



C//Lérida nº18 22500 Binéfar (Huesca)
Tfno: 974428429 cayc@cayc.es



Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza
Tfno: 976716300 Fax: 976716335 cita@aragon.es

Convenio CITA-CGRCAVC

Aplicación de la teledetección por satélite en la gestión del agua en el Canal de Aragón y Cataluña en 2016

MEMORIA

Elaborada por *M^a Auxiliadora Casterad*, (Investigadora del CITA), *Clara Portero* (Ingeniero Técnico Agrícola de SONEA S.L.) y *Rosa Gómez* (Técnico en SIG del CITA).

*Unidad de Suelos y Riegos (asociada a EEAD-CSIC)
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.*

Zaragoza, 31 de diciembre de 2016



RESUMEN

En continuidad a los trabajos desarrollados en 2013 y 2014, se procede a la monitorización con teledetección de la superficie cultivada y evolución de su desarrollo vegetativo en la Zona Regable del Canal de Aragón y Cataluña en 2016.

A partir de información extraída de imágenes del satélite Landsat 8 correspondientes al periodo 30 de marzo - 6 de septiembre de 2016 se consigue identificar los principales cultivos y otras ocupaciones de la Zona Regable, conocer su superficie y saber cómo se distribuyen espacialmente en la Zona Regable de la Comunidad General, en cada fielato y en cada comunidad de regantes. Así mismo, se obtiene información sobre la evolución del desarrollo vegetativo de los cultivos en las mencionadas demarcaciones a lo largo de 2016. Se comparan los resultados obtenidos con los de los años 2013 y 2014 y se analizan los cambios en cultivos, superficies y desarrollo acontecidos en estos tres años.

ÍNDICE

MEMORIA

Página

1- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Motivación del trabajo	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Actividades desarrolladas	2
1.4 Estructura de la memoria	2
2- ÁREA DE ESTUDIO	3
3- METODOLOGÍA SEGUIDA	4
3.1 Estrategia a seguir y especificaciones del trabajo.....	4
3.2 Selección, preparación y extracción de información de las imágenes de satélite	5
3.3 Identificación y seguimiento de los cultivos.....	6
Identificación de cultivos.....	6
Evolución del desarrollo vegetativo	7
3.4 Información generada	8
4- RESULTADOS OBTENIDOS	9
4.1 Identificación de los cultivos	9
Año 2016.....	9
Comparativa 2013, 2014 y 2016	14
4.2 Evolución del desarrollo vegetativo	17
Año 2016.....	17
Comparativa 2013, 2014 y 2016	18
5- CONCLUSIONES	24



Convenio CITA-CGRCAAYC
*Aplicación de la teledetección por satélite en la gestión del
agua en Canal de Aragón y Cataluña en 2016*

Memoria

ANEJO – CULTIVOS Y OCUPACIONES

Mapas de Cultivos y otras ocupaciones en la Zona Regable de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña. Año 2016 29

Superficies de los cultivos y ocupaciones de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña 31



1- INTRODUCCIÓN

1.1 Motivación del trabajo

La Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña (CGRCAAYC) está interesada desde el año 2013 en la identificación y seguimiento de cultivos mediante teledetección en su Zona Regable como soporte a la gestión del agua de riego. Durante 2013 y 2014 se realizaron trabajos de *Monitorización con teledetección de la superficie cultivada y evolución de su desarrollo vegetativo en la Zona Regable del Canal de Aragón y Cataluña*, fruto de los convenios suscritos con el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón para tal propósito en dichos años. La CGRCAAYC quiere dar continuidad a estos trabajos, para lo cual establece en 2016 un nuevo convenio de colaboración con el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) denominado *Aplicación de la teledetección por satélite en la gestión del agua en Canal de Aragón y Cataluña en 2016*.

En esta ocasión, los trabajos de teledetección los realiza Clara Portero técnico de la empresa SONEA bajo “Contrato de servicios para la asistencia técnica consistente en la actualización de la base de usuarios y aplicación de la teledetección por satélite en la gestión del agua en el Canal de Aragón y Cataluña” suscrito por el CGRCAAYC a dicha empresa. Al CITA le compete el asesoramiento, seguimiento y coordinación de los trabajos e informes, así como la preparación de esta memoria.

1.2 Objetivos

Los objetivos son similares a los que se tenían en 2013 y 2014: (i) Obtener con imágenes de satélite el mapa de cultivos y ocupaciones en el Canal de Aragón y Cataluña para 2016; (ii) Analizar la distribución espacial de los cultivos y (iii) Conocer la evolución del desarrollo vegetativo de cultivos durante los meses de verano de 2016.

Sin embargo, en esta ocasión se va a valorar hasta qué punto, con la experiencia de años anteriores, es posible obtener una buena identificación de cultivos sin contar con verdad-terreno previa a proceder a dicha identificación, es decir con una muestra de parcelas en las que se conoce el cultivo o cultivos implantados que guíe la discriminación de los mismos.

1.3 Actividades desarrolladas

- Adquisición de la información de partida: selección, descarga, preparación de las imágenes de satélite, y extracción del índice de vegetación NDVI.
- Análisis de la evolución de la actividad vegetativa: evolución espacio-temporal del NDVI.
- Identificación de cultivos: clasificación de las imágenes y obtención de cartografía.
- Incorporación de la información en bases de datos.
- Generación de informes y entregables.

1.4 Estructura de la memoria

La memoria presentada contiene la información relativa a los trabajos desarrollados dentro del convenio. Consta de este documento y un CD. El documento presenta la metodología seguida, los resultados y conclusiones obtenidos, así como los mapas de cultivos. En el CD está toda la información de carácter territorial obtenida, en formato para incorporarla en un sistema de información geográfica (SIG); y las hojas de cálculo, según formato definido por CGRCAYC, con información relativa a la superficie de cultivos e índice de vegetación en los fieltos y comunidades de regantes.

Durante el desarrollo del trabajo se realizaron entre agosto y noviembre diferentes entregas de la información obtenida que daban cuenta del estado de los trabajos y de los resultados generados hasta el momento. Toda la información suministrada con anterioridad a la entrega de la presente memoria se considera provisional, siendo en la memoria actual donde se recoge la información concluyente del trabajo.

En la presente memoria se hace referencia en diferentes ocasiones a los trabajos precedentes realizados en los convenios suscritos en 2013 y 2014. Toda la información relativa a dichos trabajos puede consultarse en los documentos e informes disponibles en la página web de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña <http://www.cayc.es/index.php/es/> así como en las dos memorias de 2013 y 2014 *Monitorización con teledetección de la superficie cultivada y evolución de su desarrollo vegetativo en la Zona Regable del Canal de Aragón y Cataluña en verano*, realizadas por Casterad, Portero y Gómez (CITA) y disponibles en <http://citarea.cita-aragon.es/>.

2- ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio es la misma que en los anteriores años de estudio y corresponde exclusivamente a la Zona Regable de la CGRCAYC (Figura 1).

Con 132 comunidades de regantes, cuenta con una superficie de riego de proyecto de 104850 ha, de las cuales aproximadamente la mitad se riegan por aspersión (cobertura fija y pivotes) y la otra mitad se riegan por gravedad y por goteo (27 y 23% respectivamente) (<http://www.cayc.es/index.php/es/>).

El Canal de Aragón y Cataluña riega la zona de estudio, canal que se abastece con agua proveniente del embalse de Joaquín Costa, conocido también como embalse de Barasona, y el de Santa Ana. El nuevo embalse de San Salvador, operativo desde 2016, permite mejorar la dotación de riego.

La CGRCAYC está dividida en cinco fielatos o zonas de riego: *fielato de la Almunia* (5974 ha), *fielato de Tamarite* (16566 ha); *fielato de Zaidín* (37480 ha), *fielato de Raimat* (26211 ha) y *fielato de Fraga* (17350 ha).

En cuanto a los cultivos, predominan los leñosos, mayoritariamente frutales de hueso, y los cultivos extensivos entre los que destacan la alfalfa, el maíz principalmente y los cereales de invierno, trigo y cebada. Las dobles cosechas tienen una importante representación en la Zona Regable. Estos cultivos suponen aproximadamente el 90% de la superficie de la Zona Regable.

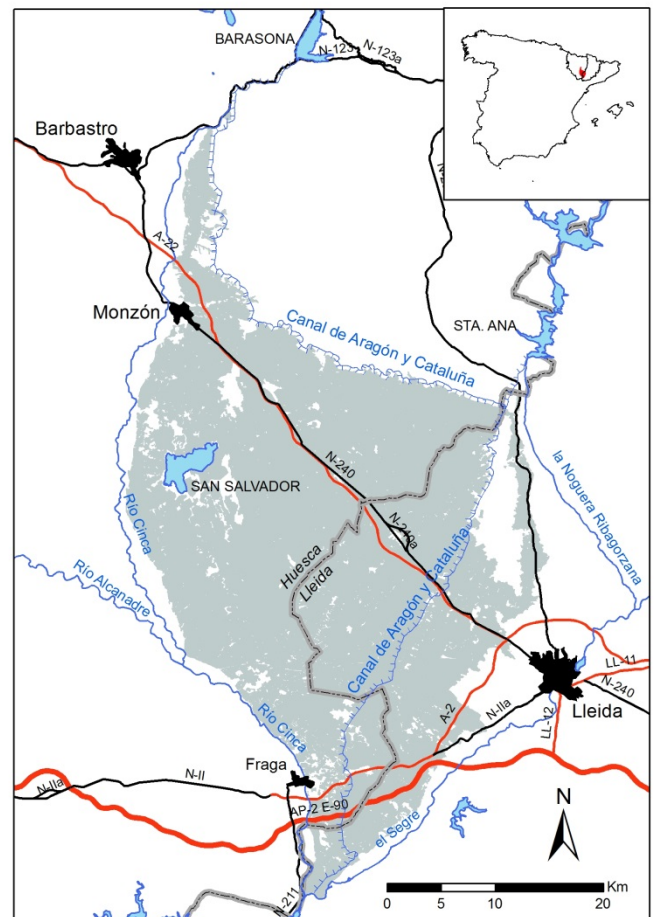


Figura 1 - Localización del área de estudio.

3- METODOLOGÍA SEGUIDA

3.1 Estrategia a seguir y especificaciones del trabajo

Previo al inicio del trabajo, y de mutuo acuerdo entre el CITA y la CGRCAYC, se determina que las especificaciones en relación al área de estudio y unidades de trabajo, representación cartográfica y almacenamiento de la información e imágenes a utilizar, sean las mismas que en 2013 y 2014.

