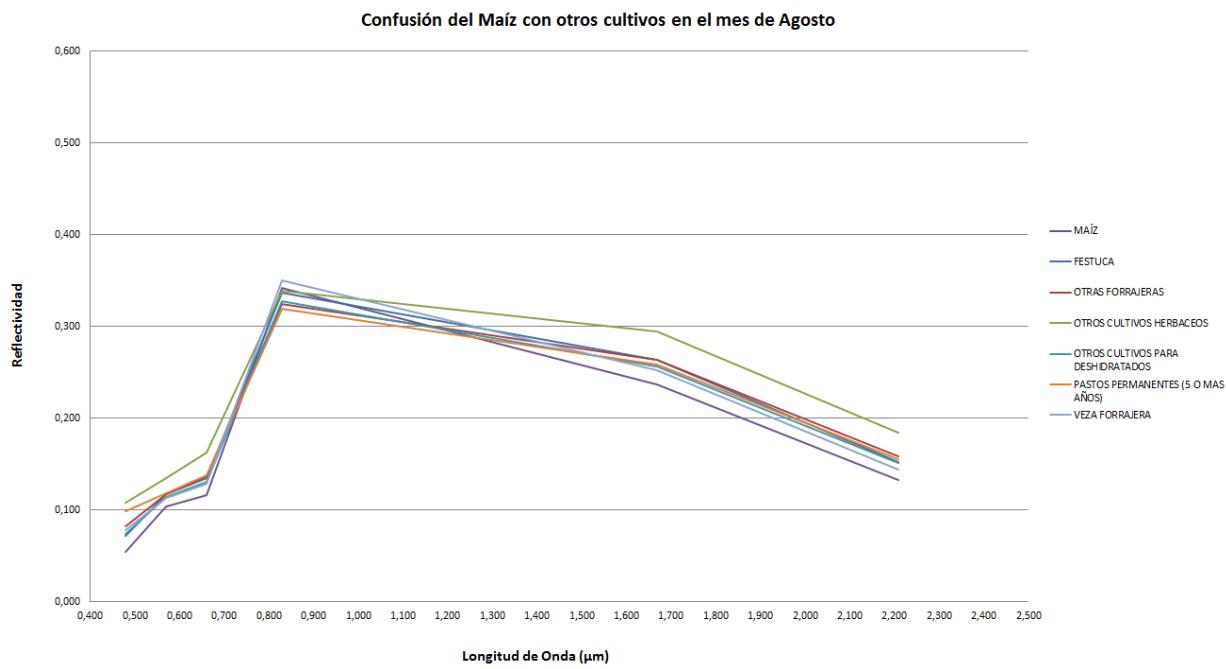


Figura 55. Grado de confusión del maíz con otros cultivos presentes en la zona en el mes de Agosto.

En el mes de Septiembre, la confusión con las clases “otros cultivos herbaceos” y “pastos permanentes” desaparece, mientras que el grado de confusión con el resto de las especies forrajeras se mantiene.

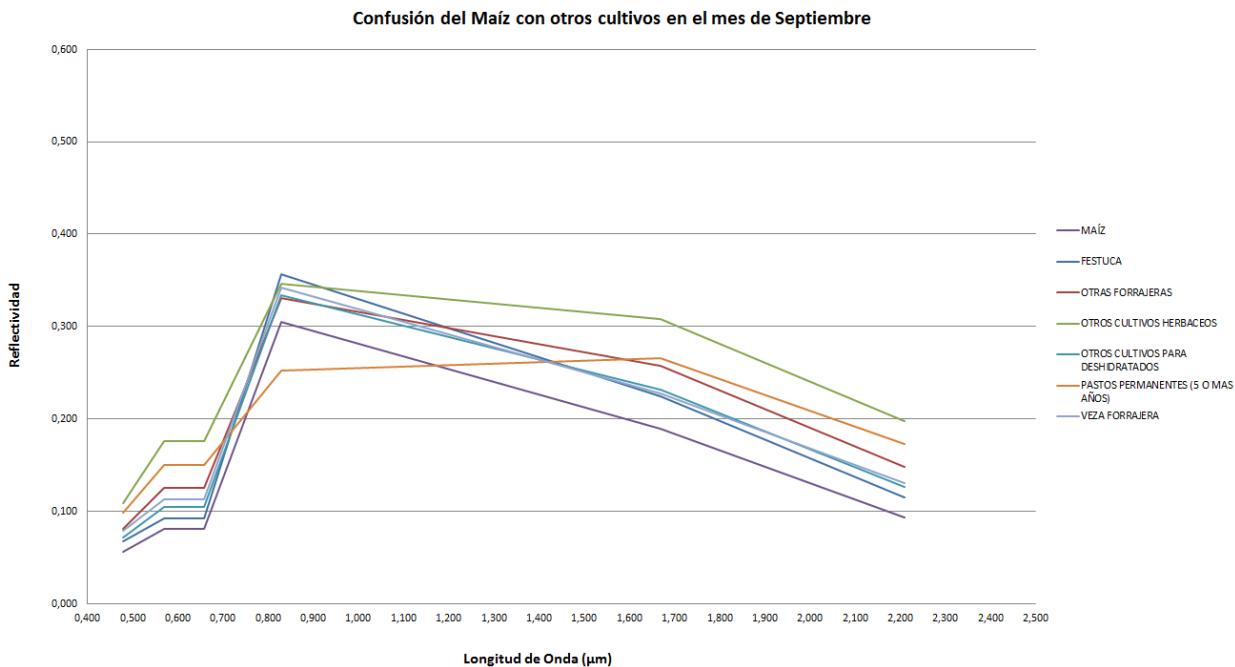


Figura 56. Grado de confusión del maíz con otros cultivos presentes en la zona en el mes de Septiembre.

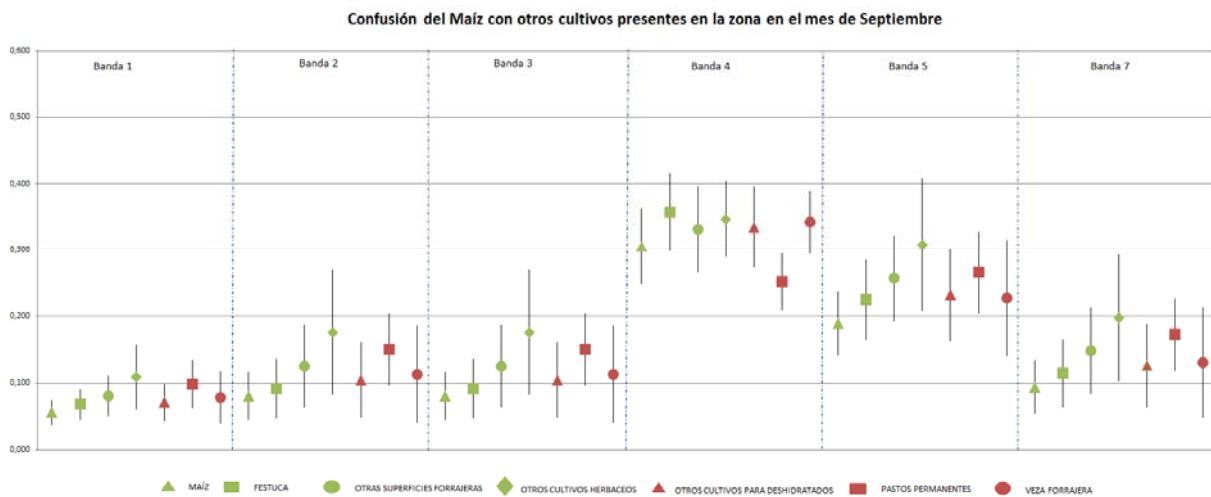


Figura 57. Grado de confusión del maíz según intervalos de confianza con otros cultivos presentes en la zona en el mes de septiembre.

A partir del mes de septiembre, el maíz comienza su fase de parada vegetativa, y comienza a secarse de marnera progresiva hasta su recolección. Durante estos meses que van desde octubre a finales de noviembre, la respuesta espectral se asemeja al que presentaban los cereales de invierno en su senescencia.

Al igual que sucedía con éstos, el grado de confusión aumenta con superficies dedicadas a barbecho, terrenos no cultivados y cultivos frutales que como se ha comentado con anterioridad ofrecen una respuesta espectral de este tipo debido a su disposición en el espacio.

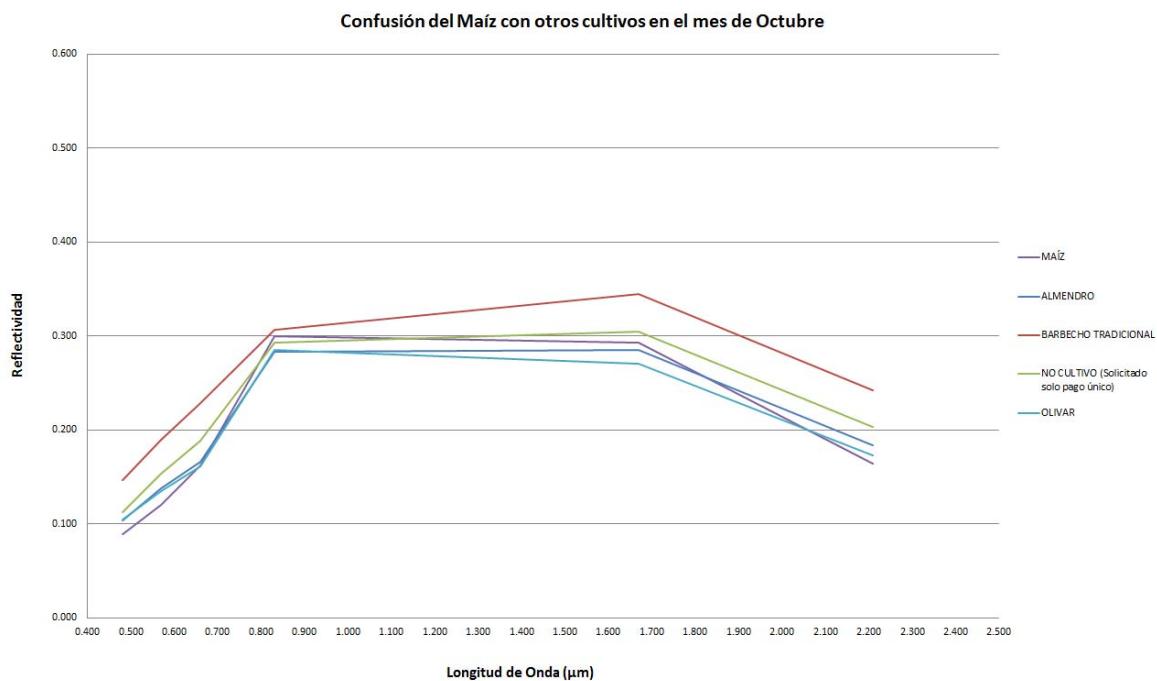


Figura 58. Grado de confusión del maíz con otros cultivos presentes en la zona en el mes de Octubre.

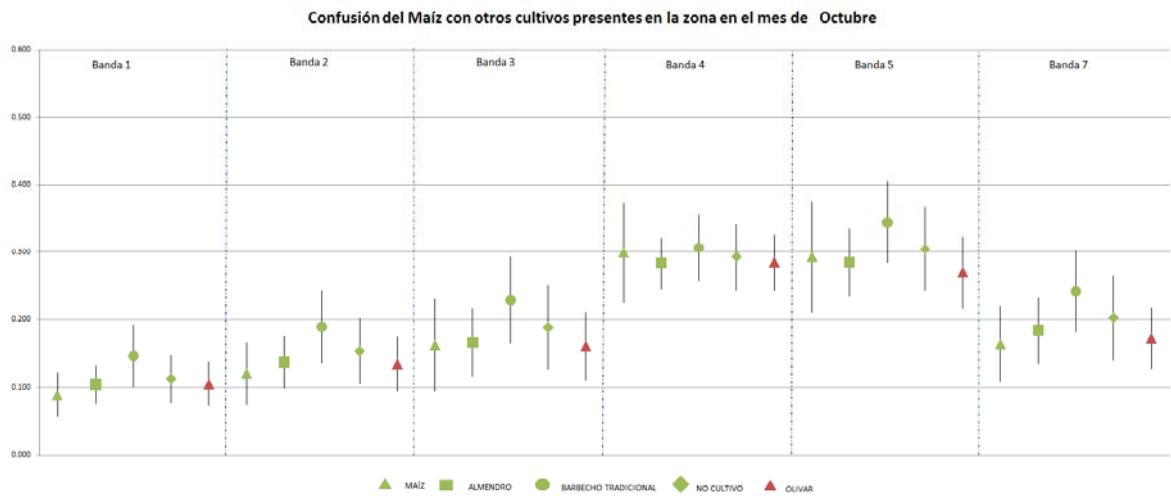


Figura 59. Grado de confusión del maíz según intervalos de confianza con otros cultivos presentes en la zona en el mes de octubre.

- **Arroz:**

El arroz es sembrado en abril haciéndose patente su respuesta espectral en el mes de junio, a partir de este momento esta aumenta hasta alcanzar un máximo en el mes de septiembre, para posteriormente comenzar su declinamiento vegetativo hasta la recolección. Este tipo de cultivo, se caracteriza por presentar unas necesidades hídricas mucho mayores que el resto, y es por ello que las parcelas donde se implanta deben permanecer continuamente inundadas; aspecto que hace que pueda ser diferenciado con mayor facilidad del resto de los cultivos.

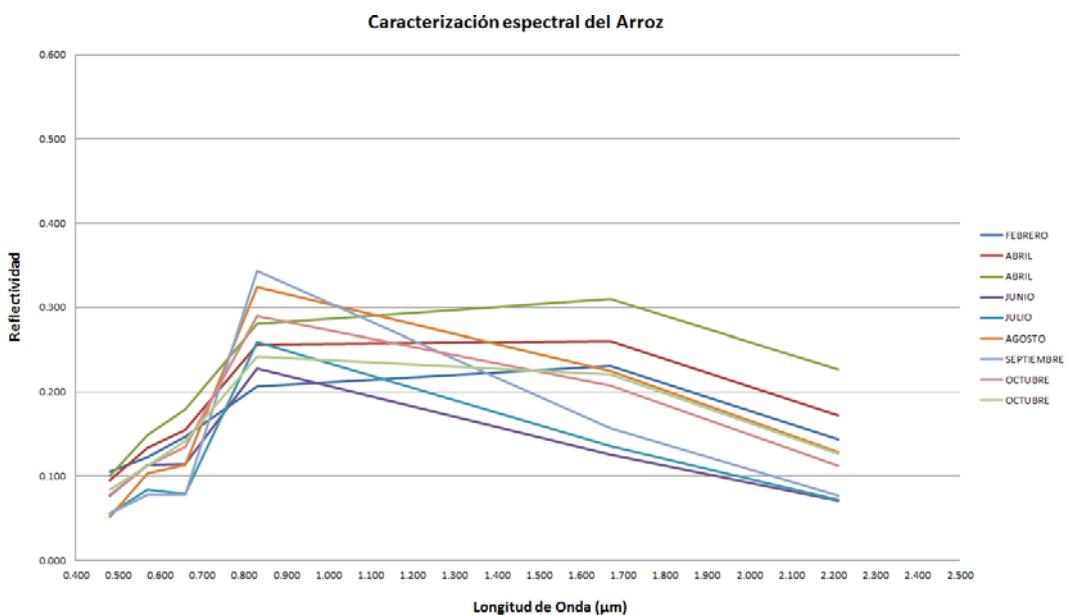


Figura 60. Caracterización espectral del Maíz.

## 11. CLASIFICACIÓN DIGITAL

El proceso de clasificación supone la fase culminante del análisis de imágenes, ya que buena parte de los procesos de pre tratamiento y análisis de las estadísticas que se han realizado con anterioridad están orientados a conseguir una buena clasificación digital.

El resultado de la clasificación digital es una cartografía e inventario de las cubiertas en estudio, transformando una imagen multibanda en otra imagen del mismo tamaño y características de las originales, con la diferencia de que los píxeles no presentan un valor de radiancia asociado, sino que se trata de un valor categórico asociado a una categoría asignada.

A partir de esta información es fácil generar cartografía temática, así como un inventario estadístico del número de píxeles asignados a las diferentes categorías.

De acuerdo a Cihlar et al. (1998), un método de clasificación debería de contar con las siguientes características:

1. **Fiable**.
2. **Reproducible** por otros dadas las mismas variables de entrada.
3. **Robusto** (no sensible a pequeños cambios en las condiciones de entrada, aunque permita explotar enteramente la información de esas variables).
4. **Exhaustivo**, que cubra todo el territorio de estudio.
5. **Objetivo**, que no esté marcado por las decisiones del intérprete.

De forma metodológica en el proceso de clasificación digital se puede resumir en las siguientes fases:

1. Definición digital de las categorías (fase de **entrenamiento**).
2. Agrupación de los píxeles de la imagen en una de esas categorías (fase de **asignación**).
3. Comprobación y **verificación** de resultados.

Previo al desarrollo del proceso de clasificación se debe de definir un año de estudio que aporte información previa suficiente al periodo establecido como objetivo para la identificación de los cultivos en la zona de estudio (20 de junio-10 de julio). Si revisamos la información disponible, en cuanto a imágenes se refiere, el año 2011 aporta información previa y posterior a esta fecha objetivo, por lo que se opta por utilizar dichas imágenes en el proceso de clasificación.

Se han planteado diferentes alternativas en el momento de la clasificación, por un lado se ha desarrollado todo el proceso con la imagen correspondiente al mes de Julio (mes objetivo del estudio) de forma independiente, para posteriormente realizarlo con la combinación de varios meses, lo que aporta una mayor diferenciación entre las diferentes categorías.

---

Las combinaciones analizadas son las siguientes:

- Combinación de la imagen 01/04/2011 con la imagen 06/07/2011.
- Combinación de la imagen 17/04/2011 con la imagen 06/07/2011.
- Combinación de la imagen 01/04/2011 con la imagen 20/06/2011.
- Combinación de la imagen 17/04/2011 con la imagen 20/06/2011.

A continuación y a modo de ejemplo se muestra una comparativa entre el aspecto visual que ofrece la imagen correspondiente al mes de julio en una combinación 4-5-3 frente a la unión de dicha imagen con la correspondiente a la primera quincena del mes de abril (combinación 4-10-3).

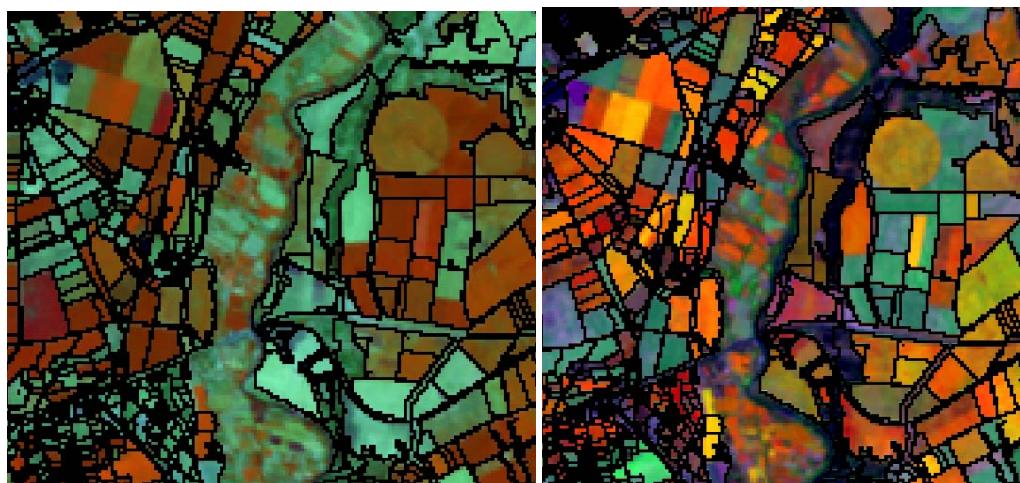


Figura 61. Comparación visual entre una imagen simple y otra combinada.

### 11.1. FASE DE ENTRENAMIENTO

Al igual que en cualquier muestreo, el objetivo de esta fase es obtener los resultados más precisos con el mínimo coste. Es decir, identificar debidamente las distintas categorías, reduciendo a lo imprescindible los trabajos de campo. Al igual que en otras aplicaciones de muestreo, las estimaciones posteriores se basan sobre la muestra seleccionada por lo que una incorrecta selección de esta conducirá a un peor resultado en el proceso de clasificación posterior (Chuvieco, 2010).

En función de la forma de proceder para el entrenamiento, este se puede clasificar en:

- **Supervisado:** en el que el operador delimita una muestra de píxeles, a partir de la cual el sistema extraerá los parámetros espectrales de la categoría informacional. Parte del conocimiento previo del terreno (salida de campo, análisis visual, cartografía temática...) para la selección de muestras en el entrenamiento.
- **No supervisado:** el software de procesamiento, a partir de unas instrucciones mínimas, busca agrupamientos naturales de píxeles con valores homogéneos.

Dado que en nuestro supuesto se parte de una información previa (parcelas con declaración de cultivos PAC), se ha optado por la utilización de un método supervisado que nos permita extraer la información referente a los cultivos presentes en la zona de estudio.

Una vez seleccionado el método de entrenamiento, el siguiente paso es definir una leyenda o categorías informacionales que se van a analizar en la imagen. Para ello se ha partido de un análisis tanto de superficies como de número de parcelas que ocupan cada uno de los cultivos que configuran la totalidad de la muestra con el objetivo de seleccionar aquellos que representen una muestra suficientemente amplia para poder ser clasificados. De este análisis se han concretado un total de 25 cultivos, los cuales se muestran detallados en la siguiente tabla.

CULTIVOS	Nº parcelas	Nº pixeles	Sup (Has)
ALFALFA	10542	254378	22894,02
ALMENDROS	486	2911	261,99
ARROZ	3753	76187	6856,83
AVENA	141	1876	168,84
BARBECHO TRADICIONAL	2309	26749	2407,41
CEBADA	16571	215844	19425,96
FESTUCA	2025	33841	3045,69
GIRASOL	292	4055	364,95
GUISANTES	675	25535	2298,15
MAIZ	10494	277967	25017,03
MELOCOTONERO	129	9046	814,14
NECTARINA	136	7776	699,84
NO CULTIVO (Solicitado solo pago único)	8004	82736	7446,24
OLIVAR	962	2561	230,49
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	970	9076	816,84
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	256	3259	293,31
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	642	11403	1026,27
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	2841	46469	4182,21
RAY GRASS	1101	30138	2712,42
SORGO	297	3787	340,83
TRIGO BLANDO	6964	100991	9089,19
TRIGO DURO	1993	32888	2959,92
TRITICALE	130	1834	165,06
VEZA FORRAJERA	491	9799	881,91
VEZA GRANO	181	2957	266,13

Tabla 21. Selección de cultivos para el proceso de clasificación.

Una vez definidas las categorías para la clasificación, se deben de definir las áreas de entrenamiento que son las que van a recoger la información contenida en los píxeles de la imagen.

Dado que no se precisa de una verdad terreo que aporte información sobre los cultivo presentes en el área de estudio, se han tomado los resultados declarados en la PAC, como referencia para el entrenamiento. Así pues de la totalidad de las parcelas por cultivo se han seleccionado aquellas cuyos valores de reflectividad para cada una de las bandas, se encuentre dentro del intervalo definido por la media  $\pm 1DS$  de la respuesta espectral máxima en el momento de mayor actividad vegetativa.

De este modo se excluye del análisis aquellas parcelas que se desvían de este valor y que por lo tanto son más probables de pertenecer a otro uso al que la declaración hace referencia.

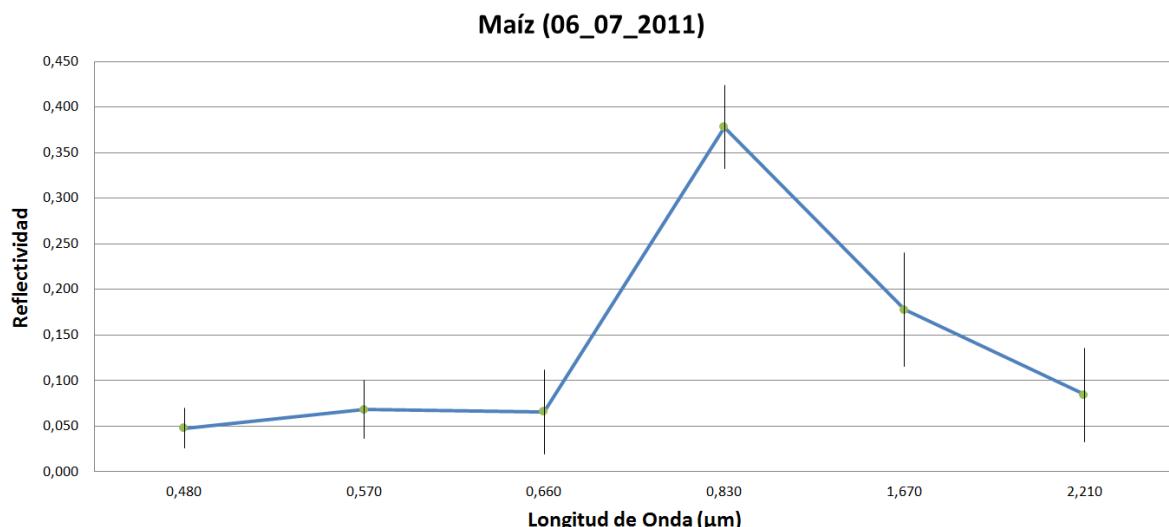


Figura 62. Representación gráfica de los intervalos utilizados para la obtención de las áreas de entrenamiento en el supuesto del maíz.

	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
<b>M+1DS</b>	0,070	0,101	0,112	0,424	0,240	0,136
<b>M-1DS</b>	0,026	0,036	0,020	0,332	0,115	0,033
<b>MEAN</b>	0,048	0,068	0,066	0,378	0,178	0,084

Tabla 22. Valores de los intervalos de confianza para discriminar las áreas de entrenamiento de maíz.

Una vez definidas todas aquellas parcelas que cumplen los objetivos anteriormente mencionados, se han seleccionado un 20% de estas por cada una de las categorías para el proceso de clasificación.

La elección de este porcentaje no es al azar, sino que se ha adaptado a los condicionantes técnicos que ofrece el software encargado del proceso (ERDAS).

Finalizada la selección de las áreas de entrenamiento, se calculan las estadísticas elementales de cada categoría, a partir de los valores de reflectividad de todos los píxeles incluidos en las áreas de entrenamiento de esa clase, teniendo en cuenta todas las bandas que intervendrán en la clasificación.

Se asume que las áreas de entrenamiento son fieles representantes de las distintas categorías, y que por tanto, las medias extraídas a partir de sus valores de reflectividad definen convenientemente a esas clases.

