



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-068

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Revisión de coberturas del Mapa Forestal de España Escala 1:200.000 digital mediante estimaciones basadas en el rótulo, tipo de sobrecarga y nivel de madurez de Ruiz de la Torre

MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, F.J.¹ y BUTLER SIERRA, I.¹

¹ Universidad de Huelva, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Departamento de Ciencias Agroforestales.

Resumen

En trabajos realizados en la provincia de Cádiz con el empleo del Mapa Forestal de España escala 1:200.000 de Ruiz de la Torre y su versión digital, se han observado incongruencias y errores detectados en los datos de cobertura total y cobertura global del arbolado debidos a diferencias de criterio en las estimaciones hechas en campo y errores de transcripción en la elaboración de la versión digital, que pueden limitar sensiblemente sus aplicaciones. En este trabajo se proponen algoritmos que permiten la revisión y corrección automática de coberturas basados en la información obtenida de los rótulos, tipos de sobrecarga y, principalmente, de los niveles de madurez de Ruiz de la Torre. El método es generalizable para toda España, poniendo en evidencia la eficacia de la metodología empleada por dicho autor que, además de su valor botánico y técnico, permite el contraste entre parámetros con datos conocidos, identificar y ofrecer alternativas de solución a posibles errores asumidos en proyectos de estas características y envergadura.

Palabras clave

MFE200, MIVEG, corrección, errores.

1. Introducción

El Mapa Forestal de España Escala 1:200.000 (RUIZ DE LA TORRE, Dir., 1990-2000), constituye un valioso documento cartográfico y descriptivo de la diversificación de las cubiertas forestales arbóreas y no arbóreas españolas, calificado de *opus magnum* (MONTSERRAT y VILLAR, 2006) y citado entre las obras de consulta más importantes publicadas en los últimos años junto a Flora Ibérica, Flora Europea o Med-Cheklist (CABEZUDO y PÉREZ LA TORRE, 1999), donde además su autor expone y desarrolla una metodología considerada línea maestra de la Botánica Forestal. Su realización se llevó a cabo entre 1986 y 1997 por aplicación de técnicas clásicas de fotointerpretación y representación gráfica, con recogida de datos de campo en todas sus teselas, siendo publicado entre 1990 y 2000 en 93 libros (MFE2C), uno correspondiente a la Memoria General y el resto a las hojas anexadas a sus respectivas memorias explicativas (RUIZ DE LA TORRE, 2002). En consonancia con los avances de la tecnología digital, en 1991 la Dirección General para la Biodiversidad (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE-MMA, 2006), mediante la empresa TRAGSATEC, inició la realización de su versión digital (MFE200) utilizando las fotografías aéreas fotointerpretadas y los estadillos de campo elaborados por los equipos del MFE2C, dando a este Mapa Forestal una mayor utilidad (VALLEJO BOMBÍN, 2005), disponible en la Web del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente-MAPAMA (2017).

En diversos trabajos realizados con el empleo del MFE200, particularmente los orientados al diseño de un modelo de indicadores de cualificación multifuncional de la vegetación-MIVEG ensayado en la provincia de Cádiz (MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, 2016), se detectaron errores en los datos registrados de porcentajes de cobertura global del arbolado (KG) y cobertura total (K) debidos principalmente a diferencias de criterio en estimaciones hechas en campo y errores de transcripción en la realización de la versión digital, con teselas donde $K < KG$, contradictorio por definición, o teselas con valores nulos de cobertura contradictorios con los parámetros característicos de la agrupación vegetal de cada tesela: nivel de madurez, sobrecarga y rótulo (RUIZ DE LA TORRE, 1990a). A continuación se expone el método de detección de dichos errores que, acorde con la precisión de datos, permite una corrección automática mediante asignación de valores estimados en base a la información contenida en el propio MFE200.

2. Objetivos

- 1) Establecer un método automático de detección y subsanación de errores de cobertura con valores estimados por métodos indirectos basados en la información de los parámetros característicos de cada tesela del MFE200.
- 2) Determinar posibles relaciones entre cobertura global del arbolado y cobertura total, con el nivel de madurez.
- 3) Determinar posibles relaciones entre cobertura global del arbolado y cobertura total, con determinados tipos de de sobrecarga.
- 4) Establecer un método de control en la estimación de coberturas basado en la información contenida en el rótulo representativo de la agrupación vegetal de cada tesela del MFE200.