Así, el área de estudio corresponde exclusivamente a la Zona Regable de la CGRCAYC. (103582 ha) y las unidades de trabajo son los fielatos en los que se divide la CGRCAYC y las comunidades de regantes (Figura 2).

Se utilizarán las mismas capas digitales de información territorial que en los trabajos de 2013 y 2014. En la memoria del convenio de 2013 se pueden encontrar detalles sobre dichas capas. La información de carácter territorial generada en el trabajo continuará proporcionándose en el Sistema de Referencia Terrestre Europeo 1989 (ETRS89) y Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator Universal Mercator (UTM), Huso 31.

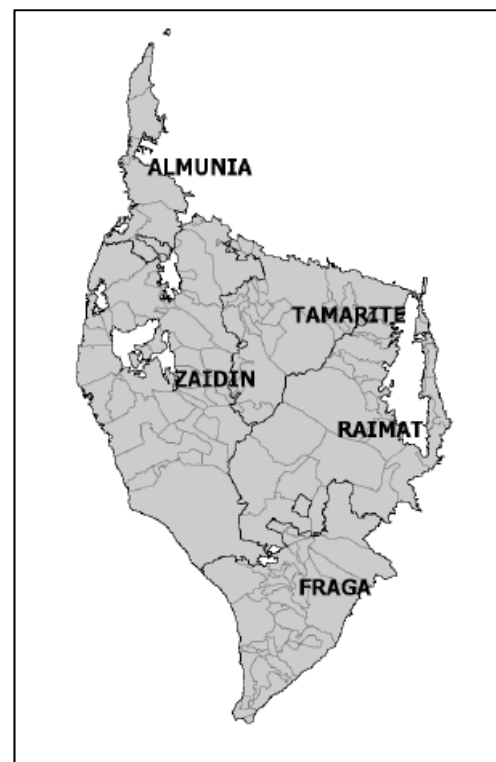


Figura 2 - Límites de los *fielatos* y *comunidades de regantes* de la CGRCAYC

Para la identificación de los cultivos en la Zona Regable y el seguimiento de su desarrollo vegetativo se seguirá la misma estrategia que en años anteriores. Dicha estrategia se basa en los NDVI (Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada) obtenidos de imágenes del satélite Landsat 8 correspondientes a las escenas 198/31 y 199/31 que estén disponibles durante el periodo de estudio; y en la aplicación de técnicas de clasificación de imágenes y árboles de decisión. Teniendo en cuenta el tiempo y presupuesto disponible para la realización del trabajo, el seguimiento del desarrollo vegetativo del cultivo (actividad vegetativa) en la CGRCAYC se realizará únicamente en verano, de julio a septiembre, habiéndose acordado utilizar una imagen por mes y realizar entregas mensuales de la información generada. Para la identificación de los

cultivos se utilizarán dos imágenes más que ayuden a distinguir los cultivos presentes en primavera. La información generada y el mapa de cultivos se suministrarán en una cuarta y última entrega antes de mediados de noviembre.

Con la información obtenida se analizará la distribución espacial de los cultivos y la evolución del desarrollo vegetativo en toda la *zona de estudio*, los *fielatos* y las *comunidades de regantes*. Los resultados se incluirán en bases de datos y se presentarán así mismo mediante tablas, gráficos, figuras y mapas.

Dada la época de inicio de los trabajos, verano de 2016, conviene comenzar y dar prioridad al seguimiento de la actividad vegetativa en la CGRCAYC pues es relevante ante la toma de decisiones en la gestión del agua que se deben realizar en la época de verano.

3.2 Selección, preparación y extracción de información de las imágenes de satélite

Entre mediados de marzo y mediados de septiembre, periodo de interés para el estudio, las nubes y brumas limitan la disponibilidad de imágenes. De las 20 imágenes posibles, 10 de la escena 198/31 y 10 de la escena 199/31, sólo 7 no presentan este problema en el área de estudio (Tabla 1). Además, 4 de estas 7 son de la escena 198/031, que como ya se comentó en anteriores trabajos no incluye toda la zona de estudio dejando fuera, principalmente, parte del fielato de la Almunia.

Tabla 1 - Imágenes Landsat 8 consideradas para el estudio

Escena 198/31	Escena 199/31	Uso	Observaciones
30 marzo 2016		Identificación de cultivos	No coge todo el área de estudio
2 junio 2016		Identificación de cultivos	No coge todo el área de estudio
	25 junio 2016	Identificación de cultivos	
4 julio 2016		Identificación de cultivos y seguimiento	No coge todo el área de estudio
	12 agosto 2016	Identificación de cultivos y seguimiento	
	21 agosto 2016		No elegida
6 septiembre 2016		Identificación de cultivos y seguimiento	No coge todo el área de estudio

Por tanto, y teniendo en cuenta las especificaciones del trabajo se decide elegir como imagen de agosto, la del día 12. Además, y como se comentará posteriormente, con el fin de mejorar la identificación de cultivos, se incluye una imagen extra, la del 25 de junio. Todas las imágenes se han descargado del servidor de imágenes del USGS (Servicio Geológico de EE.UU).

En la preparación y extracción de información de las imágenes se siguen los mismos pasos que los indicados en la memoria correspondiente a los trabajos de 2013, teniéndose imágenes corregidas geométricamente con sistema ETRS89, coordenadas UTM zona 31N y radiométrica con valores de reflectividad, de las que se obtiene el NDVI utilizado para la identificación y seguimiento de los cultivos.

3.3 Identificación y seguimiento de los cultivos

Identificación de cultivos

La novedad en la identificación de cultivos respecto a los trabajos previos (Memorias de 2013 y 2014 anteriormente mencionadas) es no contar con verdad terreno sobre los cultivos presentes en la Comunidad en 2016. Sin embargo, se cuenta con la experiencia adquirida en la identificación de cultivos realizada en 2013 y 2014 y los mapas de cultivos y ocupaciones obtenidos para esos años.

Se aborda una metodología similar a la seguida en 2014, basada en la evolución del NDVI (índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada) durante el periodo de estudio, abril-septiembre, con la dificultad de hacerlo con menos imágenes que en ese año. Inicialmente son únicamente 5 imágenes de las cuales 3 son de verano y 2 de primavera. Se plantean diferentes árboles de decisión a partir de la información del NDVI y de los mapas de cultivos de 2014. Como apoyo en la discriminación de categorías asociadas con el agua (masa de agua y arroz) se utiliza en NDWI (índice de Agua de Diferencia Normalizada) de las imágenes de primavera (30 de marzo y 2 de junio). En una primera fase se establecen reglas de decisión que aseguren alto acierto en la asignación de la superficie (píxeles) a cada categoría establecida y dejen el resto fuera. Las diferentes reglas de decisión adoptadas se aplican de forma secuencial. En una segunda fase se establecen otras reglas para intentar asignar a alguna de las categorías establecidas lo que se había dejado sin asignar en la primera fase. En este caso la fiabilidad en la asignación realizada es menor. Árbol de decisión tras árbol, se van depurando las asignaciones a cada categoría y reduciendo la superficie “sin asignar”. Finalmente y para intentar tener la menor superficie posible sin asignar se procede a una clasificación supervisada de dicha superficie, tomándose manualmente áreas de entrenamiento en áreas que se ve tiene un comportamiento espectral

similar. Las categorías que así se obtienen se analizan, interpretan espectral y espacialmente, y se incluyen o no según los resultados, en alguna de las categorías definidas sabiendo que la fiabilidad de la asignación es la más baja de todas las conseguidas en las anteriores fases de la clasificación realizada.

En la zona de la Almunia de San Juan (fielato de la Almunia) sólo hay datos en tres fechas: 30 de marzo, 25 de junio y 12 de agosto. Por ello, la identificación de cultivos en esta zona se realiza de modo independiente.

Tras una primera tentativa de clasificación, se detecta que las 5 imágenes con las que se aborda la identificación de cultivos resultan claramente insuficientes para garantizar la discriminación de algunas categorías, por lo que se decide incluir una imagen extra, la del 25 de junio, clave en la transición de cultivos de invierno-primavera a los de verano.

Los resultados obtenidos se presentan en dos productos cartográficos: uno clásico en el que se especifican los cultivos y ocupaciones identificados; y otro en el que se incluye además información en relación a la confianza con la que se identifican las superficies de un mismo cultivo u ocupación.

La CGRACC, con su conocimiento de la campaña agrícola, valora la calidad y fiabilidad de la información y productos suministrados y da el visto bueno a los mismos. Además, finalizado el proceso de identificación proporcionó información sobre los cultivos presentes en 19 parcelas que se utiliza para mostrar de forma objetiva la validez del producto obtenido.

De la cartografía digital obtenida se extraen las superficies ocupadas por cada cultivo u ocupación en la *Zona Regable, fielato y comunidad de regantes*, información que sirve para analizar la distribución espacial de los cultivos y conocer la evolución de la superficie ocupada por cada uno de ellos en las mencionadas demarcaciones.

Evolución del desarrollo vegetativo

El seguimiento de la actividad vegetativa en la Zona Regable de la CGRCAAYC durante el verano de 2016 se lleva a cabo con las imágenes NDVI de julio, agosto y septiembre indicadas en la Tabla 1.

El grado de desarrollo de los cultivos o actividad vegetativa en cada mes se determina siguiendo el mismo procedimiento que el empleado en 2013 y 2014: reclasificación de NDVI en

11 categorías y extracción de la superficie ocupada por superficie de agua profunda y algunas sombras ($NDVI \leq 0$), la de nubes y suelos desnudo ($NDVI$ de 0 a 0,2), la que presentaba poca actividad vegetativa o vegetación poco densa ($NDVI$ de 0,2 a 0,5) y la que tenía gran actividad vegetativa o vegetación densa ($NDVI > 0,5$).

Los datos se extraen para toda la *Zona Regable*, y para cada *fielato* y *comunidad de regantes* y se incorporan en una base de datos con la que se realiza el análisis de la evolución del desarrollo del cultivo, cuantificando la superficie que representa cada categoría establecida y representándolo en gráficas de evolución temporal.

3.4 Información generada

Se enumera a continuación la información básica generada a partir de la cual se han obtenido los resultados presentados en este trabajo. Esta información se suministra en el CD adjunto a este documento.