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	ALFALFA	Green	0.000	1.000	0.000	3093	3093	25184	1.000	✓	✓	✓	✓	
2	ALMENDROS	Brown	0.824	0.706	0.549	1	3094	247	1.000	✓	✓	✓	✓	
3	ARROZ	Cyan	0.000	1.000	1.000	2	3095	8906	1.000	✓	✓	✓	✓	
4	AVENA	Yellow	1.000	0.843	0.000	3	3096	173	1.000	✓	✓	✓	✓	
5	BARBECHO TRADICIONAL	Dark Red	0.647	0.165	0.165	4	3097	2142	1.000	✓	✓	✓	✓	
6	CEBADA	Yellow	1.000	0.843	0.000	5	3098	19146	1.000	✓	✓	✓	✓	
7	FESTUCA	Green	0.498	1.000	0.000	6	3099	4974	1.000	✓	✓	✓	✓	
8	GIRASOL	Pink	1.000	0.753	0.796	7	3100	205	1.000	✓	✓	✓	✓	
9	GUISANTES	Black	0.000	0.392	0.000	8	3101	1844	1.000	✓	✓	✓	✓	
10	MAIZ	Orange	1.000	0.647	0.000	9	3102	25330	1.000	✓	✓	✓	✓	
11	MELOCOTONERO	Pink	0.933	0.510	0.333	10	3103	860	1.000	✓	✓	✓	✓	
12	NECTARINA	Purple	0.627	0.126	0.941	11	3104	640	1.000	✓	✓	✓	✓	
13	NO CULTIVO	Grey	0.753	0.753	0.753	12	3105	5153	1.000	✓	✓	✓	✓	
14	OLIVAR	Green	0.187	0.642	0.138	13	3106	38	1.000	✓	✓	✓	✓	
15	OTROS CULTIVOS HERBACEOS	Dark Green	0.515	0.611	0.209	14	3107	206	1.000	✓	✓	✓	✓	
16	OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	Yellow	0.702	0.702	0.138	15	3108	674	1.000	✓	✓	✓	✓	
17	OTROS CULTIVOS PARA DESHORNAR	Green	0.365	0.690	0.130	16	3109	1122	1.000	✓	✓	✓	✓	
18	PASTOS PERMANENTES (50)	Green	0.017	0.723	0.310	17	3110	2319	1.000	✓	✓	✓	✓	
19	RAY GRASS	Yellow	0.858	0.614	0.002	18	3111	2115	1.000	✓	✓	✓	✓	
20	SORGO	Yellow	0.831	0.917	0.003	19	3112	330	1.000	✓	✓	✓	✓	
21	TRIGO BLANCO	Purple	0.367	0.001	0.819	20	3113	9781	1.000	✓	✓	✓	✓	
22	TRIGO DURO	Blue	0.140	0.032	0.808	21	3114	3127	1.000	✓	✓	✓	✓	
23	TRITICALE	Blue	0.001	0.491	0.839	22	3115	214	1.000	✓	✓	✓	✓	
24	VEZA FORRAJERA	Red	0.832	0.008	0.222	23	3116	715	1.000	✓	✓	✓	✓	
25	VEZA GRANO	Red	0.998	0.018	0.002	24	3117	98	1.000	✓	✓	✓	✓	

Figura 63. Vista del archivo .sig que recoge la información espectral de cada una de los diferentes cultivos.

Independientemente del método empleado en definir la fase de entrenamiento, antes de abordar el proceso de clasificación propiamente dicho, conviene reflexionar sobre la separabilidad de las categorías seleccionadas. Se trata de evaluar si esas clases pueden discriminarse sin grave riesgo de error. Si se comprueba que dos o más son muy similares lo más probable es que haya confusión entre ellas, por lo que resultaría aconsejable o bien revisar las estadísticas de entrenamiento, para confirmar si han sido bien seleccionadas las áreas de entrenamiento, o adoptar una leyenda más general, con nuevas categorías que supongan una mezcla de las que ofrecen mayor riesgo de confusión.

A la hora de valorar las separabilidad, existen varios métodos, tanto gráficos como numéricos.

Para el caso en cuestión se ha optado por la implantación de un método estadístico-cuantitativo, basado en el estadístico de divergencia transformada.

$$DT_{AB} = c(1 - \exp(-Div_{AB}/8))$$

Donde  $c$  indica el valor máximo de la divergencia, sus valores se clasifican en:

- Optimo → >1.900
- Aceptable → 1.900-1.700.
- Mala o regular → <1.700

---

Si analizamos por separado la separabilidad en el proceso de clasificación de las imágenes de forma independiente frente a las uniones entre los diferentes meses, se observa unos mejores resultados en aquellas imágenes resultado de la unión.

Esto se debe a que para una imagen se incorpora la respuesta espectral para cada uno de los cultivos en dos momentos fenológicos diferentes, lo cual aporta una mayor diferenciación entre las respuestas espectrales por cada uno de los cultivos.

## 11.2. ASIGNACIÓN EN FUNCIÓN DE CRITERIOS DE SIMILITUD

En esta fase se trata de adscribir cada uno de los píxeles de la imagen a una de las clases previamente seleccionadas. Esta asignación se realiza en función de los valores de reflectividad de cada píxel, para cada una de las bandas que intervienen en el proceso. El resultado del proceso será una nueva imagen, cuyos valores de reflectividad expresan la categoría temática a la que se ha adscrito cada uno de los píxeles de la imagen original.

Los criterios más comunes para establecer estas fronteras estadísticas entre clases son:

1. **Mínima distancia**, por el cual el píxel se asigna a la clase más cercana espectralmente.
2. **Paralelepípedos**, que permite señalar al usuario unos umbrales de dispersión espectral asociada a cada clase.
3. **Máxima probabilidad**, en donde el píxel se asigna a aquella clase con la que posee mayor probabilidad de pertenencia.

Se ha generado una cartografía temática por cada una de las imágenes analizadas, utilizando en el proceso de asignación el método de máxima probabilidad descrito anteriormente.

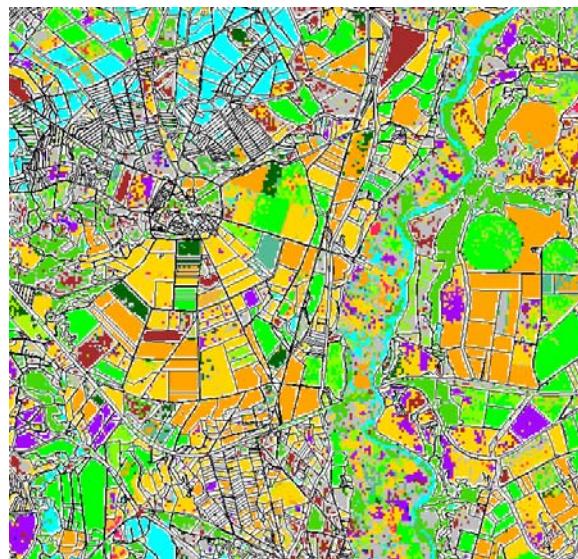


Figura 64. Recorte del resultado de la fase de asignación para una imagen en estudio.

Estas imágenes serán implementadas en el proceso de verificación para la obtención del ajuste entre los datos calculados y los datos que se disponen para la validación.

---

### 11.3. VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

En el proceso de verificación de una imagen clasificada, la recogida de la clase de referencia y la extracción del valor de la imagen permitirá obtener un listado de puntos de verificación, para los que poseemos tanto su cobertura real como la deducida por la clasificación.

Partiendo de la necesidad de presentar de manera conjunta la información la información real frente la extraída del proceso de clasificación, en aquellas parcelas que no han sido destinadas al proceso de entrenamiento, se les ha extraído la información contenida en la capa temática que contiene la información de los cultivos según el proceso de asignación aplicado.

Dado que la información real y por tanto el resultado se debe de expresar a nivel de parcela, se debe de generalizar la información previamente, ya que los píxeles que son englobados por cada una de las parcelas “test” no han sido asignados en toda su totalidad a una única clase, sino que presentan píxeles aislados.

La aplicación de un filtro de moda con una ventana de 3X3 resulta insuficiente e impreciso, pues distorsiona la información en gran medida, es por lo que se ha optado por realizar un análisis zonal en el que la categoría asignada a nivel de parcela se basa en un estadístico de moda (valor que más se repite).

Una vez han sido asignados a cada una de la parcelas el valor calculado, se puede generar una tabla, denominada “matriz de confusión” que recoge los conflictos que se presentan entre categorías. En estas matrices las filas suelen indicar las clases de referencia, y las columnas las categorías deducidas de la clasificación.

El interés de estas tablas de confusión proviene de su capacidad para plasmar los conflictos entre categorías, de esta forma no solo se conoce la fiabilidad global de la clasificación, sino también la exactitud conseguida para cada una de las clases, así como los conflicto que existen entre ellas (Chuvieco, 2010).

Estas tablas han sido generadas para cada una de las clasificaciones realizadas con cada imagen y a partir de estas se ha extraído el porcentaje de acierto con respecto a la superficie que ha sido clasificada de forma correcta con respecto al total de la superficie dedicada a cada clase.

Dada la gran extensión de las mismas, estas se muestran dentro del Anexo7.

Cultivos	Total_superficie (Has)	Acierto (%)
ALFALFA	99505800	63,17
ALMENDROS	505800	0,00
ARROZ	28825200	96,83
AVENA	449100	0,00
BARBECHO TRADICIONAL	8377200	49,86
CEBADA	72118800	61,62
FESTUCA	10205100	36,07
GIRASOL	518400	0,00
GUISENTES	8949600	48,93
MAIZ	94205700	85,58
MELOCOTONERO	4041900	35,76
NECTARINA	3958200	15,39
NO CULTIVO (Solicitado solo pago único)	17296200	31,37
OLIVAR	1215900	0,00
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	2531700	0,50
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	1125900	0,00
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	2845800	16,48
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	7468200	76,73
RAY GRASS	10091700	14,13
SORGO	1323900	25,63
TRIGO BLANDO	34254000	45,11
TRIGO DURO	11975400	52,16
TRITICALE	765900	0,00
VEZA FORRAJERA	3517200	12,23
VEZA GRANO	564300	0,00

Tabla 23. Acierto en la clasificación de la imagen resultado de la unión 17\_Abril-20\_Junio.

---

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las imágenes de satélite aportan, a los estudios de carácter agronómico, información espacial y temporal actualizada que permite analizar el grado de homogeneidad o variabilidad que ofrecen los cultivos. Constituyen así una potente herramienta que sirve para conseguir una gestión más eficiente de los recursos a la vez que se produce un incremento de la rentabilidad de las diferentes explotaciones.

El proceso metodológico descrito en el presente trabajo detalla los pasos a seguir para la caracterización espectral del comportamiento fenológico de los diferentes cultivos presentes en la zona de estudio, sentando las bases para poder abordar un correcto proceso de clasificación y permitiendo discernir los momentos o etapas del proceso vegetativo de los diferentes cultivos, en los cuales la separabilidad entre las respuestas espectrales de las diferentes clases es mayor.

Así pues, se ha realizado un análisis detallado del grado de confusión que presentan los cultivos entre sí, de donde se ha podido observar la gran semejanza que, en cuanto a respuesta espectral, ofrecen las especies forrajeras, así como la persistencia de actividad vegetativa a lo largo de casi todo el año.

Destacar la importante presencia del efecto del suelo sobre aquellas parcelas destinadas a cultivos de árboles frutales, en las que, debido a su morfología en cuanto a marco de plantación se refiere, dejan entrever gran superficie de suelo, lo que les hace confundirse con especies vegetales en momentos de senescencia (caso de los cereales de invierno y maíz).

Por otro lado, destacar la diferenciación que ofrecen las parcelas destinadas a arroz frente al resto de los cultivos, como resultado del grado de saturación hídrica que ofrecen las parcelas donde son implantadas.

De los diferentes procesos de clasificación aplicados a las imágenes, se ha observado que en aquellos que son el resultado de la unión de dos escenas en las que las especies en estudio se encuentran en estados vegetativos diferentes los grados de acuerdo entre la información declarada y clasificada son mayores.

No obstante, estos resultados se han visto condicionados por la falta de información que se genera en la imagen como resultado del proceso de unión previo que han sufrido éstas, lo cual ha aumentado la superficie carente de información asociada al efecto de bandeo ocasionado por el fallo del sensor en imágenes de Landsat 7, disminuyendo en gran medida el número de parcelas con información utilizadas en el proceso de entrenamiento. Es por ello que sería interesante planificar una experiencia con imágenes carentes de este efecto de bandeados, reduciendo las posibles alteraciones que este genera, así como plantear una nueva selección de parcelas en entrenamiento, partiendo de la nueva imagen.

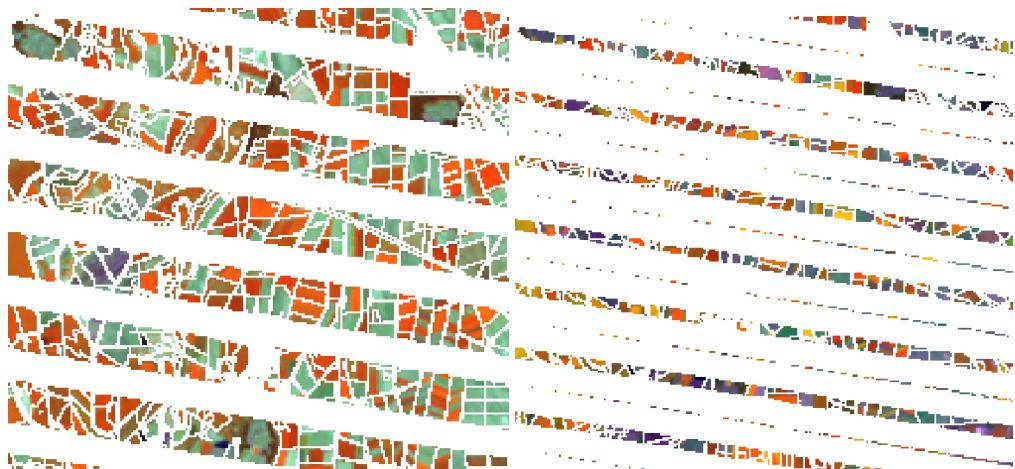
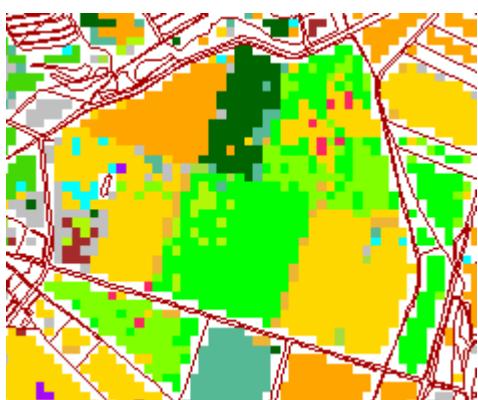


Figura 65. Comparativa del efecto de bandeados entre una única imagen y el resultado de la unión.

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de establecer juicios de valor en cuanto a la calidad en el proceso clasificación, es el modo a través del cual se asina una determinada categoría a nivel de parcela. En este supuesto práctico, se ha considerado como valor válido, aquel que presenta una mayor representación dentro de la parcela (asignación por moda), vinculando un único cultivo por polígono (parcela).

Dada la existencia de parcelas donde se dan diferentes cultivos, para una misma superficie, ocasiona un incremento en el error.

Véase la siguiente figura donde se muestra el resultado de la clasificación a nivel de la parcela de forma visual donde se observan los diferentes cultivos, pero por el contrario, esta ha sido asignada a la categoría de alfalfa (color verde claro).



REFREC	DPRODU
2210600000506000060001	CEBADA
2210600000506000060001	CEBADA
2210600000506000060001	ALFALFA
2210600000506000060001	ALFALFA
2210600000506000060001	ALFALFA
2210600000506000060001	MAIZ
2210600000506000060001	GUISESANTES

Figura 66. Detalle de las deficiencias mostradas a la hora de asignar un determinado cultivo a parcelas.

Poder estimar la superficie destinadas a cada cultivo, permite predecir con anterioridad a los períodos de mayor escasez de agua, el volumen necesario que se debe de destinar a reservas.

---

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- AGÜERA VEGA, J., & PÉREZ RUIZ, M. (2013). Agricultura de precisión:hacia la integración de datos espaciales en la producción agraria. *Ambienta*, 16-27.
- ARIZA, A. (2013). *Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission)*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- CASTERAD, A., & MARTÍN ORDÓÑEZ, T. (2004). Optimization of supervising classification procedure for irrigated crop discrimination using Landsat TM images. *Revista de Teledetección* (20055), núm.24, 33-39.
- CHUVIECO, E. (2010). *Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*. Barcelona: Ariel.
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN. (2014). *Resultados de la red de ensayos de variedades de maíz y girasol en Aragón. Campaña 2013*. Gobierno de Aragón.
- MANJARREZ DOMÍNGUEZ, C., PINEDO ÁLVAREZ, C., VÉLEZ SÁNCHEZ, C. E., & PINEDO ÁLVAREZ, A. (2007). SEparabilidad espectral de cultivos agrícolas con imágenes Landsat TM. *Tecnociencia*, 48-56.
- MOLINERO HERNANDO, F. (2006). La evolución de la agricultura en España: Tradición, modernización y perspectivas. *Norba. Revista de Geografía*, 85-106.
- MONTESINOS ARANDA, S., & FERNÁNDEZ FORNOS, L. (2009). *TELEDETECCIÓN. Agua y Desarrollo sostenible*. Calatayud: Compobell.
- OLMOS , S. (2006). Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz. *Cátedra de Cultivos II*, 1-13.
- PANTALEONE, L., & TOSINI, M. (s.f.). Clasificación de cultivos a partir de imágenes satelitales LANDSAT EM.
- RUIZ-BERDÚ, A., SERRANO, M. I., PEÑA, R., & RODRÍGUEZ-CHAPARRO, J. (1999). Clasificación multitemporal de imágenes Landsat-TM para la estimación de demandas hídricas en la zona regable del canal de Aragón y Cataluña. *Avances y Aplicaciones. VII Congreso Nacional de Teledetección.*, (págs. 107-110). Albacete, España.
- SÁNCHEZ-CHÓLIZ, J., & SARASA, C. (2013). Análisis de los recursos hídricos de Riegos del Alto Aragón (Huesca) en la primera década del siglo XXI. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 97-124.
- SERVICIO DE ESTUDIOS, ANÁLISI E INFORMACIÓN DEL GOBIERNO DE ARAGÓN. (2013). *Análisis del sistema productivo agroalimentario de Aragón. Usos del regadío*. Zaragoza: Gobierno de Aragón.

---

VANHELLEMONT, Q., & RUDDICK, K. (2014). Turbid wakes associated with offshore wind turbines observed with Landsat 8. *Remote Sensing of Environment*, 105-115.

VÁZQUEZ, P., MASUELLI, S., & PLATZECK, G. (s.f.). Determinación de patrones espectrales para distintos usos del suelo en ambientes heterogéneos.

---

## ■ ANEXO 1. MAPAS

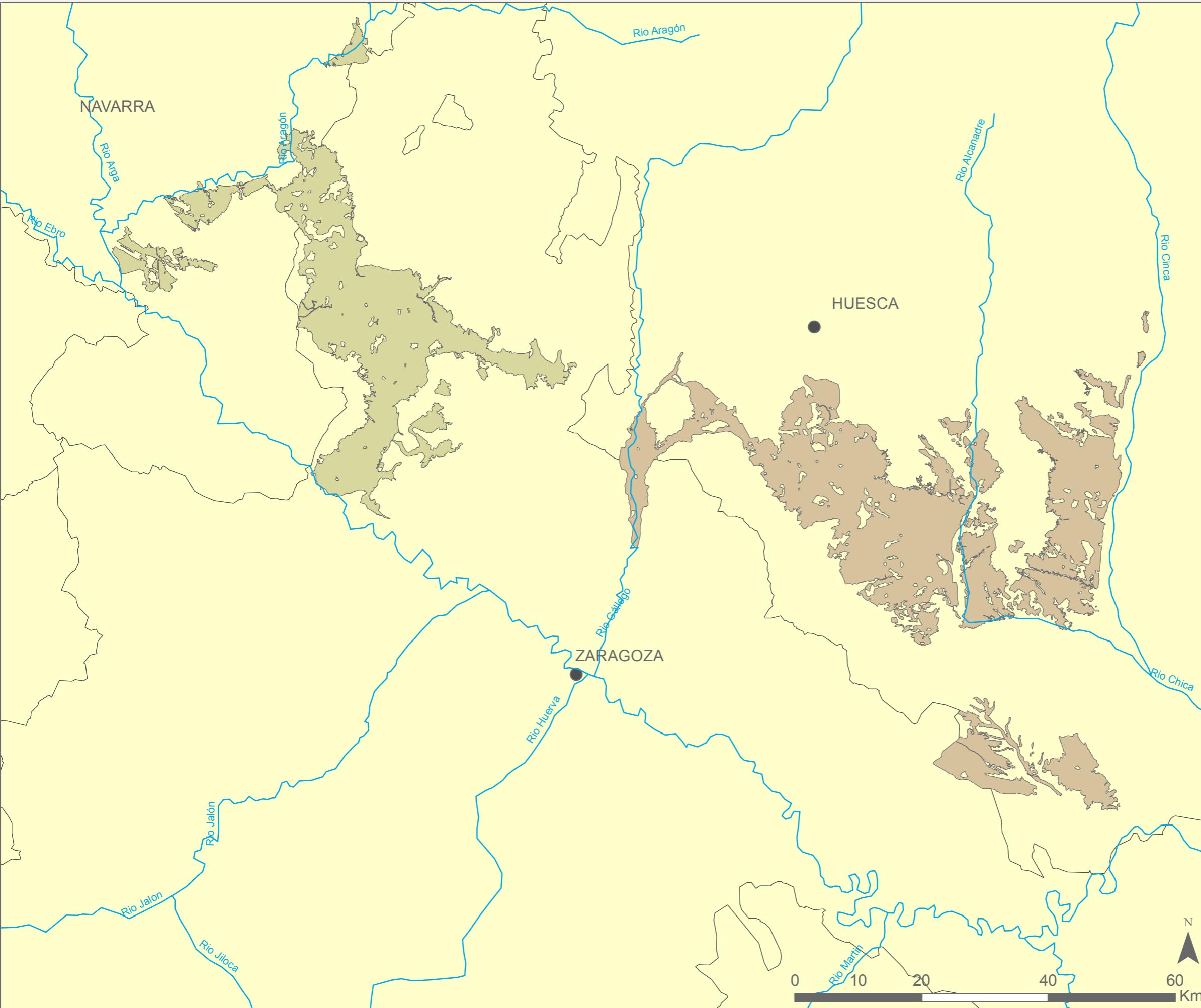


---

## ■ ANEXO 2. VALORES CUERPO OSCURO



# MAPA DE LOCALIZACIÓN



## Zonas de estudio

- Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas (Green)
- Comunidad General de Riegos del Alto Aragón (Brown)
- Ríos (Rivers) (Blue line)
- Capital de Provincia (Capital City) (Black dot)

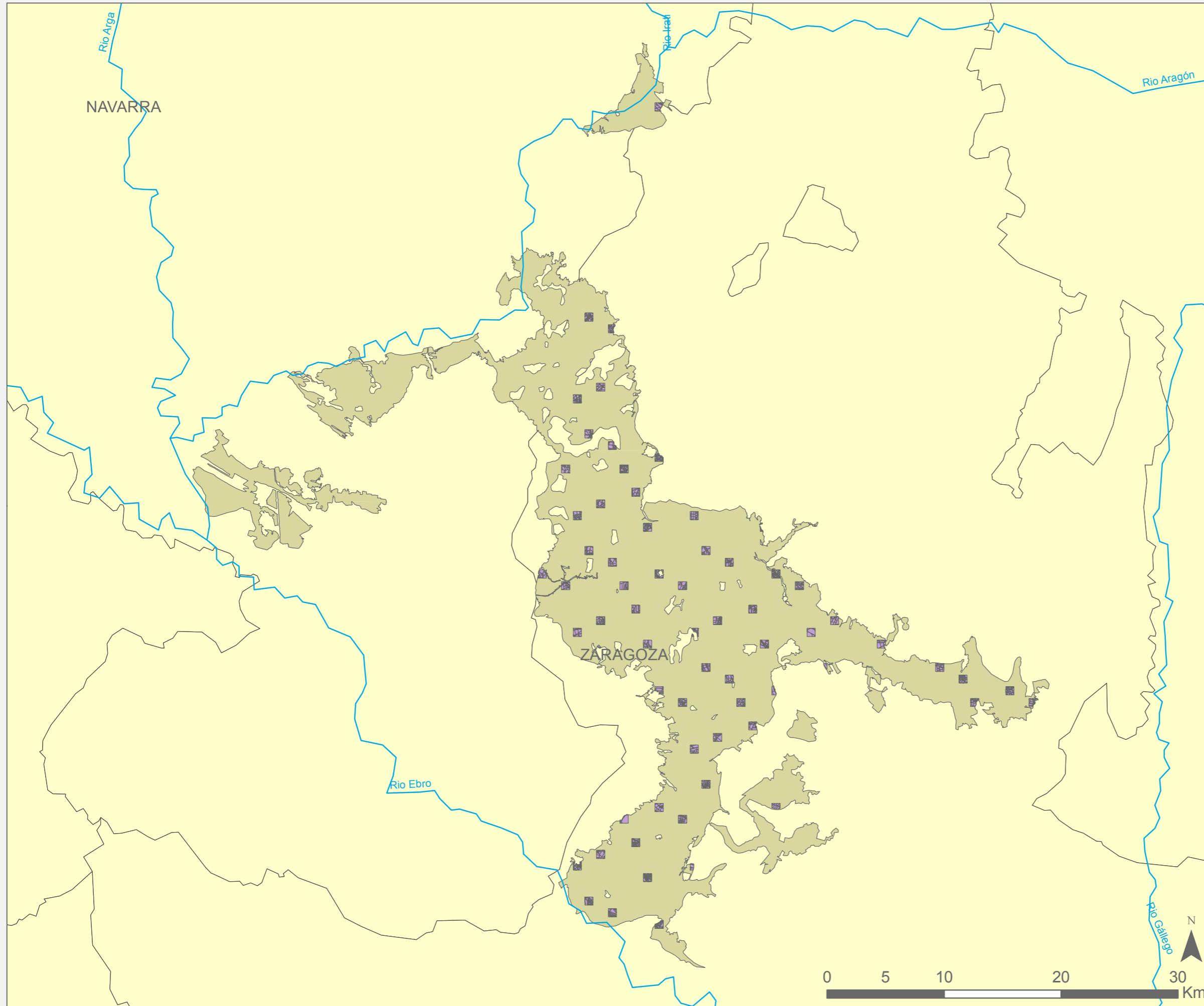
## Fuentes de información:

SITAR Aragón  
Instituto Geográfico Nacional (IGN).  
Confederación Hidrográfica del Ebro

## Elaboración:

Adrián Langa Sánchez, 2014.

