

ÍNDICE

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

1.1.-	Introducción	1
1.2.-	Objetivos	7
1.3.-	Estructura de la tesis	10

Capítulo II: LAS BASES DE DATOS CARTOGRÁFICAS

2.1.-	Introducción	13
2.2.-	Conceptos básicos	15
2.2.1.-	Modelo de datos	15
2.2.2.-	La leyenda	16
2.2.2.1.-	Descripción de las clases o categorías	17
2.2.2.2.-	Leyendas simples y leyendas jerárquicas	17
2.2.2.3.-	Codificación	18
2.3.-	Resumen de bases de datos cartográficas oficiales sobre uso y cobertura del suelo	19
2.3.1.-	Cartografía de la Dirección General del Catastro	19
2.3.1.1.-	La parcela catastral en la directiva INSPIRE	22
2.3.2.-	Sistema de información geográfica de identificación de parcelas agrícolas - SIGPAC	24
2.3.3.-	Mapa Forestal de España a escala 1:50000	29
2.3.4.-	Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España a escala 1/50000	31
2.3.5.-	Corine Land Cover	33
2.3.6.-	SIOSE	36
2.3.7.-	Conclusiones	40
2.4.-	El Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT)	41

Capítulo III: LA CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES Y LA ACTUALIZACIÓN DE BASES DE DATOS CARTOGRÁFICAS

3.1.-	Introducción	45
3.2.-	Métodos de clasificación según la unidad espacial considerada	46
3.2.1.-	Clasificadores por píxel	47
3.2.2.-	Clasificadores sub-píxel	48
3.2.3.-	Clasificadores de contexto	49
3.2.4.-	Clasificadores orientados a objetos	51
3.2.5.-	Clasificadores orientados a parcelas	57
3.3.-	Métodos de clasificación no paramétricos	64

3.3.1.-	Introducción.....	64
3.3.2.-	Redes neuronales artificiales.....	65
3.3.3.-	Sistemas de clasificación basados en conocimiento.....	66
3.3.3.1.-	Introducción.....	66
3.3.3.2.-	Obtención de datos de entrenamiento.....	72
3.3.3.3.-	Árboles de decisión.....	72
3.3.3.3.1.-	Algoritmo C5.0.....	77
3.3.3.3.2.-	Ruido, sobreajuste y poda.....	80
3.3.3.4.-	Conversión de árboles de decisión en reglas.....	81
3.3.3.5.-	Clasificación mediante árboles de decisión.....	83
3.3.3.5.1.-	Clasificación con un solo árbol de decisión.....	83
3.3.3.5.2.-	Métodos multclasificadores.....	83
3.3.3.6.-	Medida del rendimiento del aprendizaje.....	85
3.4.-	Actualización de bases de datos cartográficas mediante análisis de imágenes.....	86
3.4.1.-	Introducción.....	86
3.4.2.-	Métodos automáticos de detección de cambios en una base de datos..	88
3.5.-	Incorporación de la información de una base de datos en la clasificación de imágenes.....	91

Capítulo IV: DATOS Y ZONA DE ESTUDIO

4.1.-	Zona de estudio.....	99
4.2.-	Datos de partida.....	101
4.3.-	Selección de muestras y definición de la leyenda.....	103
4.3.1.-	Descripción de las clases temáticas.....	105

Capítulo V: METODOLOGÍA

5.1.-	Introducción.....	113
5.2.-	Extracción de características.....	117
5.2.1.-	Características espectrales.....	117
5.2.2.-	Características texturales.....	119
5.2.3.-	Características estructurales.....	124
5.2.3.1.-	Estudio de la regularidad de las parcelas mediante análisis del semivariograma.....	124
5.2.3.1.1.-	Introducción.....	124
5.2.3.1.2.-	Variables aleatorias regionalizadas.....	125
5.2.3.1.3.-	El semivariograma experimental.....	126
5.2.3.1.4.-	Pasos para la construcción del semivariograma experimental en una imagen.....	131

5.2.3.1.5.-	Aplicación del semivariograma a la determinación de los marcos de plantación	132
5.2.3.1.5.1.-	Extracción de índices	135
5.2.3.2.-	Identificación de árboles individuales	138
5.2.3.3.-	Identificación de marcos de plantación mediante la transformada de Hough	141
5.2.3.3.1.-	Introducción.....	141
5.2.3.3.2.-	La transformada de Hough	141
5.2.3.3.3.-	Descripción del algoritmo.....	145
5.2.3.3.4.-	Aplicación de la transformada de Hough en el reconocimiento de marcos de plantación.....	146
5.2.4.-	Segmentación de árboles	151
5.2.4.1.-	Introducción	151
5.2.4.2.-	Preprocesado de imágenes	152
5.2.4.3.-	Clasificación no supervisada	156
5.2.4.4.-	Asignación de significado a las clases generadas en la clasificación no supervisada	158
5.2.4.5.-	Características extraídas de los objetos segmentados	165
5.2.4.5.1.-	Características espectrales	166
5.2.4.5.2.-	Características relativas al tamaño de los sub-objetos	166
5.2.4.5.3.-	Características relativas a la posición de los sub-objetos .	167
5.2.4.5.4.-	Características relativas a la forma de los sub-objetos	169
5.2.4.5.4.1.-	Ajuste de una elipse	169
5.2.4.5.4.2.-	Índices descriptores de la forma del objeto.....	171
5.2.5.-	Características topográficas	172
5.2.6.-	Clasificación a nivel de píxel	174
5.2.7.-	Características de forma de la parcela	175

CAPÍTULO VI: RESULTADOS

6.1.-	Introducción	177
6.2.-	Identificación del tamaño medio de los árboles mediante el análisis del semivariograma.....	179
6.3.-	Determinación de características descriptivas del marco de plantación con la transformada de Hough	181
6.4.-	Extracción de árboles mediante segmentación de imágenes	185
6.5.-	Clasificación de parcelas con cultivos arbóreos	189
6.5.1.-	Ensayo 1: Un árbol de decisión con 20 características	193
6.5.2.-	Ensayo 2: Un árbol de decisión con 12 características	194
6.5.3.-	Ensayo 3: Diez árboles de decisión con 20 características	195

6.5.4.- Ensayo 4: Diez árboles de decisión con 12 características	196
6.5.5.- Evaluación de las clasificaciones	197
6.6.- Clasificación de parcelas agrícolas	201
6.7.- Incorporación del uso previo contenido en una base de datos en la clasificación de parcelas	207
6.8.- Actualización de una base de datos cartográfica	216
6.8.1.- Cálculo de las características descriptivas para cada parcela	217
6.8.2.- Extracción de vías de comunicación	218
6.8.2.1.- Análisis de los errores cometidos en la extracción de vías de comunicación	219
6.8.3.- Selección de características.....	221
6.8.4.- Clasificación con 37 variables	226
6.8.5.- Incorporación de la clase contenida en la base de datos.....	231
6.8.6.- Contribución de las características en la clasificación	235
6.8.7.- Análisis detallado de los errores cometidos en la clasificación con 37 variables	237
6.8.8.- Comparación de la clase asignada con la contenida en la base de datos catastral	249
6.8.9.- Revisión mediante fotointerpretación y visitas de campo	254
 CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS	
7.1.- Conclusiones.....	257
7.2.- Líneas futuras de investigación	267
 ANEJO I	
Fichas de revisión en campo	271
 ANEJO II	
Clasificación por píxel.....	275
 BIBLIOGRAFÍA	277