Información utilizada

- Delimitaciones territoriales

Parcelario: Cobertura vectorial *CLASES_RE.shp*. Corresponde a la delimitación de la Zona Regable (superficie constatada, por trabajos de campo previos, como riego de hecho) de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña (GRCAAYC). Proviene de la cobertura *CLASES.REG.shp* suministrada por la CGRCAAYC reproyectada a ETRS89, UTM, Huso 31 y renombrada.

- Imágenes de satélite

Imágenes Landsat 8: 6 imágenes ráster (píxel de 30m x 30m) en valores de reflectividad. Imágenes corregidas radiométrica y geométricamente. En el CD se suministran imágenes tif según nomenclatura *Imagen_añomesdía.tif* en composición falso color RGB 564.

Información generada

- Índices de Vegetación de la Diferencia Normalizada

Imágenes: *NDVI_20160704.img*, *NDVI_20160812.img*, *NDVI_20160906.img* (formato ráster, píxel 30m x 30m). Generadas a partir de información obtenida de las escenas de Landsat 8 (Tabla 1).

Bases de datos: *NDVI_2016.xlsx* con la información de superficie de NDVI por fielatos y comunidades de regantes y gráficos.

- Cultivos y ocupaciones

Imágenes: *Cultivos_2016.tif*, *Cultivos_2016_disgregado.tif* (formato ráster, píxel 30m x 30m). Generadas a partir de información obtenida de las escenas de Landsat 8 (Tabla 1).

Bases de datos: *Cultivos_2016.xlsx* con la información de superficie de cultivos y ocupaciones por fielatos y comunidades de regantes y gráficos.

Mapas: *Cultivos_2016.pdf*. *Cultivos_2016_disgregado.pdf*

4- RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 Identificación de los cultivos

Año 2016

Los cultivos en la Zona Regable de la CGRACYC durante 2016 se presentan en los mapas que se incluye en el Anejo de esta Memoria. La información sobre la superficie de cada cultivo y ocupación en toda el área de estudio y en cada fielato se incluye también en dicho anejo. En el CD adjunto se pueden consultar las bases de datos con toda la información relativa a superficies de cultivo y ocupaciones en los fielatos y comunidades de regantes.

El número y fechas de las imágenes con las que se realiza el trabajo han condicionado los resultados obtenidos. No se dispone de ninguna imagen de abril, mes clave para una buena identificación de los cultivos de invierno cuando están en pleno desarrollo vegetativo. Tampoco se tiene un número suficiente de imágenes que permitan el adecuado seguimiento de cortes en la alfalfa o la implantación escalonada de las dobles cosechas, información clave para discriminar alfalfa, dobles cosechas y leñosos. Como consecuencia de ello hay mayor superficie sin identificar que en años precedentes, siendo también mayor la incertidumbre en el acierto de la asignación de ciertas superficies a los diferentes cultivos.

La superficie de la Zona Regable se reparte, como en años anteriores, principalmente en cinco grupos: *Cultivos permanentes* con el 41%, (23% *Leñosos* y 18% *Alfalfa*), *Dobles cosechas* con un 19%, *Cultivos de verano* (Extensivos de verano incluido Arroz) con un 9%, *Cultivos de invierno* (Extensivos de invierno) con un 16% y *Sin cultivo* con un 6%. La superficie restante corresponde a las *Masas de agua* con un 2%, quedando un poco menos del 9% de la superficie regable sin asignar a ninguna categoría.

El no utilizar verdad terreno durante el proceso de discriminación de cultivos supone no tener información sobre los diferentes cultivos que conforman cada grupo. La peculiar característica espectral del arroz que se cultiva inundado permite identificar de forma fiable las superficies con este cultivo (0,1% de la superficie regable). También se ha ensayado la discriminación de la viña. Si bien se consigue una buena identificación de este cultivo en zonas conocidas donde la superficie del mismo es amplia, se asignan como viña pequeñas superficies distribuidas como un moteado por casi toda la Zona Regable que claramente no responden a la realidad. Por ello, se opta por no presentar independientemente este cultivo, incluyéndolo en

Leñosos. La experiencia de los años 2013 y 2014 junto con la información espectral de 2016, lleva a aventurar que prácticamente casi toda la superficie de *Cultivos de verano* es maíz, que hay algo de girasol pero muy poco, además del mencionado arroz. Los *Cultivos de invierno* serán sobre todo cebada y trigo. En cuanto a las *Dobles cosechas*, lo habitual es cebada seguida de maíz aunque también habrá guisante-maíz, raygras-maíz e incluso algunas parcelas de trigo-maíz. El girasol puede así mismo aparecer como sustituto del maíz.

En las memorias de los trabajos de 2013 y 2014 ya se comentaron las dificultades en la discriminación de los diferentes cultivos y ocupaciones que se dan en esta área de estudio, por lo que no se detallan de nuevo en este documento. A continuación se describen algunos aspectos específicos en la identificación de cultivos 2016 que se consideran relevantes para la interpretación y uso de la información generada.

Las mayores dificultades de discriminación se siguen encontrando en los cultivos permanentes, *Leñosos*, *Alfalfa* y *Dobles cosechas*. La mayor parte de la superficie sin identificar corresponde, casi con toda seguridad, a estos cultivos.

La discriminación de las *Dobles cosechas* está condicionada por la falta de imágenes en abril-mayo, especialmente en la identificación de aquellas dobles cosechas cuyo primer cultivo es un cultivo de primavera, tipo el guisante, que viene más retrasado que los cultivos de invierno, cebada, trigo o raygras que también son primeros cultivos en las dobles cosechas. Usar una única imagen en julio, y que además es de primeros de mes, supone también un hándicap para discriminar bien las dobles cosechas en las que el segundo cultivo viene más retrasado al sembrarse tras un primer cultivo de cosecha más tardía, como puede ser el trigo. La discriminación de la *Alfalfa* se ve muy condicionada al no tener ninguna imagen en abril y mayo y usar solo 3 imágenes de verano, fechas claves para definir los cortes que caracterizan este cultivo y permiten su correcta discriminación. Los *Leñosos* son el único cultivo con masa verde continua (masa foliar ya desarrollada) desde abril hasta septiembre. Este hecho diferencial no puede aprovecharse plenamente al no incluirse en el proceso de discriminación ninguna imagen desde final de marzo a primeros de junio.

Como ya se ha comentado anteriormente se realizó una primera identificación en la que se buscó separar cultivos con alta confianza de acierto, dejando en un grupo o categoría a parte aquella superficie que ofrecía dudas en la asignación (superficie no signada a ninguna categoría). En este grupo no asignado quedaron incluidas aquellas superficies de *Leñosos*, *Alfalfa* o *Dobles cosechas* que no se sabía con seguridad si corresponde a una u otra de estas tres categorías. Con la experiencia de años anteriores se optó por priorizar dentro de este grupo la asignación a

leñosos con la mayor certeza posible dejando fuera de esta categoría aquellas superficies que ofrecían duda. Estas superficies se asignaron, siempre que fue posible, a *Alfalfa* o a *Dobles cosechas* según interpretación de las curvas de evolución del NDVI y firmas espectrales.

Para el resto de los cultivos y ocupaciones la identificación es más certera desde el inicio. Solo los *Cultivos verano* incrementaron su superficie en fases posteriores de la clasificación al detectarse ciertas superficies de las no asignadas inicialmente a ninguna categoría que no correspondían a *Leñosos*, *Dobles cosechas* o *Alfalfa* y sin embargo si respondían a cultivos de verano como maíz o girasol.

La novedad de este procedimiento de identificación radica en que proporciona información sobre la confianza en la identificación pese a no tener verdad terreno. Los resultados obtenidos en este primer año de aplicación del procedimiento revelan que, si bien se consigue aportar información adicional sobre la fiabilidad en la identificación representable cartográficamente, todavía es necesario mejorar el procedimiento. Se deberá refinar la priorización realizada en relación a la certeza de pertenencia a una categoría u otra que aparentemente parece sesgada hacia un alto grado de confianza en la asignación a cada categoría. En el Anejo se incluye el mapa de cultivos y ocupaciones de las dos formas, con y sin la información de la confianza en la identificación. Aunque la información del grado de confianza incluida debe tomarse con cautela se presenta el mapa con dicha información como ejemplo del producto que se obtiene.

En la Tabla 2 se presenta el cultivo asignado a cada una de las 19 parcelas, 128 ha, de muestra de verdad-terreno suministrada por la CGRCAYC a la entrega del mapa de cultivos y ocupaciones. Aunque la muestra es muy pequeña, sólo un 0,12% de la superficie regable, sirve para tener objetivamente una idea de la calidad de los resultados obtenidos. En 15 de las 19 parcelas el cultivo identificado corresponde a lo que realmente hay según la información de la verdad-terreno. Además, dos de las parcelas incluían una balsa con tamaño suficiente para su discriminación que se han identificado como tal.

Tabla 2 - Identificación realizada con teledetección en parcelas de verdad-terreno

Parcela	Verdad terreno	Identificado
1	Frutal	Leñoso
2	Frutal	Alfalfa
3	Frutal	Leñoso
4	Maíz ciclo largo	Ext. Verano
5	Maíz ciclo largo	Ext. Verano
6	Frutales (Cerezos)	Leñoso
7	Alfalfa 4º año	Alfalfa
8	Maíz ciclo largo	Alfalfa
9	Maíz ciclo largo	Alfalfa
10	Maíz ciclo largo	Ext. Verano
11	Doble cosecha (Cebada+Maíz)	Doble cosecha
12	Doble cosecha (Cebada+Maíz)	Doble cosecha
13	Doble cosecha (Cebada+Maíz)	Doble cosecha
14	Alfalfa	Alfalfa
15	Alfalfa	Alfalfa
16	Alfalfa	Alfalfa
17	Raygras	Ext. Invierno
18	Cereal invierno (Cebada)	Doble cosecha
19	Guisante+Maíz	Doble cosecha

En la Figura 3 se muestran las tres parcelas en las que hay discrepancias con la verdad-terreno. Se observa como las parcelas 2, 8 y 9 identificadas erróneamente presentan visualmente diferencias en de color en algunas fechas respecto a sus contiguas 1 y 10 respectivamente que sí están bien identificadas. Esta diferencia de color es señal de una respuesta espectral diferente, de ahí la confusión. En la parcela 18 el tono más rosáceo en las fechas de verano frente al tono más blanquecino de la zona contigua identificada como cereal de invierno (color naranja) es indicativo de algo de vegetación y el causante de la errónea identificación.

