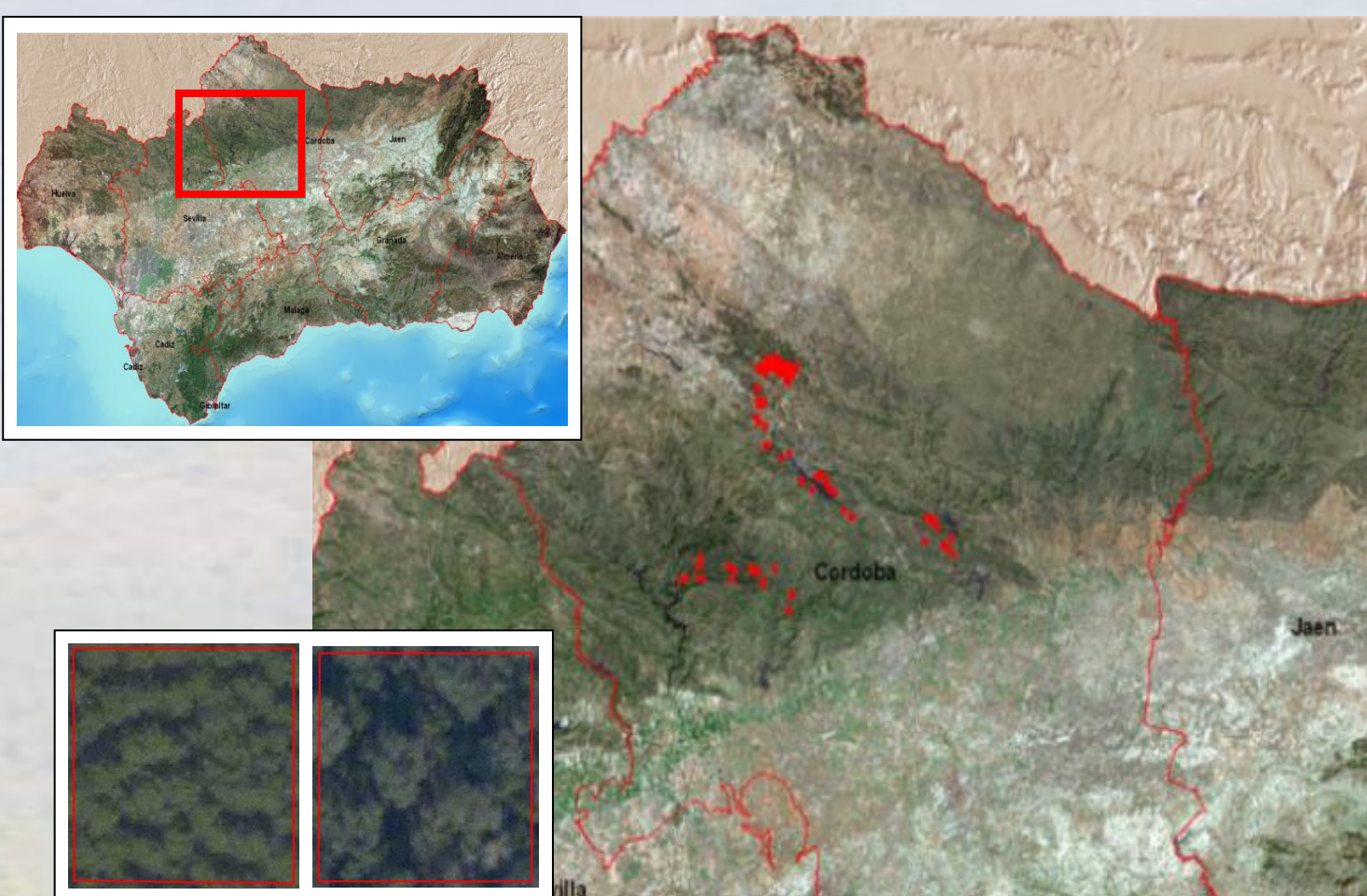


Discriminación entre especies arbóreas del género *Quercus* y *Pinus* a partir de imágenes Landsat y Spot para caracterización de la capa de vegetación forestal del Siose-A