# PANELES ENCUESTA SOBRE SUPERFICIES Y RENDIMIENTOS. COMUNIDAD DE REGANTES DE BARDENAS



## Zonas de estudio

Comunidad General  
de Regantes del Canal  
de Bardenas

Paneles territoriales

Ríos

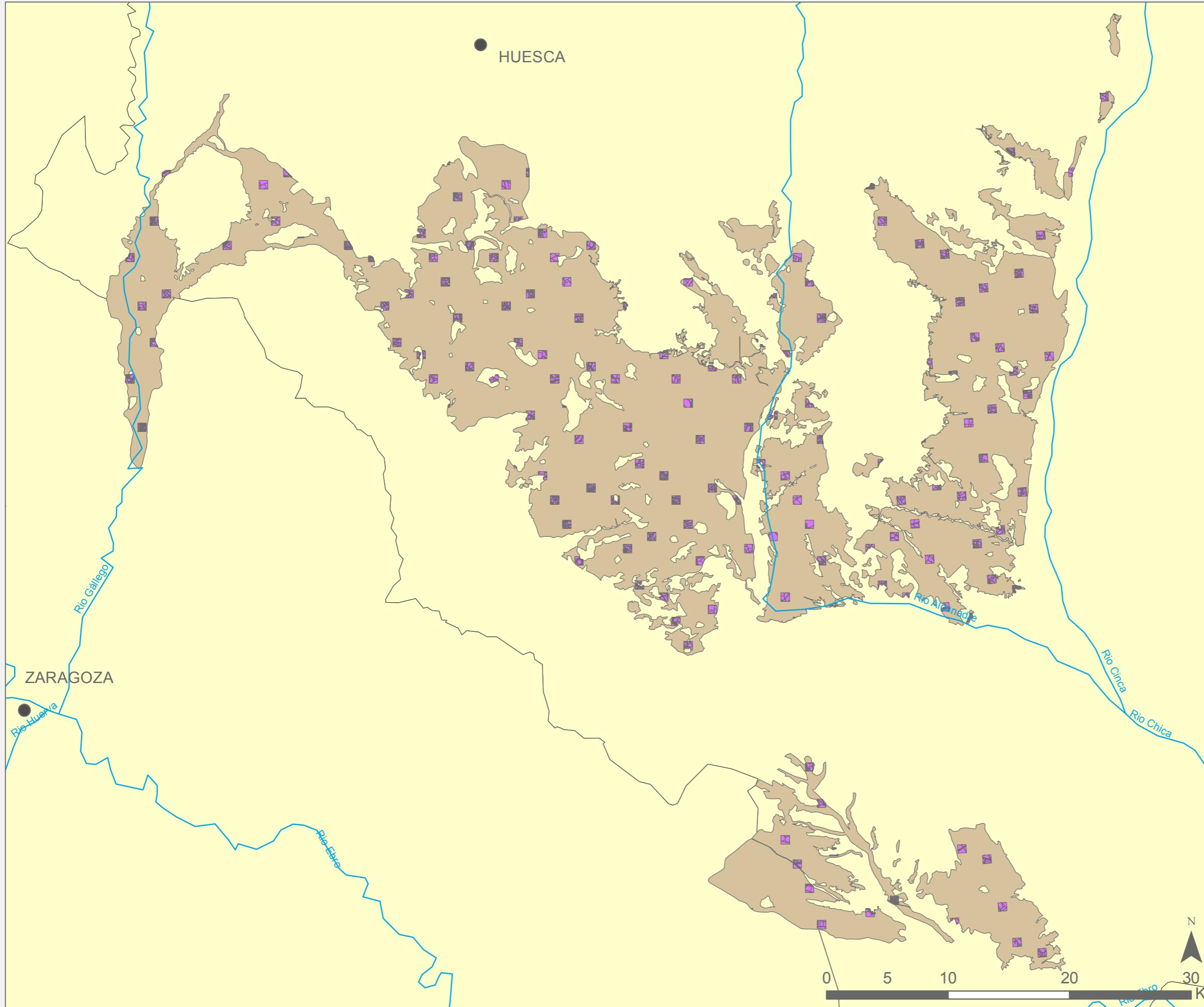
## Fuentes de información:

SITAR Aragón  
Instituto Geográfico Nacional (IGN).  
Confederación Hidrográfica del Ebro  
Gobierno de Aragón

## Elaboración:

Adrián Langa Sánchez, 2014.

# Paneles encuesta sobre superficies y rendimientos. Comunidad de Riegos del Alto Aragón



## Zonas de estudio

Comunidad General  
de Regantes del Canal  
de Bardenas

Paneles territoriales

Ríos

Capitales de Provincia

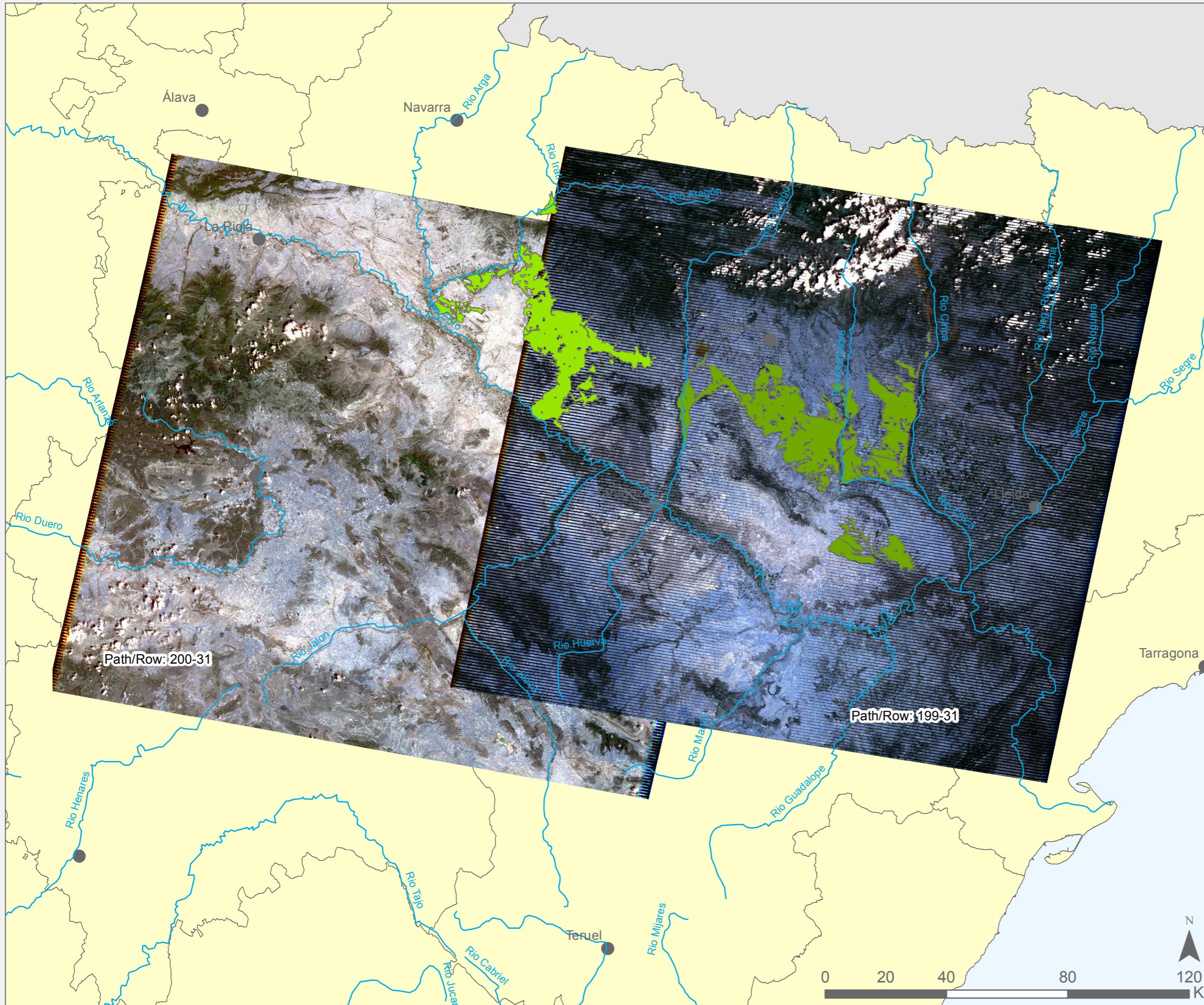
## Fuentes de información:

SITAR Aragón  
Instituto Geográfico Nacional (IGN).  
Confederación Hidrográfica del Ebro  
Gobierno de Aragón

## Elaboración:

Adrián Langa Sánchez, 2014.

# SOLAPE ENTRE LAS IMÁGENES LANDSAT



En el presente mapa se muestra la localización exacta de las imágenes Landsat disponibles para la zona de estudio, Correspondientes al Path/Row 200-31 para la zona de Bardenas y 199-31 para la zona de Riegos del Alto Aragón.

## Zonas de estudio

Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas

Comunidad General de Riegos del Alto Aragón

Ríos

Capitales de Provincia

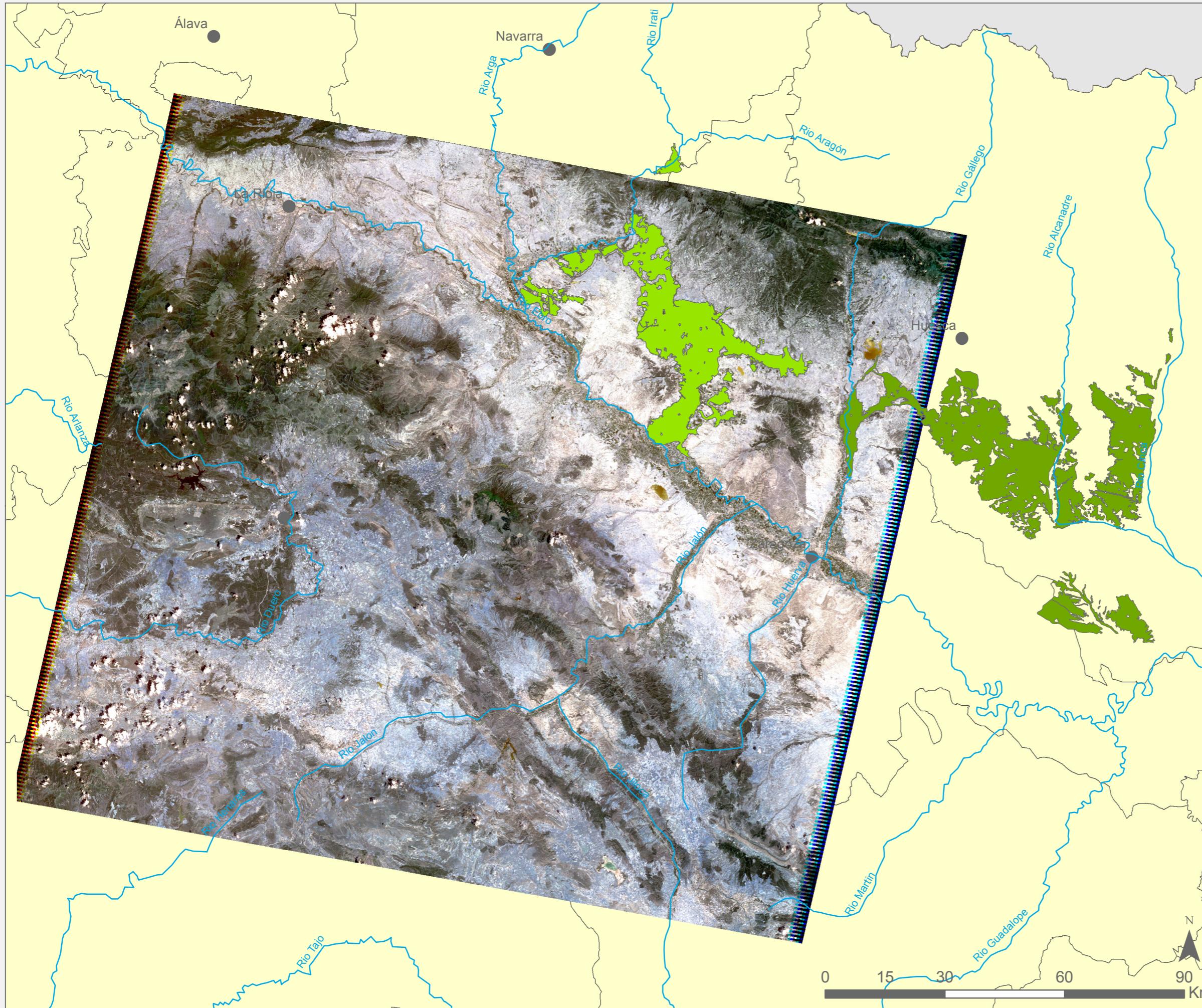
## Fuentes de información:

SITAR Aragón  
Instituto Geográfico Nacional (IGN).  
Confederación Hidrográfica del Ebro  
Servidor USGS

## Elaboración:

Adrián Langa Sánchez, 2014.

# AJUSTE DE LA IMAGEN LANDSAT 200:31 A LA ZONA DE ESTUDIO



## Zonas de estudio

Comunidad General  
de Regantes del Canal  
de Bardenas

Comunidad General  
de Riegos del Alto  
Aragón

Ríos

● Capitales de Provincia

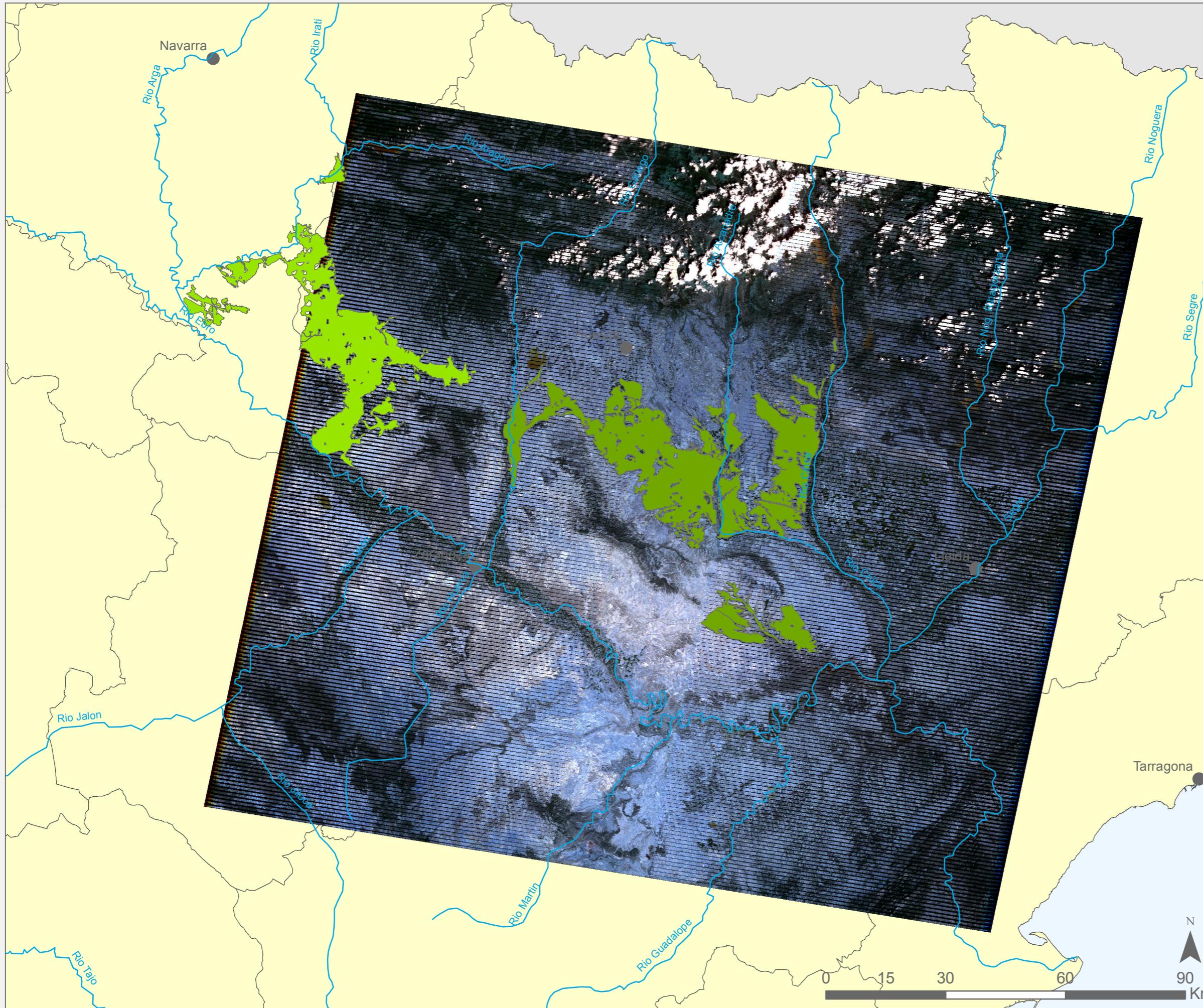
## Fuentes de información:

SITAR Aragón  
Instituto Geográfico Nacional (IGN).  
Confederación Hidrográfica del Ebro  
Servidor USGS

## Elaboración:

Adrián Langa Sánchez, 2014.

# AJUSTE DE LA IMAGEN LANDSAT 200:31 A LA ZONA DE ESTUDIO



## Zonas de estudio

Comunidad General  
de Regantes del Canal  
de Bardenas

Comunidad General  
de Riegos del Alto  
Aragón

Ríos

● Capitales de Provincia

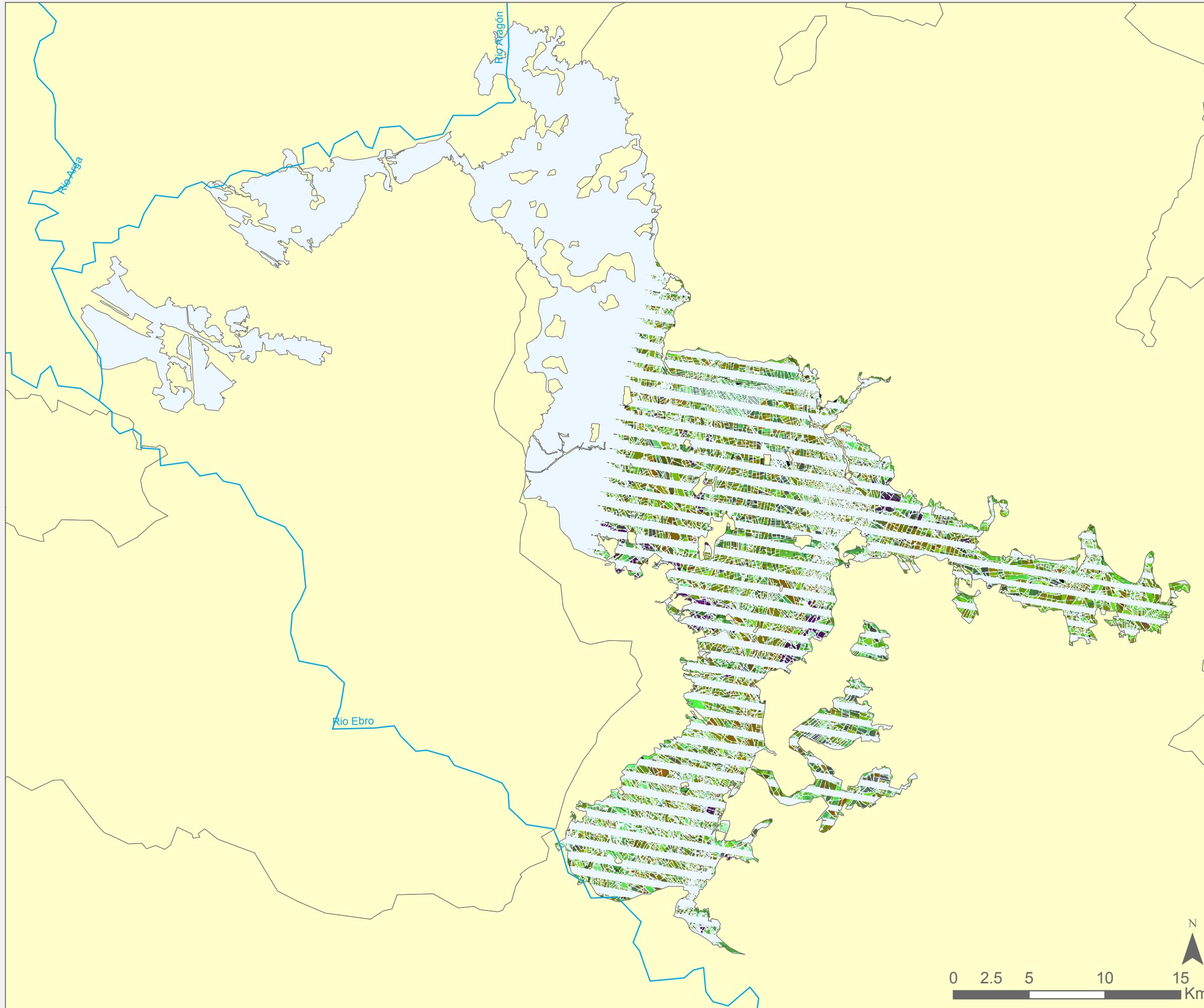
## Fuentes de información:

SITAR Aragón  
Instituto Geográfico Nacional (IGN).  
Confederación Hidrográfica del Ebro  
Servidor USGS

## Elaboración:

Adrián Langa Sánchez, 2014.

# IMAGEN LANDSAT DE LA COMUNIDAD GENERAL DE REGANTES DEL CANAL DE BARDENAS

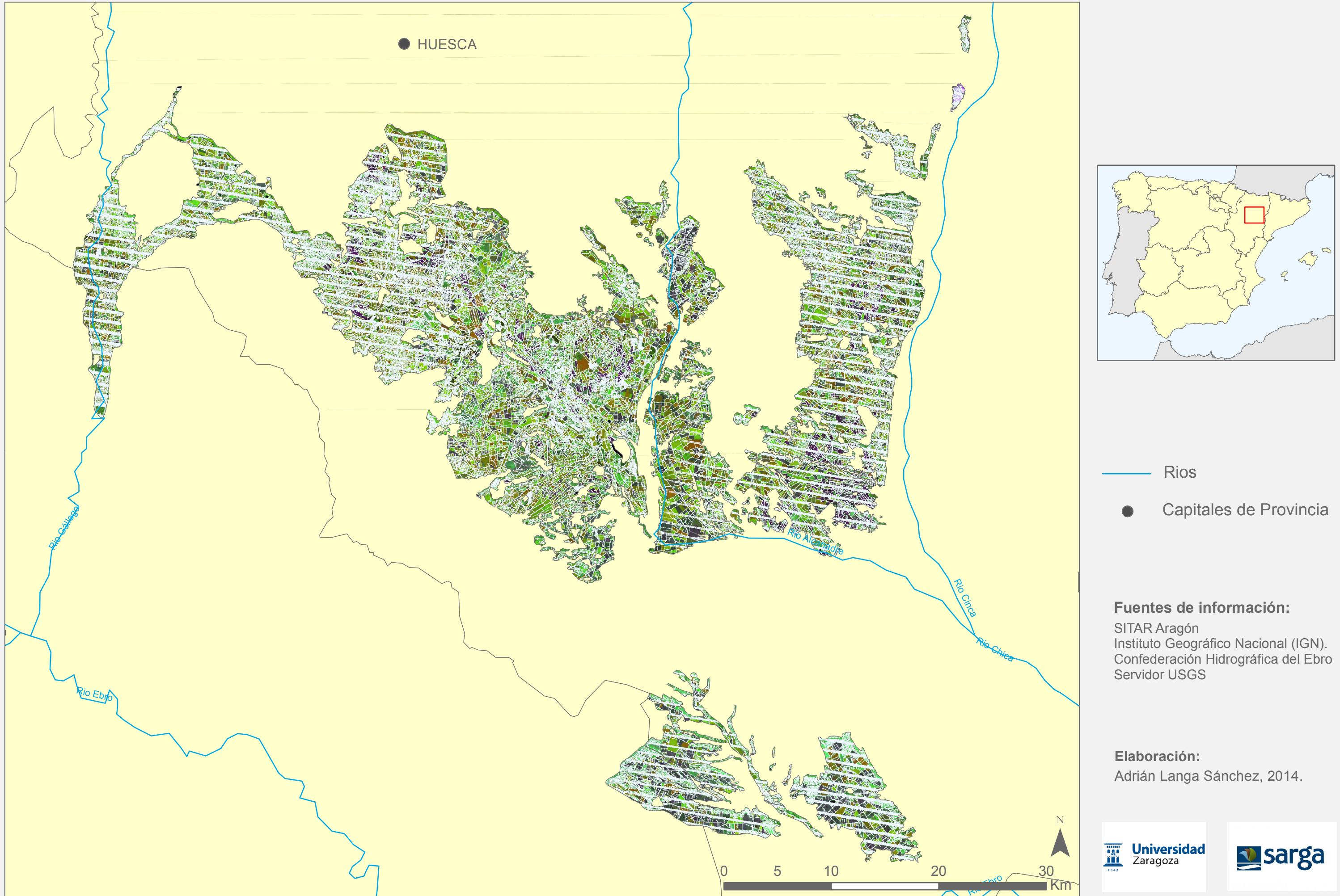


- Ríos
- Capitales de Provincia

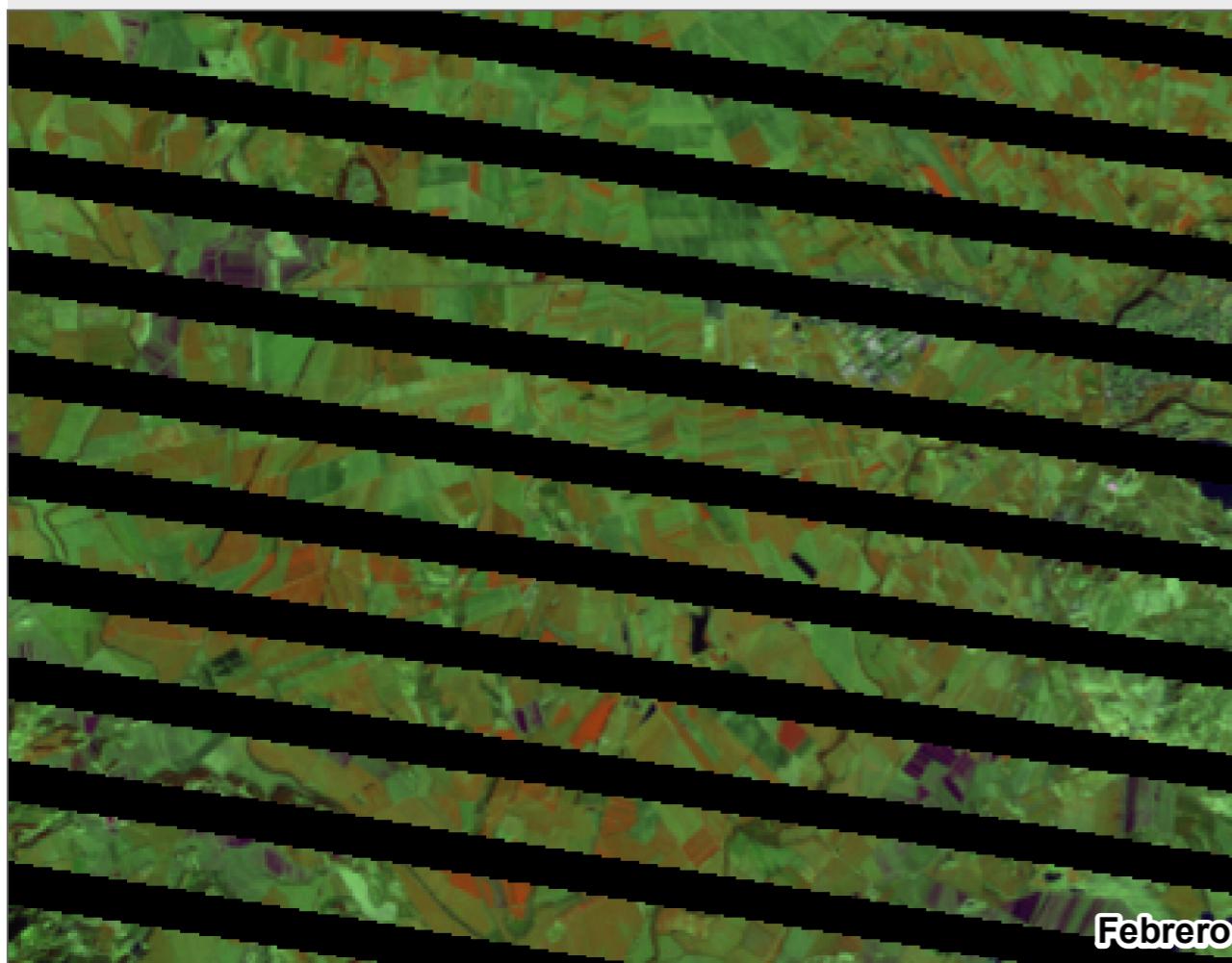
**Fuentes de información:**  
SITAR Aragón  
Instituto Geográfico Nacional (IGN).  
Confederación Hidrográfica del Ebro  
Servidor USGS

