

## **El proyecto piloto del registro citrícola de España: una aplicación operacional de la teledetección en la agricultura**

*Salvador López Soria*

Departamento de Teledetección.  
Informes y Proyectos, S.A. (INYPESA)

### RESUMEN

Se presenta en esta comunicación la metodología y resultados obtenidos en la fase de Teledetección del Proyecto Piloto del Registro Citrícola de España. El enfoque es fundamentalmente práctico y de desarrollo metodológico, evaluando alternativas digitales y de fotointerpretación asistida basada en análisis visual y clasificaciones no supervisadas en la determinación de las parcelas ocupadas por los diversos cítricos.

### ABSTRACT

This paper shows the methodology and results obtained in the Remote Sensing Phase of the Pilot Project of the Spanish Citrus Register. The work concentrates mainly on the methodological development, evaluating the different digital and Computer Assisted Photo-interpretation alternatives, based on visual analysis and clustering algorithms.

### *Introducción*

La Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación puso en marcha en el año 1991, de acuerdo con la Dirección General VI (Agricultura) de la Comisión Europea, un Proyecto Piloto del que será el Registro Citrícola de España. Dentro de la Unión Temporal de Empresas (INYPESA, EPTISA, NOVOTECNIC) adjudicataria del proyecto, INYPESA llevó a cabo, entre otros, los trabajos relativos a Teledetección Espacial.

En este Proyecto Piloto se utilizaron metodologías clásicas de inventariación de frutales y registro de explotaciones junto con nuevas perspectivas de planeamiento de los trabajos de campo y gabinete, entre ellas la Teledetección mediante imágenes digitales de satélite. El objetivo no era tanto el estudio de sustitución de unas técnicas por otras como la investigación de su utilización conjunta y de los posibles efectos sinérgicos resultantes.

Usualmente, el estudio de los cultivos de cítricos mediante Teledetección se ha centrado en una aproximación puramente digital, con clasificaciones supervisadas y no supervisadas basadas en algoritmos que trabajan píxel a píxel. Esta sistemática no siempre ha conducido a resultados alentadores, ya que la diversidad radiométrica de los distintos cultivos cítricos, así como su variabilidad fenológica y la influencia de las múltiples prácticas de cultivo existentes, determina un fuerte grado de incertidumbre en el resultado de la evaluación de los diversos clasificadores ensayados.

La aplicación del análisis visual asistido por ordenador al estudio multitemporal de los cultivos de cítricos se ha mostrado, sin embargo, mucho más útil en la práctica. Los diversos parámetros que integra el analista (textura, tono y color, localización de la parcela, patrón espacial, envolvente, conocimiento del cultivo y del territorio) son definitivos en la obtención de buenos resultados, especialmente si dicho analista es un agrónomo que ha tenido experiencia previa en la fotointerpretación clásica de cítricos.

#### ***Trabajos de Teledetección: Fases que comprende***

- 1.- Recopilación de la información digital básica. Búsqueda de las imágenes SPOT óptimas
- 2.- Recopilación de la información auxiliar: mapas, fotografías, ortofotos
- 3.- Segmentación de las zonas de trabajo. Selección aleatoria de cuadrículas muestrales
- 4.- Preproceso:
  - 4.1.- Correcciones radiométricas y atmosféricas
  - 4.2.- Correcciones geométricas. Creación de ortoimágenes
  - 4.3.- Integración XS+P. Método IHS corregido con IR
- 5.- Fotointerpretación:
  - 5.1.- Trabajos previos
  - 5.2.- Gabinete
  - 5.3.- Itinerarios de verificación en campo
- 6.- Trabajos de campo: segmentos
  - 6.1.- Preparación
  - 6.2.- Realización sobre la zona de estudio
- 7.- Variantes y técnicas complementarias al análisis visual
  - 7.1.- No supervisadas
  - 7.2.- Supervisadas

### **Descripción de la metodología**

#### **Recopilación de la información digital básica. Búsqueda de las imágenes SPOT óptimas**

Se ha optado por un estudio multitemporal de la zona de interés, con el objetivo de incluir las variaciones en la fenología de los distintos cultivos como una banda más de información. Esta variación temporal puede representarse en pantalla para una interpretación visual (o digital-cuantitativa) de forma independiente o utilizarla de forma indirecta al comparar en pantalla sincrónicamente la situación en dos fechas distintas de las variables espectrales elegidas (combinación de bandas: falso color, índices de vegetación, TASCAP, ...).