Señalar que con posterioridad a la entrega de la información a la CGRCAYC, la Comunidad comunicó que en 2016 alguna explotación agro-ganadera había puesto “triple cosecha” cebada-maíz-hierba como forraje para el ganado. Se ha podido constatar que la identificación de cultivo realizada en una parcela de aproximadamente 5 ha con triple cosecha ha sido *Alfalfa*, lo que no es desafortunado pues el comportamiento de presencia de cultivo en la parcela responde a un patrón similar al de una alfalfa con los diferentes cortes que se le practican a lo largo del año. En el futuro deberá verse si esta modalidad de triple cosecha va en auge y se afianza para establecer las reglas de decisión que permitan su identificación.

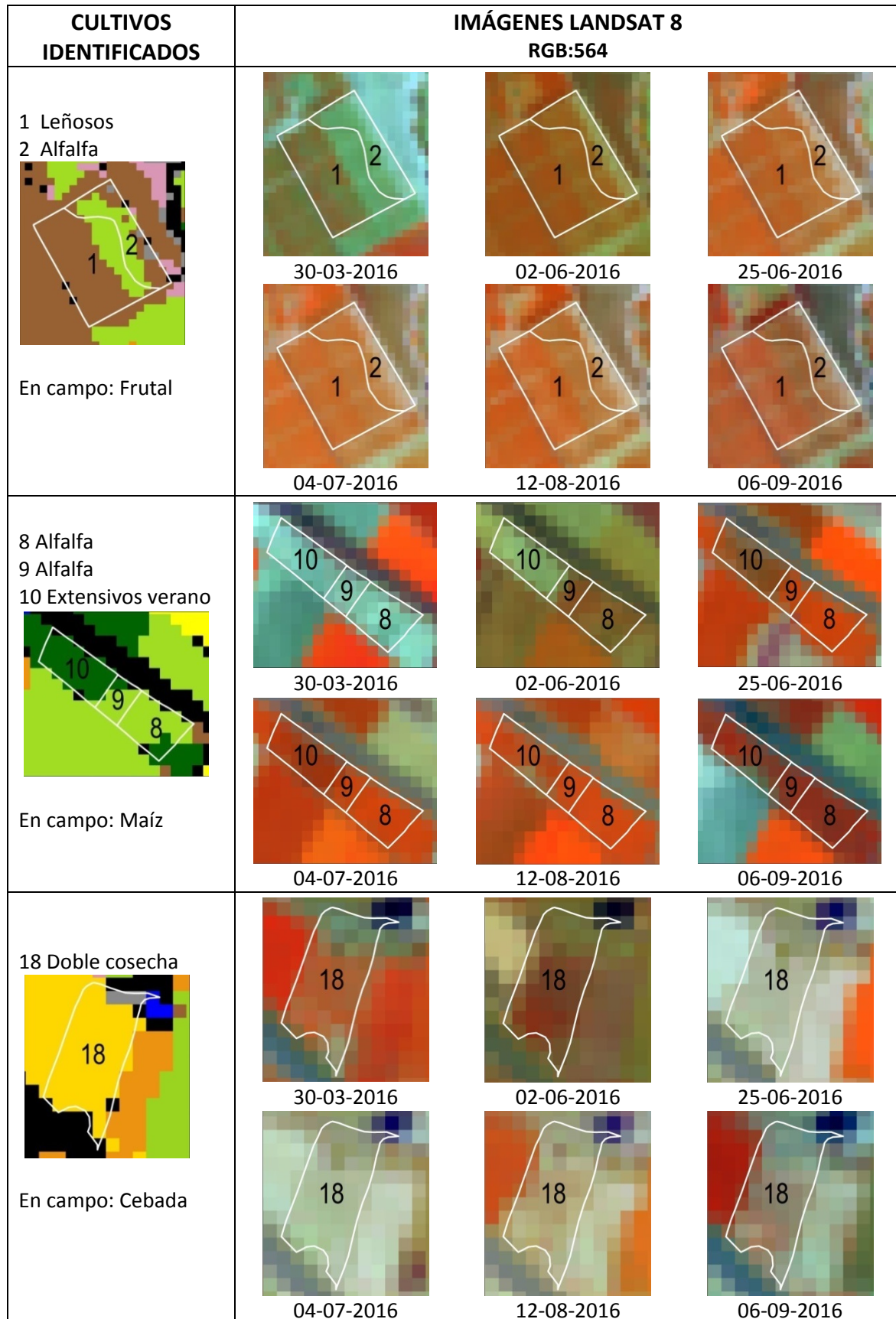


Figura 3 - Discrepancias entre la verdad-terreno y la identificación de cultivos realizada

Pese a no contar con verdad-terreno para la identificación de cultivos, se ha logrado una clasificación satisfactoria y un mapa de cultivos y ocupaciones fiable, conforme a la validación realizada por la CGRCAYC y a la comparación realizada en las 19 parcelas de muestra. La experiencia de años anteriores ha sido clave para lograr estos buenos resultados. A la vista de los mismos parece posible, siempre y cuando se tenga un conocimiento previo de la zona de estudio y de los cultivos que se dan, no necesitar verdad terreno previa a la identificación cuando dicha clasificación es a nivel de detalle (leyenda) similar al presentado en este trabajo. De todos modos, sería conveniente realizar la evaluación con una muestra más grande y representativa antes de plantearse en el futuro dejar de adquirir verdad terreno de la manera exhaustiva con que se hizo en 2013 y 2014. Todo esto, no obvia la necesidad de disponer de algo de verdad-terreno para validar los resultados.

Comparativa 2013, 2014 y 2016

Antes de exponer esta aparte del trabajo recordar que la clasificación realizada para la identificación de cultivos ha tenido cada año sus propias singularidades, aspecto que debe tenerse en consideración al analizar e interpretar los resultados obtenidos cada año.

La comparación para toda el área regable de las superficies identificadas en 2013, 2014 y 2016 (Figura 4) muestra que el porcentaje de superficie con un solo cultivo anual durante toda la campaña agrícola ha pasado del 23% en 2013, al 19% en 2014 y 14% en 2016. Sin embargo, las superficies con cultivos permanentes (leñosos y alfalfa) y dobles cosechas está entorno al 60% los tres años. El porcentaje de superficie *Sin cultivo* y de las *Masas de agua* en la Zona Regable prácticamente no varía, situándose en torno al 6% y el 2% respectivamente.

Los *Leñosos* es la categoría que más representación tiene en la Zona Regable con una superficie entorno al 25%. Las dificultades en su discriminación y las diferentes aproximaciones seguidas para lograrlo en los tres años de estudio hacen que las variaciones en cuanto a porcentaje de superficie con *Leñosos*, 24% en 2013, 27% en 2014 y 23 % en 2016, deban tomarse con cautela y tengan más que ver con el procedimiento seguido para su identificación que con un cambio real de superficie.

En cuanto a las *Dobles cosechas* se parecía un incremento paulatino pasando del 13% en 2013 al 18% en 2016, y una disminución de los *Cultivos de verano* y la *Alfalfa* pasando del 17% en 2013 al 9% en 2014 y del 24% al 18% respectivamente. En el caso de la *Alfalfa* el descenso se produce sobre todo entre 2013 y 2014. Entre los cultivos extensivos de verano, como ya ocurría



en 2013 y 2014, es posible identificar el *Arroz* pese a su escasa representación, menos del 1% de la superficie regable. La respuesta espectral y el conocimiento que se tiene de la zona, señalan a que el resto de *Extensivos de verano* será mayoritariamente maíz y algo de girasol. La falta de verdad terreno impide poder concretarlo.

Los porcentajes de superficie dedicados a *Cultivos de invierno* varían ligeramente de un año a otro, con un pequeño aumento en 2016, respecto a 2013 y 2014 (16% en 2016 frente a 14% y 13 % respectivamente en 2013 y 2014). Igual que con los cultivos de verano, no es posible identificar a que corresponden, si bien dominaran claramente la cebada y el trigo.

En los fielatos se aprecia en general, tendencias similares a las observadas para toda la Zona Regable de la CGRCAYC. Como ya se vio en los trabajos anteriores, es el fielato de la Almunia el que más discrepa del resto. En esta zona se ha producido un incrementado la intensificación de los cultivos fruto de la modernización, que no se ha podido corroborar con las imágenes. En esta zona de la CGRCAYC es donde se cuenta con menos imágenes. No se tienen datos de la imagen del 4 de julio, información clave para la identificación de las dobles cosechas.

Otro aspecto que llama la atención es el descenso en 2016 de los *Leñosos* en el fielato de Fraga, más acusado que en los otros fielatos (excluido el de la Almunia). Este fielato, claramente dominado por esta categoría con alrededor del 60% de su superficie regable, pasa en 2016 a un 50%. Así mismo, es el fielato donde más aumenta la superficie que no se asigna a ninguna categoría (*Sin Asignar*), así como la superficie *Sin cultivo*. Al ser el fielato de Fraga el que más leñosos presenta, lógicamente es el que más se ve afectado por las mencionadas afecciones en la identificación de leñosos comentadas en este y anteriores trabajos. Otras causas a considerar son la sustitución de plantaciones viejas de frutales por otras nuevas, la colocación cada vez más frecuente de mallas protectoras, o el diferente manejo del suelo entre líneas de cultivo, pues afectan a la respuesta espectral del cultivo y a su discriminación. Se necesita información al respecto y estudios complementarios para determinar a qué se debe este acusado descenso.

Los resultados obtenidos para las comunidades de regantes no se presentan en la memoria, si bien pueden extraerse y consultarse en las bases de datos incluidas en el CD.