3. Metodología

Elección del área de estudio y material utilizado

El área de estudio se obtuvo en base a los criterios de representatividad geográfica, conocimiento directo de la vegetación y diversificación de tipos de cubiertas vegetales. Por el primer criterio se adoptó la provincia como unidad de trabajo en consonancia con la presentación de las revisiones del Mapa Forestal de España. Por el segundo criterio se consideraron las hojas del MFE2C hechas con participación directa de los autores de este trabajo, y de entre ellas, las que cumplen el tercer criterio aplicado por comparación de rangos de variación de altitudes, precipitaciones, diversificación de bioclimas, Tipos Climático-estructurales y niveles de madurez. Fue seleccionada la provincia de Cádiz, con vegetación representada en las hojas del MFE2C 3-11 Huelva, 3-12 Cádiz, 4-11 Morón de la Frontera y 4-12 Algeciras (RUIZ DE LA TORRE, Dir., et al., 1992a, 1992b, 1992c, 1993) y descrita en sus respectivas memorias (MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, 1992a, 1992b, 1993; RODRÍGUEZ MARZAL, 1992), ratificada la elección por la diversificación de sustratos, de cubiertas forestales y su grado de protección (estabilidad). El MFE200 de Cádiz (MFE200_CA) se obtuvo por recorte del MFE200 de las citadas hojas con el límite provincial, generando una tabla de atributos con la información codificada en 83 campos y 1342 registros (teselas), empleando los programas Office (Microsoft, varias versiones) y ArcGis (ESRI, varias versiones) para el recorte, tratamiento de datos, presentación y análisis de resultados.

Estimación de coberturas mediante los niveles de madurez

Para este método se estableció como hipótesis de partida considerar que el nivel de madurez asignado a una agrupación vegetal guarda relación con sus coberturas. Para su validación, siendo KGNIVEL y KNIVEL los valores de cobertura global del arbolado y total estimados mediante el nivel de madurez (NIVEL), se realizó un estudio de correlación sobre la tabla de atributos del MFE200_CA, previamente acondicionada del modo siguiente:

- 1) Eliminación de teselas con NIVEL=0, valor nulo, asignado también a desiertos (cobertura del 0 al 5%), y NIVEL=1 (cobertura del 5 al 15%), considerando para cada caso el límite superior del intervalo (Tabla 2).
- 2) Eliminación de teselas con rótulo de especies de repoblación con exóticas no integradas (24 teselas con presencia en el rótulo de *Eucalyptus camaldulensis*, 2 con *E. globulus* y 1 con *Amygdalus communis*), que RUIZ DE LA TORRE (1990a) considera con nivel de madurez 2 o 3, equivalente al de sus matorrales asociados.
- 3) Depuración de teselas con NIVEL>1 (2 a 7 en el MFE200_CA), de modo que: si $0 \leq K < KG$ (error de interpretación) → intercambiar valores de KG y K; si $K=KG=0$ (error de transcripción de datos) → eliminar registro.

Para los niveles 2 a 7 (Tabla 1 y 2), se obtuvieron los valores promedio de coberturas (KGMED, KMED), con redondeo al 5 (KNIVEL, KGNIVEL) acorde con la precisión de datos

tomados en campo, y las desviaciones típicas (S_KMED, S_KGMED) representativas de la dispersión de datos, contrastando los resultados en el estudio pormenorizado de casos siguiente:

Para niveles 7 y 6:

- KMED: con S_KMED = 6,39 y 7,63 respectivamente, la correlación se considera válida.
- KGMED: con S_KGMED = 15,92 y 22,05 respectivamente, el resultado se ratifica al considerar la correspondencia de estos niveles con “Bosque” (RUIZ DE LA TORRE, 1990b, 2002), sirviendo de referencia la definición de RUIZ DE LA TORRE (1990a) para cubiertas cerradas (más de 85% de cubierta) y cubiertas densas (65-85%), que se ajustan satisfactoriamente a los valores estimados con KGMED, validando la correlación.