La programación previa de imágenes SPOT la consideramos esencial especialmente en el caso de análisis multitemporal: cómo es conocido, en el análisis multitemporal se estudian las variaciones intra-anales, utilizando la fenología de los cultivos como una información adicional. El emplear imágenes de otra época y de otros años integra las variaciones intra-anales e inter-anales, propias estas últimas de las técnicas de detección de cambios, incrementando la entropía de la variable temporal. En el caso concreto del Proyecto Piloto no hubo otro remedio que utilizar las imágenes disponibles, al no poderse programar el satélite en las fechas idóneas por cuestiones de calendario de dicho Proyecto.

Las imágenes solicitadas, dos multispectrales y una pancromática, están corregidas al nivel más básico 1A ya que es este, necesariamente, el formato de entrada al módulo de generación de ortoimágenes que nos permitirá una muy precisa rectificación geográfica.

Se obtuvieron unos listados iniciales de imágenes SPOT disponibles, en archivo, del área de estudio. A continuación se encargaron los Quick Looks de las imágenes candidatas a Toulouse. Las fechas de las imágenes finalmente elegidas fueron:

041-270 91-11-11 multispectral  
041-270 90-11-01 pancromática  
041-270 88-08-15 multispectral

#### **Recopilación de la información auxiliar: mapas, fotografías, ortofotos**

Estos datos auxiliares hacen referencia a mapas 1:200.000, 1:50.000 y 1:25.000 topográficos del Servicio Geográfico del Ejército y del Instituto Geográfico Nacional, así como a mapas 1:200.000 y 1:50.000 de Cultivos y Aprovechamientos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Se dispone asimismo de planos de catastro, en formato analógico (no digital).

INYPSA tiene digitalizada en sus bases de datos geográficas (SIG) todo el área de estudio a escala 1:50.000. Están digitalizadas capas con información hidrológica, administrativa y de infraestructuras básicas (autopistas, carreteras nacionales, comarcales y locales), incluyendo curvas de nivel. Para este proyecto se han seleccionado las capas correspondientes a infraestructuras, núcleos urbanos y límites administrativos municipales.

*Segmentación de las zonas de trabajo. Selección aleatoria de cuadrículas muestrales*

El método de muestreo está basado en la selección aleatoria-estratificada (Cochran, 1977) de segmentos cuadrados de 333 m. de lado escogidos en la malla de 3 x 3 km (malla de PSU's).

En base a esto se ha procedido a cuadricular sobre los planos 1/50.000 la superficie ocupada por los términos municipales de Almazora y Elche, asignando a cada PSU de 3 x 3 km. un número correlativo a partir de 01.

En Almazora se localizan once (11) PSU, todas ellas incompletas, es decir en ninguna existen los 81 cuadrados de 333 m. de lado previstos, dado que el término es una franja estrecha orientada diagonalmente de sureste a noroeste. La PSU menor tiene 5 segmentos o cuadrículas censales y la más grande alcanza las 57 cuadrículas.

En la zona de Almazora en que el trabajo se realiza sobre imagen SPOT, las PSU son las ya definidas. La única salvedad es a nivel de segmentos o cuadrículas censales que, mientras en la metodología clásica con ortofoto vienen definidas por las cuadrículas correspondientes a coordenadas enteras UTM, en el caso de las imágenes hay que introducir informáticamente las coordenadas para fijar el posicionamiento de la retícula.

En el caso de Almazora, y dada la gran densidad de cítricos detectada en la fotointerpretación y contrastada con los datos catastrales y recorridos de campo, se ha optado por considerar la totalidad del término como estrato 1 con tasa de muestreo 10/81.