Memoria

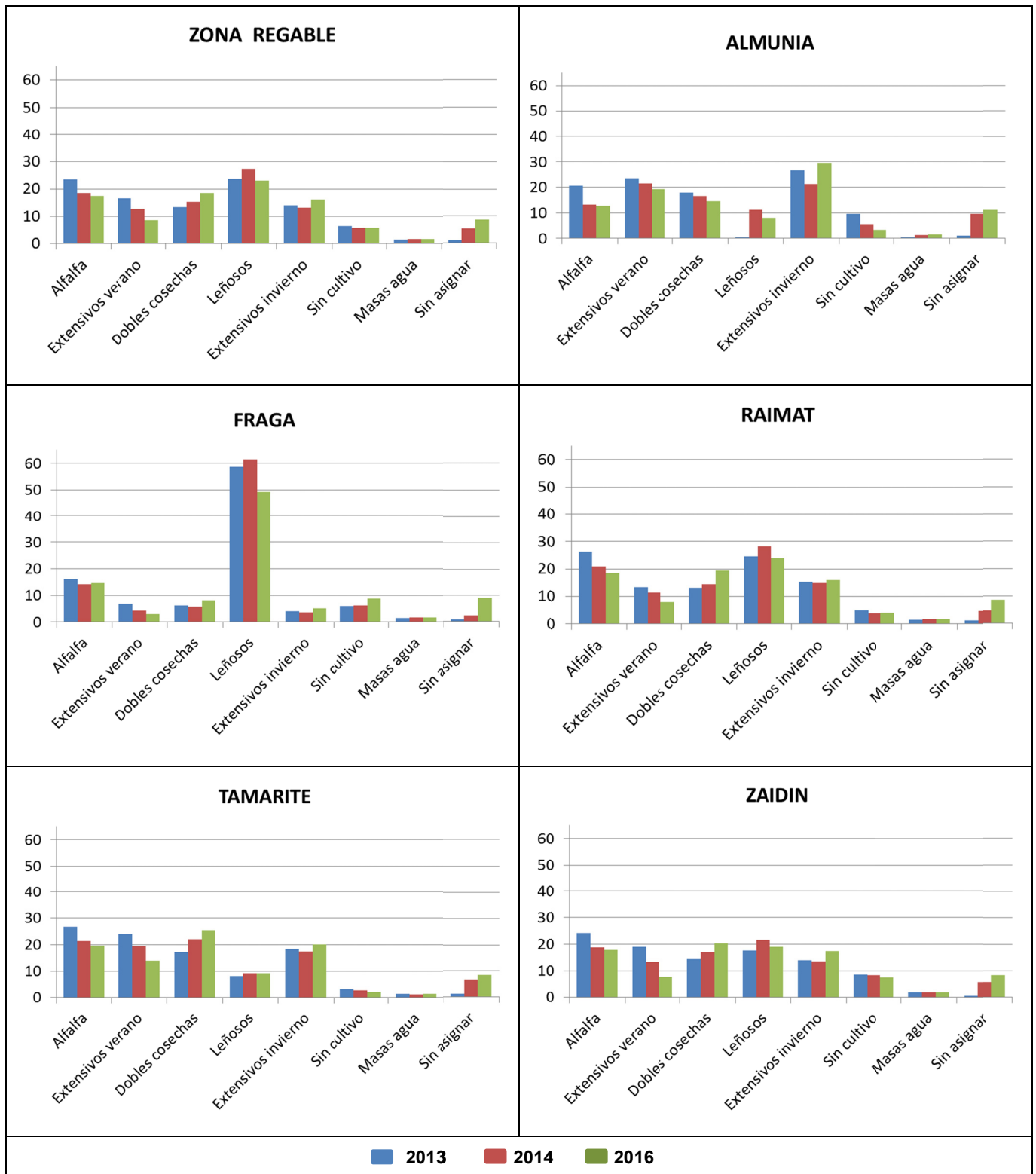


Figura 4 - Distribución de la superficie (%) de cultivos y ocupaciones de 2013, 2014 y 2016 en la Zona Regable y fieltos de la CGRCAYC.

4.2 Evolución del desarrollo vegetativo

Año 2016

La actividad vegetativa en cada fielato y comunidad, y por tanto el desarrollo vegetativo, va ligado a los cultivos y ocupaciones presente en cada momento, su representación en superficie y su ciclo fenológico.

Como puede verse en la Figura 5, la superficie con NDVI inferiores a cero tiene escasa relevancia y nunca superan el 1%. Esta superficie corresponde principalmente a las balsas que están llenas con agua. El porcentaje de superficie con NDVI entre 0 y 0,2 no llega al 10%, en ningún fielato, a primeros de julio y en agosto, y sin embargo es igual o lo supera a principios de septiembre. La superficie con NDVI entre 0,2 y 0,5, es mayoritaria a principios de julio, mientras que en septiembre predomina la superficie con NDVI > 0,5. En agosto predomina una u otra según el fielato, estando en general los porcentajes de superficie próximos al 50% en estas dos categorías.

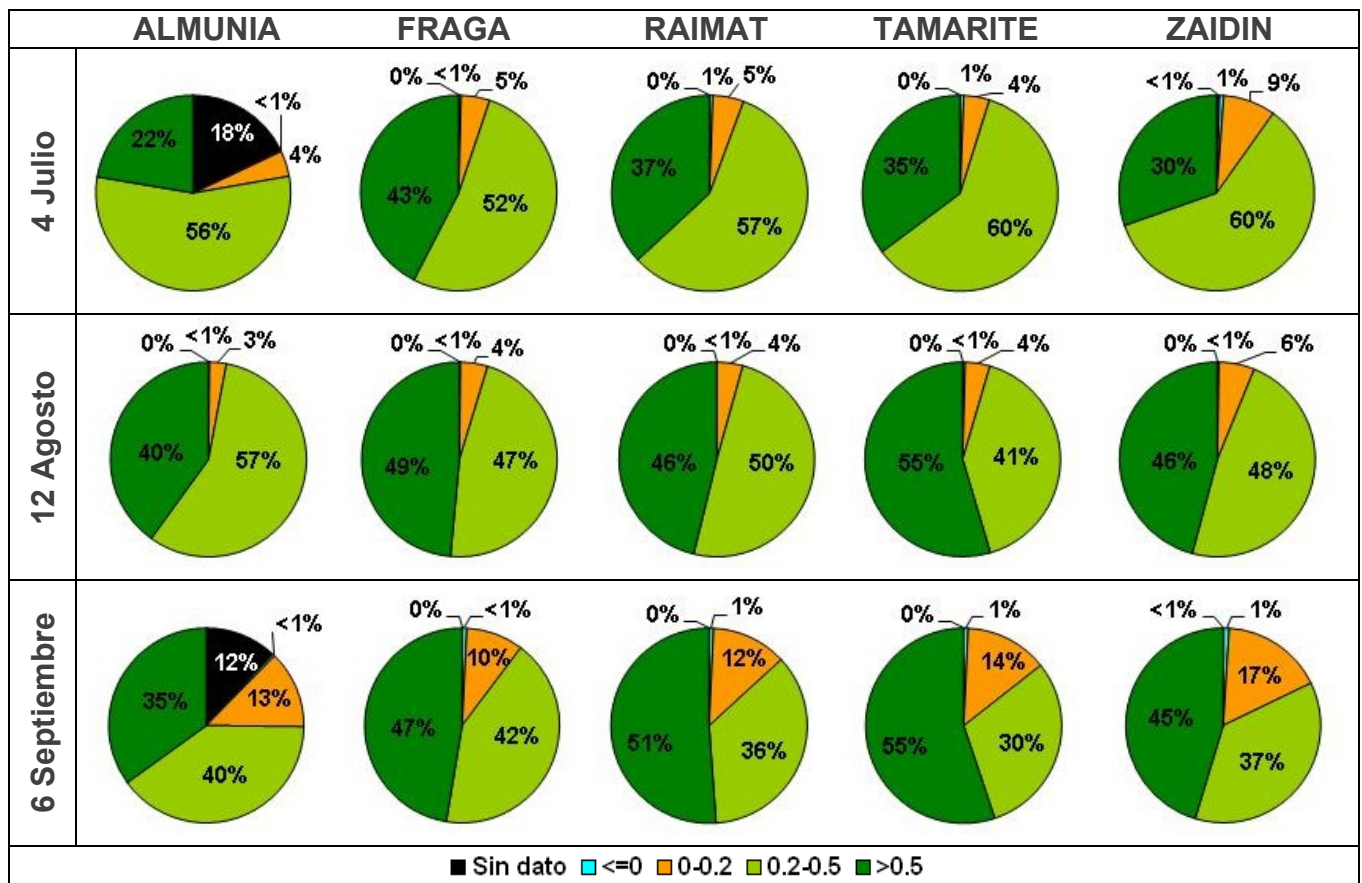


Figura 5 - Superficie (%) de cada fielato de la CGRCAAYC según categorización de NDVI en verano de 2016.

En el fielato la Almunia, el considerable porcentaje de superficie sin dato en julio y septiembre afecta al resto de las categorías, con porcentajes lógicamente menores de lo que en realidad son en estas dos fechas.

En el CD adjunto se incluye la información necesaria para realizar consultas en relación a la evolución en la Zona Regable de la CGRCAYC del desarrollo vegetativo (actividad vegetativa) de los cultivos a partir de la los NDVI, así como representaciones gráficas por fielatos y comunidades de regantes.

Comparativa 2013, 2014 y 2016

La comparativa se realiza únicamente para el verano, periodo para el que se tiene información los tres años. Concretamente se utilizan la información derivada de las siguientes imágenes: 26 de junio, 12 de julio, 20 de agosto y 14 de septiembre para 2013; 20 de junio, 22 de julio, 16 de agosto y 8 de septiembre para 2014; y 4 de julio, 12 de agosto y 6 de septiembre para 2016. Al interpretar los resultados que se presentan a continuación, es importante tener presente que la comparativa se realiza a partir de datos de una fecha al mes, y que para un mismo mes la fecha de la que se tiene información varía en ocasiones en más de una semana. Por ello, es posible que se haya captado los momentos de máxima y mínima actividad vegetativa viéndose obligados en ocasiones a intuir donde han podido producirse.

En general, todos los fielatos de la CGRCAYC presentan un rango y patrón bastante similar en cuanto a porcentaje de superficie con determinado desarrollo vegetativo según las categorías establecidas en función del NDVI (Figura 6). La superficie con NDVI inferiores a cero nunca superan el 1%, por lo que no se presenta.

La superficie de los diferentes fielatos con NDVI entre 0 y 0,2 está siempre por encima del 5% y por debajo del 20%. En 2014 los porcentajes suelen ser superiores a los de 2013 y 2016. En 2013 y 2014 se observa un incremento de los porcentajes de junio a agosto, mes donde alcanzan el máximo valor, para en septiembre disminuir en 2014 o mantenerse similares en 2013. La mayor diferencia entre estos dos años se produce en agosto donde la superficie no llega al 10% en 2013 y lo supera en 2014, excepto en el fielato de Fraga que se queda en un 9%. En 2016, sin embargo, los porcentajes varían poco hasta agosto aumentando claramente en septiembre.