Para niveles 5 a 2:

- KMED: el análisis por columnas de la Tabla 1 evidencia la convergencia de cobertura total para estos niveles, con valores entre 67,93% para el nivel 2 y 69,63% para el nivel 5, en términos generales asociados a monte bajo, matorrales y herbazales estacionarios, con coberturas en general correspondientes a los valores estimados o que los alcanzan durante los ciclos que los mantienen (incendios, desbroces periódicos, etc.), validando la correlación.
- KGMED: en estos casos (descartando cubiertas de especies exóticas no integradas) la cubierta arbórea puede ser inexistente o escasa (dehesa arbolada), sirviendo de referencia la definición de RUIZ DE LA TORRE (*op. cit*) para cubiertas dispersas (menos del 5%), abiertas o adehesadas (5-35%), y claras (35-65%), que se ajustan satisfactoriamente con los valores estimados con KGMED, validando la correlación.

Tabla 1. Resumen de datos del MFE200_CA empleados en la estimación de KNIVEL, KGNIVEL. NIVEL: Nivel de madurez; N: número de teselas; KMED, KGMED, S_KMED, S_KGMED: promedio y desviación típica de K, KG.

NIVEL	N	N (%)	KMED	S_KMED	KGMED	S_KGMED	KNIVEL	KGNIVEL
2	41	9,34	67,93	24,32	9,63	11,39	70	10
3	83	18,91	66,45	24,19	19,76	23,04	70	20
4	151	34,40	70,86	22,62	34,93	22,62	70	35
5	80	18,22	69,63	31,37	50,88	22,15	70	50
6	33	7,52	89,09	7,63	68,64	15,92	90	70
7	51	11,62	95,88	6,39	84,61	22,05	95	85
Total	439	100						

Tabla 2. Criterios de estimación de coberturas erróneas mediante los niveles de madurez (KNIVEL, KGNIVEL) del MFE200_CA.

NIVEL	FORMACIONES FRECUENTES	KNIVEL	KGNIVEL
0	Desierto ± completo, Desierto de líquenes.	0	0
1	Herbazales terofíticos o anuales (en sentido amplio, incluyendo espiguillares o herbazales de gramíneas, jaramagales, cenizares, barrillares, etc.).	15	0
2	Tomillares, brezinales, jaguarzales, jarales helioxerófilos, pastizales estacionales, etc.	70	10
3	Matorral de leguminosas espinosas; brezal claro talla media; garriga baja; romeral, matagallar, albaidar, jaral noble.	70	20
4	Parque de sabinas y enebros; brezal denso talla media; monte bajo talla media, mixto o puro, de spp. principales; garriga densa; tojar/aulagar alto denso; retamar/escobonal.	70	35
5	Matorral alto denso spp. no principales; mancha degradada; bardales y espinares; arbustado claro estable; monte bajo puro arbustivo de spp. principal; brezal alto y denso.	70	50
6	Bosque puro o mixto spp. no principales; castañar; pinar xerófilo; parque; arbustado denso estable; monte bajo arbustivo, subarbustivo o frutescente de spp. principales.	90	70
7	Bosque puro de sp. principal; rodales de árboles localmente principales	95	85

Estimación de coberturas mediante los tipos de sobrecarga

Método alternativo de estimación de coberturas erróneas mediante la sobrecarga (KSOBRECARGA, KSOBRECARGA), para priorizar su aplicación, en la tabla de tipos de sobrecarga del MFE200_CA se insertó el campo auxiliar T_SOB (Tabla 3) de modo que:

Si $T_SOB=1$ → estimación por este método cuando la sobrecarga ofrece información de coberturas, o para repoblaciones con especies exóticas no integradas y otros casos no resueltos por el método anterior, adoptando los criterios siguientes:

- Repoblaciones y reforestaciones con coníferas y/o frondosas exóticas, o en distribución múltiple con especies principales autóctonas: $KSOBRECARGA \rightarrow KNIVEL$; para el arbolado se adopta como criterio conservador (basado en $KGNIVEL$): $KGSOBRECARGA=60$.
- Distribución adhesada sobre cultivos con cubiertas de especies principales entre 5% y 35%: $KSOBRECARGA=KGSOBRECARGA=35$.
- Distribución múltiple (pies dispersos, rodales, etc.) de árboles sobre cultivos: $KSOBRECARGA=KGSOBRECARGA=10$. Si arbustos: $KSOBRECARGA=10$; $KGSOBRECARGA=0$.
- Árboles dispersos sobre cultivos o cubiertas menores. Cubierta de especies principales inferior al 5%: $KSOBRECARGA=KGSOBRECARGA=5$.