Basándonos en el método de muestreo aleatorio estratificado, se genera una serie de diez (10) números aleatorios dentro de los 81 posibles de una PSU se obtienen las siguientes cuadrículas muestrales:

Serie aleatoria: 12 / 67, 18, 51 / 23, 62, 7, 39 / 74, 28; con lo que en Almazora se utilizarán los 10 en cada PSU.

En base a la selección aleatoria establecida y según los estratos que constituyen en cada PSU se obtienen unas tablas que indican el número de segmentos muestrales existentes en cada PSU y estrato y el número de segmentos muestrales a investigar en campo.

### **Preproceso**

#### *Correcciones radiométricas y atmosféricas*

Se ha realizado el paso a radianzas mediante la aplicación de los coeficientes específicos de cada banda y fecha que se pueden encontrar en los archivos de cabecera de las CCTs (*leader files*). La transformación a reflectancias (albedo espectral equivalente) se efectuó teniendo en cuenta la radianza solar equivalente para el rango espectral específico de cada banda del sensor HRV del satélite SPOT (Price, 1987). Estos valores de reflectancia, que oscilan entre 0 y 1, se multiplicaron por 255 para adaptarlos a píxeles de 8 bits de resolución radiométrica.

En las correcciones atmosféricas de cada banda se consideró suficiente eliminar el efecto de dispersión atmosférica (*scattering*), debido a brumas ligeras, mediante una técnica de ajuste simple de histogramas, calculando un *bias* sobre los mínimos de cada banda.

#### *Correcciones geométricas. Registro geográfico*

Las imágenes se obtuvieron en el formato más simple disponible (1A).

La georreferenciación se llevó a cabo con dos métodos distintos:

- 1.- Mediante simples polinomios de ajuste
- 2.- Por medio de un módulo de generación de ortoimágenes. Se calcularon tres DEMs:

- Por interpolación de curvas de nivel. Resolución de 50 m.
- Por interpolación de curvas de nivel. Resolución de 5 m.
- Por integración digital de las imágenes SPOT, calculando los paralajes de cada punto de forma automática. Existe un cierto grado de interactividad al poder el técnico definir on-line determinados parámetros de cálculo.

Para esto último se contó con dos imágenes:

- La imagen pancromática, utilizando una subventana de trabajo. Ángulo de incidencia 10 L.
- La primera componente principal, brillo, (PC-1) de una subventana de trabajo de la imagen XS (bandas 1 y 2) de noviembre de 1991 (ángulo de incidencia

8.R). Esta conversión se mostró más eficaz en esta fase que la componente de intensidad de la conversión RGB-IHS. La PC-1 ha sido remuestreada de 20 a 10 metros y forzada a pasar un filtro de convolución matricial de tipo Filtro Pasa Altos Mínimo (Minimum-High-Pass-Filter). El archivo resultante se ecualiza para facilitar la triangulación de ambas imágenes. Esta banda no fue usada en la transformación RGB-IHS-RGB final. Sólo es utilizada en la generación del DEM.

#### *Integración XS+P. Método IHS corregido con IR*

La integración final, después de comprobar diversas alternativas (Componentes principales, extracción de variabilidad espacial con filtros LP y HP, IHS estándar) se efectuó de acuerdo con el siguiente esquema:

- Paso de las imágenes georreferenciadas (dos imágenes XS y una imagen P) a un solo archivo multitemporal.
- Generación de un archivo IHS multitemporal.
- Adecuación radiométrica de la componente P (pancromática) a las componentes I (intensidad) de cada fecha (agosto y noviembre) mediante función polinómica. Es este el paso clave para conseguir un buen resultado que tenga al mismo tiempo las características espaciales de la imagen P y las características espectrales de las imágenes XS.
- Paso inverso I(PAN)-HS a RGB en el archivo multitemporal.

#### **Fotointerpretación**

##### *Trabajos previos*

Se realizó una visita al campo con diversos itinerarios marcados en gabinete y con visitas a puntos singulares de la zona. Se consultaron los siguientes documentos durante la visita:

- Ortoimágenes XS+P a escala 1:10.000 de agosto de 1988 y de noviembre de 1991.
- Planos catastrales a escala 1:5.000.
- Mapas topográficos a escala 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército.