**Elaboración:**  
Adrián Langa Sánchez, 2014.

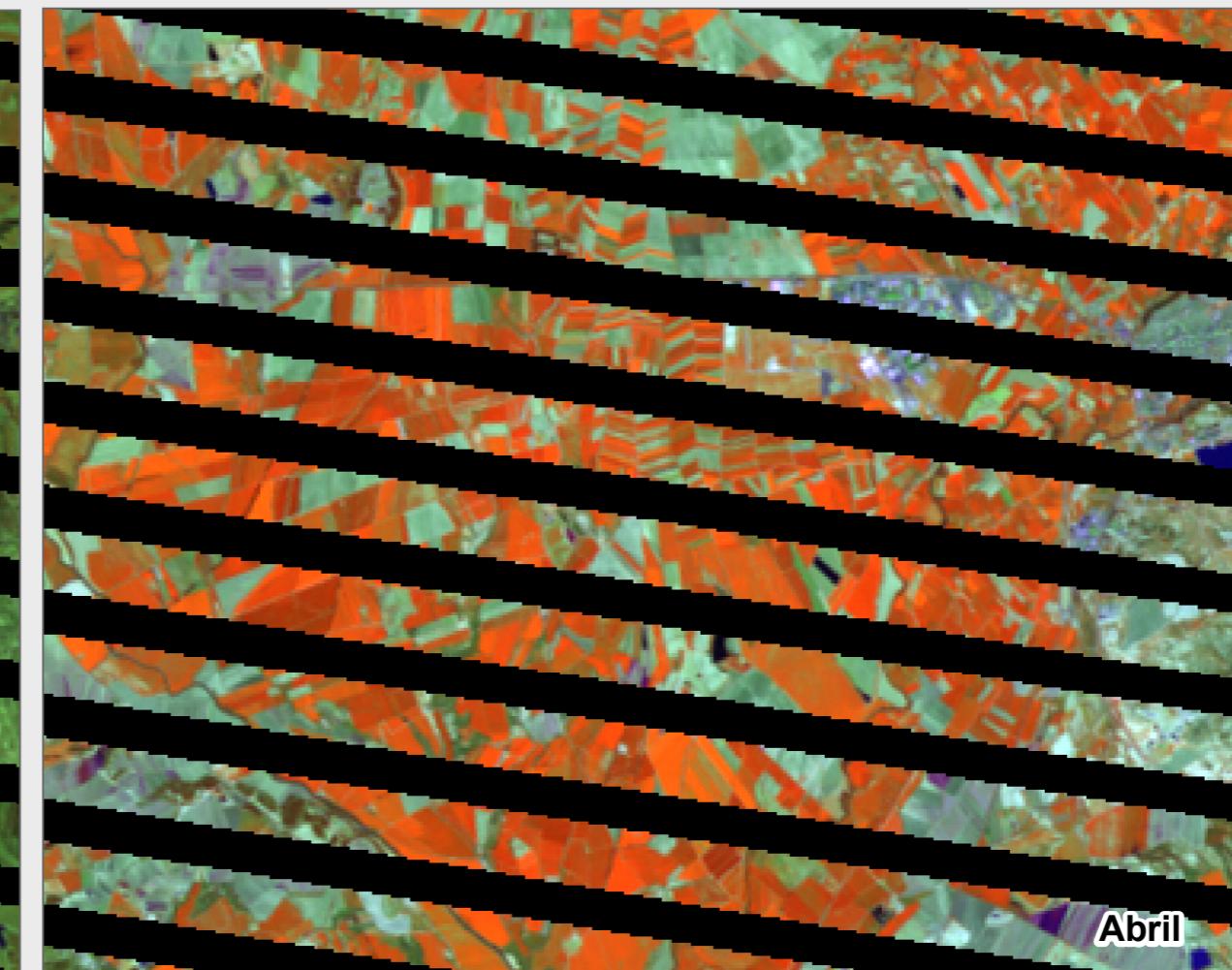
# IMAGEN LANDSAT DE LA COMUNIDAD GENERAL DE REGANTES DE RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN



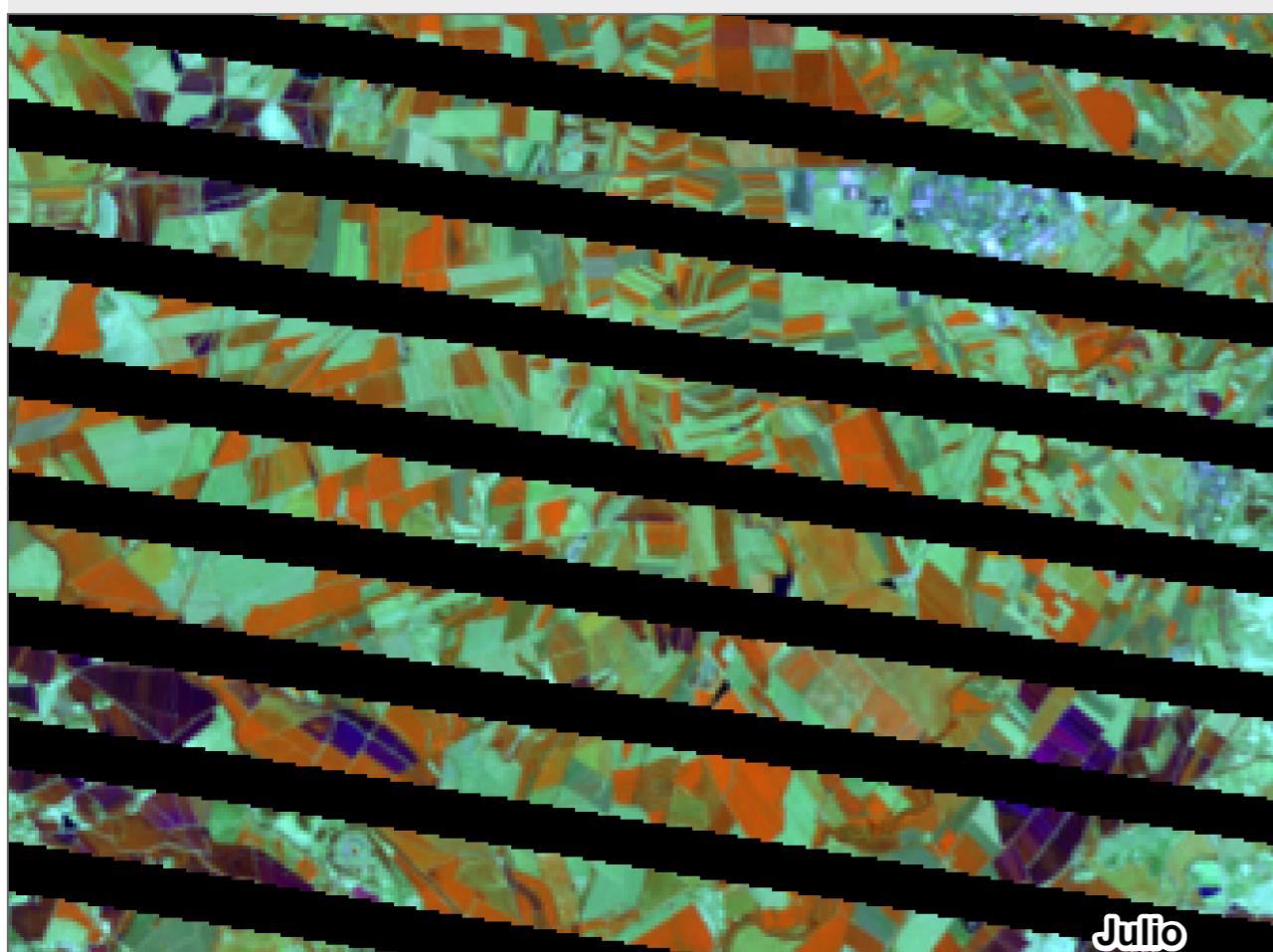
# EVOLUCIÓN ANUAL EN LA RESPUESTA ESPECTRAL DE LOS CULTIVOS. AÑO 2011



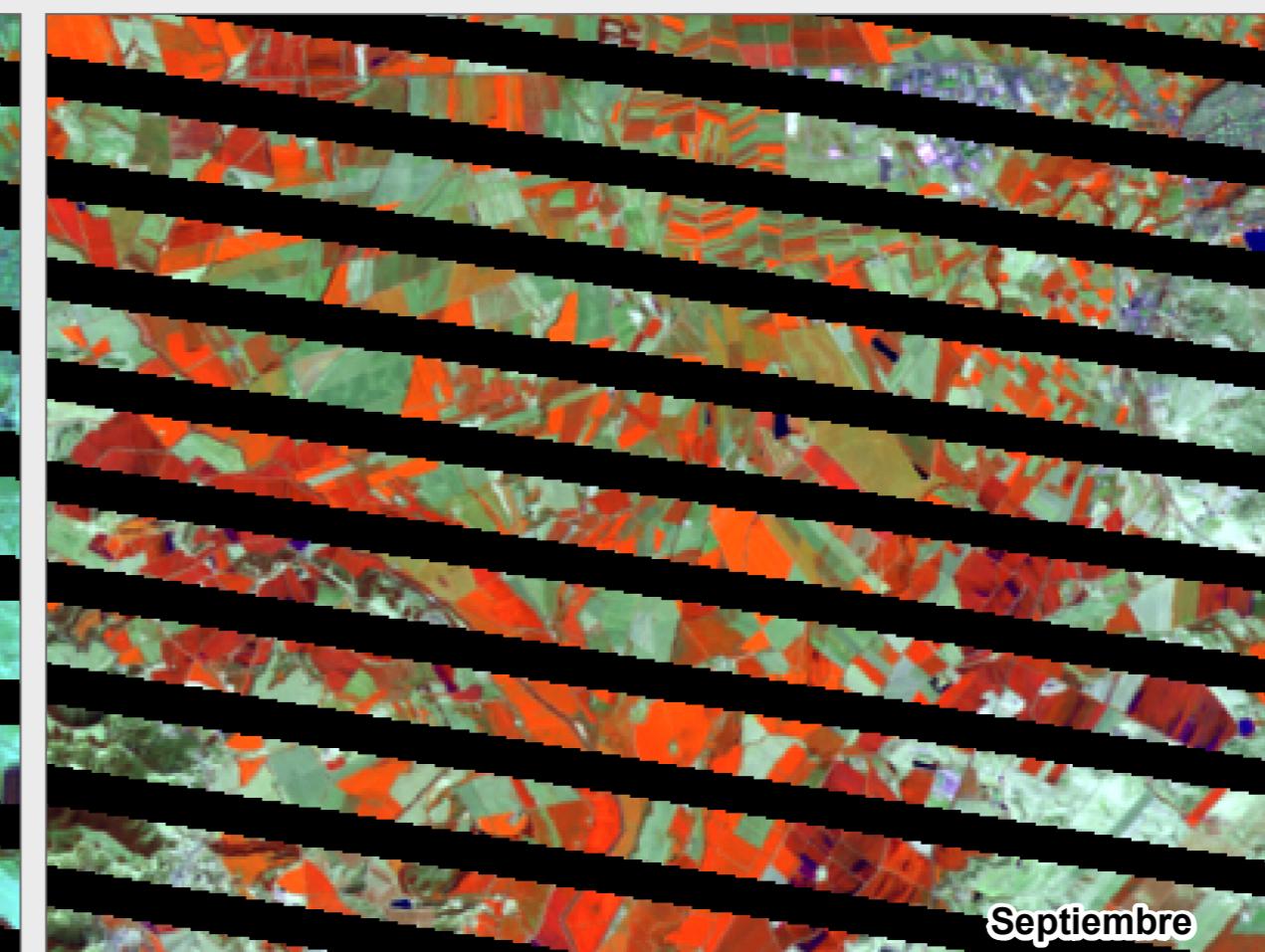
Febrero



Abril



Julio



Septiembre

COMUNIDAD GENERAL  
DE REGANTES  
DEL CANAL DE BARDEMOS



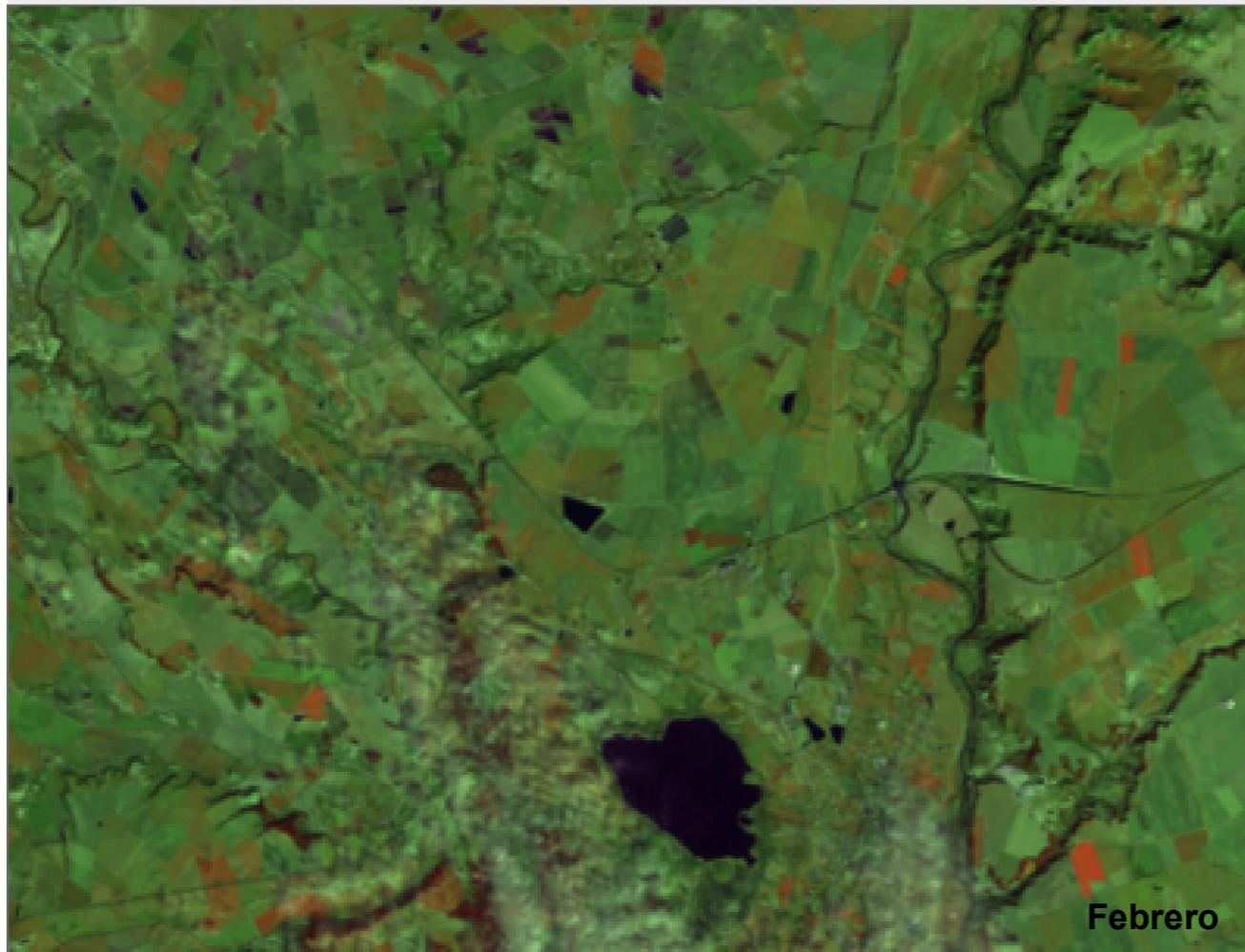
El siguiente mapa muestra  
una evolución en la respuesta  
espectral que sufren los cultivos  
a lo largo de su ciclo fenológico,  
a través de una composición  
de color 4-5-3.

N

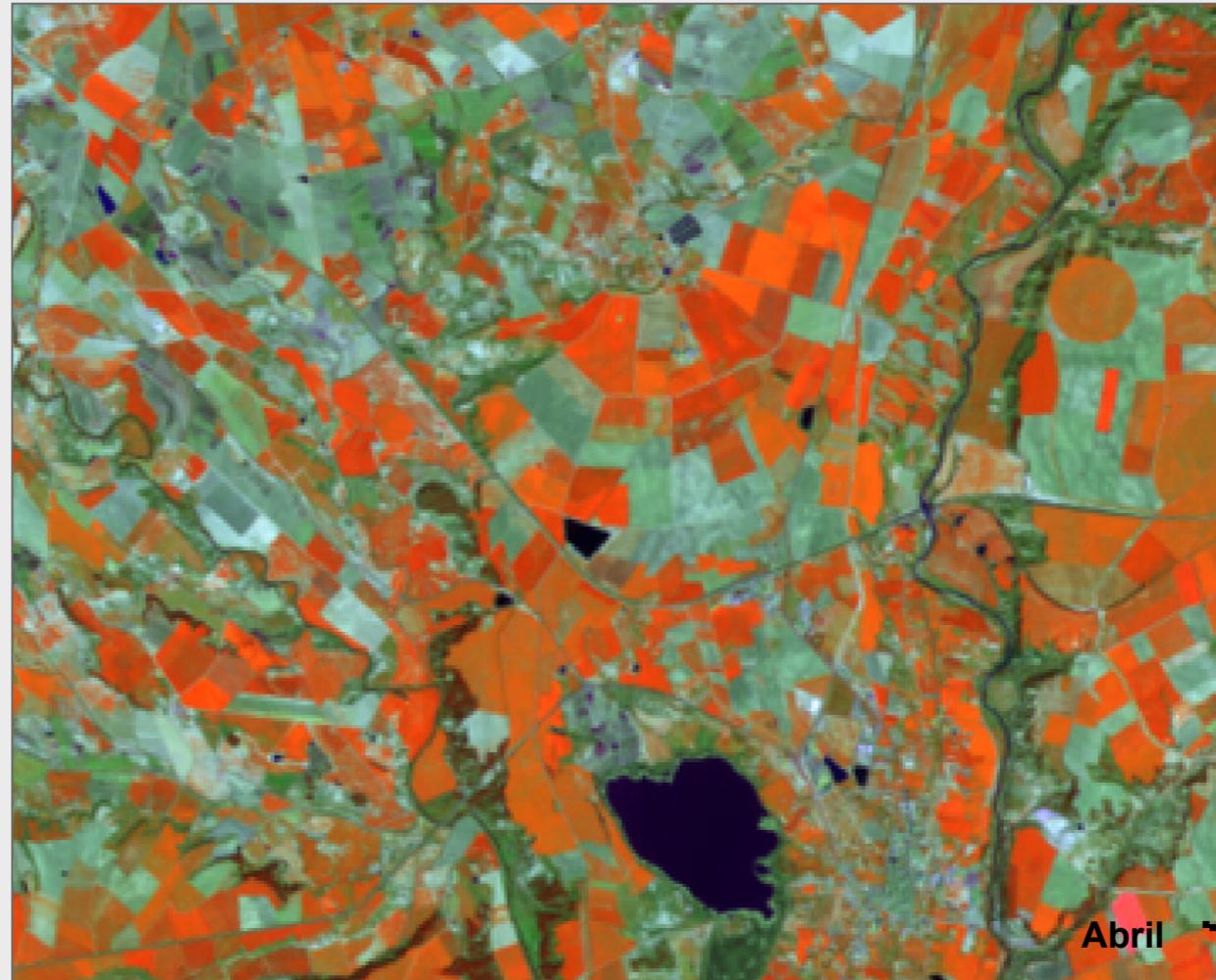
Fuentes de información:  
Servidor USGS

Elaboración:  
Adrián Langa Sánchez, 2014.

# EVOLUCIÓN ANUAL EN LA RESPUESTA ESPECTRAL DE LOS CULTIVOS. AÑO 2011

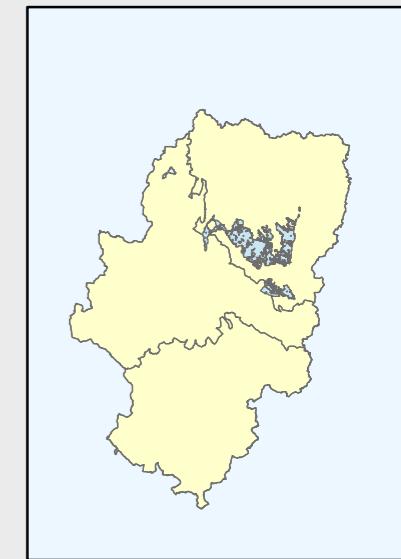


Febrero

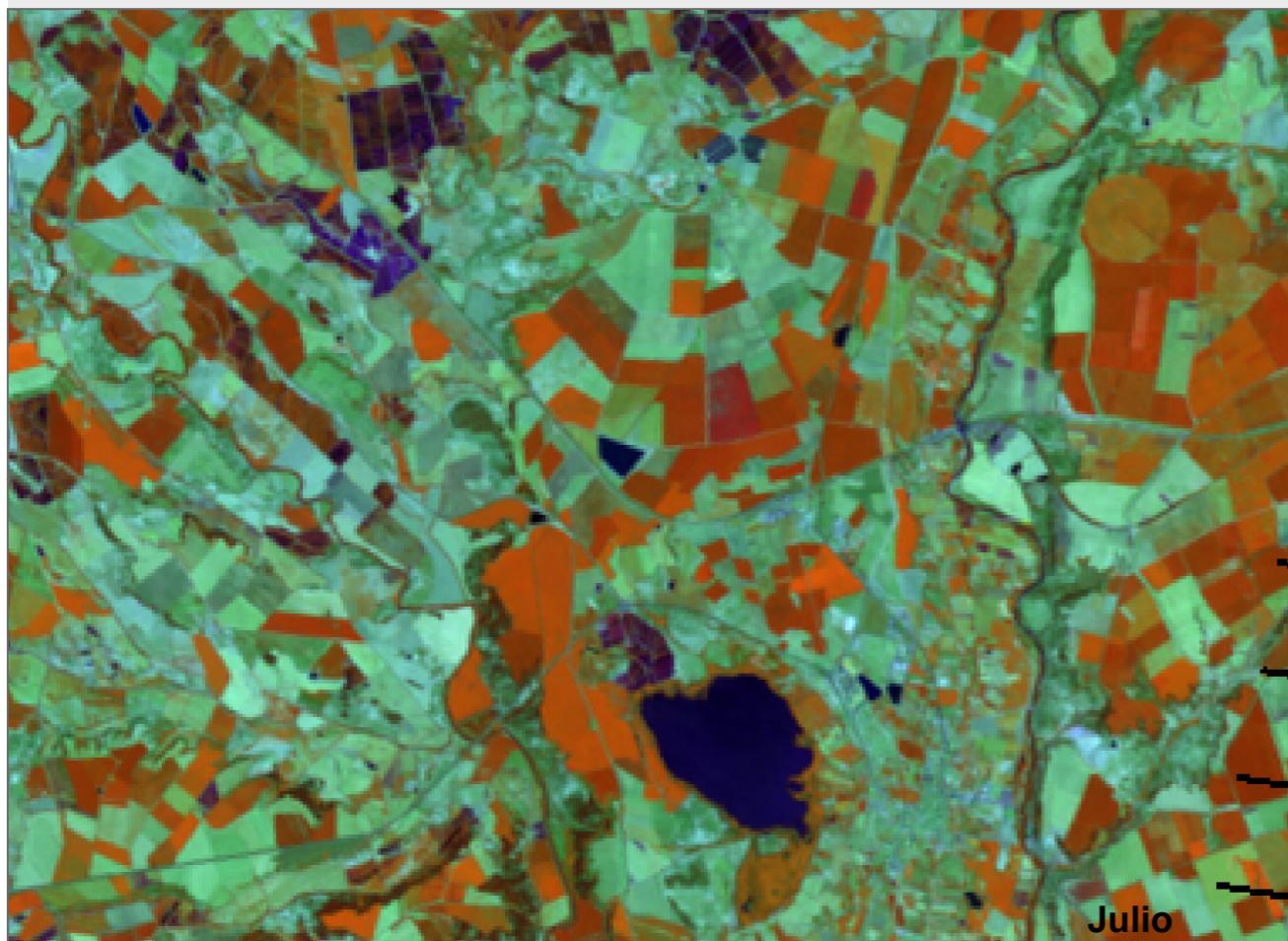


Abril

COMUNIDAD GENERAL  
DE  
RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN



El siguiente mapa muestra  
una evolución en la respuesta  
espectral que sufren los cultivos  
a lo largo de su ciclo fenológico,  
a través de una composición  
de color 4-5-3.