R. Prieto⁽²⁾, G. Montoya⁽²⁾, L. Granado⁽²⁾, I. Pino⁽²⁾, E. Méndez⁽²⁾, I.R. Carpintero⁽²⁾, J.J. Vales⁽²⁾, F. Giménez de Azcárate⁽²⁾, F. Cáceres⁽¹⁾, J.M. Moreira⁽¹⁾

⁽¹⁾ Viceconsejería. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía.

⁽²⁾ Subdirección de Comunicación y Sistemas de Información. Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía.



Zona de estudio (imagen superior izq), parcelas de control (imagen derecha) y detalle de las parcelas (imagen inferior izq; dcha: *Quercus*; izq: *Pinus*).

RESUMEN

Para la asignación de leyenda de la zona forestal del Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España (SIOSE) en Andalucía a escala 1:10.000, se ha recurrido a técnicas de teledetección con imágenes Landsat5-TM y SPOT5-HRG para poder discriminar entre las masas forestales puras con especie arbórea principal del género *Quercus* y *Pinus*. El desarrollo metodológico se ha basado en la clasificación supervisada de las imágenes utilizando diferentes índices de vegetación, ratio entre índices y filtrado textural de las imágenes. Los resultados alcanzados obtienen una precisión en torno al 70%.

INTRODUCCIÓN

Para esta asignación de la leyenda, la fotointerpretación a partir de ortofotografía aérea no es suficiente, y el trabajo de campo necesario para cubrir toda la superficie forestal de Andalucía es muy costoso. Por estos motivos se recurre a la teledetección para que se discrimine de forma objetiva entre las distintas formaciones de especie arbórea principal *Quercus* y *Pinus* presentes en los territorios forestales de Andalucía.

La zona de estudio se encuentra en las provincias de Sevilla y Córdoba como indica la figura de la izquierda.

INFORMACIÓN DE PARTIDA

Eligiendo como imágenes de partida las correspondientes a una escena Landsat-TM y sus homólogas de SPOT5-HRG modo pancromático en el marco del PNT, adquiridas en 2008 y remuestreadas a 25m de tamaño de pixel.

Como datos verdad-terreno se seleccionan 89 parcelas de control, de 25X25m² previamente validadas en campo e información de gran exactitud posicional: ortofotografía de 0.20m de resolución espacial y cartografía de inventario forestal con información por especie a partir de datos LIDAR. Las parcelas están repartidas homogéneamente en el área de estudio cubriendo los usos que se indican en la siguiente tabla.

Cod. Uso	Uso Forestal	Nº Parcelas
510	Formación arbolada densa: quercíneas	23
520	Formación arbolada densa: coníferas	26
611	Matorral denso arbolado: quercíneas densas	8
621	Matorral denso arbolado: coníferas densas	7
711	Matorral disperso arbolado: quercíneas denso	5
721	Matorral disperso arbolado: coníferas denso	6
811	Pastizal arbolado: quercíneas denso	8
821	Pastizal arbolado: coníferas denso	6

Códigos de usos susceptibles de estudio.