En cuanto a la superficie con NDVI entre 0,2 y 0,5 se mueve a groso modo entre el 30 y el 60%. En este caso, 2016 difiere de los otros dos al presentar porcentajes superiores, excepto en

septiembre con magnitud similar los tres años. En 2013 y 2014 los máximos porcentajes se dan en junio y julio, mientras que los mínimos suelen producirse en agosto para luego en septiembre aumentar algo la superficie. Sin embargo, en 2016, la superficie con NDVI entre 0,2 y 0,5 desciende paulatinamente desde julio a septiembre.

Finalmente, las curvas de evolución de superficie con NDVI mayor de 0,5 son claramente inversas a las de NDVI entre 0,2 y 0,5, con porcentajes de superficie que a groso modo oscilan entre 40 y 60, pero en general, por encima de los que se dan en el rango NDVI entre 0,2 y 0,5.

El fielato de la Almunia y el de Fraga siguen siendo en 2016, al igual que ocurría en 2013 y 2014 los que más difieren del resto, siendo estas diferencias algo más acusadas en 2016. En el fielato de la Almunia, el porcentaje de superficie sin datos en determinadas fechas, que es más elevado en 2016 que en 2013 y 2014, repercute tanto en la identificación de los cultivos como en el reparto de los porcentajes de superficie según los rangos de NDVI establecidos. La no desdeñable superficie sin información junto con las diferencias en la representación de los cultivos, menos superficies de leñosos y más superficies de extensivos sobre todo de invierno, que en otros fielatos llevan a las diferencias detectadas, haciendo de este fielato un caso particular.

En el fielato de Fraga, el claro predominio de los frutales marca, como ya se ha comentado en otras ocasiones, las diferencias entre este fielato y los otros. Como puede verse en la Figura 6 las curvas de evolución de julio a septiembre son más planas y con una tendencia horizontal más acusada que en los otros fielatos. En 2016 llama especialmente la atención que las curvas de evolución de la superficie con NDVI entre 0,2 y 0,5 y la de NDVI > 0,5 se mueven en un rango de valores muy similar, en conjunto es tan solo un margen de 10% (de 42 a 52%). En los otros fielatos (exceptuando la Almunia) el margen está entre 20 y 30%. En 2013 y 2014, tal y como puede apreciarse en la mencionada figura, el rango de variación en el fielato de Fraga es mayor.

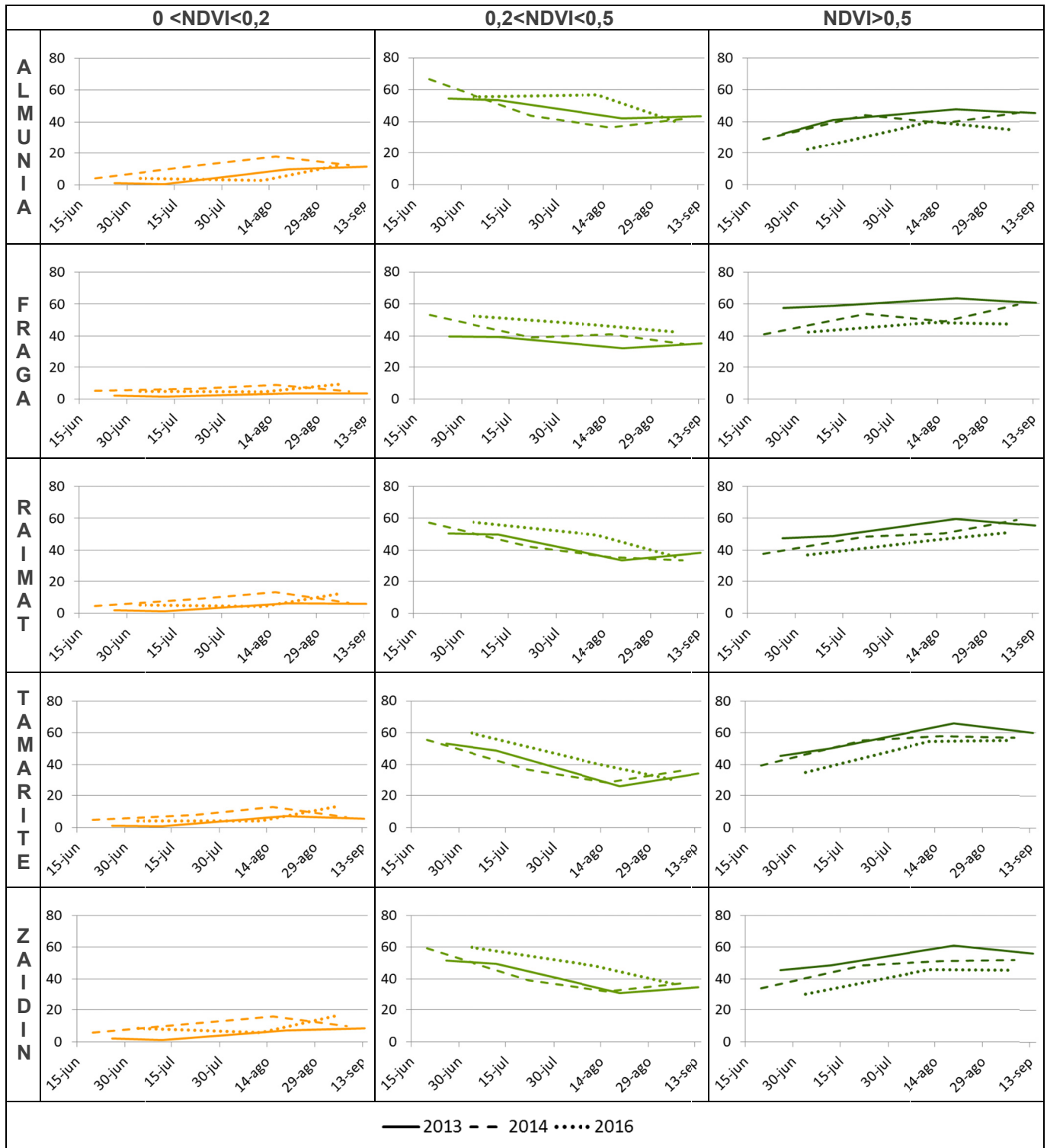


Figura 6 - Evolución de la superficie (%) de cada fielato de la CGRCAAYC en verano de 2013, 2014 y 2016 con diferentes NDVI

Cuando se analiza en el conjunto de fieltos y años la evolución de las superficie con alta actividad vegetativa (NDVI > 0,5) se aprecia que el porcentaje de esta superficie en 2013 es más elevada que en 2014 y éste año mayor que en 2016. También se parecía, que en general, el fieltos de la Almunia es de todos los fieltos el que todos los años tiene el menor porcentaje de superficie con alta actividad vegetativa mientras que Tamarite y Fraga son los que tienen el mayor porcentaje (Figura 7).

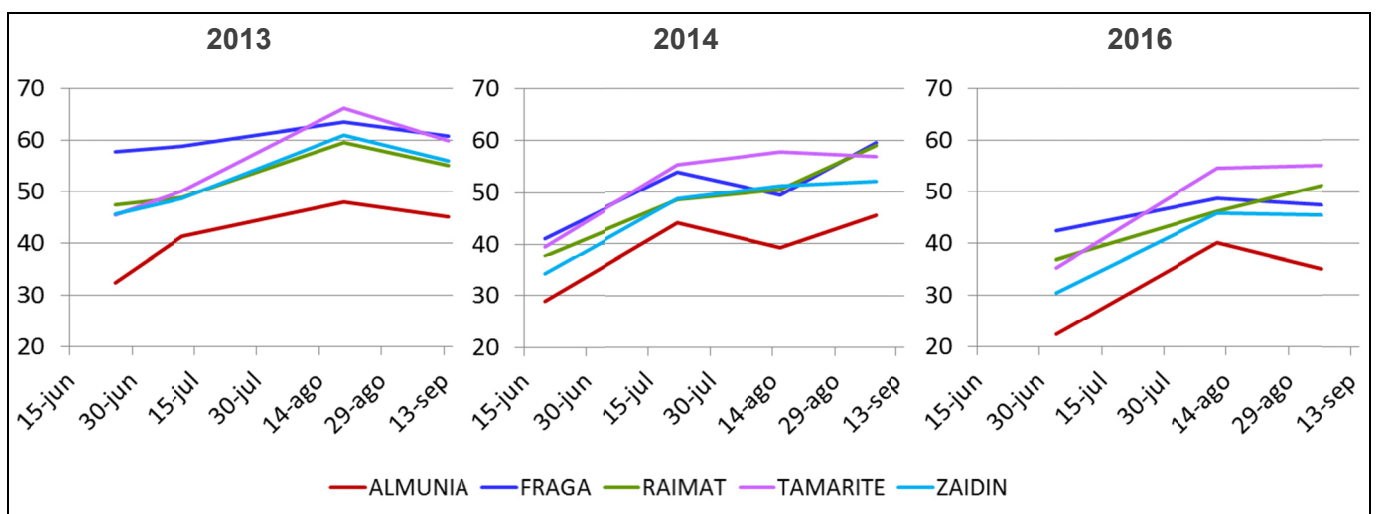


Figura 7- Evolución de la superficie (%) de los fieltos de la CGRACYC con alta actividad vegetativa en 2013, 2014 y 2016.

Como se puede ver existen ciertas diferencias en la evolución de la actividad vegetativa en cuanto a la temporalidad (momento) y distribución de superficies (% de cada categoría) entre los años estudiados. Las condiciones meteorológicas propias de cada campaña agrícola hacen que los ciclos fenológicos de los cultivos sufran variaciones. El verano de 2016 ha sido uno de los veranos más secos de la serie histórica, sin lluvias significativas en la Zona Regable desde mayo (como ejemplo mencionar los 6 milímetros de precipitación acumulados en la estación meteorológica de Fraga en los meses de junio, julio y agosto), lo que ha repercutido en el desarrollo y estado vegetativo de los cultivos. Tanto las curvas de evolución del NDVI (Figura 6) como la superficie con alta actividad vegetativa (Figura 7) denotan este hecho.

Un ejemplo de las diferencias entre años en la actividad vegetativa y su evolución se muestra en la Figura 8 donde se puede observar el desfase entre un año y otro en la implantación del segundo cultivo de la doble cosecha, mucho más adelantado en 2014 que en 2013 y 2016.