Si $T_SOB=0$ → estimación por este método si $K=KG=NIVEL=0$ y se constata la presencia de cubiertas arbóreas y/o no arbóreas en el rótulo, con los criterios siguientes, basados en los niveles de madurez más probables de las formaciones representadas por la sobrecarga:

- Bosques, repoblaciones: $KSOBRECARGA \rightarrow KNIVEL$; para el arbolado se adopta como criterio conservador (basado en $KGNIVEL$): $KGSOBRECARGA=60$.
- Rodales de árboles esparcidos en áreas de cultivo: $KSOBRECARGA=KGSOBRECARGA=15$
- Matorrales: $KSOBRECARGA \rightarrow KNIVEL$; $KGSOBRECARGA=0$.
- Matorrales con herbáceas, matorrales sobre arenas móviles, fisuras en roquedos, etc.: $KSOBRECARGA \rightarrow KNIVEL$ (50% del asignado a matorrales); $KGSOBRECARGA=0$.
- Prado o herbazal de vivaces: $KSOBRECARGA \rightarrow KNIVEL$; $KGSOBRECARGA=0$.

Tabla 3. Criterios de estimación de coberturas erróneas mediante los tipos de sobrecarga ($KSOBRECARGA$, $KGSOBRECARGA$) codificadas (CODIGO) del MFE200_CA. T_SOB : Campo auxiliar de priorización en la estimación.

CODIGO	TIPO DE SOBRECARGA	T_SOB	KSOBRECARGA	KGSOBRECARGA
0	Bosque, arboleda. Talla mayor de 7 metros ¹	0	70	60
1	Arbustedo o matorral arbustivo. Talla entre 3 y 7 metros.	0	70	0
2	Matorral alto o subarbustivo. Talla entre 1,5 y 3 metros.	0	70	0
3	Matorral medio. Talla entre 0,5 y 1,5 metros.	0	70	0
4	Matorral bajo. Talla entre 5 y 50 cm.	0	70	0
8	Prado o herbazal vivaz bajo. Talla entre 5 y 50 cm.	0	70	0
13	Arenal fino, suelto, incoherente o poco coherente (Dunas, Jables, Arenales Móviles) (TCE: R).	0	35	0
14	Distribución múltiple: rodales, golpes, fajas, bandas, líneas, setos y pies dispersos. Predominio del cultivo agrícola en el conjunto de la tesela. Árboles del TCE.	1	10	10
16	Rodales esparcidos, en área de cultivos. Árboles propios del Tipo Climático Estructural (TCE)	1	15	15
20	Repoblación forestal con frondosas exóticas.	1	70	60
21	Fisuras o huecos de roquedo compacto o karst; canchales, caos o acumulaciones de bloques gruesos (TCE: F, K).	0	35	0
22	Distribución adhesada de especie(s) arbórea(s) sobre cultivo o cubiertas menores. Cubiertas de especie(s) principal(es) entre 5% y 35%.	1	35	35
23	Árboles dispersos sobre cultivos o cubiertas menores. Cubierta de especie(s) arbórea(s) inferior al 5%.	1	5	5
26	Matorral arbustivo con herbáceas vivaces. Talla entre 3 y 7 m.	0	70	0
27	Matorral alto con herbáceas vivaces. Talla entre 1,5 y 3 m.	0	35	0
28	Matorral medio con herbáceas vivaces. Talla entre 0,5 y 1,5 m.	0	35	0
29	Matorral bajo con herbáceas vivaces. Talla entre 5 y 50 cm.	0	35	0
30	Matorral arbustivo sobre arenal ± móvil.	0	35	0
31	Matorral alto/subarbustivo sobre arenal ± móvil.	0	35	0

¹Sólo aplicable cuando hay presencia de especies en el rótulo, ya que el código de sobrecarga 0 también se emplea en la tabla del MFE200 para el valor nulo (sin información de sobrecarga).

Uso del rótulo de la agrupación en la estimación de coberturas

Método de verificación del tipo de “rótulos” (componentes del rótulo que simboliza la agrupación en el MFE2C), discriminando los de talla arbórea y no arbórea en la tabla de atributos del MFE200_CA vinculada a una tabla de “rótulos” (especies, agrupaciones elementales y resto de entidades) etiquetados según su talla más probable, generando los indicadores de cualificación ICROTA, ICROTNA (MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, 2016) que, para lo que aquí interesa, cuando no se anulan delatan respectivamente la presencia de especies (agrupaciones y resto de entidades) arbóreas y/o no arbóreas en el rótulo.