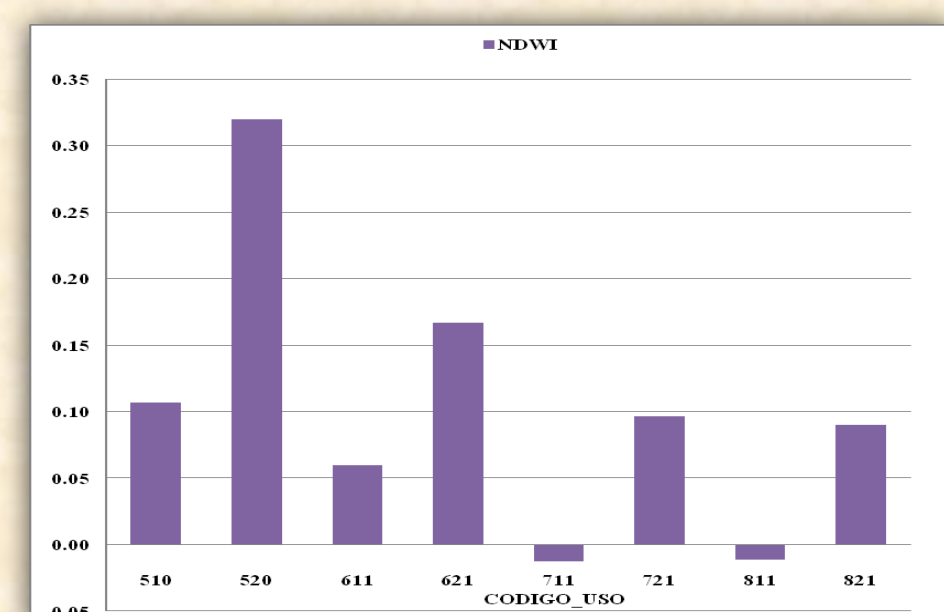
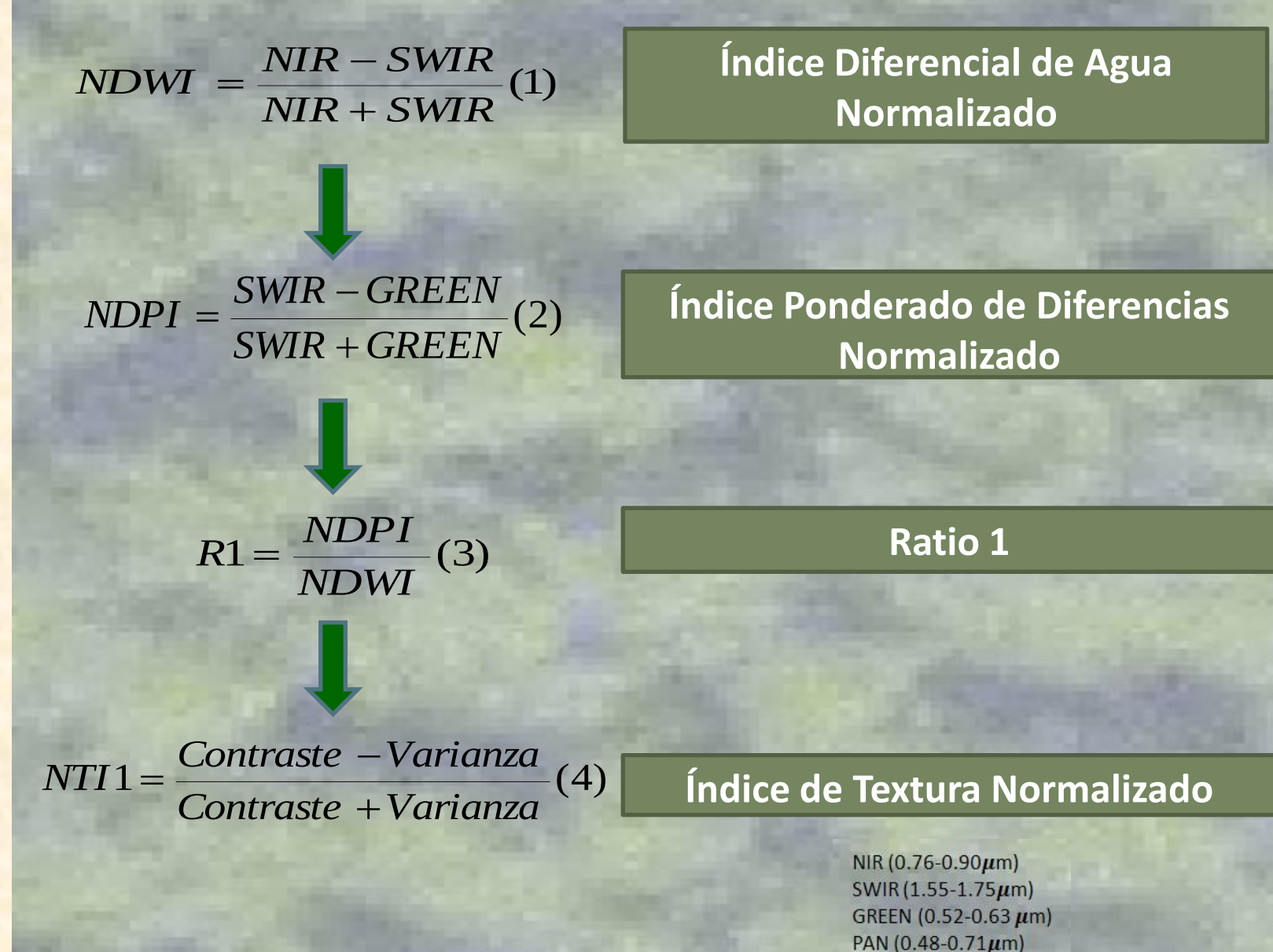
METODOLOGÍA