Los apuntes de campo fueron fundamentales a la hora de definir la clave de identificación de cítricos. En esta primera fase no se utilizó la superposición digital directa del parcelario sobre las ortoimágenes, al ser muy elevada la densidad de parcelas para distinguirlas con fines prácticos a escala 1:10.000. Se consultó en planos separados a escala 1:5.000 que podían ser relacionados con la red de caminos identificables en los documentos XS+P.

Se realizaron pequeños ajustes de los histogramas. Los procesos de mejora cualitativa de la imagen en el caso de la fotointerpretación son distintos de los realizados sobre las imágenes incluidas en los segmentos de campo. En el primer caso el objetivo es maximizar la fidelidad de la radiometría XS+P a la XS original, mientras que en el segundo caso el objetivo es maximizar la diferenciación entre parcelas contiguas.

#### *Gabinete*

La fotointerpretación se realizó mediante el análisis visual simultáneo de cuatro ventanas virtuales abiertas por el software IMAGINE sobre el entorno OpenWindows de SUN. Realmente la información espectral estaba sólo sobre dos ventanas: la correspondiente a la imagen XS (agosto 88) + P (noviembre 90) y la correspondiente a la imagen XS (noviembre 91) + P (noviembre 90). De ambas ventanas, esta última era la que definía con mayor certeza la ocupación cítrico/no-cítrico. Ambas ventanas tenían sobre impuesto el catastro digitalizado.

La tercera ventana la ocupaba la imagen pancromática contrastada al máximo sobre el rango espectral de las zonas citrícolas. La cuarta era un archivo GIS, con el parcelario del catastro rasterizado y preparado para su edición, que permite su redefinición de clases. De esta forma se podía reclasificar rápidamente cada parcela variando su código de uso del suelo.

Las cuatro ventanas estaban unidas y georreferenciadas en común, pudiendo desplazar un cursor en todas al mismo tiempo.

#### *Itinerarios de verificación en campo*

Se realizaron algunas visitas al campo con objeto de verificar la fotointerpretación en puntos especiales donde existía cierta confusión. Se utilizó el posterior muestreo por segmentos para realizar una comprobación sistemática y detallada.

#### *Trabajos de campo: segmentos*

##### *Preparación*

La preparación de los segmentos cubre las siguientes fases:

- Construcción automática de los segmentos mediante edición de los archivos .DIG con las coordenadas UTM de cada vértice de cada segmento, proporcionadas por el Área de Agronomía de la UTE.
- Extracción de las imágenes XS+P de noviembre y de agosto de una matriz orlada de píxeles que contenga al segmento en cuestión. Se realiza un remuestreo, con fines de impresión exclusivamente, una equalización, un filtro laplaciano y un filtro de mediana, que elimina el ruido preservando al mismo tiempo las características geométricas.

- Generación de una máscara básica sobre la que se editarán para cada segmento su número de orden, la PSU a la que pertenece y su identificación dentro de esa PSU, así como la coordenada UTM de su píxel (I,I), de la esquina superior izquierda.
  - Integración de cada segmento-imagen dentro de su carátula correspondiente.
  - Expansión del histograma para poder realizar su edición en un sistema de impresión con independencia del archivo de estadísticas propio de cada segmento.
- La preparación en gabinete de los segmentos incluye la superposición del plano catastral sobre los segmentos, mediante el ajuste de un transparente con el parcelario. No se utilizó la superposición digital para poder retirar el transparente y comprobar que hay realmente debajo de las líneas que delimitan cada recinto.

#### *Realización sobre la zona de estudio*

##### Materiales:

- Segmentos: imágenes XS+P de noviembre de 1991 y de agosto de 1988, superponible con el catastro a escala 1:5.000, transparente para delimitar las parcelas, rotuladores, lápiz borrador, escalímetro, brújula y cinta métrica (no se usaron realmente estos dos últimos, para calcular distancias se utilizaron pasos bien talonados y calibrados).
- Carpeta con pinza, fichas de campo, lápiz y goma.
- Instrucciones con Criterios y códigos agronómicos.
- Planos catastrales 1:5.000.
- Plano de localización de segmentos 1:10.000 (XS+P), y
- Mapa del SGE 1:50.000.