Julio



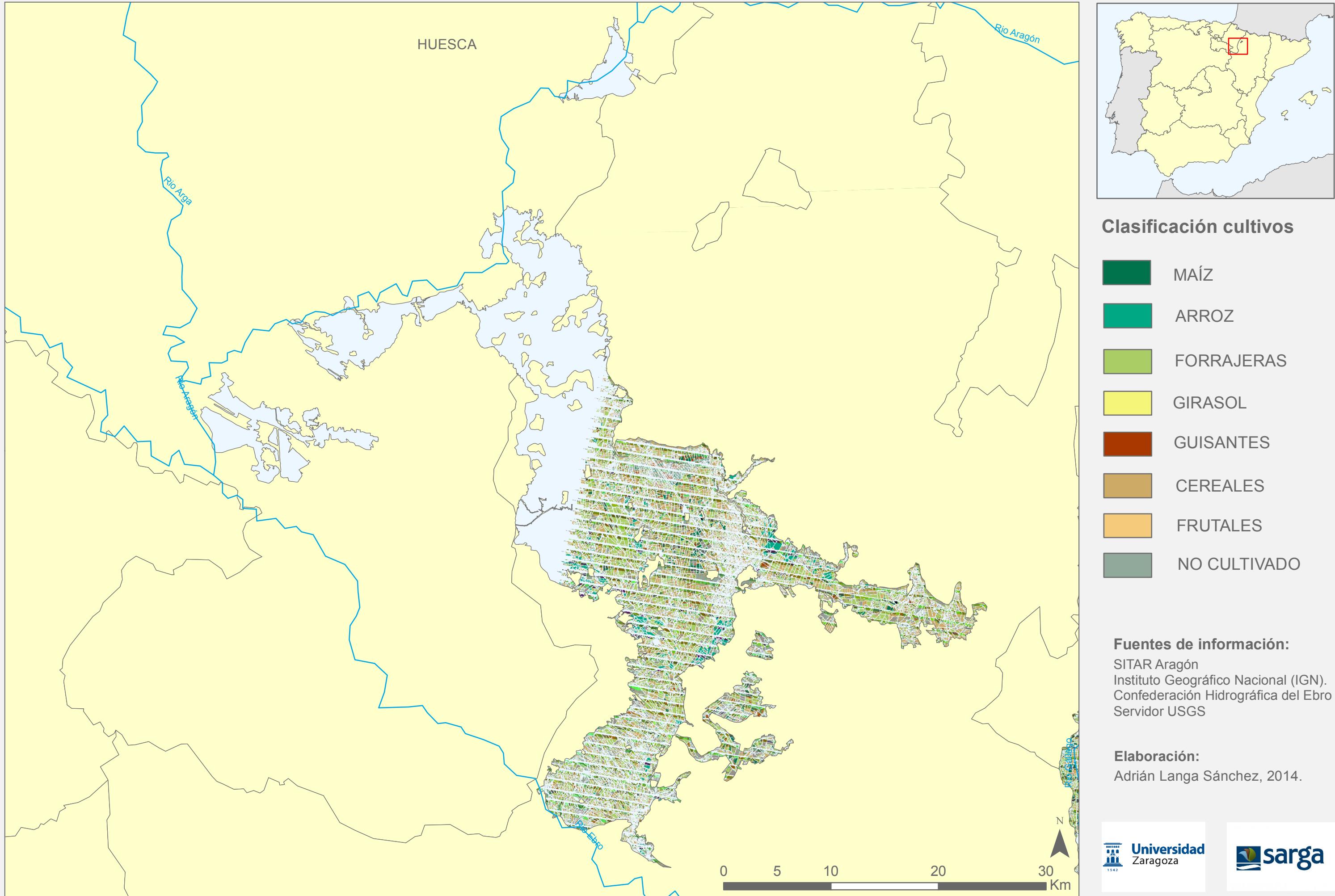
Septiembre

Fuentes de información:  
Servidor USGS

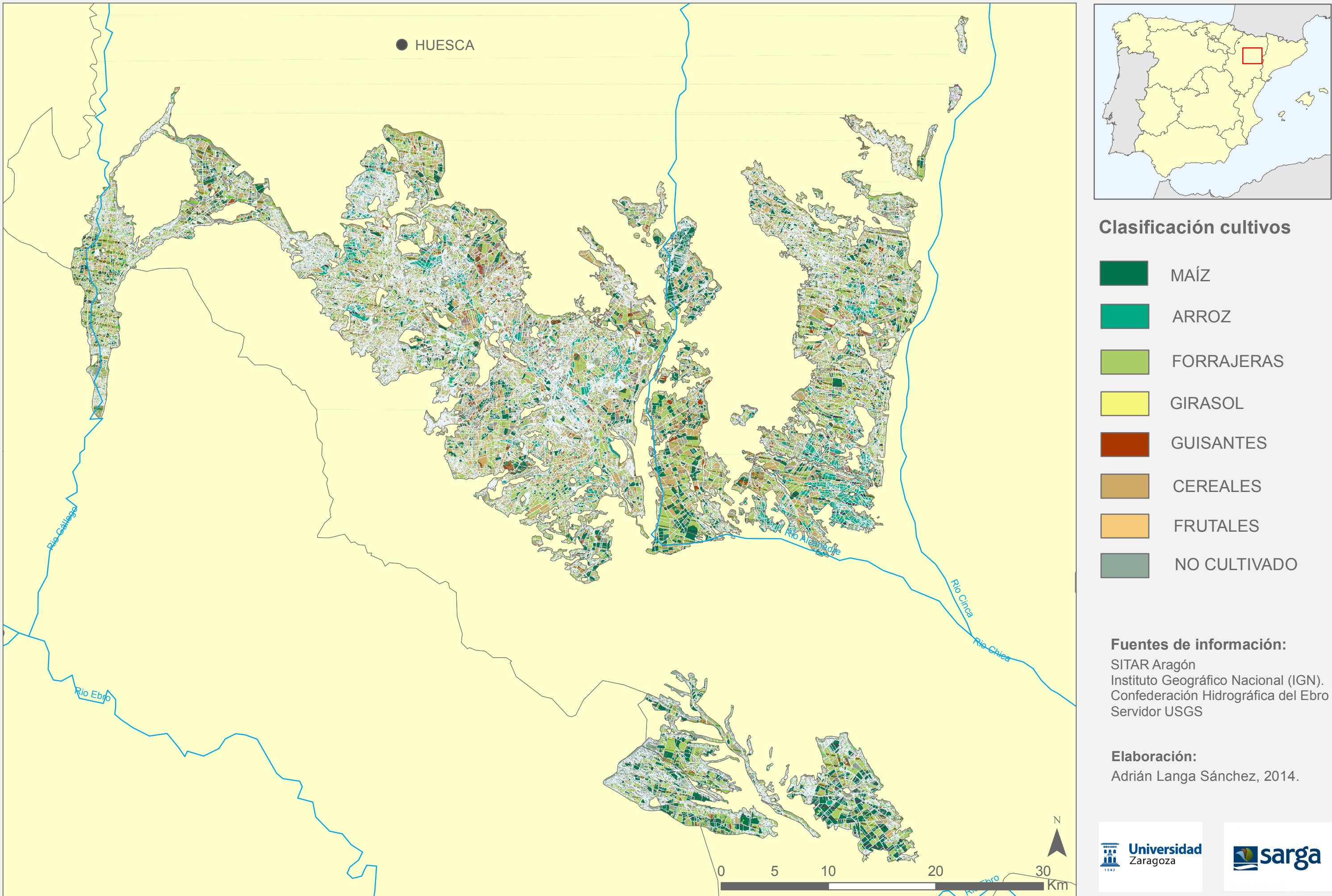


Elaboración:  
Adrián Langa Sánchez, 2014.

# RESULTADO DEL PROCESO DE CLASIFICACIÓN DENTRO DE LA COMUNIDAD GENEAL DE REGANTES DEL CANAL DE BARDENAS



# RESULTADO DEL PROCESO DE CLASIFICACIÓN DENTRO DE LA COMUNIDAD GENEAL DE RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN



---

**VALORES UTILIZADOS PARA LA CORRECCIÓN DE LA DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA EN  
IMÁGENES DE LANDSAT 7**

	ND- CUERPO OSCURO					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
10/10/2011 (LL)	28	17	12	9	7	5
01/04/2011 (HH)	51	31	23	10	9	8
20/06/2011 (HH)	56	34	25	11	10	9
06/07/2011 (HH)	59	36	27	12	10	9
12/02/2011 (LL)	28	17	12	14	9	8
17/04/2011 (LL)	41	25	19	12	7	6
23/08/2011 (LL)	36	23	17	13	8	6
08/09/2011 (LL)	32	19	14	10	7	6
26/10/2011 (HH)	40	24	18	13	9	8
15/02/2012 (HH)	40	23	17	12	6	5
02/03/2012 (HH)	42	25	18	14	7	6
09/08/2012 (LL)	37	24	19	17	12	8
06/04/2013 (LL)	33	20	15	11	6	5
25/06/2013 (LL)	38	25	19	15	7	6
11/07/2013 (HH)	57	34	25	14	10	8
13/09/2013 (HH)	46	28	20	10	8	7
31/10/2013 (LL)	25	15	10	8	5	4
08/03/2014 (LL)	29	18	13	9	5	4
25/04/2014 (LL)	36	22	17	11	7	6
28/06/2014 (HH)	55	33	24	12	10	9
14/07/2014 (HH)	54	32	23	12	11	10
30/07/2014 (HH)	52	31	22	11	9	8
15/08/2014 (LL)	34	22	16	13	7	6

Tabla 1. Valores de ND asociados al cuerpo oscuro implementados para la corrección radiométrica de las imágenes de Landsat 7.

	REFLECTIVIDAD- CUERPO OSCURO					
	1	1	1	1	1	1
10/10/2011 (LL)	25,68	25,68	25,68	25,68	25,68	25,68
01/04/2011 (HH)	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75	32,75
20/06/2011 (HH)	36,65	36,65	36,65	36,65	36,65	36,65
06/07/2011 (HH)	38,98	38,98	38,98	38,98	38,98	38,98
12/02/2011 (LL)	25,68	25,68	25,68	25,68	25,68	25,68
17/04/2011 (LL)	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03
23/08/2011 (LL)	35,13	35,13	35,13	35,13	35,13	35,13
08/09/2011 (LL)	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40	30,40
26/10/2011 (HH)	24,18	24,18	24,18	24,18	24,18	24,18
15/02/2012 (HH)	24,18	24,18	24,18	24,18	24,18	24,18
02/03/2012 (HH)	25,74	25,74	25,74	25,74	25,74	25,74
09/08/2012 (LL)	36,31	36,31	36,31	36,31	36,31	36,31
06/04/2013 (LL)	31,59	31,59	31,59	31,59	31,59	31,59
25/06/2013 (LL)	37,49	37,49	37,49	37,49	37,49	37,49
11/07/2013 (HH)	37,42	37,42	37,42	37,42	37,42	37,42
13/09/2013 (HH)	28,86	28,86	28,86	28,86	28,86	28,86
31/10/2013 (LL)	22,14	22,14	22,14	22,14	22,14	22,14
08/03/2014 (LL)	26,86	26,86	26,86	26,86	26,86	26,86
25/04/2014 (LL)	35,13	35,13	35,13	35,13	35,13	35,13
28/06/2014 (HH)	35,87	35,87	35,87	35,87	35,87	35,87
14/07/2014 (HH)	35,09	35,09	35,09	35,09	35,09	35,09
30/07/2014 (HH)	33,53	33,53	33,53	33,53	33,53	33,53
15/08/2014 (LL)	32,77	32,77	32,77	32,77	32,77	32,77

Tabla 2. Valores de reflectividad asociados al cuerpo oscuro implementados para la corrección radiométrica de las imágenes de Landsat 7.

#### COEFICIENTES DE GAIN Y OFFSET IMPLEMENTADOS PARA LA CORRECCIÓN DE LA DISPERSIÓN ATMÓFÉRICA EN IMÁGENES DE LANDSAT 7

GAIN (LL)						
1	2	3	4	5	7	
1,181	1,21	0,943	0,969	0,191	0,066	

Tabla 3. Coeficientes de GAIN para la corrección atmosférica de las imágenes de Landsat 7.

OFFSET (LL)						
1	2	3	4	5	7	
-7,3871	-7,60984	-5,94252	-6,06929	-1,19122	-0,4165	

Tabla 4. Coeficientes de OFFSET para la corrección atmosférica de las imágenes de Landsat 7.

GAIN (HH)						
1	2	3	4	5	7	
0,779	0,799	0,622	0,64	0,126	0,044	

Tabla 5. Coeficientes de GAIN para la corrección atmosférica de las imágenes de Landsat 7.

OFFSET (HH)						
1	2	3	4	5	7	
-6,97874	-7,19882	-5,62165	-5,73976	-1,12622	-0,3939	

Tabla 6. Coeficientes de OFFSET para la corrección atmosférica de las imágenes de Landsat 7.

#### VALORES UTILIZADOS PARA LA CORRECCIÓN DE LA DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA EN IMÁGENES DE LANDSAT 7

	ND- CUERPO OSCURO					
	2	3	4	5	6	7
01/06/2013	7928	6783	6029	5530	5112	5060
07/10/2013	6970	6070	5600	5330	5055	5030
14/04/2013	7760	6690	6020	5600	5180	5100
20/08/2013	7510	6380	5760	5490	5110	5070
24/11/2013	6640	5940	5570	5290	5040	5020
26/12/2013	6640	5870	5520	5250	5040	5025
03/05/2014	7540	6450	5830	5530	5131	5080
07/08/2014	8200	7100	6330	5910	5260	5150
12/02/2014	6930	6050	5600	5295	5045	5020
16/03/2014	7170	6250	5730	5370	5090	5050
20/06/2014	8230	7100	6400	6250	5480	5280
22/07/2014	7780	6900	6150	5490	5100	5060
23/08/2014	7680	6600	5950	5530	5100	5060

Tabla 7. Valores de ND asociados al cuerpo oscuro imágenes de Landsat 8.

	REFLECTIVIDAD- CUERPO OSCURO					
	2	3	4	5	6	7
01/06/2013	36,61	20,54	10,00	3,15	0,17	0,03
07/10/2013	25,36	12,69	6,00	2,02	0,08	0,02
14/04/2013	35,27	19,90	10,13	3,65	0,27	0,05
20/08/2013	31,53	15,97	7,42	2,93	0,16	0,04
24/11/2013	21,64	11,43	5,85	1,82	0,06	0,01
26/12/2013	21,80	10,66	5,37	1,58	0,06	0,01
03/05/2014	32,14	16,91	8,16	3,19	0,20	0,04
07/08/2014	40,01	24,20	12,92	5,41	0,38	0,07
12/02/2014	25,47	12,77	6,15	1,85	0,07	0,01
16/03/2014	28,20	14,97	7,37	2,29	0,14	0,03
20/06/2014	40,22	24,10	13,55	7,40	0,71	0,14
22/07/2014	34,63	21,81	11,13	2,90	0,15	0,03
23/08/2014	33,70	18,54	9,28	3,17	0,15	0,03

Tabla 8. Valores de reflectividad asociados al cuerpo oscuro implementados para la corrección radiométrica de las imágenes de Landsat 8.

#### COEFICIENTES DE GAIN Y OFFSET IMPLEMENTADOS PARA LA CORRECCIÓN DE LA DISPERSIÓN ATMÓFÉRICA EN IMÁGENES DE LANDSAT 8

	GAIN					
	2	3	4	5	6	7
01/06/2013	0,0125030	0,0115210	0,0097154	0,0059453	0,0014786	0,0004984
07/10/2013	0,0128730	0,0118620	0,0100030	0,0061212	0,0015223	0,0005131
14/04/2013	0,0127780	0,0117750	0,0099290	0,0060761	0,0015111	0,0005093
20/08/2013	0,0125610	0,0115740	0,0097602	0,0059728	0,0014854	0,0005007
24/11/2013	0,0131920	0,0121560	0,0102510	0,0062728	0,0015600	0,0005258
26/12/2013	0,0132930	0,0122490	0,0103290	0,0063209	0,0015719	0,0005298
03/05/2014	0,0126520	0,0116590	0,0098312	0,0060162	0,0014962	0,0005043
07/08/2014	0,0125020	0,0115210	0,0097149	0,0059450	0,0014785	0,0004983
12/02/2014	0,0131940	0,0121580	0,0102520	0,0062739	0,0015603	0,0005259
16/03/2014	0,0129940	0,0119740	0,0100970	0,0061789	0,0015366	0,0005179
20/06/2014	0,0124520	0,0114740	0,0096756	0,0059210	0,0014725	0,0004963
22/07/2014	0,0124560	0,0114780	0,0096786	0,0059228	0,0014730	0,0004965
23/08/2014	0,0125730	0,0115860	0,0097697	0,0059786	0,0014868	0,0005011

Tabla 9. Coeficientes de GAIN para la corrección atmosférica de las imágenes de Landsat 8.

	OFFSET					
	2	3	4	5	6	7
01/06/2013	-62,51436	-57,60645	-48,577	-29,7267	-7,39276	-2,49176
07/10/2013	-64,36323	-59,31017	-50,01367	-30,60587	-7,6114	-2,56545
14/04/2013	-63,88907	-58,87323	-49,64522	-30,3804	-7,55533	-2,54655
20/08/2013	-62,80275	-57,8722	-48,80109	-29,86384	-7,42686	-2,50325
24/11/2013	-65,95792	-60,77966	-51,25283	-31,36418	-7,79999	-2,62901
26/12/2013	-66,46316	-61,24523	-51,64543	-31,60443	-7,85973	-2,64915
03/05/2014	-63,25921	-58,29282	-49,15579	-30,08089	-7,48084	-2,52144
07/08/2014	-62,51129	-57,60362	-48,57462	-29,72524	-7,3924	-2,49163
12/02/2014	-65,9694	-60,79023	-51,26175	-31,36963	-7,80134	-2,62947
16/03/2014	-64,96998	-59,86928	-50,48515	-30,8944	-7,68316	-2,58963
20/06/2014	-62,25806	-57,37027	-48,37784	-29,60483	-7,36245	-2,48154
22/07/2014	-62,27751	-57,38819	-48,39296	-29,61408	-7,36475	-2,48232
23/08/2014	-62,86395	-57,92859	-48,84865	-29,89294	-7,4341	-2,50569

Tabla 10. Coeficientes de OFFSET para la corrección atmosférica de las imágenes de Landsat 8.



---

## ■ ANEXO 3. ESTADISTICAS GENERALES



---

**ESTADÍSTICAS GENERALES DELA IMÁGENES PARA CADA UNA DE SUS BANDAS. IMÁGENES  
LANDSAT 7**

BANDA 1						
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max
01/04/2011	abril	2011	0,083	0,057	0,000	0,482
06/07/2011	julio	2011	0,110	0,073	0,000	0,390
08/09/2011	septiembre	2011	0,100	0,058	0,000	0,783
10/10/2011	octubre	2011	1,101	0,056	0,004	0,957
12/02/2011	febrero	2011	0,115	0,098	0,000	1,189
17/04/2011	abril	2011	0,138	0,175	0,000	0,708
20/06/2011	junio	2011	0,100	0,058	0,002	0,393
23/08/2011	agosto	2011	0,099	0,056	0,000	0,725
26/10/2011	octubre	2011	0,140	0,104	0,000	0,676
02/03/2012	marzo	2012	0,114	0,070	0,003	0,621
09/08/2012	agosto	2012	0,108	0,056	0,000	0,694
15/02/2012	febrero	2012	0,116	0,060	0,003	0,723
06/04/2013	abril	2013	0,163	0,213	0,000	0,768
11/07/2013	julio	2013	0,093	0,051	0,000	0,396
13/09/2013	septiembre	2013	0,090	0,051	0,002	0,495
25/06/2013	junio	2013	0,085	0,050	0,000	0,649
31/10/2013	octubre	2013	0,087	0,046	0,000	1,143
08/03/2014	marzo	2014	0,089	0,060	0,000	0,948
14/07/2014	julio	2014	0,106	0,063	0,002	0,402
15/08/2014	agosto	2014	0,102	0,058	0,000	0,672
20/04/2014	abril	2014	0,134	0,169	0,000	0,699
28/06/2014	junio	2014	0,106	0,062	0,002	0,394
30/07/2014	julio	2014	0,104	0,063	0,002	0,416

Tabla 11. Estadística general de las imágenes BANDA 1.

		BANDA 2				
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max
01/04/2011	abril	2011	0,109	0,067	0,000	0,536
06/07/2011	julio	2011	0,144	0,083	0,002	0,443
08/09/2011	septiembre	2011	0,132	0,071	0,000	0,840
10/10/2011	octubre	2011	0,130	0,069	0,000	1,017
12/02/2011	febrero	2011	0,137	0,094	0,000	1,263
17/04/2011	abril	2011	0,166	0,175	0,000	0,771
20/06/2011	junio	2011	0,131	0,069	0,002	0,442
23/08/2011	agosto	2011	0,129	0,069	0,000	0,778
26/10/2011	octubre	2011	0,157	0,100	0,003	0,737
02/03/2012	marzo	2012	0,132	0,072	0,003	0,680
09/08/2012	agosto	2012	0,139	0,069	0,000	0,745
15/02/2012	febrero	2012	0,135	0,062	0,003	0,792
06/04/2013	abril	2013	0,174	0,209	0,000	0,824
11/07/2013	julio	2013	0,119	0,058	0,002	0,448
13/09/2013	septiembre	2013	0,115	0,063	0,000	0,545
25/06/2013	junio	2013	0,111	0,060	0,000	0,697
31/10/2013	octubre	2013	0,107	0,057	0,000	1,016
08/03/2014	marzo	2014	0,109	0,067	0,000	1,007
14/07/2014	julio	2014	0,139	0,074	0,002	0,452
15/08/2014	agosto	2014	0,126	0,071	0,000	0,714
20/04/2014	abril	2014	0,152	0,163	0,000	0,754
28/06/2014	junio	2014	0,137	0,071	0,002	0,444
30/07/2014	julio	2014	0,136	0,075	0,000	0,465

Tabla 12. Estadística general de las imágenes BANDA 2.

			BANDA 3				
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max	
01/04/2011	abril	2011	0,118	0,080	0,000	0,469	
06/07/2011	julio	2011	0,166	0,097	0,000	0,389	
08/09/2011	septiembre	2011	0,154	0,093	0,003	0,725	
10/10/2011	octubre	2011	0,154	0,089	0,000	0,877	
12/02/2011	febrero	2011	0,146	0,100	0,000	1,090	
17/04/2011	abril	2011	0,170	0,161	0,000	0,669	
20/06/2011	junio	2011	0,151	0,090	0,002	0,389	
23/08/2011	agosto	2011	0,156	0,092	0,003	0,675	
26/10/2011	octubre	2011	0,176	0,102	0,000	0,638	
02/03/2012	marzo	2012	0,151	0,081	0,000	0,592	
09/08/2012	agosto	2012	0,162	0,090	0,000	0,643	
15/02/2012	febrero	2012	0,152	0,071	0,003	0,686	
06/04/2013	abril	2013	0,170	0,191	0,000	0,711	
11/07/2013	julio	2013	0,136	0,071	0,002	0,394	
13/09/2013	septiembre	2013	0,132	0,082	0,002	0,476	
25/06/2013	junio	2013	0,130	0,079	0,000	0,605	
31/10/2013	octubre	2013	0,128	0,074	0,004	1,043	
08/03/2014	marzo	2014	0,121	0,076	0,004	0,869	
14/07/2014	julio	2014	0,158	0,093	0,000	0,397	
15/08/2014	agosto	2014	0,146	0,091	0,003	0,658	
20/04/2014	abril	2014	0,153	0,154	0,003	0,651	
28/06/2014	junio	2014	0,157	0,090	0,002	0,390	
30/07/2014	julio	2014	0,156	0,095	0,000	0,409	

Tabla 13. Estadística general de las imágenes BANDA 3.

		BANDA 4				
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max
01/04/2011	abril	2011	0,281	0,098	0,000	1,064
06/07/2011	julio	2011	0,301	0,100	0,007	0,890
08/09/2011	septiembre	2011	0,274	0,074	0,000	1,044
10/10/2011	octubre	2011	0,259	0,075	0,000	1,258
12/02/2011	febrero	2011	0,236	0,093	0,000	1,011
17/04/2011	abril	2011	0,350	0,162	0,004	0,975
20/06/2011	junio	2011	0,286	0,070	0,004	0,886
23/08/2011	agosto	2011	0,275	0,073	0,004	0,971
26/10/2011	octubre	2011	0,270	0,104	0,000	0,924
02/03/2012	marzo	2012	0,260	0,084	0,000	0,853
09/08/2012	agosto	2012	0,268	0,068	0,000	0,919
15/02/2012	febrero	2012	0,264	0,081	0,000	0,993
06/04/2013	abril	2013	0,353	0,197	0,004	1,024
11/07/2013	julio	2013	0,263	0,075	0,004	0,886
13/09/2013	septiembre	2013	0,263	0,071	0,000	0,923
25/06/2013	junio	2013	0,270	0,067	0,004	0,871
31/10/2013	octubre	2013	0,238	0,072	0,000	1,489
08/03/2014	marzo	2014	0,264	0,090	0,000	1,252
14/07/2014	julio	2014	0,290	0,075	0,004	0,893
15/08/2014	agosto	2014	0,279	0,074	0,004	0,844
20/04/2014	abril	2014	0,325	0,149	0,004	0,945
28/06/2014	junio	2014	0,290	0,073	0,004	0,881
30/07/2014	julio	2014	0,296	0,077	0,004	0,919

Tabla 14. Estadística general de las imágenes BANDA 4.

			BANDA 5				
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max	
01/04/2011	abril	2011	0,234	0,098	0,002	0,599	
06/07/2011	julio	2011	0,290	0,114	0,000	0,503	
08/09/2011	septiembre	2011	0,268	0,111	0,004	0,898	
10/10/2011	octubre	2011	0,259	0,110	0,004	1,078	
12/02/2011	febrero	2011	0,240	0,111	0,004	0,876	
17/04/2011	abril	2011	0,277	0,135	0,003	0,846	
20/06/2011	junio	2011	0,271	0,106	0,000	0,499	
23/08/2011	agosto	2011	0,273	0,110	0,003	0,584	
26/10/2011	octubre	2011	0,267	0,110	0,003	0,797	
02/03/2012	marzo	2012	0,254	0,099	0,000	0,739	
09/08/2012	agosto	2012	0,268	0,107	0,000	0,797	
15/02/2012	febrero	2012	0,260	0,097	0,000	0,853	
06/04/2013	abril	2013	0,245	0,136	0,003	0,887	
11/07/2013	julio	2013	0,244	0,090	0,000	0,505	
13/09/2013	septiembre	2013	0,248	0,104	0,000	0,601	
25/06/2013	junio	2013	0,251	0,096	0,003	0,765	
31/10/2013	octubre	2013	0,233	0,104	0,004	1,274	
08/03/2014	marzo	2014	0,230	0,097	0,003	1,076	
14/07/2014	julio	2014	0,276	0,111	0,002	0,503	
15/08/2014	agosto	2014	0,270	0,113	0,003	0,822	
20/04/2014	abril	2014	0,242	0,126	0,003	0,817	
28/06/2014	junio	2014	0,276	0,108	0,000	0,498	
30/07/2014	julio	2014	0,279	0,115	0,002	0,519	

Tabla 15. Estadística general de las imágenes BANDA 5.

		BANDA 7				
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max
01/04/2011	abril	2011	0,147	0,083	0,000	0,557
06/07/2011	julio	2011	0,190	0,096	0,000	0,470
08/09/2011	septiembre	2011	0,173	0,092	0,002	0,829
10/10/2011	octubre	2011	0,167	0,088	0,003	0,994
12/02/2011	febrero	2011	0,159	0,089	0,000	0,815
17/04/2011	abril	2011	0,183	0,114	0,002	0,781
20/06/2011	junio	2011	0,173	0,088	0,000	0,466
23/08/2011	agosto	2011	0,175	0,089	0,002	0,781
26/10/2011	octubre	2011	0,178	0,090	0,000	0,742
02/03/2012	marzo	2012	0,168	0,079	0,000	0,687
09/08/2012	agosto	2012	0,182	0,091	0,000	0,746
15/02/2012	febrero	2012	0,172	0,076	0,000	0,793
06/04/2013	abril	2013	0,156	0,111	0,002	0,816
11/07/2013	julio	2013	0,145	0,070	0,000	0,471
13/09/2013	septiembre	2013	0,157	0,086	0,000	0,558
25/06/2013	junio	2013	0,160	0,081	0,002	0,706
31/10/2013	octubre	2013	0,150	0,085	0,003	1,172
08/03/2014	marzo	2014	0,145	0,078	0,003	0,989
14/07/2014	julio	2014	0,180	0,095	0,002	0,469
15/08/2014	agosto	2014	0,176	0,096	0,002	0,759
20/04/2014	abril	2014	0,154	0,101	0,002	0,753
28/06/2014	junio	2014	0,180	0,093	0,000	0,465
30/07/2014	julio	2014	0,180	0,097	0,000	0,483

Tabla 16. Estadística general de las imágenes BANDA 7.

---

**ESTADÍSTICAS GENERALES DELA IMÁGENES PARA CADA UNA DE SUS BANDAS. IMÁGENES  
LANDSAT 8**

		BANDA 2				
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max
01/06/2013	junio	2013	0,104	0,111	0,000	1,529
07/10/2013	octubre	2013	0,089	0,052	0,000	1,678
14/04/2013	abril	2013	0,124	0,126	0,002	1,742
20/08/2013	agosto	2013	0,096	0,056	0,000	0,838
24/11/2013	noviembre	2013	0,103	0,094	0,000	1,868
26/12/2013	diciembre	2013	0,193	0,248	0,001	1,487
03/05/2014	mayo	2014	0,098	0,084	0,000	1,510
07/08/2014	agosto	2014	0,105	0,074	0,000	1,475
12/02/2014	febrero	2014	0,101	0,136	0,000	2,164
16/03/2014	marzo	2014	0,089	0,060	0,002	1,790
20/06/2014	junio	2014	0,102	0,054	0,000	1,547
22/07/2014	julio	2014	0,102	0,063	0,000	1,341
23/08/2014	agosto	2014	0,103	0,081	0,000	1,182

Tabla 17. Estadística general de las imágenes BANDA 2.