Revisión de KG y K: estudio de casos

- Revisión comparativa de KG, K; estimación de los valores auxiliares KMOD1, KGMOD1: si $K < KG$: error de incongruencia $\rightarrow KMOD1=KG$, $KGMOD1=K$; si $K \geq KG$, $ICROTA > 0 \rightarrow KMOD1=K$, $KGMOD1=KG$; si $K \geq KG$, $ICROTA = 0 \rightarrow KMOD1=K$, $KGMOD1=0$
- Revisión objetiva de K; estimación de KMOD cuando $KMOD1=0$, $ICROTA+ICROTNA > 0$ (probatorio de la presencia de especies en el rótulo): si $T_SOB=1 \rightarrow KMOD=KSOBRECARGA$; si $T_SOB=0$, $NIVEL > 0 \rightarrow KMOD=KNIVEL$; si $T_SOB=NIVEL=0 \rightarrow KMOD=KSOBRECARGA$. Cuando $ICROTA+ICROTNA=0 \rightarrow KMOD=KMOD1=0$ (discrimina sobrecargas con código 0 asignado al valor nulo).
- Revisión objetiva de KG; estimación de KGMOD para los casos con $KGMOD1=0$, $ICROTA > 0$ (presencia de especies arbóreas en el rótulo): si $T_SOB=1 \rightarrow KGMOD=KGSOBRECARGA$; si $T_SOB=0$, $NIVEL > 0 \rightarrow KGMOD=KGNIVEL$; si $T_SOB=NIVEL=0 \rightarrow KGMOD=KGSOBRECARGA$. Cuando $ICROTA=0 \rightarrow KGMOD=KGMOD1=0$ (discrimina sobrecargas con código 0 asignado al valor nulo).

4. Resultados y discusión

En la Figura 1 se presentan los algoritmos de revisión automática de coberturas que fueron implementados en consultas de Access para la creación de tablas, análisis de resultados y generación mediante ArcGis de capas de coberturas revisadas del MFE200_CA. En la Figura 2 se visualizan ejemplos de contraste entre la capa de cobertura total sin revisar, capa auxiliar de detección de errores, y capa de cobertura total revisada. De los resultados y su análisis se deduce que, de las 1342 teselas del MFE200_CA, entre los valores registrados y los estimados se produjeron discrepancias de cobertura global del arbolado en 411 (30,63%) teselas, de cobertura total en 396 (29,51%) teselas, y de alguno de los dos tipos de cobertura en 525 (39,12%) teselas, cotejando los resultados con información obtenida del MFE2C en su aplicación para la estimación de indicadores de cualificación de la vegetación en el MIVEG (*op. cit.*).

5. Conclusiones

- 1) Se constata la eficacia del nivel de madurez de Ruiz de la Torre en posibilitar la revisión automática de ciertos parámetros del Mapa Forestal de España.
- 2) Se propone, ensayado con el MFE200 de Cádiz y generalizable para toda España, un método para la revisión y autocorrección de errores de coberturas por estimaciones basadas en el rótulo, la sobrecarga y, principalmente, en el nivel de madurez.

6. Agradecimientos

A Juan Ruiz de la Torre por permitir nuestra colaboración en la realización de las hojas del Mapa Forestal de España Escala 1:200.000 utilizadas en este trabajo, y a Carolina Martínez Santa-María, José Luis Rodríguez Marzal, Ignacio María Sánchez García, Antonio Dorado Sánchez, Luis Lucero Hernández, Rafael Casado García y Miguel Caracuel Jiménez por su participación en el equipo de Huelva para la realización de dichas hojas.