Los segmentos se han localizado con relativa facilidad en el campo gracias al parcelario catastral superpuesto y los planos de catastro de que se servía el encuestador. Se ha dado el caso de parcelas catastrales distintas que no son distinguibles en el campo y el caso inverso de una misma parcela catastral subdividida en distintos banales con distintas formaciones de cítricos.

#### *Variantes y técnicas complementarias al análisis visual*

Los tiempos de fotointerpretación utilizando sólo el análisis visual o la combinación de análisis visual y técnicas de clasificación permiten afirmar que se obtiene una sinergia en este segundo caso. Esto es así en un término como Almazora donde el cultivo de cítricos es mayoritario, desprendiéndose que el uso conjunto de análisis visual y clasificación automática estará más justificado aún en aquellos términos municipales más extensos y de mayor variedad en la cubierta vegetal.

### *No supervisadas*

Se propuso mejorar los rendimientos obtenidos en la fotointerpretación por análisis visual en pantalla, mediante la segregación automática de todas aquellas cubiertas con una muy alta probabilidad de no ser cítricos según sus características espectrales: casco urbano, zonas residenciales (urbanizaciones con edificaciones separadas por zonas verdes), zonas industriales, masas de agua, autovías y autopistas, ramblas y barrancas y zonas con vegetación natural.

Para ello se generaron varias clasificaciones **no supervisadas** automáticas mediante algoritmos del tipo ISODATA. Se programaron desde 50 hasta 10 clases, demostrándose que con estas 10 clases bastaba para, ya de forma interactiva, definir tres grupos básicos: zonas con muy alta probabilidad de ser cítricos, zonas con muy alta probabilidad de no ser cítricos y un porcentaje de píxeles (inferior al 20%) que requería necesariamente de un análisis visual directo sobre pantalla.

### *Supervisadas*

Asimismo se experimentó la clasificación **supervisada**. Se seleccionaron diversas áreas de entrenamiento para los clasificadores evaluados, tomándose varias áreas homogéneas por cada una de las siguientes clases informacionales (formadas a su vez por varias clases espectrales):

- 1.- Zonas urbanas e industriales.
- 2.- Autopistas y caminos.
- 3.- Ramblas.
- 4.- Láminas de agua.
- 5.- Cítricos-1.
- 6.- Cítricos-2.
- 7.- Cítricos-3.
- 8.- Cítricos-4.
- 9.- Otros cultivos-1.
- 10.- Otros cultivos-2.
- 11.- Vegetación natural.
- 12.- Zonas residenciales.

Para seleccionar esas áreas de entrenamiento se hizo uso de lo fotointerpretado sobre la imagen SPOT, sin recurrir a la información recogida en el campo al visitar los segmentos. Estos fueron utilizados en la verificación ulterior, tal y como se especificaba en el Pliego de Condiciones.

La discriminación de las clases cítricos-1, cítricos-2 y cítricos-3 ofreció resultados inferiores a los obtenidos por análisis visual. La división de estas tres clases obe-

dece sobre todo a la relación copa/suelo que está en función a su vez de la edad de los pies y de su densidad de plantación. Así, la mayor actividad fotosintética se detecta en las plantaciones "dobladas", en las que se da una malla de pies jóvenes imbricada en otra con árboles de mayor edad, alcanzándose densidades de 1000 y 2000 pies por hectárea.

La clase cítricos-4, que representa a pies jóvenes con muy baja densidad de plantación, ofrece en la clasificación supervisada mayor discriminación que en las agrupaciones realizadas con los algoritmos ISODATA, si bien su grado de confusión con las clases 9 y 10 aconseja utilizar el análisis visual sobre pantalla directamente.

#### **Análisis de los resultados obtenidos**

La fase de análisis de resultados se llevó a cabo mediante programas específicos del sistema de proceso de imágenes (CLASERR, POLYCAT, OVERLAY y MATRIX) en lo referente a datos de teledetección y segmentos muestrales y mediante el sistema de información geográfica ARC-INFO y el paquete de estadístico SPSS en lo referente a las relaciones encontradas entre datos de teledetección y declaraciones de explotaciones y entre éstas y los segmentos visitados en el campo.