1.- Transformación de nivel digital (ND) a reflectividad:

Paso de las imágenes originales en ND a valores de reflectividad, se hace la conversión a valores físicos de radiancia aplicando los datos de ganancia propios de cada una de las imágenes. Las imágenes pancromáticas se han transformado a reflectividad en el techo de la atmósfera, TOA, sin llegar a superficie ya que al ser tan ancha la banda los efectos atmosféricos tienden a difuminarse. Para la imagen multispectral si se han eliminado los efectos atmosféricos trabajando con la reflectividad en superficie, utilizando Amatel herramienta desarrollada por la CMA y basado en el modelo de transferencia radiativa 6S. Según las condiciones atmosféricas de la región se elige el modelo de atmósfera tropical y el modelo de aerosol rural dado que la zona de estudio es de uso forestal.

2.- Selección y análisis de la información.

Analizando las distintas bandas que intervienen, se calculan distintos índices y ratio entre índices. Las ecuaciones (1), (2) y (3) son calculadas con las bandas de la imagen *multispectral* realizando un estudio exhaustivo de las distintas bandas y firmas espectrales, observando su comportamiento para desechar los índices que no aportan información al estudio. La ecuación (4) se calcula con la banda *panchromática* realizando un análisis textural, estudiando los cambios en las formas: el comportamiento del contraste y la varianza para obtención de áreas homogéneas.



Media de los valores del NDWI según código de uso obtenidos a partir de las parcelas de control. Se observa como los códigos 711 y 811 tienen un valor distinto respecto al resto, permitiendo identificarse claramente en la clasificación.