		BANDA 3				
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max
01/06/2013	junio	2013	0,131	0,104	0,000	1,624
07/10/2013	octubre	2013	0,112	0,062	0,000	1,772
14/04/2013	abril	2013	0,151	0,118	0,000	1,847
20/08/2013	agosto	2013	0,126	0,067	0,000	0,958
24/11/2013	noviembre	2013	0,111	0,091	0,000	1,843
26/12/2013	diciembre	2013	0,187	0,211	0,000	1,866
03/05/2014	mayo	2014	0,125	0,086	0,000	1,404
07/08/2014	agosto	2014	0,130	0,079	0,000	1,493
12/02/2014	febrero	2014	0,115	0,126	0,000	2,148
16/03/2014	marzo	2014	0,111	0,066	0,000	1,679
20/06/2014	junio	2014	0,132	0,065	0,000	1,582
22/07/2014	julio	2014	0,127	0,074	0,000	1,711
23/08/2014	agosto	2014	0,131	0,087	0,000	1,114

Tabla 18. Estadística general de las imágenes BANDA 3.

BANDA 4						
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max
01/06/2013	junio	2013	0,131	0,104	0,000	1,624
07/10/2013	octubre	2013	0,112	0,062	0,000	1,772
14/04/2013	abril	2013	0,151	0,118	0,000	1,847
20/08/2013	agosto	2013	0,126	0,067	0,000	0,958
24/11/2013	noviembre	2013	0,111	0,091	0,000	1,843
26/12/2013	diciembre	2013	0,187	0,211	0,000	1,866
03/05/2014	mayo	2014	0,125	0,086	0,000	1,404
07/08/2014	agosto	2014	0,130	0,079	0,000	1,493
12/02/2014	febrero	2014	0,115	0,126	0,000	2,148
16/03/2014	marzo	2014	0,111	0,066	0,000	1,679
20/06/2014	junio	2014	0,132	0,065	0,000	1,582
22/07/2014	julio	2014	0,127	0,074	0,000	1,711
23/08/2014	agosto	2014	0,131	0,087	0,000	1,114

Tabla 19. Estadística general de las imágenes BANDA 3.

BANDA 5						
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max
01/06/2013	junio	2013	0,345	0,106	0,000	1,447
07/10/2013	octubre	2013	0,268	0,084	0,000	2,054
14/04/2013	abril	2013	0,390	0,120	0,000	1,642
20/08/2013	agosto	2013	0,310	0,082	0,000	1,529
24/11/2013	noviembre	2013	0,246	0,113	0,000	1,986
26/12/2013	diciembre	2013	0,301	0,204	0,000	2,403
03/05/2014	mayo	2014	0,331	0,099	0,000	1,401
07/08/2014	agosto	2014	0,314	0,085	0,000	1,522
12/02/2014	febrero	2014	0,250	0,131	0,000	2,064
16/03/2014	marzo	2014	0,293	0,101	0,000	1,376
20/06/2014	junio	2014	0,318	0,076	0,000	1,424
22/07/2014	julio	2014	0,328	0,081	0,000	1,483
23/08/2014	agosto	2014	0,316	0,095	0,000	1,606

Tabla 20. Estadística general de las imágenes BANDA 5.

BANDA 6						
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max
01/06/2013	junio	2013	0,251	0,109	0,000	1,312
07/10/2013	octubre	2013	0,236	0,106	0,000	1,889
14/04/2013	abril	2013	0,283	0,124	0,000	1,488
20/08/2013	agosto	2013	0,264	0,110	0,000	1,358
24/11/2013	noviembre	2013	0,216	0,115	0,000	1,606
26/12/2013	diciembre	2013	0,216	0,095	0,000	2,033
03/05/2014	mayo	2014	0,246	0,109	0,000	1,336
07/08/2014	agosto	2014	0,271	0,108	0,000	1,304
12/02/2014	febrero	2014	0,166	0,086	0,000	1,574
16/03/2014	marzo	2014	0,238	0,097	0,000	1,826
20/06/2014	junio	2014	0,279	0,110	0,000	1,252
22/07/2014	julio	2014	0,287	0,117	0,000	1,366
23/08/2014	agosto	2014	0,274	0,123	0,000	1,449

Tabla 21. Estadística general de las imágenes BANDA 6.

BANDA 7						
	Mes	Año	Media	std.Dev	Min	Max
01/06/2013	junio	2013	0,165	0,094	0,000	1,212
07/10/2013	octubre	2013	0,155	0,089	0,000	1,626
14/04/2013	abril	2013	0,187	0,107	0,000	1,375
20/08/2013	agosto	2013	0,172	0,093	0,000	1,399
24/11/2013	noviembre	2013	0,146	0,094	0,000	1,546
26/12/2013	diciembre	2013	0,148	0,072	0,000	2,276
03/05/2014	mayo	2014	0,164	0,095	0,000	1,215
07/08/2014	agosto	2014	0,178	0,090	0,000	1,189
12/02/2014	febrero	2014	0,105	0,063	0,000	1,707
16/03/2014	marzo	2014	0,157	0,082	0,000	1,462
20/06/2014	junio	2014	0,179	0,089	0,000	1,245
22/07/2014	julio	2014	0,190	0,100	0,000	1,151
23/08/2014	agosto	2014	0,186	0,106	0,000	1,416

Tabla 22. Estadística general de las imágenes BANDA 7.



---

## ■ ANEXO 4. CARACTERIZACIÓN ESPECTRAL DE CULTIVOS



- **ALFALFA:**

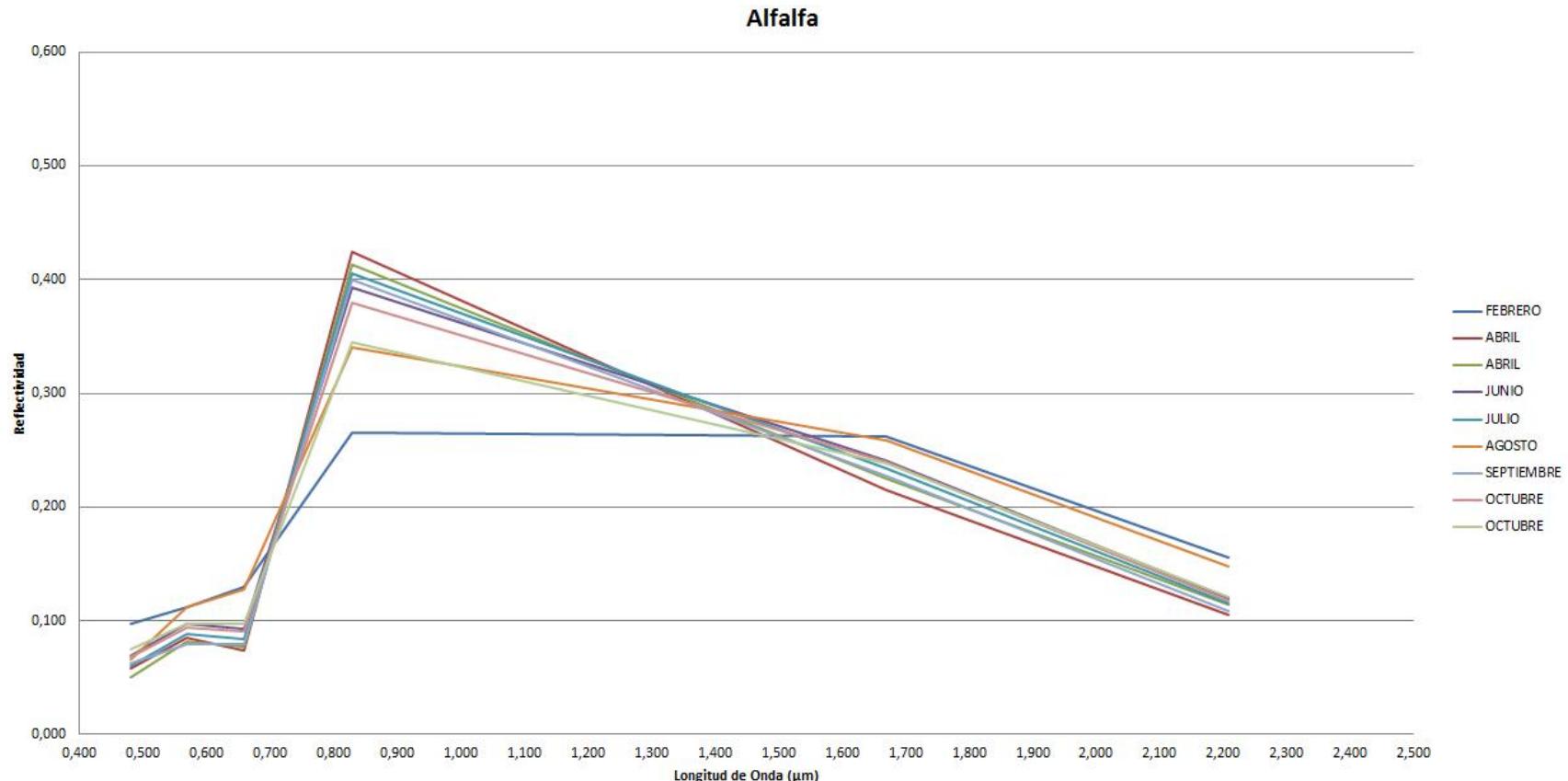


Figura 1. Caracterización espectral de la alfalfa.

INTERVALOS DE CONFIANZA UTILIZADOS PARA LA SELECCIÓN DE LAS PARCELAS DE ENTRENAMIENTO. ALFALFA

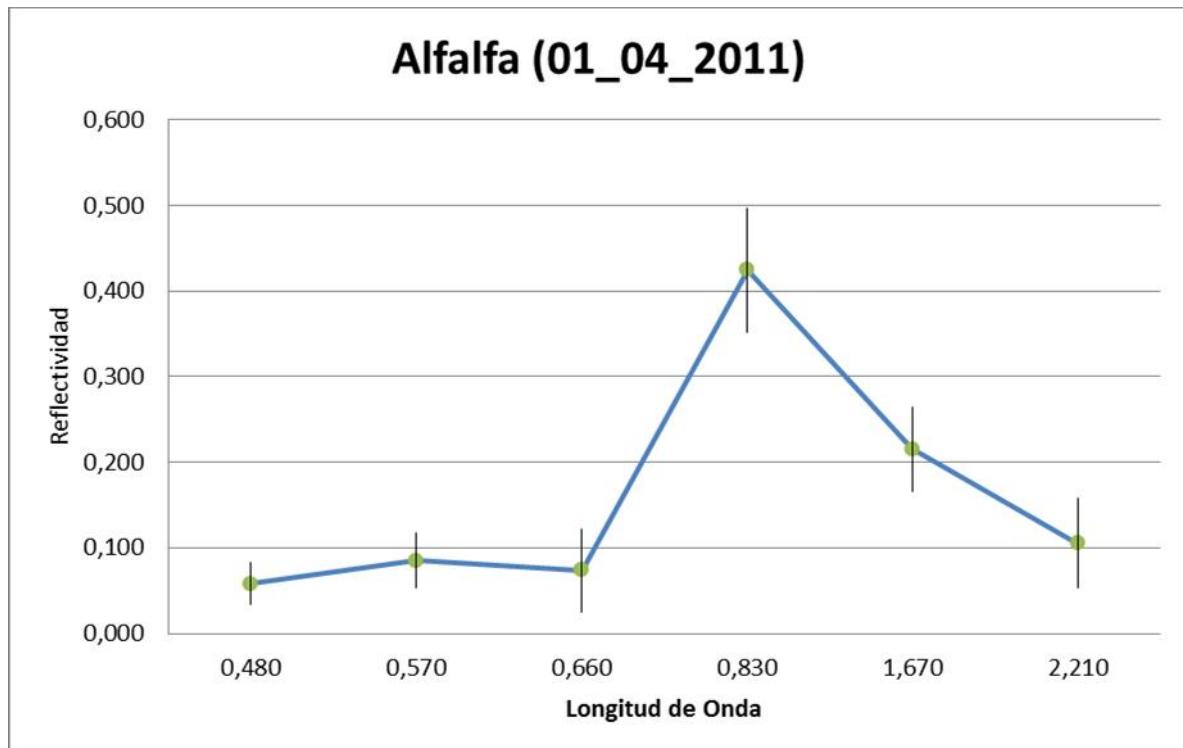


Figura 2. Intervalos de confianza para estimar las parcelas de entrenamiento de alfalfa.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
M+1DS	0,083	0,117	0,122	0,497	0,264	0,158
M-1DS	0,034	0,053	0,025	0,351	0,166	0,053
MEAN	0,058	0,085	0,074	0,424	0,215	0,106

Tabla 23. Intervalos de confianza para estimar las parcelas de entrenamiento de alfalfa.

- MAÍZ:

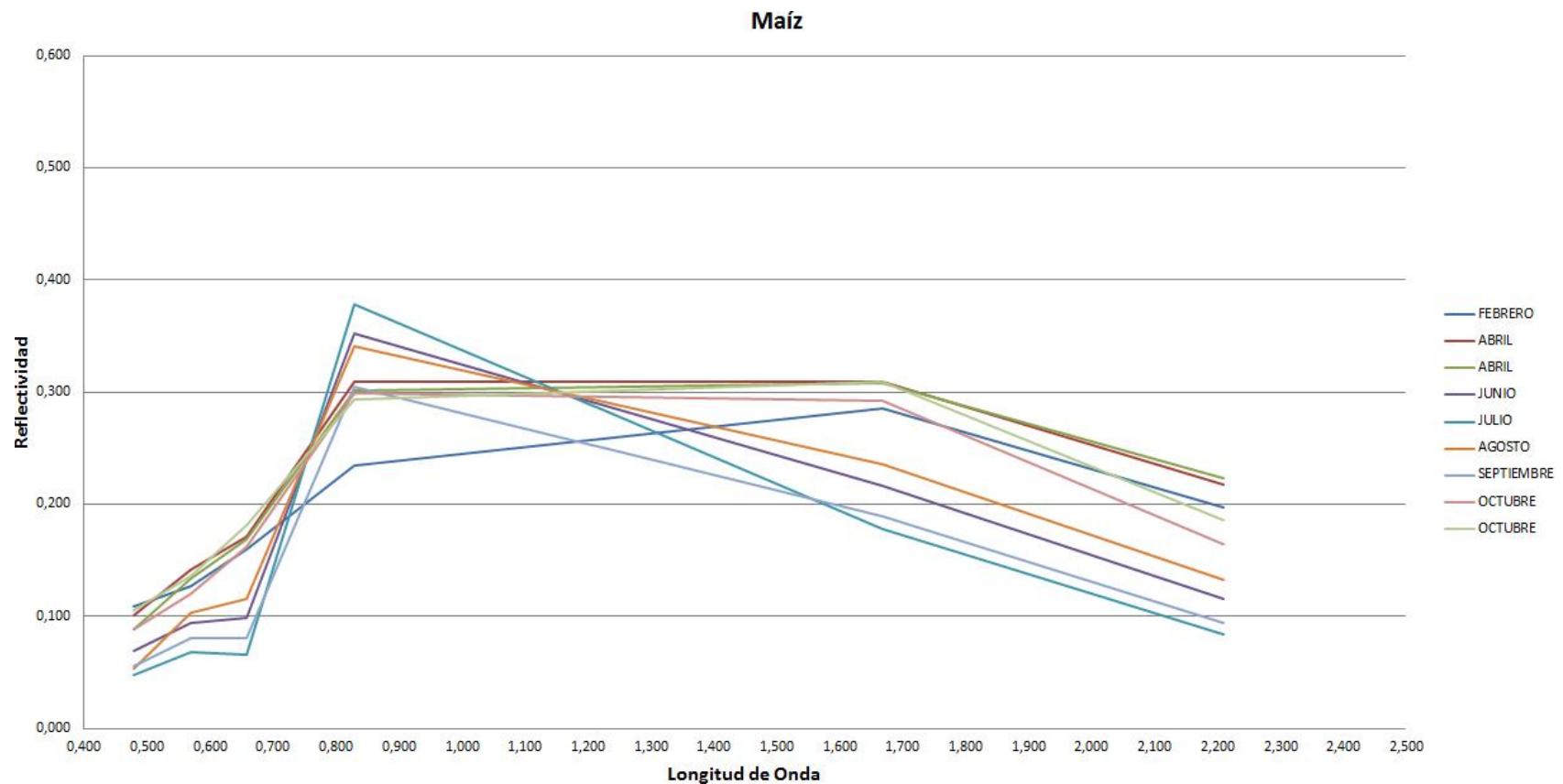


Figura 3. Caracterización espectral de la maíz.

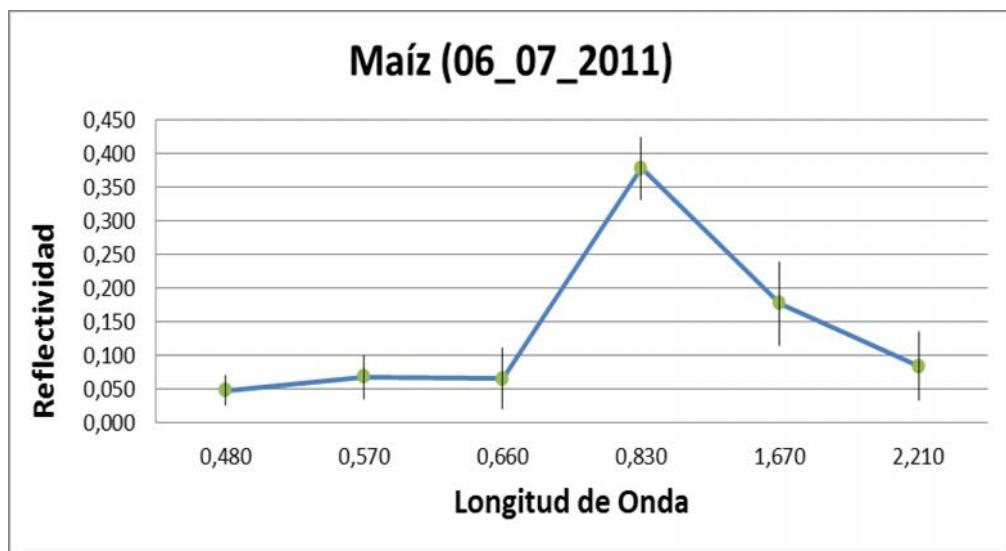


Figura 4. Intervalos de confianza para estimar las parcelas de entrenamiento de maíz.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
M+1DS	0,070	0,101	0,112	0,424	0,240	0,136
M-1DS	0,026	0,036	0,020	0,332	0,115	0,033
MEAN	0,048	0,068	0,066	0,378	0,178	0,084

Tabla 24. Intervalos de confianza para estimar las parcelas de entrenamiento de maíz.

- **FESTUCA:**

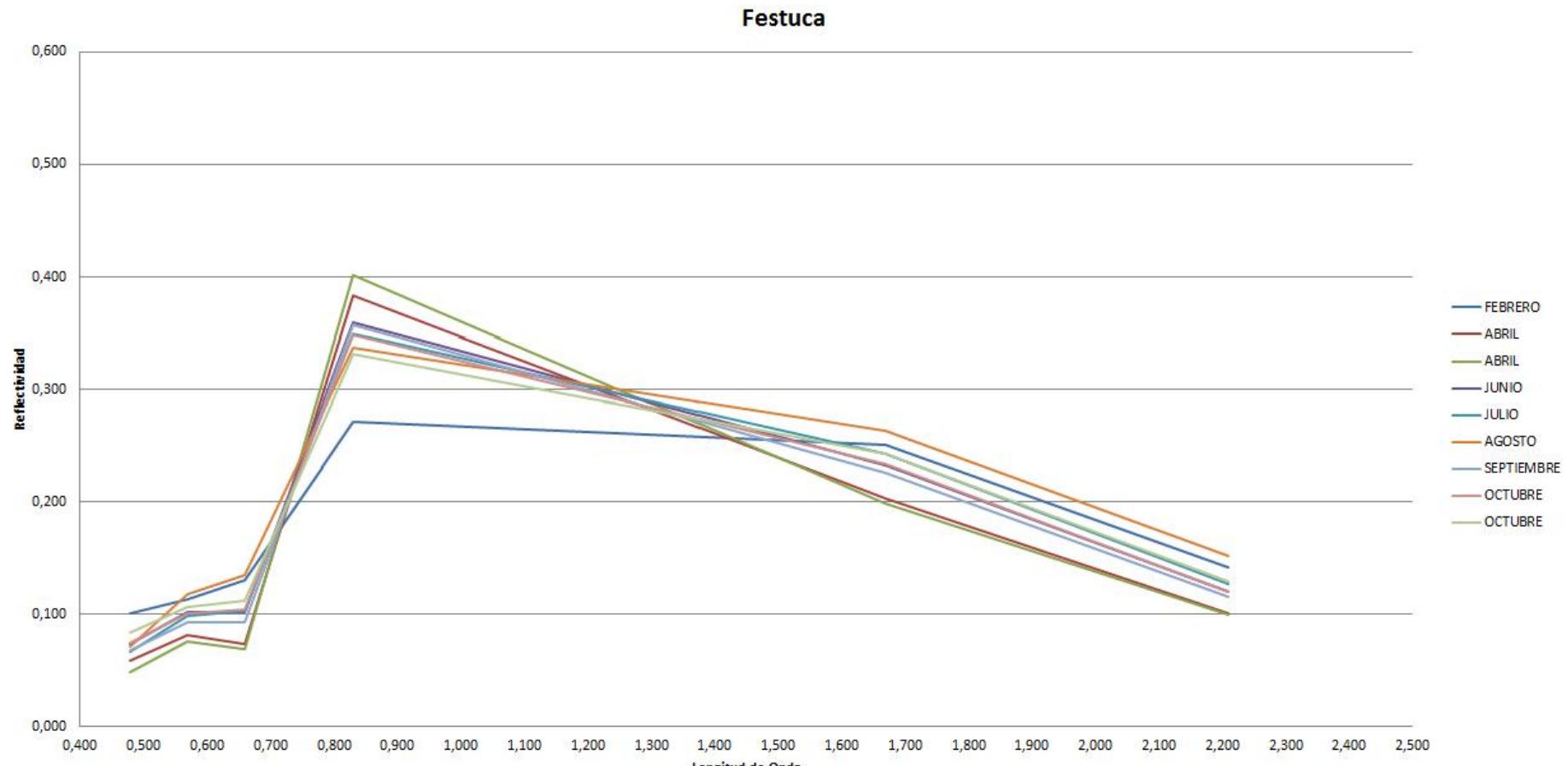


Figura 5. Caracterización espectral de la festuca.

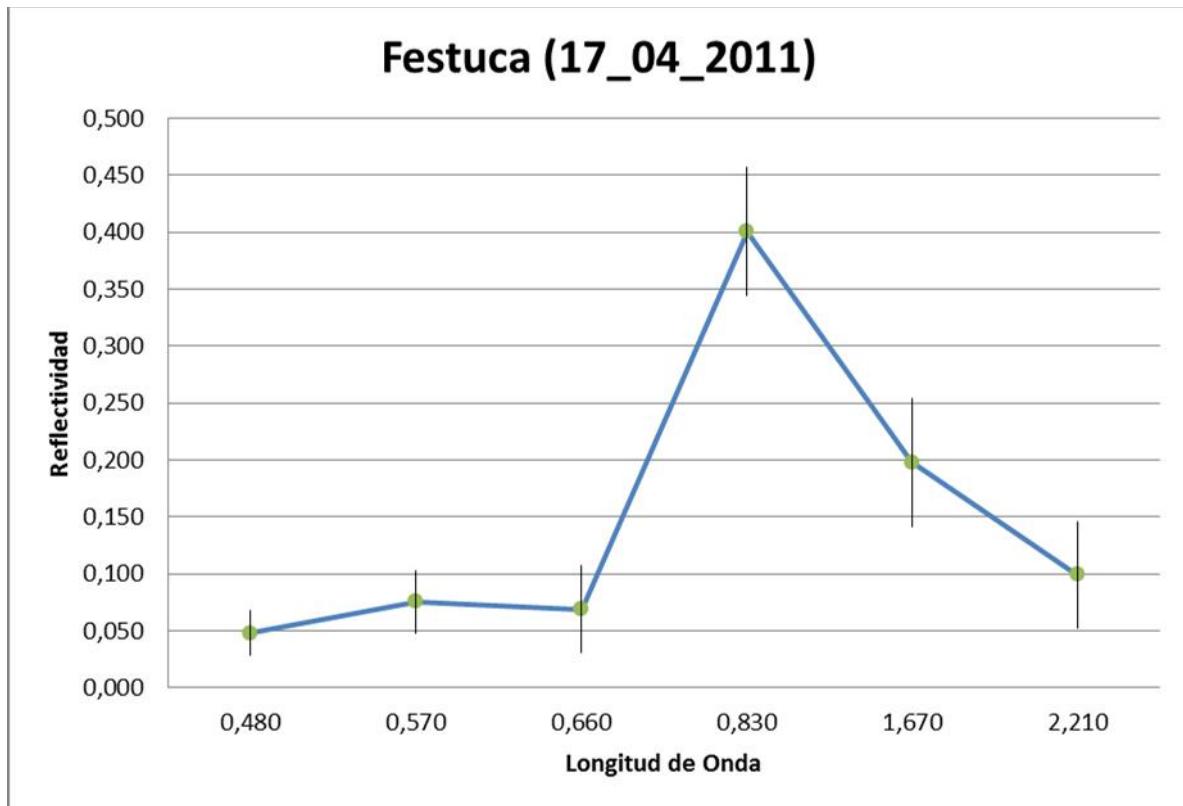


Figura 6. Intervalos de confianza para estimar las parcelas de entrenamiento de festuca.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
M+1DS	0,067	0,103	0,108	0,458	0,255	0,146
M-1DS	0,028	0,048	0,030	0,344	0,142	0,053
MEAN	0,048	0,075	0,069	0,401	0,198	0,099

Tabla 25. Intervalos de confianza para estimar las parcelas de entrenamiento de festuca.