#### **Fotointerpretación versus segmentos**

En el cuadro 1 se exponen los resultados de contrastar la fotointerpretación realizada por análisis visual directo sobre pantalla con la verdad de campo recolectada en las visitas a los segmentos cuadrados en campo.

ANÁLISIS	FOTOINT/SEGMENTOS (Unidades)	FOTOINT/SEGMENTO (Porcentaje)
Parcelas efotointerpret.331	95,94%	
Superficie bien fotointerpret.	87,56 ha	93,32%
Errores de omisión (parc.)	11	03,19%
Errores de omisión (super.)	4,5 ha	04,89%
Errores de omisión (parc.)	3	00,87%
Errore de omisión (sup.)	1,6 ha	01,79%

CUADRO 1

No coinciden los porcentajes en número de parcelas y en superficie por dos causas. La primera, evidentemente, es que no todas las parcelas tiene las mismas dimensiones, y la segunda, porque el método de cálculo de concordancia utilizado en cada caso es diferente. En el análisis de número de parcelas se ha recurrido a la fotointerpretación con la malla catastral situada encima y analizando las masas dentro de cada parcela catastral. Hay que recordar aquí que no coinciden el concepto de parcela catastral con el de recinto o parcela analizada en campo, que es el que se ha tomado como referencia. La malla de parcelas catastrales sirvió como una ayuda para tener en cuenta los abundantes píxeles de borde presentes.

El método seguido para el análisis de superficies no tuvo en cuenta la malla de parcelas catastrales, analizando directamente las masas de cultivos y superponiendo luego los segmentos digitalizados para después de un *overlay* estudiar la matriz de concurrencia.

Los errores de omisión han obedecido tanto a parcelas mal interpretadas como no cítricos por su pequeño tamaño y falta total de copa como a pequeñas parcelas de cítricos situadas entre zonas residenciales, con abundantes zonas de muy alta reflectancia en todo el espectro que enmascaraban la absorción de radiación visible de las parcelas con cítricos.

También hay que resaltar que hay un lapso de poco menos de un año desde la toma de la última imagen (noviembre de 1991) y la toma de datos de los segmentos, tiempo suficiente para que se produzcan cambios de uso en un cultivo tan activo como el citrícola (podas, arranques y nuevas plantaciones). Esta componente de cambio de uso ha influido tanto en el error de omisión como en el de comisión, siendo la principal causa en este último tipo de error.

Del análisis de este cuadro 1 se desprende la eficacia de la Teledetección en el estudio de la cobertura citrícola en un municipio como el de Almazora. La diversidad de densidades, edades y tratamientos de este municipio ha permitido establecer ciertas relaciones dentro de las parcelas fotointerpretadas como cítricos, entre actividad fotosintética detectada por el satélite y relación copa/suelo más densidad de plantación de cítricos.

#### ***Declaraciones versus fotointerpretación***

En el cuadro 2 se pone de manifiesto que en un 95,7% de las subparcelas declaradas en los cinco polígonos catastrales estudiados con Teledetección fueron clasificadas como cítricos en la fotointerpretación. No fueron declaradas 851 de las 2130 subparcelas identificadas como cultivos de cítricos en las imágenes.

ALMAZORA Polígono 1-5 Subparcelas Fotointerpretadas	SUBPARCELAS DECLARACIÓN				TOTAL	
	PRESENTE		AUSENTES			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
PRESENTES	1279	095,7	851	100,0	2130	097,3
AUSENTES	0058	004,3	000	000,0	0058	002,7
Total	1337	100,0	851	100,0	2188	100,0

CUADRO 2

En el cuadro 3 se contabilizan las subparcelas de cítricos declaradas que concuerdan y no concuerdan en superficie con las fotointerpretadas en imagen SPOT XS+P con el parcelario catastral superpuesto. El gran número de parcelas no concordantes se explica mejor observando el cuadro 4. En este cuadro se analizan las diferencias porcentuales en superficie. Se comprueba que, en realidad, más de un 80% de las subparcelas tienen una discrepancia entre superficies declaradas y fotointerpretadas de sólo un +/- 10%.