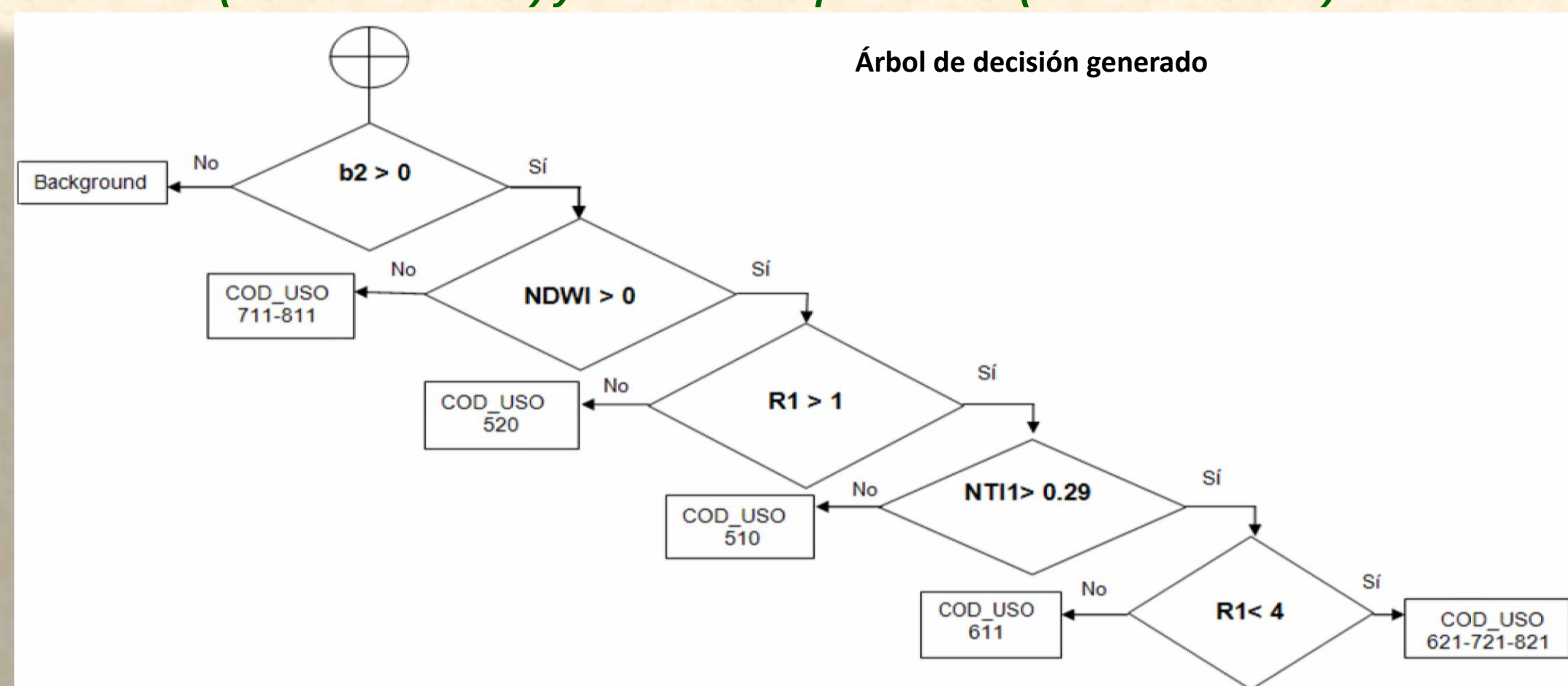
Segundo nodo: Aplicamos el **NDWI** discriminando vegetación en función del grado de humedad que retiene la especie. Ha permitido extraer aquellas formaciones vegetales con menor contenido hídrico, englobando las formaciones de matorral y pastizal disperso asociadas a quercíneas (cod-711-811).

Tercer nodo: Calculamos **R1** que ayuda a diferenciar las formaciones vegetales densas de coníferas (cod-520) en función del estado fenológico de la especie, separándola de aquellas formaciones que tienen alto vigor vegetativo con menor requerimiento hídrico.

Cuarto nodo: Basado en el análisis de la distribución de las especies, para lo que se recurre al índice **NTI1**, que diferencia la clase de uso de forestal quercíneas densas (cod-510), debido principalmente a que esta formación presenta un patrón de distribución espacial distinto a las coníferas.

Quinto nodo: Volvemos a aplicar **R1** buscando diferenciar las formaciones de coníferas y quercíneas que no han sido clasificadas mediante las reglas que preceden, coníferas con pastizal y matorral (cod-621-721-821) y quercíneas con matorral denso (cod-611).

Agrupamos todos los usos obtenidos en dos clases según el objetivo de estudio. En una clase los códigos correspondientes a coníferas(520-621-721-821) y en la otra a quercíneas (510-611-711-811).