- ARROZ:

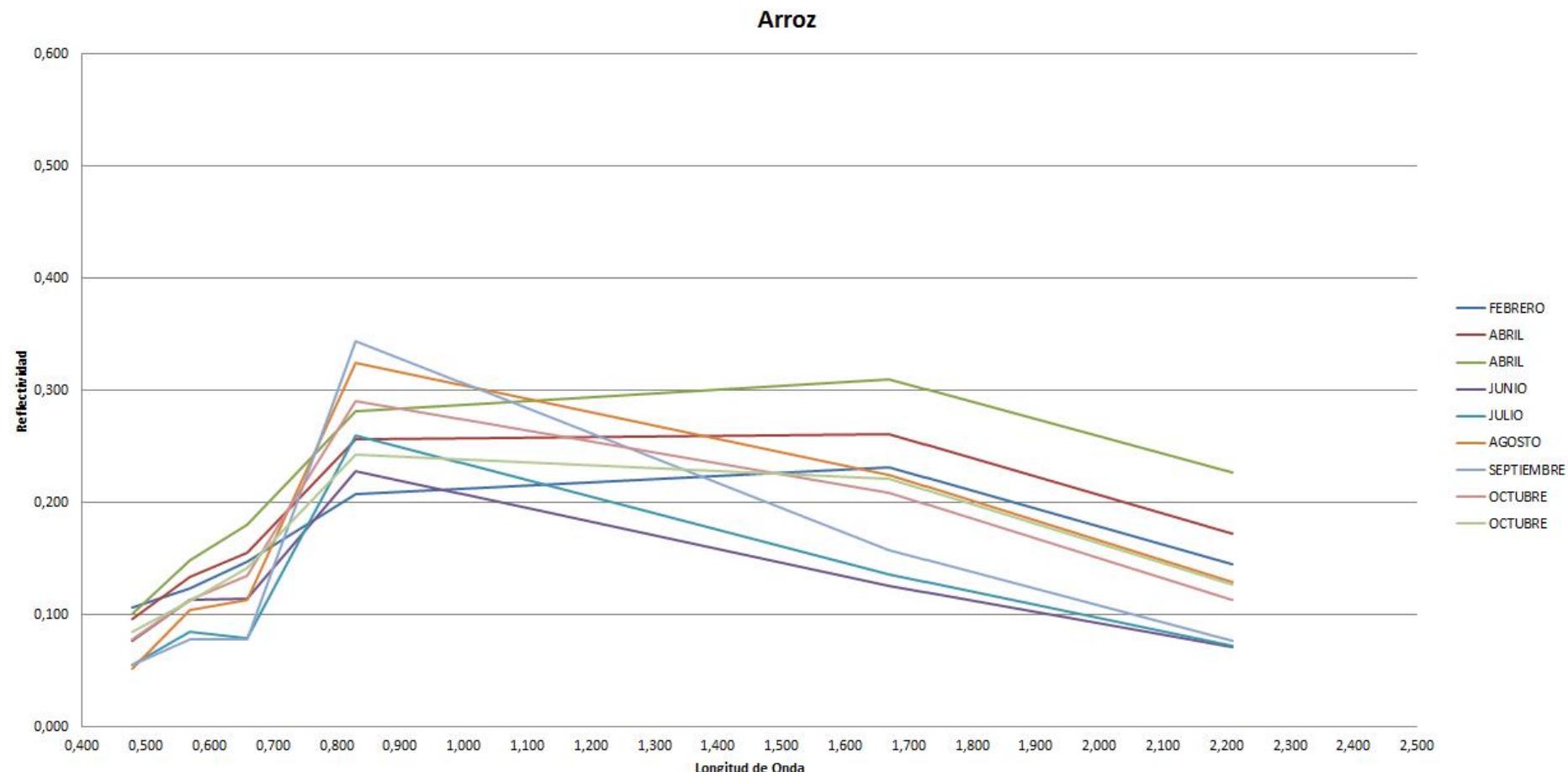


Figura 7. Caracterización espectral de la arroz.

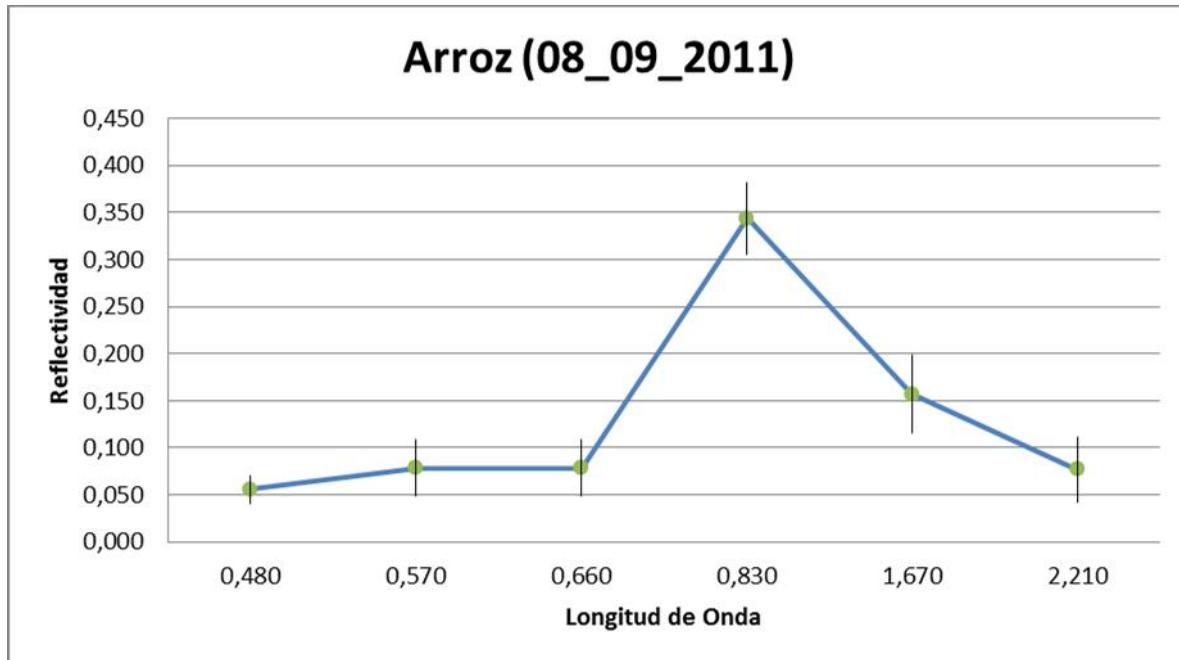


Figura 8. Intervalos de confianza para estimar las parcelas de entrenamiento de arroz.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
M+1DS	0,071	0,108	0,108	0,382	0,199	0,112
M-1DS	0,040	0,048	0,048	0,306	0,115	0,042
MEAN	0,056	0,078	0,078	0,344	0,157	0,077

Tabla 26. Intervalos de confianza para estimar las parcelas de entrenamiento de arroz.

Nota: dada la extensión del análisis, el resto de los cultivos analizados se incorporara al Trabajo Final del Master en soporte digital.

---

## ■ ANEXO 5. MATRICES DE SEPARABILIDAD



- Matriz de separabilidad (imagen 20\_06\_2011):

20/06/2011	ALFALFA	ARROZ	AVENA	ECHO TRADIC	CEBADA	FESTUCA	GIRASOL	GUISEANTES	MAIZ	ELOCOTONER	NECTARINA	NO CULTIVO	OLIVO	CULTIVOS HER	PERFICIES FO	OS PARA DES	IANENTES (5)	RAY GRASS	SORGO	RIGO BLAND	TRIGO DURO	TRITICALE	EZA FORRAJE	VEZA GRANO	ALMENDROS
ALFALFA	0	1960.27	1990.53	1989.96	1200.56	420.014	1908.18	1899.61	1072.78	1954.13	1827.67	1735.85	1280.35	1306.75	663.113	1148.92	1942.24	606.028	1921.34	1453.48	1439.63	2000	1554.37	1985.26	1999.99
ARROZ	1960.27	0	1999.32	1992.75	1950.35	1975.58	1999.84	1976.78	1990.57	2000	2000	1970.07	1998.18	1942.75	1746.17	1994.64	1993.31	1930	1933.99	1974.22	1980.48	2000	1995.09	1997.31	2000
AVENA	1990.53	1999.32	0	1955.05	1692.96	1980.09	1483.72	1699.83	1957.7	1993.95	1993.63	1948.45	1842.5	1936.3	1985.63	1874.36	1926.61	1756.07	1668.04	1047.15	1639.1	1868.18	1428.1	1989.04	1973.92
BARBECHO TRADICIONAL	1989.96	1992.75	1955.05	0	1495.01	1963.67	1977.39	635.204	1976.46	1998.76	1999.28	904.762	1954.81	1950.65	1989.03	1914.73	1457.21	1772.35	1469.47	1764.93	1662.27	1999.95	1487.36	1272.48	1835.44
CEBADA	1200.56	1950.35	1692.96	1495.01	0	776.805	1897.83	1279.63	1398.76	1988.7	1971.58	954.482	1713.94	1542.5	1550.5	1633.66	1792.65	668.629	1444.1	921.626	836.674	1999.38	1139.94	1832.37	1969.87
FESTUCA	420.014	1975.58	1980.09	1963.67	776.805	0	1952.7	1854.6	773.448	1975.36	1888.5	1430.26	1316.07	1225.64	859.183	1135.61	1898.36	520.198	1879.97	1303.24	1411.71	2000	1404.03	1954.82	1999.97
GIRASOL	1908.18	1999.84	1483.72	1977.39	1897.83	1952.7	0	1738.32	1957.54	1982.11	1981.33	1975.16	1812.01	1874.67	1945.81	1786.02	1921.09	1555.91	1837.04	1196	1591.3	1999.39	1405.16	1987.1	1992.15
GUISEANTES	1899.61	1976.78	1699.83	635.204	1279.63	1854.6	1738.32	0	1891.22	1981.47	1984.69	950.729	1737.45	1873.75	1857.94	1520.92	1101.57	1274.62	822.056	1516.26	1521.68	1999.85	1066.24	1262.29	1708.06
MAIZ	1072.78	1990.57	1957.7	1976.46	1398.76	773.448	1957.54	1891.22	0	1707.66	1443.25	1637.25	1324.89	1394.11	1074.61	1171.08	1874.43	808.099	1808.2	1459.29	1683.61	2000	1481.14	1943.05	1999.17
MELOCOTONERO	1954.13	2000	1993.95	1998.76	1988.7	1975.36	1982.11	1981.47	1707.66	0	647.777	1989.95	1844.03	1944.71	1969.5	1852.28	1976.15	1788.72	1985.04	1994.81	1992.36	2000	1669.27	1984.83	1988.84
NECTARINA	1827.67	2000	1993.63	1999.28	1971.58	1888.5	1981.33	1984.69	1443.25	677.777	0	1985.36	1685.54	1946.68	1881.22	1973.84	1974.55	1691.44	1979.89	1987.25	1989.09	2000	1955.3	1979.38	1998.93
NO CULTIVO	1735.85	1970.07	1948.45	904.762	954.482	1430.26	1975.16	950.729	1637.25	1989.95	1985.36	0	1891.09	1769.96	1824.93	1740.68	1558.79	1154.84	1245.82	1620.39	1447.09	1999.98	1267.38	1346.49	1901.26
OLIVO	1280.35	1998.18	1842.5	1954.81	1713.94	1316.07	1812.01	1737.45	1324.89	1844.03	1685.54	1891.09	0	1755.53	1159.06	1626.56	1787.19	1157.39	1932.97	1454.68	1022.32	1999.87	1283.78	1851.19	1984.45
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	1306.75	1942.75	1936.3	1950.65	1542.5	1225.64	1874.67	1873.75	1394.11	1944.71	1946.68	1769.96	1755.53	0	1571.59	1610.21	1742.592	1621.03	1504.01	1647.04	2000	1017.74	1891.52	1985.74	
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	663.113	1746.17	1985.63	1989.03	1550.5	859.183	1945.81	1857.94	1074.61	1969.5	1881.22	1824.93	1159.06	1571.59	0	967.086	1902.78	849.628	1845.8	1669.26	1772.02	2000	1703.46	1987.06	1999.98
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	1148.92	1994.64	1874.36	1914.73	1633.66	1135.61	1786.02	1520.92	1171.08	1852.28	1793.84	1740.68	1046.36	1662.56	967.086	0	1610.21	1612.6	1594.29	1771.33	1730.35	1999.23	1283.46	1316.22	1641.62
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	1942.24	1993.31	1926.61	1457.21	1792.65	1898.36	1921.09	1101.57	1874.43	1976.15	1558.79	1817.37	1787.19	1902.78	1610.21	0	1612.6	1276.94	986.397	1065.73	1999.99	872.424	1814.81	1972.64	
RAY GRASS	606.028	1930	1756.07	1772.35	668.629	520.198	1555.91	1274.62	808.099	1788.72	1691.44	1154.84	921.418	1157.39	849.628	742.592	1612.6	0	1276.94	1708.86	1802.26	1999.99	1434.64	1777.9	1899.51
SORGO	1921.34	1933.99	1668.04	1469.47	1444.1	1879.97	1837.04	822.056	1808.2	1985.04	1979.89	1245.82	1690.5	1932.97	1845.8	1621.03	1594.29	1276.94	0	1708.86	1802.26	1999.99	1434.64	1777.9	1899.51
TRIGO BLANCO	1453.48	1742.22	1047.25	1764.93	921.626	1303.24	1196	1516.26	1459.29	1994.81	1878.25	1620.39	1612.35	1454.68	1669.26	1504.01	1771.33	986.397	1708.86	0	567.051	1854.28	797.667	1888.97	1976.22
TRIGO DURO	1439.63	1980.48	1639.1	1662.27	836.674	1411.71	1591.3	1521.68	1683.61	1923.36	1899.09	1447.09	1810.4	1022.32	1772.02	1647.04	1730.35	1065.73	1802.26	567.051	0	1945.39	763.093	1772.34	1940.37
TRITICALE	2000	2000	1868.18	1999.95	1999.38	2000	1999.39	1999.85	2000	2000	2000	1999.98	1999.87	2000	2000	1999.23	1999.99	1999.99	1854.28	1945.39	0	1991.91	1999.62	1999.88	
VEZA FORRAJERA	1554.37	1995.09	1428.1	1487.36	1139.94	1404.03	1405.16	1066.24	1481.14	1969.27	1955.3	1267.38	1647.78	1283.78	1703.46	1017.74	1283.46	872.424	1434.64	797.667	763.093	1991.91	0	1618.96	1760.87
VEZA GRANO	1985.26	1997.31	1989.04	1272.48	1832.37	1954.82	1987.1	1262.29																	



- Matriz de separabilidad (Imagen 01\_04\_2011):

01/04/2011	ALFALFA	ALMENDROS	ARROZ	AVENA	ECHO TRADIC	CEBADA	FESTUCA	GIRASOL	GUISESANTES	MAIZ	ELOCOTONER	NECTARINA	NO CULTIVO	OLIVAR	CULTIVOS HER	PERFICIES FO	OS PARA DESTINANTES (5	RAY GRASS	SORGO	RIGO BLANDO	TRIGO DURO	TRITICALE	EZA FORRAJE	VEZA GRANO		
ALFALFA	0	1624.53	1973.72	1875.22	1946.57	588.19	351.703	1754.56	1609.93	1955.79	1999.35	1999.91	1893.06	1393.06	1845.61	1325.61	892.74	1994.52	324.66	1883.65	876.394	766.868	1877.72	792.02	1999.43	
ALMENDROS	1624.53	0	1880.92	1723.36	1618.49	1509.51	1665.93	1933.68	1331.95	1736.97	1809.75	1831.42	1812.27	1285.33	1676.13	1743.24	1468.7	1681.61	1666.2	1912.63	1513.55	1361.92	1967.51	1718.51	1941.24	
ARROZ	1973.72	1880.92	0	1714.64	1772.35	1885.46	1965.89	1999.75	1584.31	1389.89	1958.72	1984.18	1435.36	1855.7	1635.85	1672.11	1801.28	1055.54	1944.87	1657.71	1935.46	1940.5	2000	1981.18	1901.4	
AVENA	1875.22	1723.36	1714.64	0	1921.25	1626.44	1844.54	1982.57	1271.87	1642.97	1406.23	1546.98	1755.46	1792.47	1899	1667.34	1583.32	1768.91	1794.99	1765.94	1635.76	1710.76	1999.85	1945.61	1994.17	
BARBECHO TRADICIONAL	1946.57	1618.49	1772.35	1921.25	0	1682.11	1957.19	1971.02	964.95	1068.21	1974.43	1992.18	716.058	1979.93	1455.66	1946.2	1747.6	1650.85	1922.87	1846.45	1799.39	1711.9	2000	1811	1192.23	
CEBADA	588.19	1509.51	1885.46	1626.44	1682.11	0	619.654	1460.76	932.158	1731.25	1997.59	1999.29	1508.47	1294.89	1584.95	1022.91	721.115	1976.03	290.282	1431.14	372.294	465.239	1912.2	621.16	1975.8	
FESTUCA	351.703	1665.93	1965.89	1844.54	1957.19	619.654	0	1748.98	1691.91	1977.3	1998.48	1999.67	1896.24	1475.25	1849.08	1367.17	1027.54	1987.07	315.314	1935.64	455.28	436.404	1713.5	727.088	1999.4	
GIRASOL	1754.56	1933.68	1999.75	1982.57	1971.02	1460.76	1748.98	0	1863.44	1986.41	1999.99	2000	1986.31	1974.26	1975	1927.45	1888.11	1999.82	1620.51	1997.08	1577.88	1714.28	1999.61	1620.76	1999.9	
GUISESANTES	1609.93	1331.95	1584.31	1271.87	964.95	932.158	1691.91	1863.44	0	1143.92	1892.21	1927.63	1025.33	1774.27	1556.85	1406.47	1239.36	1659.95	1467.9	1151.25	1382.89	1412.17	1999.98	1591.7	1629.41	
MAIZ	1955.79	1736.97	1389.89	1642.97	1068.21	1731.25	1977.3	1986.41	1143.92	0	1751.56	1881.96	1111.29	1916.88	1800.49	1716.53	1823.5	1268.6	1948.97	1416.61	1869.15	1915.18	2000	1977.31	1343.67	
MELOCOTONERO	1999.35	1809.75	1958.72	1406.23	1974.43	1997.59	1998.48	1999.99	1892.21	1751.56	0	267.597	1967.85	1922.1	1989.67	1990.83	1979.91	1658.01	1999.32	1986.79	1992.97	1989.98	1999.97	1990.82		
NECTARINA	1999.91	1831.42	1984.18	1546.98	1992.18	1999.29	1999.67	2000	1927.63	1881.96	267.597	0	1988.28	1947.98	1995.49	1998.19	1992.76	1758.92	1999.83	1994.59	1997.54	1996.75	1999.99	1999.14		
NO CULTIVO	1893.06	1812.27	1435.36	1755.46	716.058	1508.47	1896.24	1986.31	1025.33	1111.29	1967.85	1988.28	0	1976.29	956.55	1751.03	1532.96	1686.57	1754	1523.74	1749.63	1686.84	2000	1839.39	1343.52	
OLIVAR	1393.06	1285.33	1855.7	1792.47	1979.93	1294.89	1475.25	1974.27	1916.88	1922.1	1947.98	1976.29	0	1931.19	1686.4	1557.33	1838.55	1452.91	1991.67	1364.79	1377.56	1971.3	1656.31	1999.96		
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	1845.61	1676.13	1635.85	1899	1455.66	1584.95	1849.08	1975	1556.85	1800.49	1989.67	1995.49	1955.65	1931.19	0	1861.72	1543.76	1780.4	1680.14	1927.33	1724.79	1598.79	1999.53	1747.34	1859.62	
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	1325.61	1743.24	1672.11	1667.34	1946.2	1022.91	1367.17	1927.45	1406.47	1716.53	1990.83	1998.19	1751.03	1686.4	1861.72	0	1148.76	1942.33	1263.77	1178.74	1366.3	1534.76	1999.76	1562.91	1995.51	
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	892.74	1468.7	1801.28	1583.32	1747.6	721.115	1027.54	1888.11	1239.36	1979.91	1992.76	1532.96	1557.33	1543.76	1148.76	0	1928.93	828.3	1712.85	1078.44	945.849	1981.42	1272.01	1969.1		
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	1994.52	1681.61	1055.54	1768.91	1650.85	1976.03	1987.07	1999.82	1659.95	1268.6	1658.01	1758.92	1686.57	1838.55	1780.4	1942.33	1928.93	0	1992.86	1843.21	1966.92	1955.49	1999.98	1996.83	1732.28	
RAY GRASS	324.66	1666.2	1944.87	1794.99	1922.87	290.282	315.314	1620.51	1467.9	1948.97	1999.32	1999.83	1754	1452.91	1680.14	1263.77	828.3	1992.86	0	1786.96	499.747	491.443	1760.86	488.196	1997.71	
SORGO	1883.65	1912.63	1657.71	1765.94	1846.45	1431.14	1935.64	1997.08	1151.25	1416.61	1986.79	1994.59	1523.74	1991.67	1927.33	1178.74	1712.85	1843.21	1786.96	0	1815.53	1879.53	2000	1911.58	1958.09	
TRIGO BLANDO	876.394	1513.55	1935.46	1635.76	1799.39	372.294	455.28	1577.88	1382.89	1869.15	1992.97	1997.54	1749.63	1724.79	1366.3	1078.44	1966.92	499.747	1815.53	0	183.839	1537.02	843.212	1991.87		
TRIGO DURO	766.868	1361.92	1940.5	1710.76	1711.9	465.239	436.404	1714.28	1412.17	1915.18	1989.98	1996.75	1686.84	1377.56	1598.79	1534.76	945.849	1955.49	491.443	1879.53	183.839	0	1497.45	680.105	1981.59	
TRITICALE	1877.72	1967.51	2000	1999.85	2000	1912.2	1713.5	1999.61	1999.98	2000	1999.97	1999.99	2000	1971.3	1999.53	1999.76	1981.42	1999.98	1760.86	2000	1537.02	1497.45	0	0	1839.81	2000
VEZA FORRAJERA	792.02	1718.51	1981.18	1945.61	1811	621.16	727.088	1620.76	1591.7	1977.31	1999															



- Matriz de separabilidad (17 Abril-20 Junio):

17ABRIL_20JUNIO	ALFALFA	ALMENDROS	ARROZ	AVENA	ECHO TRADIC	CEBADA	FESTUCA	GIRASOL	GUISESANTES	MAIZ	ELOCOTONER	NECTARINA	NO CULTIVO	OLIVAR	ULTIVOS HER	PERFICIES FO	VOS PARA DES	ANENTES (5)	RAY GRASS	SORGO	RIGO BLAND	TRIGO DURO	TRITICALE	EZA FORRAJE	VEZA GRANO
ALFALFA	0	1999.95	1997.86	2000	1999.77	1418.92	897.71	1998.97	1978.59	1927.64	1999.98	1999.99	1966.13	1968.3	1924.42	1396.35	1509.85	1998.71	830.654	1989.84	1725.98	1711.93	2000	1935.51	2000
ALMENDROS	1999.95	0	2000	1999.89	1999.51	1997.05	1999.96	1999.98	1969.35	1999.98	1997.93	1999.99	1999.31	1999.39	1998.69	1999.97	1985.62	1963.43	1998.24	1999.02	1998.19	1992.82	2000	1995.29	1999.92
ARROZ	1997.86	2000	0	2000	1997.68	1994.37	1999.63	2000	1999.71	1997.17	2000	2000	1991	2000	1995.13	1998.21	1999.55	2000	1994.73	1995.82	1999.6	1999.93	2000	1999.98	2000
AVENA	2000	1999.89	2000	0	1999.91	1999.08	2000	1999.94	1995.28	2000	2000	2000	1999.76	2000	1999.99	2000	1999.95	1999.74	1998.93	1993.84	1985.15	1996.64	2000	1984.65	1999.97
BARBECHO TRADICIONAL	1999.77	1999.51	1997.68	1999.91	0	1956.34	1999.66	2000	1968.42	1996.07	2000	2000	1408.88	2000	1995.07	1999.75	1997.45	1981.46	1983.19	1952.01	1963.47	2000	1983.8	1984.33	
CEBADA	1418.92	1997.05	1994.37	1999.08	1956.34	0	1425.93	1999.08	1753.21	1895	1999.99	2000	1794.61	1996.77	1950.39	1878.56	1801.7	1999.33	1101.84	1903.98	1323.09	1390.06	2000	1753.23	1999.96
FESTUCA	897.71	1999.96	1999.63	2000	1999.66	1425.93	0	1999.83	1964.88	1991.64	2000	2000	1967.7	1974.93	1954	1742.18	1693.84	1998.86	984.284	1998.2	1610.01	1605.78	2000	1937.77	2000
GIRASOL	1998.97	1999.98	2000	1999.94	2000	1999.08	1999.83	0	1999.44	2000	2000	2000	2000	2000	1999.92	1998.83	2000	1995.17	2000	1982.36	1993.6	2000	1986.97	2000	
GUISESANTES	1978.59	1969.35	1999.71	1995.28	1968.42	1753.21	1964.88	1999.44	0	1999.53	1999.99	2000	1948.45	1996.51	1996.74	1988.83	1888.76	1990.31	1767.17	1969.92	1836.7	1822.13	2000	1895.47	1999.58
MAIZ	1927.64	1999.98	1997.17	2000	1996.07	1895	1991.64	2000	1999.53	0	1999.99	2000	1850.01	1998.45	1963.71	1941.8	1878.98	1997.93	1909.32	1967.08	1994.18	1999.15	2000	1996	1999.21
MELOCOTONERO	1999.98	1997.93	2000	2000	1999.99	2000	2000	1999.99	1999.99	0	1253.07	1999.99	1995.53	1999.28	1999.86	1999.76	1999.95	1999.99	1999.98	1999.99	1999.99	2000	1999.99	2000	
NECTARINA	1999.99	1999.99	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1253.07	0	2000	1983.79	1999.9	1999.96	1996.49	2000	1999.99	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
NO CULTIVO	1966.13	1999.31	1991	1999.76	1408.88	1794.61	1967.7	2000	1948.45	1850.01	1999.99	2000	0	1999.95	1946.55	1971.49	1963.8	1966.56	1808.24	1878.15	1982.63	1953.3	2000	1979.14	1984.14
OLIVAR	1968.3	1999.39	2000	2000	1996.77	1974.93	2000	1996.51	1998.45	1995.53	1983.79	1999.95	0	1999.58	1987	1936.64	1994.98	1991.51	1999.12	1992.59	1996.8	2000	1999.81	2000	
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	1924.42	1998.69	1995.13	1999.99	1995.07	1950.39	1954	2000	1996.74	1963.71	1999.28	1999.9	1946.55	1999.58	0	1964.35	1949.48	1874.82	1966.71	1968.67	1927.84	2000	1985.4	1998.37	
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	1396.35	1999.97	1998.21	2000	1999.75	1878.56	1742.18	1999.92	1988.83	1941.8	1999.86	1999.96	1971.49	1987	1964.35	0	1630.61	1988.78	1567.61	1996.13	1960.92	1977.7	2000	1981.28	2000
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	1509.85	1985.62	1999.55	1999.95	1997.45	1801.7	1693.84	1998.83	1888.76	1878.98	1999.34	1999.99	1963.8	1936.64	1949.48	1630.61	0	1986.17	1426.49	1955.12	1838.42	2000	1889.48	1999.97	
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	1998.71	1963.43	2000	1999.74	1981.46	1999.33	1998.86	2000	1990.31	1997.93	1998.76	1996.49	1994.98	1982.47	1998.78	1986.17	0	1997.33	1993.72	1999.91	1999.73	2000	1999.92	1988.63	
RAY GRASS	830.654	1998.24	1994.73	1998.93	1983.19	1101.84	984.284	1995.17	1767.17	1909.32	1999.95	2000	1808.24	1991.51	1874.82	1567.61	1426.49	1997.33	0	1906.98	1567.05	2000	1709.77	1999.94	
SORGO	1989.84	1999.02	1995.82	1993.84	1952.01	1903.98	1998.2	2000	1969.92	1967.08	1999.99	1987.15	1999.12	1996.71	1996.13	1955.12	1993.72	1906.98	0	1994.08	1996.26	2000	1996.22	1994.97	
TRIGO BLANDO	1725.98	1998.19	1999.6	185.15	1993.27	1323.09	1610.01	1982.36	1836.7	1994.18	1999.98	2000	1882.63	1992.59	1968.67	1960.92	1838.42	1999.91	1567.05	1994.08	0	872.712	1985.16	1623.51	1999.95
TRIGO DURO	1711.93	1992.82	1999.93	1996.64	163.47	1390.06	1605.78	1993.6	1822.13	1999.15	1999.99	2000	1953.3	1996.8	1927.84	1977.7	1883.75	1999.73	1551.36	1996.26	872.712	0	1998.8	1737.74	1999.57
TRITICALE	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1985.16	1998.8	
VEZA FORRAJERA	1897.52	1999.93	1999.97	1999.94	1441.77	1495.68	1998.89	1973.02	1999.97	2000	2000	1994.16	1997.68	1999.98	1976.73	1932.85	1999.96	1192.18	1998.49	1547.79	1635.23	2000	0	2000	1999.85
VEZA GRANO	2000	2000	2000	1817.13	1999.58	2000	2000	1994.78	2000	1999.99	2000	1980.22	2000	1999.99	2000	1999.99	2000	1983.81							