Municipio ALMAZORA Polígono	Subparcelas Concuerdan	Subparcelas No concuerdan	TOTAL
1	116	225	341
2	160	162	222
3	169	214	283
4	166	142	208
5	198	127	225

CUADRO 3

Alzamora	DIFERENCIA PORCENTUAL								TOTAL							
	< -50%		-50/-20%		-20/-10%		-10/10%			10/20%		20/50%		< 50%		
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%		Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	
Pol. 1	5	0,4	32	2,5	20	1,6	260	20,3	13	1,0	10	0,8	1	0,1	341	26,7
Pol. 2	5	0,4	3	0,2	19	1,5	177	13,8	5	0,4	7	0,5	6	0,5	222	17,4
Pol. 3	6	0,5	6	0,5	37	2,9	219	17,1	3	0,2	10	0,8	2	0,2	283	22,1
Pol. 4	2	0,2	1	0,1	15	1,2	180	14,1	4	0,3	5	0,4	1	0,1	208	16,3
Pol. 5	2	0,2	3	0,2	5	0,4	200	15,6	9	0,7	5	0,4	1	0,1	225	17,6
Total	20	1,6	45	3,5	96	7,5	1036	81,0	34	2,7	37	2,9	11	0,8	1279	100,0

CUADRO 4

La división por estratos del cuadro 5 nos permite observar la evolución de la concordancia en superficies según se incrementa el tamaño de la subparcela. La agrupación en la diagonal principal de la mayor parte del porcentaje de subparcelas concordantes indica un buen ajuste de las superficies declaradas y fotointerpretadas.

Alzamora Polg. 1-5	SUPERFICIE DECLARADA										TOTAL			
	0-0,1 ha		0,1-0,2 ha		0,2-0,5 ha		0,5-1 ha		1-2 ha		Más 2 ha		Núm	%
0-0,1 ha	110	8,6	21	1,6	0	0,0	1	0,1	0	0,0	0	0,0	132	10,3
0,1-0,2 ha	14	1,1	317	24,8	28	2,2	1	0,1	0	0,0	0	0,0	360	28,1
0,2-0,5 ha	1	0,1	21	1,6	491	38,4	16	1,3	0	0,0	0	0,0	529	41,4
0,5-1 ha	0	0,0	1	0,1	12	0,9	161	12,6	4	0,3	2	0,2	179	14,0
1-2 ha	0	0,0	1	0,1	0	0,0	0	0,0	58	4,5	0	0,0	59	4,6
Más 2 ha	1	0,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	19	1,5	20	1,6
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>9,9</b>	<b>360</b>	<b>28,1</b>	<b>531</b>	<b>41,5</b>	<b>179</b>	<b>14,0</b>	<b>62</b>	<b>4,8</b>	<b>21</b>	<b>1,6</b>	<b>1279</b>	<b>100,0</b>

CUADRO 5

Las mayores discordancias se dan en el rango que va de 0,1 a 0,2 ha, donde un 3,2% de las 1279 subparcelas declaradas y fotointerpretadas como cítricos se distribuye cerca de la diagonal principal, que absorbe un 24,8%.

### **Conclusiones**

A la vista de estos resultados se concluye que la fotointerpretación multitemporal asistida por ordenador de las imágenes de satélite, es una herramienta válida en su aplicación al seguimiento y control de las declaraciones presentadas por los responsables de explotaciones cítricas. La utilización exclusiva de técnicas de clasificación digital píxel a píxel no ofrecen resultados comparables, debido a la gran variabilidad espectral de las diversas especies cítricas y sus métodos de cultivo. Se evidencia también que la resolución espacial se muestra más decisiva que la resolución espectral, radiométrica y temporal en esta aplicación de la Teledetección al inventario de cítricos.

### **Referencias bibliográficas**

- Cochran, W.G.:** 1977. *Sampling techniques*. 3ª edición. John Wiley & Sons. New York pp. 89-111.
- Price, J.C.:** 1987. Calibration of Satellite Radiometers and the Comparison of Vegetation Indices. *Remote Sensing of Environment*, 21: 15-27.