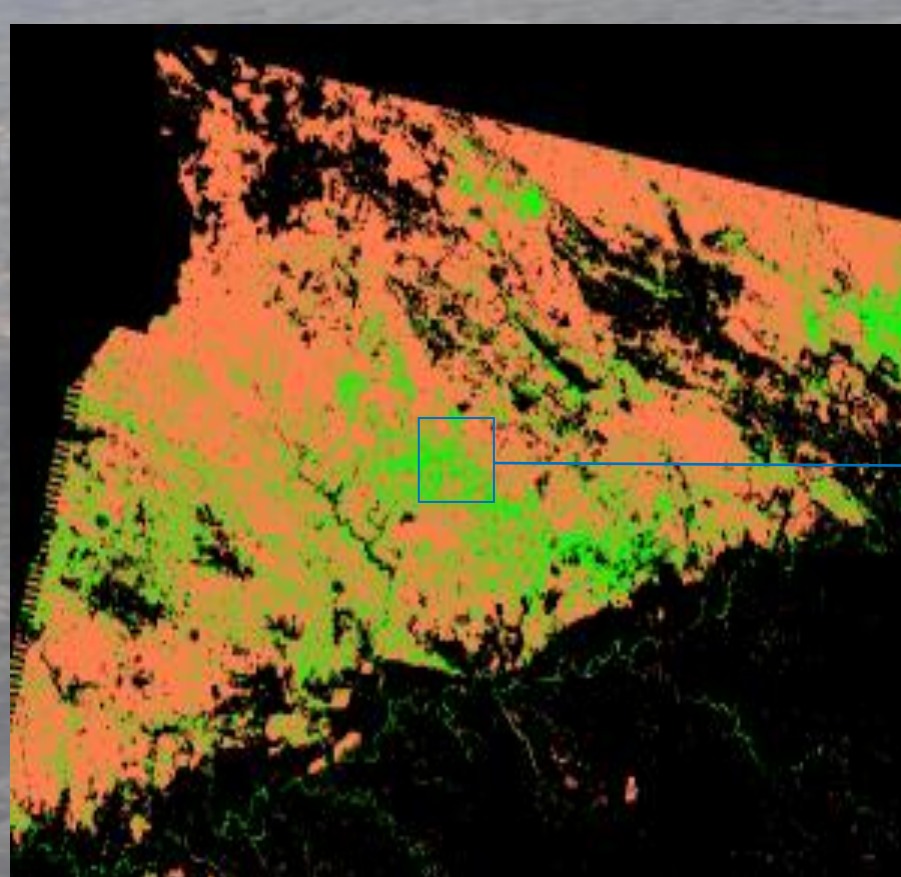


RESULTADOS Y VALIDACIÓN

□ Empleo de una post-clasificación, filtro Majority 3x3, a la clasificación obtenida como mejora a los resultados.

□ La validación de la imagen se ha realizado mediante matrices de confusión a partir de datos utilizados en proyecto del IFN3 de 2006 y 2007 junto con los datos utilizados en el proyecto de inventario forestal LiDAR que no han intervenido en el proceso de clasificación.

□ La fiabilidad global de la clasificación es del orden del 70% con un coeficiente kappa de 0.6. La precisión media por especies ha sido 74% para *Pinus* spp y del 71% para *Quercus* spp. Se ha excluido la clase 611 ya que todos los píxeles que no han sido clasificados previamente se asignan a esta última clase.



Detalle de la clasificación supervisada

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

□ **Resultados:** se pueden mejorar trabajando con información agrupada por especie en vez de por códigos de uso asignados por SIOSE (ya que estos códigos introducen distintos porcentajes de mezclas con otras formaciones como matorral y pastizal dentro de su definición).

□ **Finalidad:** la metodología aplicada se hará extensible a todo el territorio de uso forestal de Andalucía, considerando que la región presenta gran diversidad de coberturas del suelo y una gran heterogeneidad en la distribución de especies, lo que supone validar y adaptar los parámetros utilizados a la especie objeto de estudio según zona.

□ **Aportación:** La metodología desarrollada supone una herramienta de gran utilidad en la producción de cartografía de usos para la caracterización de las especies principales del territorio forestal andaluz, para las próximas actualizaciones del proyecto SIOSE-Andalucía en el marco de la REDIAM.