- Matriz de separabilidad (1 Abril-20 Junio):

01ABRIL_20JUNIO	ALFALFA	ALMENDROS	ARROZ	AVENA	ECHO TRADIC	CEBADA	FESTUCA	GIRASOL	GUISENTES	MAIZ	ELOCOTONER	NECTARINA	NO CULTIVO	OLIVAR	CULTIVOS HER	SUPERFICIES FO/OS PARA DES	ANENTES (5	RAY GRASS	SORGO	TRIGO BLAND	TRIGO DURO	TRITICALE	VEZA FORRAJE	VEZA GRANO	
ALFALFA	0	1999.95	1998.67	2000	1999.97	1473.07	982.88	1998.66	1972.23	1991.39	2000	2000	1989.38	1883.31	1951.68	1676.86	1609.63	1999.53	886.719	1996.97	1629.72	1603.57	2000	1833.24	2000
ALMENDROS	1999.95	0	2000	1999.98	1999.82	1998.01	1999.98	2000	1978.72	2000	1999.91	1999.99	1999.91	1995.56	1999.63	1999.99	1996.52	1946.83	1993.38	1999.82	1997.38	1984.26	2000	1995.9	2000
ARROZ	1998.67	2000	0	2000	1998.9	1994.01	1999.44	2000	1997.22	1997.98	2000	2000	1990.77	2000	1997.9	1986.42	1999.69	1996.53	1997.43	1997.63	1999.47	2000	1999.96	2000	
AVENA	2000	1999.98	2000	0	1999.9	1999.36	2000	2000	1989.67	2000	2000	2000	1999.85	2000	1999.99	2000	2000	1999.33	1999.98	1999.77	1979.3	1994.61	2000	1999.51	2000
BARBECHO TRADICIONAL	1999.97	1999.82	1998.9	1999.9	0	1933.32	1999.93	2000	1697.53	1997.42	2000	2000	1541.96	2000	1997.55	1999.97	1999.23	1978.68	1995.59	1989.36	1967.02	1963.96	2000	1899.5	1956.8
CEBADA	1473.07	1998.01	1994.01	1999.36	1933.32	0	1373.58	1997.96	1691.71	1924.44	2000	2000	1734.3	1991.82	1959.92	1815.36	1845.92	1999.12	1010.07	1909.26	1236.12	1247.84	2000	1571.55	1999.85
FESTUCA	982.88	1999.98	1999.44	2000	1999.93	1373.58	0	1999.78	1980.58	1997.61	2000	2000	1985.16	1965.78	1968.99	1853.36	1718.08	1999.19	965.35	1998.8	1509.78	1647.81	2000	1813.67	2000
GIRASOL	1998.66	2000	2000	2000	1997.96	1999.78	0	1997.91	2000	2000	2000	2000	1999.98	2000	2000	2000	1999.83	2000	1985.7	1999.99	1974.21	1982.46	2000	1899.66	2000
GUISENTES	1972.23	1978.72	1997.22	1989.67	1697.53	1691.71	1980.58	1997.91	0	1986.74	1999.97	1999.97	1708.58	1993.82	1989.92	1982.96	1898.31	1933.22	1798.14	1738.72	1826.01	1846.41	2000	1890.07	1981.3
MAIZ	1991.39	2000	1997.98	2000	1997.42	1924.44	1997.61	2000	1986.74	0	1999.97	1999.14	1907.27	1999.86	1967.85	1939.49	1990.18	1997.16	1990.04	1984.42	1979.15	1997.67	2000	1999.37	1997.73
MELOCOTONERO	2000	1999.91	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.97	1999.97	0	1298.61	2000	1999.16	1999.89	2000	1999.99	1999.34	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.98
NECTARINA	2000	1999.99	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1999.97	1999.14	1298.61	0	2000	1998.98	1999.96	2000	2000	1997.22	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
NO CULTIVO	1989.38	1999.91	1990.77	1999.85	1541.96	1734.3	1985.16	2000	1708.58	1907.27	2000	2000	0	1999.91	1970.13	1992.38	1985.21	1974.16	1917.01	1951.69	1946.72	1935.98	2000	1977.57	1977.16
OLIVAR	1883.31	1995.56	2000	2000	1991.82	1965.78	1999.98	1993.82	1999.86	1999.16	1998.98	1999.91	0	1999.76	1981.55	1950.78	1985.74	1935.77	1999.98	1969.27	1984.67	2000	1998.62	2000	
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	1951.68	1999.63	1997.9	1999.99	1997.55	1959.92	1968.99	2000	1899.92	1967.85	1999.89	1999.96	1970.13	1999.76	0	1986.05	1982.82	1990.24	1908.27	1999.14	1946.55	1925.2	2000	1977.69	1997.79
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	1676.86	1999.99	1986.42	2000	1999.97	1815.36	1853.36	2000	1829.26	1939.49	2000	2000	1992.38	1981.55	1986.05	0	1792.88	1999.47	1687.66	1992.72	1912.59	1975.97	2000	1973.93	2000
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	1609.63	1996.52	1999.69	2000	1999.23	1845.92	1718.08	1999.83	1898.31	1990.18	1999.99	2000	1985.21	1950.78	1982.82	1792.88	0	1992.76	1386.46	1984.51	1820.08	1868.32	2000	1823.63	1999.99
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	1999.53	1946.83	1999.98	1999.33	1978.68	1999.12	1999.19	2000	1933.22	1997.16	1999.34	1997.22	1974.16	1985.74	1990.24	1999.47	1992.76	0	1998.54	1994.83	1999.33	1998.24	2000	1999.94	1979.72
RAY GRASS	886.719	1993.38	1996.53	1999.98	1995.59	1010.07	965.35	1985.7	1798.14	1990.04	2000	2000	1917.01	1935.77	1908.27	1687.66	1386.46	1998.54	0	1947.12	1252.63	1316.53	2000	1345.57	1999.99
SORGO	1996.97	1999.82	1997.43	1999.77	1989.36	1909.26	1998.8	1999.99	1738.72	1984.42	2000	2000	1951.69	1999.98	1999.14	1992.72	1984.51	1994.83	1947.12	0	1979.86	1993.63	2000	1991.98	1999.8
TRIGO BLANDO	1629.72	1997.38	1997.63	1979.3	1967.02	1236.12	1509.78	1974.21	1826.01	1979.15	2000	2000	1946.72	1969.27	1946.55	1912.59	1820.08	1999.33	1252.63	1979.86	0	810.575	1997.57	1451.99	1999.96
TRIGO DURO	1603.57	1984.26	1999.47	1994.61	1963.96	1247.84	1647.81	1982.46	1846.41	1997.67	2000	2000	1935.98	1984.67	1925.2	1975.97	1868.32	1998.24	1316.53	1993.63	810.575	0	1999.5	1499.52	1999.65
TRITICALE	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000		
VEZA FORRAJERA	1833.24	1995.9	1999.96	1999.51	1989.5	1571.55	1813.67	1989.66	1890.07	1999.37	2000	2000	1977.57	1998.62	1977.69	1973.93	1823.63	1999.94	1345.57	1991.98	1451.99	1499.52	2000	0	2000
VEZA GRANO	2000	2000	2000	2000	1956.8	1999.85	2000	2000	1981.3	1997.73	1999.98	2000	1977.16	2000	1997.79	2000</									



---

## ■ ANEXO 6. MATRICES DE CONTINGENCIA



- Matriz de contingencia resultado del proceso de clasificación de la imagen 06\_07\_2011:

Etiquetas de fila	ALFALFA	ARROZ	AVENA	BARBECHO TRADICIONAL	CEBADA	FESTUCA	GIRASOL	GUISANTES	MAIZ	MELOCOTONERO	NECTARIAS	NO CULTIVO	OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	OTROS CULTIVOS HERBACEOS	OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	RAY GRASS	SIN CLASIFICAR	SORGO	TRIGO BLANDO	TRIGO DURO	TRITICALE	VEZA FORRAJERA	VEZA GRANO	(en blanco)	Total general	
ALFALFA	65528100	549900		1079100	6488100	15296400	60300	798300	1591200		2259000	5614200		10800	3873600	108900	546300	0	634500	1230300	632700		73800		10637500		
ALMENDROS				19800		8200	12600		900		525600			4500		63900		0	900				7200		723600		
ARROZ	134100	27108900			314100	998100		126900			37800	976500		62100				0	10800	289800						30059100	
AVENA	44100			320400	63900	9000					40500					9000				52200						539100	
BARBECHO TRADICIONAL				6705900	720900						1275300					85500	33300				105300	234100					934100
CEBADA	5301900	16200	19800	13022100	32477400	2469600	1516500	317700		9048600	381600		735300		487800	114300	0	1823400	4862700	1759500		36900	358200			74749500	
FESTUCA	26946000	357300		182700	871200	3141900	306000		314100	1003500		546300		6300	27000	0	12600	463500	823500							10750500	
GIRASOL	144900			108900		54000					428400	60300		40500					55800	72000						964800	
GUISANTES	2086200			1494000	450000	841500	1206900	886500		1493100	3265700		699300		81900		0	243900	166500				130500		8762400		
MAIZ	7003800	31500			182700	1842300	8972100	78742800		2941200	2007000		1787400				5400	153000							162000	103831200	
MELOCOTONERO					396000		7200		537300	196200	3848400					487800	0								5472900		
NECTARINA					79200	362700	115200	691200	45000	2511900		518400				325800	0								4649400		
NO CULTIVO (Solicitado solo pago único)	1913400	108900	17100	2963700	2254500	617400	664200	4315500		3684600	150300		406800		207900		0	137700	621000	257400				27000	18347400		
OLIVAR				38700	103500	16200	3600			734400	900		9000		290700		0								1197900		
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	787500			137700	286200	642600	44100	36900		221400	124200		78300				3600	0	352800	35100					342000	2750400	
OTROS CULTIVOS HERBACEOS		12600		42300	34200	379800				1800	246600					33300	0								1092600		
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	523800	79200		170100	624600	785700	10800			351900	234900		36900		6300		0	3600	40500						8010000		
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	18900	18000		212400	107100	48600	96300		699300	44100		1099800	340200		117000		92700	0	57600	279900	17100					11081700	
RAY GRASS	2257200		5400	588600	2865600	2380500	536400	385200		590400	24300		18000		71100		0	311400							1332000		
SORGO	35100	15300		10800	6300	35100	73800	140400							9000	148500	249300	0	72900	14945400	3105000	59400	900		35456400		
TRIGO BLANDO	2569500	29700	79200	3804300	7458300	1376100	63000	2700		1368000	123300		900				83700	0	2907900	3820500	6300				13283100		
TRIGO DURO	1044000	100800		1300500	1882800	346500	25200	198000		1348200			218700				25200				126900	71100				682200	
TRITICALE				90900	306900	19800				41400								54000	0	54900		61200			3868200		
VEZA FORRAJERA	753300			194400		323100	591300	730800	438300		555300	7200		13500		90900									627300		
VEZA GRANO				507600		10800			8100																		
(en blanco)																											
<b>Total general</b>	<b>92840400</b>	<b>28428300</b>	<b>121500</b>	<b>31650300</b>	<b>58089600</b>	<b>32663700</b>	<b>60300</b>	<b>15309000</b>	<b>87055200</b>	<b>1228500</b>	<b>241200</b>	<b>35428500</b>	<b>11665800</b>	<b>87300</b>	<b>9416700</b>	<b>8668800</b>	<b>1506600</b>	<b>0</b>	<b>3518100</b>	<b>26516700</b>	<b>10800900</b>	<b>65700</b>	<b>524700</b>	<b>898200</b>	<b>456786000</b>		

Figura 16. Matriz de contingencia de la imagen 06\_07\_2011

- Matriz de contingencia resultado del proceso de clasificación de la imagen 1 Abril-20 Junio:

Etiquetas de fila	ALFALFA	ALMENDROS	ARROZ	BARBECHO TRADICIONAL	CEBADA	FESTUCA	GIRASOL	GUISANTES	MAIZ	MELOCOTONERO	NECTARINA	NO CULTIVO	OLIVAR	OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	OTROS CULTIVOS HERBACEOS	OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	RAY GRASS	SIN CLASIFICAR	SORGO	TRIGO BLANDO	TRIGO DURO	TRITICALE	VEZA FORRAJERA	VEZA GRANO	(en blanco)	Total general
ALFALFA	58871700	3600	480600		376200	509400	17810100		163800	720000	2138400	3804300		127800		3754800		5434200	0	153000	1148400	732600	836100		10165000		
ALMENDROS					5400	6300	8100	1800	9000		550800		301500	27000				900	0	19800					603900		
ARROZ	97200		28904400		60300	162000			36900																		



- Matriz de contingencia resultado del proceso de clasificación de la imagen 1 Abril-6 Julio:

Etiquetas de fila	ALFALFA	ARROZ	BARBECHO TRADICIONAL	CEBADA	FESTUCA	GIRASOL	GUISEANTES	MAIZ	MELOCOTONERO	NECTARINA	NO CULTIVO	OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	OTROS CULTIVOS HERBACEOS	OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	RAY GRASS	SIN CLASIFICAR	SORGO	TRIGO BLANDO	TRIGO DURO	VEZA FORRAJERA	VEZA GRANO (en blanco)	Total general	
ALFALFA	54571500	120600	697500	10188900	10140300	81000	939600		2969100	2916000		1824300		2024100	0	139500	479700	237600	900				87330600	
ALMENDROS			17100	6300	4500				319500	1800		1800		83700		0			900				435600	
ARROZ	134100	24282900		280800	126900	23400	35100		67500	418500						0	18000	16200					25403400	
AVENA			259200	42300					92700	44100													438300	
BARBECHO TRADICIONAL		4724100	452700						2430900														7931700	
CEBADA	3340800	36000	10748700	35687700	464400	279900	260100		6608700	283500		158400		428400	0	39600	174600	811800	369900	109800			62616600	
FESTUCA	673200	277200	331200	1434600	2432700	9900			394200	767700		600300		70200	0	10800	123300	170100					7295400	
GIRASOL	23400	1800	96300	20700	11700	12600	9000		39600	8100		9000				0	22500						254700	
GUISEANTES	9000	126000	323100	2389500		2331900	1414800		998100	177300						0	328500		36000				8134200	
MAIZ	1914300	824400	3600	1162800	55800	53100	76619700		2787300	2276100		648000		1002600	0	103500	81000		76500				88086600	
MELOCOTONERO				108900					403200	305100	2526300				320400		0						355000	
NECTARINA									216000	1103400	1900800				80100		0						351000	
NO CULTIVO (Solicitado solo pago único)	1044900	186300	2701800	1641600	9900	735300	3701700		3812400	391500		45000		45000	0	39600	493200	41400	5400				14895000	
OLIVAR			43200	25200	9000				576000	25200		13500			191700		0						883800	
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	39600	36000	108000	326700	215100	240300	36900		257400	374400		198900			42300	0		675900					2551500	
OTROS CULTIVOS HERBACEOS		12600	353700	34200	204300				98100	237600						0							940500	
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	80100	5400	402300	292500	602100			51300	140400	161100		311400				0			35100				2081700	
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	18900	27900	232200	9000					695700	13500		3600	9900		5262300		0						6273000	
RAY GRASS	1771200	416700	2839500	2156400		5400			1100700	290700			23400		62100	297900	0	171900	4500				9140400	
SORGO		15300	36000	10800	90000	221400			393300	64800		186300			18000	0	314100						1332000	
TRIGO BLANDO	704700		2635200	7440300	985500	138600	86400		509400	262800		24300				0	13107600	1070100	43200				27026100	
TRIGO DURO	493200		1998000	567900	334800	37800	81900		310500	89100						0	1498500	1126800					6538500	
TRITICALE			133200	63000					4500							0		328500					529200	
VEZA FORRAJERA	218700		27900	897300	33300	9000			680400	57600		27000			648900	0	1800	26100	97200				2725200	
VEZA GRANO (en blanco)			413100	78300					9000							0	10800						511200	
<b>Total general</b>	<b>65037600</b>	<b>25952400</b>	<b>26702100</b>	<b>66001500</b>	<b>17786700</b>	<b>12600</b>	<b>4508100</b>	<b>83463300</b>	<b>619200</b>	<b>1408500</b>	<b>29722500</b>	<b>8861400</b>	<b>3600</b>	<b>4482000</b>	<b>5644800</b>	<b>4532400</b>	<b>0</b>	<b>1188000</b>	<b>20164500</b>	<b>3525300</b>	<b>593100</b>	<b>109800</b>	<b>100800</b>	<b>370420200</b>

Figura 18. Matriz de contingencia de la imagen 1 Abril-6 Julio

- Matriz de contingencia resultado del proceso de clasificación de la imagen 17 Abril-20 Junio:

Etiquetas de fila	ALFALFA	ALMENDROS	ARROZ	AVENA	BARBECHO TRADICIONAL	CEBADA	FESTUCA	GIRASOL	GUISEANTES	MAIZ	MELOCOTONERO	NECTARINA	NO CULTIVO	OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	OTROS CULTIVOS HERBACEOS	OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	RAY GRASS	SIN CLASIFICAR	SORGO	TRIGO BLANDO	TRIGO DURO	VEZA FORRAJERA	VEZA GRANO (en blanco)	Total general
ALFALFA	62856900		321300	78300	3501900	14163300	147600	1326600	1619100	530100	77400		1933200				11089800	0	14400	618300	999000	222300	6300	9950800	
ALMENDROS			5400	4500	900		191700		84600							900	5400	0	33300				505800		
ARROZ	141300		27910800	9000					325800								159300	0						28825200	
AVENA	44100			13500	78300			9000		252000							52200	0						449100	
BARBECHO TRADICIONAL		3600		4176900	489600	1808100	791100	332100		3175200		11700					24300	0	254700	144900	16200		60300	8377200	
CEBADA	2753100	129600	509400	44439300	1808100	791100	332100			9754200				218700			2788200	0	7200	1077300	1125900	1794600	5400	72118800	
FESTUCA	3387600		36900	45000	423900	3681000	6390																		



- Matriz de contingencia resultado del proceso de clasificación de la imagen 17 Abril-6 Julio:

Etiquetas de fila	ALFALFA	ARROZ	AVENA	BARBECHO TRADICIONAL	CEBADA	FESTUCA	GIRASOL	GUISANTES	MAIZ	MELOCOTONERO	NECTARINA	NO CULTIVO	OTROS CULTIVOS HERBACEOS	OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	RAY GRASS	SIN CLASIFICAR	SORGO	TRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	TRIGO BLANDO	TRIGO DURO	TRITICALE	VEZA FORRAJERA	VEZA GRANO (en blanco)	Total general		
ALFALFA	59598000	288900	450000	3309300	6674400	128700	1860300		2721600	16200	233100				12609900	0	99000	1310400	254700	838800		60300	42300	90495900			
ALMENDROS				13500		1800			409500			900		4500	0	4500									434700		
ARROZ	90000	25109100			283500	60300			307800						151200	0	56700	4500							26063100		
AVENA	44100		299700	10800					54000						52200										460800		
BARBECHO TRADICIONAL		3660300	95400						3688200						440100	0			54000	11700				149400	8099100		
CEBADA	3397500	157500	7044300	39943800	1008900	123300	522900		7353900		58500				3838500	0	102600	1867500	616500		252000				66287700		
FESTUCA	2764800	103500	324900	466200	2487600	44100		296100			28800				1535400	0	264600	127800	177300						8621100		
GIRASOL	12600			49500	47700	14400		36900		258300					28800	0	33300								490500		
GUISANTES	1984500		293400	175500		2253600	765000		1731600		45900				792900	0				78300					8372700		
MAIZ	3135600	1251900		153000	108000		283500	78093900		5337000		196200				2979900	0	20700	19800	72900		103500			91755900		
MELOCOTONERO				332100					11700	434700					499500				432900	0	7200					4632300	
NECTARINA				585000					728100	1633500					485100				555300	0						3987000	
NO CULTIVO (Solicitado solo pago único)	1405800	224100	618300	2172600	99900	212400	2985300		6066000		22500				45000		825300	0	138600	464400	122400				12600	15415200	
OLIVAR			18000	3600	3600						829800				12600		143100	0	8100						1022400		
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	814500	54900	121500	117900	225900		36900				568800				26100		382500	0	108000						2457000		
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	208800	12600		16200		28800				501300									184500						952200		
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	344700	5400		362700	68400	374400		192600		224100				102600		546300	0	39600		29700						2290500	
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	18900	35100		250200		27000			1098000	1800	2700				5352300		64800	0								6850800	
RAY GRASS	1676700	17100	63900	1264500	2034000	8100	117900		1163700		7200				62100		2985300	0	58500	10800	222300					9692100	
SORGO		45000		4500			208800			719100					10800	0	321300	10800							1320300		
TRIGO BLANDO	3110400		1314900	8540100	1015200	294300	149400			892800					1465200	0			10897200	2288700						29968200	
TRIGO DURO	1026000	900		784800	1337400	198900		44100		853200					600300	0			1331100	3477600						9654300	
TRITICALE			90000	41400	19800					296100					12600	0			112500	53100	8100					633600	
VEZA FORRAJERA	296100		13500	710100	99900		162000			170100		5400				1551600	0			14400		110700					313800
VEZA GRANO (en blanco)		52200		343800	8100				102600							9000										54000	569700
Total general	79916400	27318600	52200	16083900	58784400	15402600	14400	3349800	85176000	11700	1162800	40191300	18000		5463900		32018400	0	441000	2347200	15227100	7910100	8100	778500	216000	42300	393660900

Figura 20. Matriz de contingencia de la imagen 17 Abril-6 Julio



---

- ANEXO 7. TABLAS RESULTADO DE LA CLASIFICACIÓN



01Abril_20Junio		
Cultivos	Total_superficie (Has)	Porcentaje_superficie
ALFALFA	101650500	57,92
ALMENDROS	603900	0,00
ARROZ	29589300	97,69
AVENA	446400	0,00
BARBECHO TRADICIONAL	8387100	68,18
CEBADA	71829000	52,41
FESTUCA	10062000	35,78
GIRASOL	495000	0,00
GUISTAS	8893800	25,52
MAIZ	94237200	83,69
MELOCOTONERO	3513600	15,98
NECTARINA	3780000	32,55
NO CULTIVO (Solicitado solo pago único)	17802000	27,91
OLIVAR	1187100	0,45
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	2691000	9,50
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	1132200	0,00
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	2969100	28,25
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	7485300	79,96
RAY GRASS	10026000	16,32
SORGO	1335600	24,12
TRIGO BLANDO	34400700	56,79
TRIGO DURO	11390400	32,14
TRITICALE	715500	0,00
VEZA FORRAJERA	3432600	0,10
VEZA GRANO	549900	0,00

Tabla 27. Resultados de la clasificación 1 Abril-20 Junio.

01Abril_06Julio		
Cultivo	Total_superficie (Has)	Porcentaje_superficie
ALFALFA	87330600	62,49
ALMENDROS	435600	0,00
ARROZ	25403400	95,59
AVENA	438300	0,00
BARBECHO TRADICIONAL	7931700	59,56
CEBADA	62616600	56,99
FESTUCA	7295400	33,35
GIRASOL	254700	4,95
GUISANTES	8134200	28,67
MAIZ	88086600	86,98
MELOCOTONERO	3555000	11,34
NECTARINA	3510000	31,44
NO CULTIVO (Solicitado solo pago único)	14895000	25,60
OLIVAR	883800	0,00
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	2551500	14,67
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	940500	0,00
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	2081700	14,96
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	6273000	83,89
RAY GRASS	9140400	3,26
SORGO	1332000	23,58
TRIGO BLANDO	27026100	48,50
TRIGO DURO	6538500	17,23
TRITICALE	529200	0,00
VEZA FORRAJERA	2725200	3,57
VEZA GRANO	511200	0,00

Tabla 28. Resultados de la clasificación 1 Abril-6 Julio.

17Aabril_20Junio		
Cultivos	Total_superficie (Has)	Porcentaje_superficie
ALFALFA	99505800	63,17
ALMENDROS	505800	0,00
ARROZ	28825200	96,83
AVENA	449100	0,00
BARBECHO TRADICIONAL	8377200	49,86
CEBADA	72118800	61,62
FESTUCA	10205100	36,07
GIRASOL	518400	0,00
GUISANTES	8949600	48,93
MAIZ	94205700	85,58
MELOCOTONERO	4041900	35,76
NECTARINA	3958200	15,39
NO CULTIVO (Solicitado solo pago único)	17296200	31,37
OLIVAR	1215900	0,00
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	2531700	0,50
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	1125900	0,00
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	2845800	16,48
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	7468200	76,73
RAY GRASS	10091700	14,13
SORGO	1323900	25,63
TRIGO BLANDO	34254000	45,11
TRIGO DURO	11975400	52,16
TRITICALE	765900	0,00
VEZA FORRAJERA	3517200	12,23
VEZA GRANO	564300	0,00

Tabla 29. Resultados de la clasificación 17 Abril-20 Junio.

17Abril_06Julio		
Cultivos	Total_superficie (Has)	Porcentaje_superficie
ALFALFA	90495900	65,86
ALMENDROS	434700	0,00
ARROZ	26063100	96,34
AVENA	460800	0,00
BARBECHO TRADICIONAL	8099100	45,19
CEBADA	66287700	60,26
FESTUCA	8621100	28,85
GIRASOL	490500	2,94
GUISANTES	8372700	26,92
MAIZ	91755900	85,11
MELOCOTONERO	4632300	0,25
NECTARINA	3987000	18,26
NO CULTIVO (Solicitado solo pago único)	15415200	9,12
OLIVAR	1022400	0,00
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	2457000	0,00
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	952200	0,00
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	2290500	4,48
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	6850800	78,13
RAY GRASS	9692100	30,80
SORGO	1320300	24,34
TRIGO BLANDO	29968200	36,36
TRIGO DURO	9654300	36,02
TRITICALE	633600	1,28
VEZA FORRAJERA	3133800	3,53
VEZA GRANO	569700	9,48

Tabla 30. Resultados de la clasificación 17 Abril-6 Julio.

06_07_2011		
Cultivos	Total_superficie (Has)	Porcentaje_superficie
ALFALFA	106375500	61,60
ALMENDROS	723600	0,00
ARROZ	30059100	90,19
AVENA	539100	0,00
BARBECHO TRADICIONAL	9314100	72,00
CEBADA	74749500	43,45
FESTUCA	10750500	29,23
GIRASOL	964800	0,00
GUISENTES	8762400	13,77
MAIZ	103831200	6,75
MELOCOTONERO	5472900	9,82
NECTARINA	4649400	0,97
NO CULTIVO (Solicitado solo pago único)	18347400	20,08
OLIVAR	1197900	0,00
OTRAS SUPERFICIES FORRAJERAS	2750400	4,52
OTROS CULTIVOS HERBACEOS	1092600	0,00
OTROS CULTIVOS PARA DESHIDRATADOS	2864700	1,29
PASTOS PERMANENTES (5 O MAS AÑOS)	8010000	84,39
RAY GRASS	11081700	0,00
SORGO	1332000	23,38
TRIGO BLANDO	35456400	42,15
TRIGO DURO	13283100	28,76
TRITICALE	682200	0,00
VEZA FORRAJERA	3868200	1,58
VEZA GRANO	627300	0,00

Tabla 31. Resultados de la clasificación 06\_07\_2011.