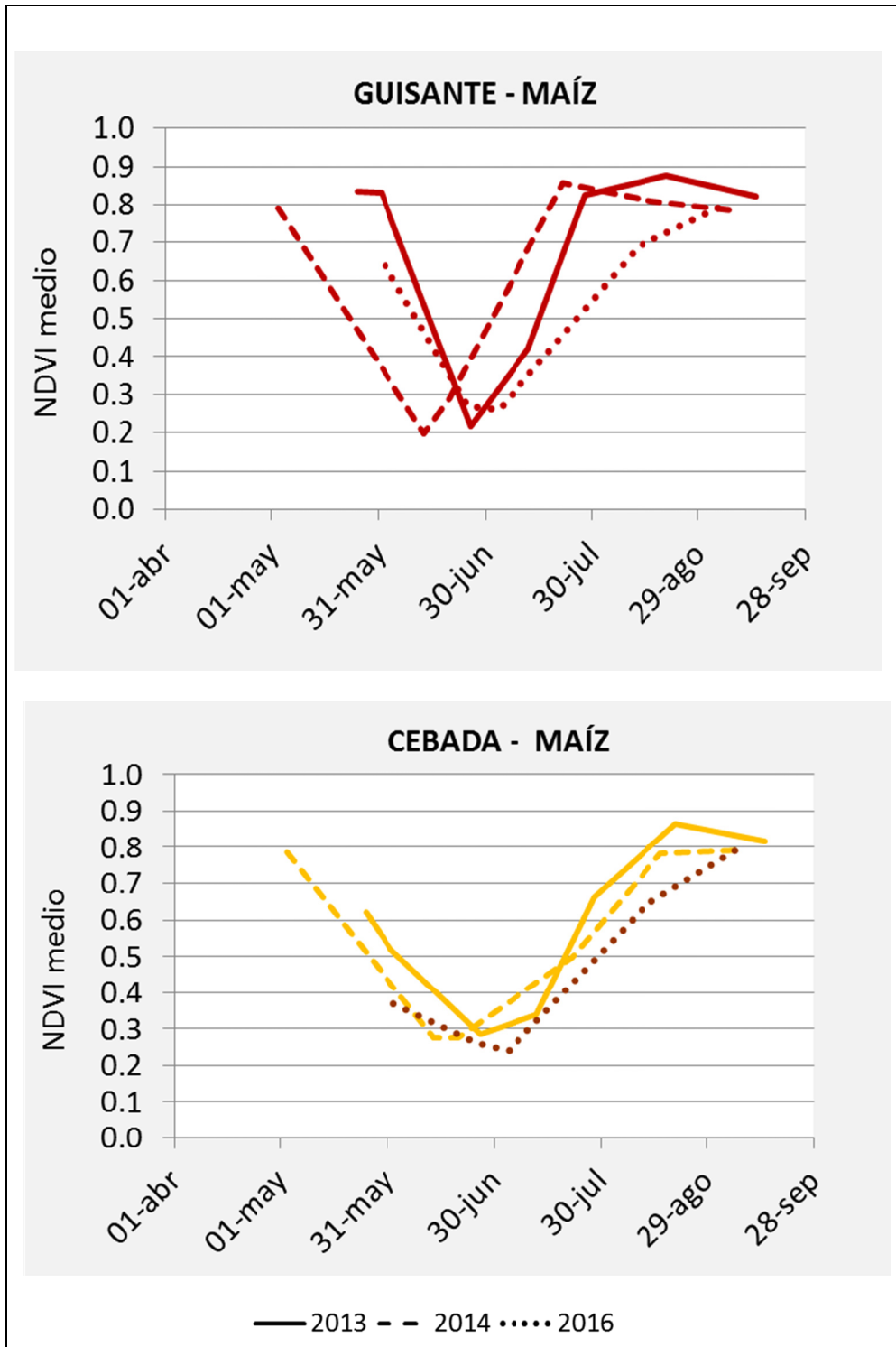


Figura 8 - Evolución en verano de 2013, 2014 y 2016 del desarrollo vegetativo en diferentes parcelas de la CGRCAYC con doble cosecha.



*Convenio CITA-CGRCAAYC
Aplicación de la teledetección por satélite en la gestión del
agua en Canal de Aragón y Cataluña en 2016*

Memoria

Además, tras tres años de estudio se confirma que es sobre todo entre NDVI 0,1 a 0,3 y entre 0,7 y 0,9 donde suelen producirse las variaciones en % de superficie más importantes y más diferentes entre años. Será aconsejable realizar estudios complementarios para analizar la repercusión y sensibilidad que tiene el establecer los límites de cada intervalo de NDVI establecidos en un valor u otro de NDVI a la hora de presentar y analizar los resultados presentados.

Si bien no se detalla en esta memoria los estados de desarrollo vegetativo en cada comunidad de regantes, puede consultarse en las bases de datos incluidos en el CD adjunto.

5- CONCLUSIONES

Finaliza un ciclo de tres años, 2013, 2014 y 2016, que ha proporcionado los conocimientos y la experiencia necesaria para la monitorización con teledetección de la superficie cultivada en la Zona Regable de la CGRCAYC y en el que se han puesto a punto y validado los procedimientos necesarios para ello. Se presentan en este apartado algunas conclusiones y recomendaciones fruto del trabajo realizado.

Metodológicas

- Se cuenta con un procedimiento ágil y operativo para la identificación y seguimiento de cultivos y ocupaciones a tiempo real. Dicho procedimiento se basa en información derivada de imágenes de satélite, confirmándose que son una herramienta de gran utilidad para los fines mencionados en demarcaciones con la extensión y características de la Zona Regable de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña.
- Las limitaciones económicas de tiempo de ejecución y climáticas, diferentes en los tres años de estudio, no han permitido contar con una serie temporal de datos (imágenes y verdad- terreno) con la densidad y continuidad ideal a lo largo de la campaña anual de cultivos, siendo la información disponible en cada año variable tanto en amplitud del periodo de estudio y fechas como en densidad de datos. Ello, sin embargo, ha ayudado a determinar mejor las fortalezas y debilidades del procedimiento adoptado.
- En los tres años de estudio se ha conseguido identificar y cartografiar fiablemente los principales cultivos y ocupaciones en la Zona Regable y ver cómo cambia la actividad vegetativa a lo largo de la campaña agrícola. Sin embargo, se han detectado ciertas confusiones entre algunos cultivos, así como algunas dificultades de detección de cambios en las fechas de transición de unos cultivos a otros. La utilización de una serie de imágenes más densa, más de una por mes, con un periodo de recogida de datos más amplio que el de abril a septiembre utilizado, y con el apoyo de información complementaria actualizada como puede ser el SIGPAC, el sistema de riego, la fenología de los cultivos etc. ayudaría a mejorar la monitorización de la superficie cultivada.
- La disponibilidad de una muestra de verdad-terreno representativa y rigurosa resulta muy costosa. Si bien disponer de verdad-terreno es deseable tanto para la identificación de cultivos

como para la validación de resultados, la novedad metodológica en 2016 de realizar la identificación de cultivos sin utilizar verdad-terreno ha permitido constatar que se puede realizar sin ella una identificación aceptable de las superficies con cultivos de invierno, cultivos de verano, leñosos, dobles cosechas, alfalfa, áreas sin cultivo y masas de agua en la Zona Regable de la CGRCAYC así como un seguimiento de la actividad vegetativa, siempre y cuando se conozcan previamente los principales cultivos que habitualmente se dan en el área de estudio y si se han producido o no cambios reseñables en la misma respecto a la campaña anterior.

- Se desconoce la sensibilidad del procedimiento establecido para el seguimiento de la actividad vegetativa ante un cambio en los rangos de NDVI establecidos. Sería recomendable profundizar en el futuro en este aspecto metodológico.
- Como mejoras metodológicas futuras se proponer la incorporación en los trabajos de monitorización de imágenes de los nuevos satélites Seninel-2 lo que permitirán disponer de series temporales de datos más completas y con mayor resolución espacial, y la utilización de la nueva base de datos del regadío actualizada que está completando la CGRCAYC.

Cultivos, representación y evolución en la Zona Regable

- En los tres años de estudio, 2013, 2014 y 2016 no se han producido cambios notables en cuanto al conjunto de cultivos presentes en la Zona Regable de la Comunidad y su distribución territorial. Las superficies ocupadas por cultivos permanentes (leñosos y alfalfa) suponen un poco menos de la mitad de la superficie de la Zona Regable, mientras que las ocupadas por cultivos anuales (extensivos de invierno, de verano y dobles cosechas) suponen algo más del 40%. El porcentaje de superficie sin cultivo y de las masas de agua prácticamente no varía de un año a otro, situándose en torno al 6% y el 2% respectivamente.
- Concretamente en 2016, año presentado en esta memoria, el 85% de la superficie de la Zona Regable de la CGRCAYC estaba cultivada, un 6% sin cultivo y un 2% ocupado por masas de agua, principalmente balsas de riego. En el 9% restante de la superficie se desconoce el cultivo u ocupación presente. De la superficie cultivada el 41% estaba ocupada por Cultivos permanente, 23% Leñosos y 18% Alfalfa, y el 44% restante por cultivos extensivos que se reparte de la siguiente manera: 19% Dobles cosechas, 9% Cultivos de verano y 16% Cultivos de invierno.

- En el fielato de la Almunia suele presentar un porcentaje de superficie sin datos en determinadas fechas lo que repercute tanto en la identificación de los cultivos como en el reparto de los porcentajes de superficie según los rangos de NDVI establecidos. En el fielato de Fraga, el claro predominio de los frutales lo hace diferentes al resto de fielatos.
- En cuanto a evolución de la actividad vegetativa durante el verano en los tres años estudiados, todos los fielatos presentan en general un rango y patrón bastante similar en cuanto a porcentaje de superficie con determinado desarrollo vegetativo según las categorías de NDVI establecidas. La superficie con $NDVI \leq 0$ no superan el 1%, con NDVI entre 0 y 0,2 están por encima del 5% y por debajo del 20%, con NDVI entre 0,2 y 0,5 suelen oscilar entre 30 y 60% y con $NDVI > 0,5$ entre 40 y 60% pero en general con valores superiores a los de NDVI entre 0,2 y 0,5. Entre NDVI 0,1 a 0,3 y entre 0,7 y 0,9 es donde se producen las mayores variaciones en porcentaje de superficie, y donde más diferencias se aprecian entre un año y otro.
- El fielato de la Almunia es de todos los fielatos el que los años de estudio presenta el menor porcentaje con alta actividad vegetativa ($NDVI > 0,5$), en parte consecuencia de la falta de información en una parte importante de su superficie, mientras que Tamarite y Fraga tienen el mayor. Se aprecia una disminución con los años de la superficie con alta actividad vegetativa resultante a priori de las diferencias entre años en la evolución de la actividad vegetativa debidas a las variaciones en el ciclo fenológico y al distinto manejo del cultivo. La utilización de únicamente una fecha por mes puede estar influyendo en dicha apreciación requiriéndose de estudios complementarios antes de su ratificación.



Convenio CITA-CGRCAVC
Aplicación de la teledetección por satélite en la gestión del
agua en Canal de Aragón y Cataluña en 2016

Anejo

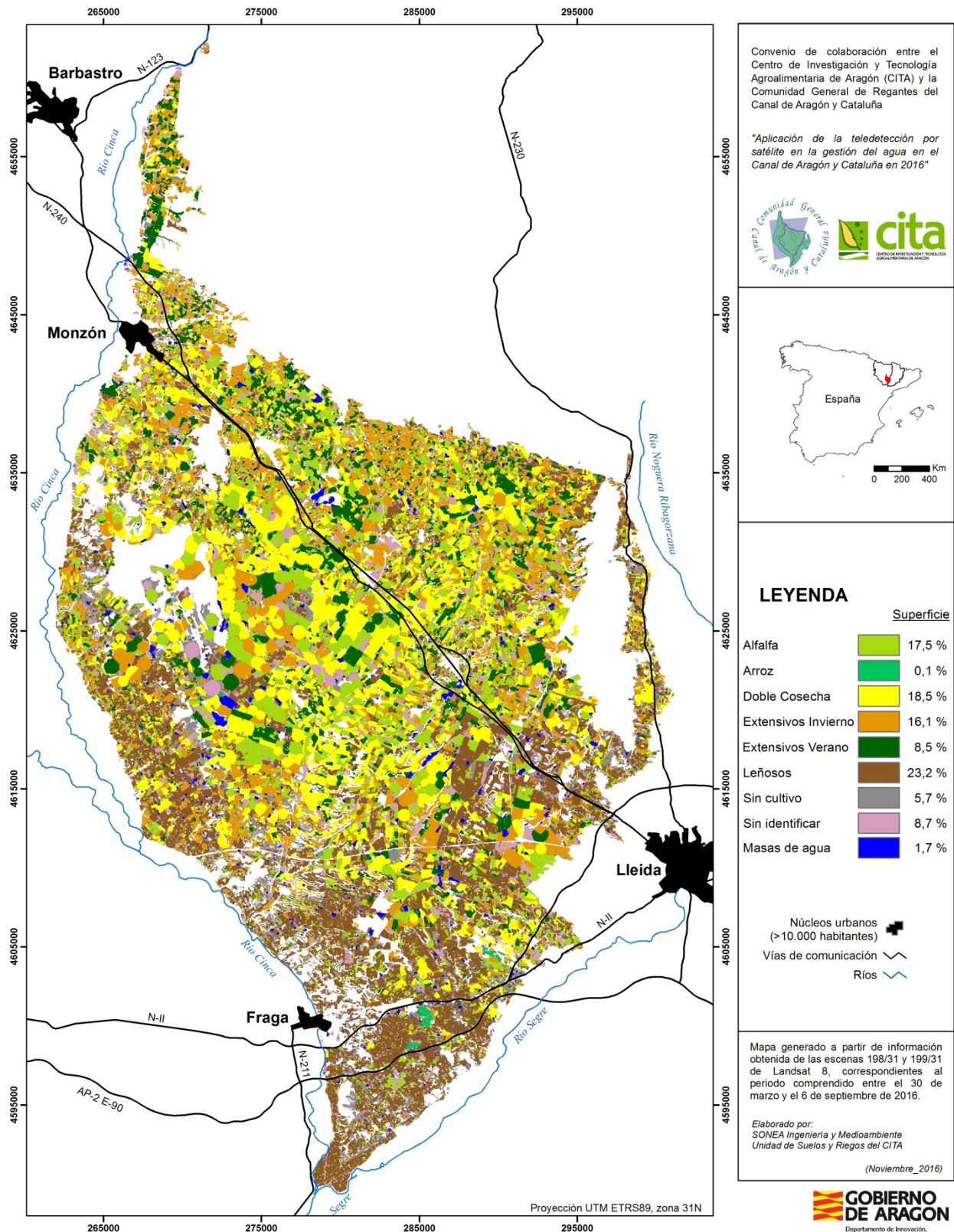
ANEJO – CULTIVOS Y OCUPACIONES



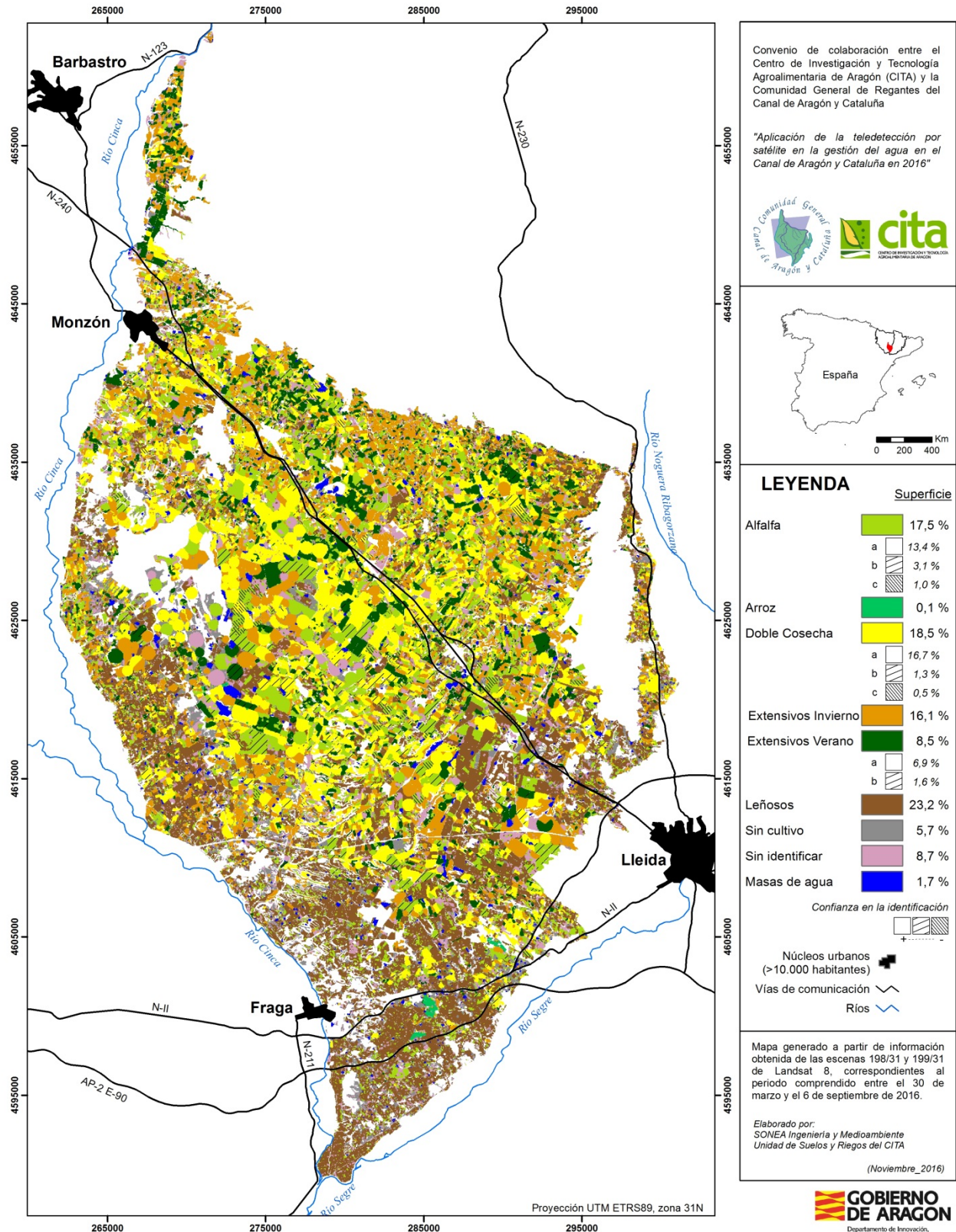
Convenio CITA-CGRCAVC
Aplicación de la teledetección por satélite en la gestión del
agua en Canal de Aragón y Cataluña en 2016

Anejo

Cultivos y otras ocupaciones en la zona regable de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña Año 2016



Cultivos y otras ocupaciones en la zona regable de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña Año 2016





Convenio CITA-CGRCAAYC
 Aplicación de la teledetección por satélite en la gestión del
 agua en Canal de Aragón y Cataluña en 2016

Anejo

Superficies de los cultivos y ocupaciones de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña

Año 2016

	ALMUNIA		FRAGA		RAIMAT		TAMARITE		ZAIDIN		TOTAL CULTIVO Y OCUPACIÓN
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha
Alfalfa	761,18	12,74	2551,04	14,70	4871,61	18,59	3229,09	19,49	6706,47	17,89	18119,40
Arroz	0,36	0,01	122,33	0,71	0,36	0,00	2,31	0,01	16,35	0,04	141,70
Doble Cosecha	868,09	14,53	1421,20	8,19	5052,21	19,27	4215,90	25,45	7602,27	20,28	19159,67
Extensivos de invierno	1759,91	29,46	901,21	5,19	4173,05	15,92	3302,50	19,94	6526,74	17,41	16663,40
Extensivos de verano	1152,94	19,30	398,86	2,30	2096,12	8,00	2321,98	14,02	2887,33	7,70	8857,23
Leñosos	477,28	7,99	8543,94	49,24	6288,39	23,99	1543,33	9,32	7132,85	19,03	23985,78
Sin cultivo	194,54	3,26	1538,36	8,87	1066,04	4,07	347,31	2,10	2787,04	7,44	5933,29
Sin identificar	669,72	11,21	1574,10	9,07	2229,27	8,50	1369,78	8,27	3132,87	8,36	8975,75
Masas de agua	90,20	1,51	299,33	1,73	434,29	1,66	233,92	1,41	688,04	1,84	1745,77
TOTAL FIELATO	5974,21	100,00	17350,36	100,00	26211,34	100,00	16566,12	100,00	37479,95	100,00	103581,99