KMOD1: *Silnm(K<KG;KG;K)*
 KGMOD1: *Silnm(K<KG;K;Silnm(ICROTA=0;0;KG))*
 KMOD: *Silnm(KMOD1>0;KMOD1;Silnm(ICROTA+ICROTNA=0;KMOD1;Silnm(T_SOB=1;KSOBRECARGA;Silnm(NIVEL=0;KSOBRECARGA;KNIVEL))))*
 KGMOD: *Silnm(KGMOD1>0;KGMOD1;Silnm(ICROTA=0;KGMOD1;Silnm(T_SOB=1;KSOBRECARGA;Silnm(NIVEL=0;KSOBRECARGA;KGNIVEL))))*

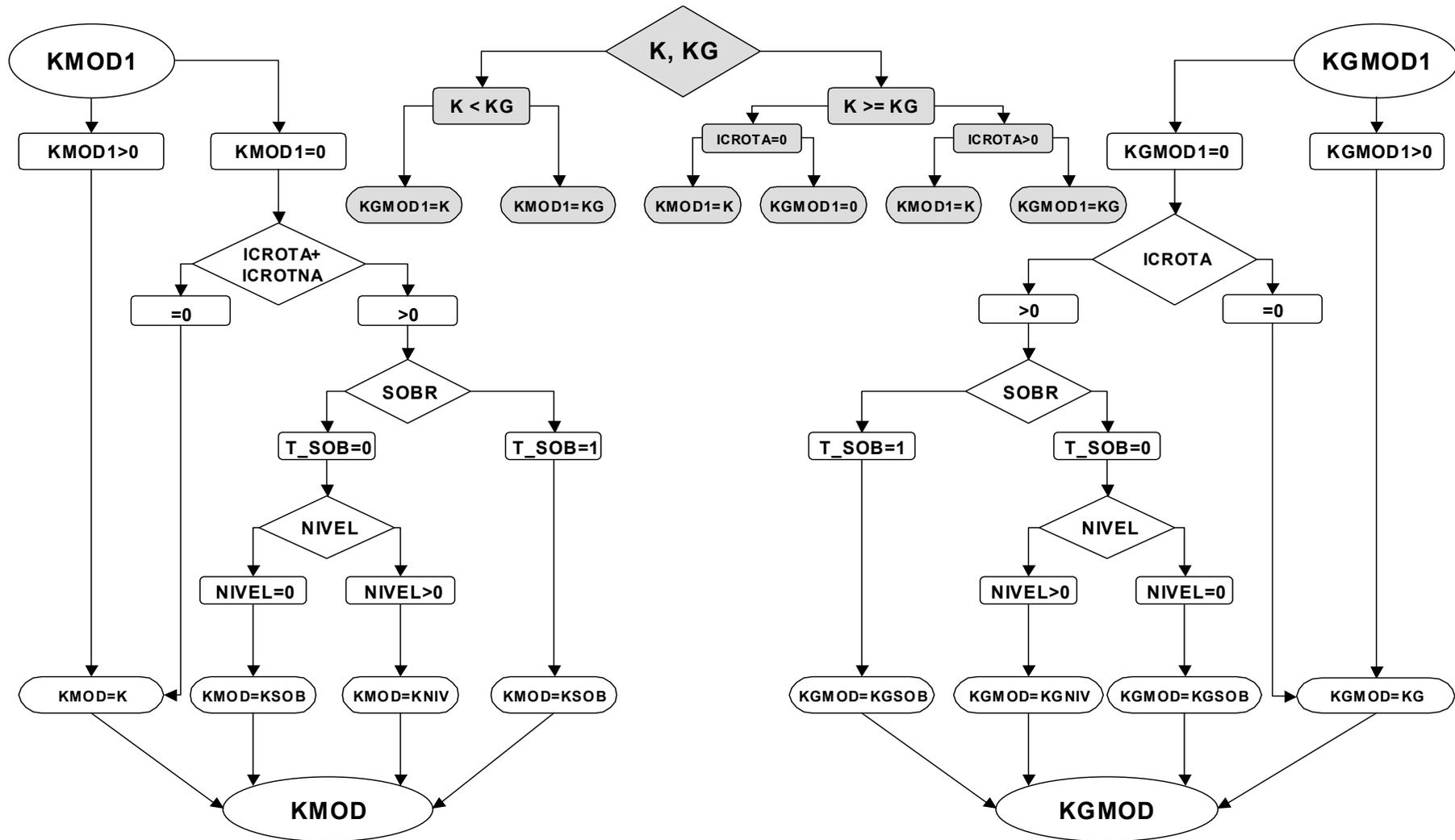


Figura 1. Diagramas de flujo y consultas en SQL de los algoritmos aplicados en la revisión comparativa (viñetas con fondo gris) y objetiva de cobertura global del arbolado (KG) y cobertura total (K) aplicados al MFE200 de la provincia de Cádiz.

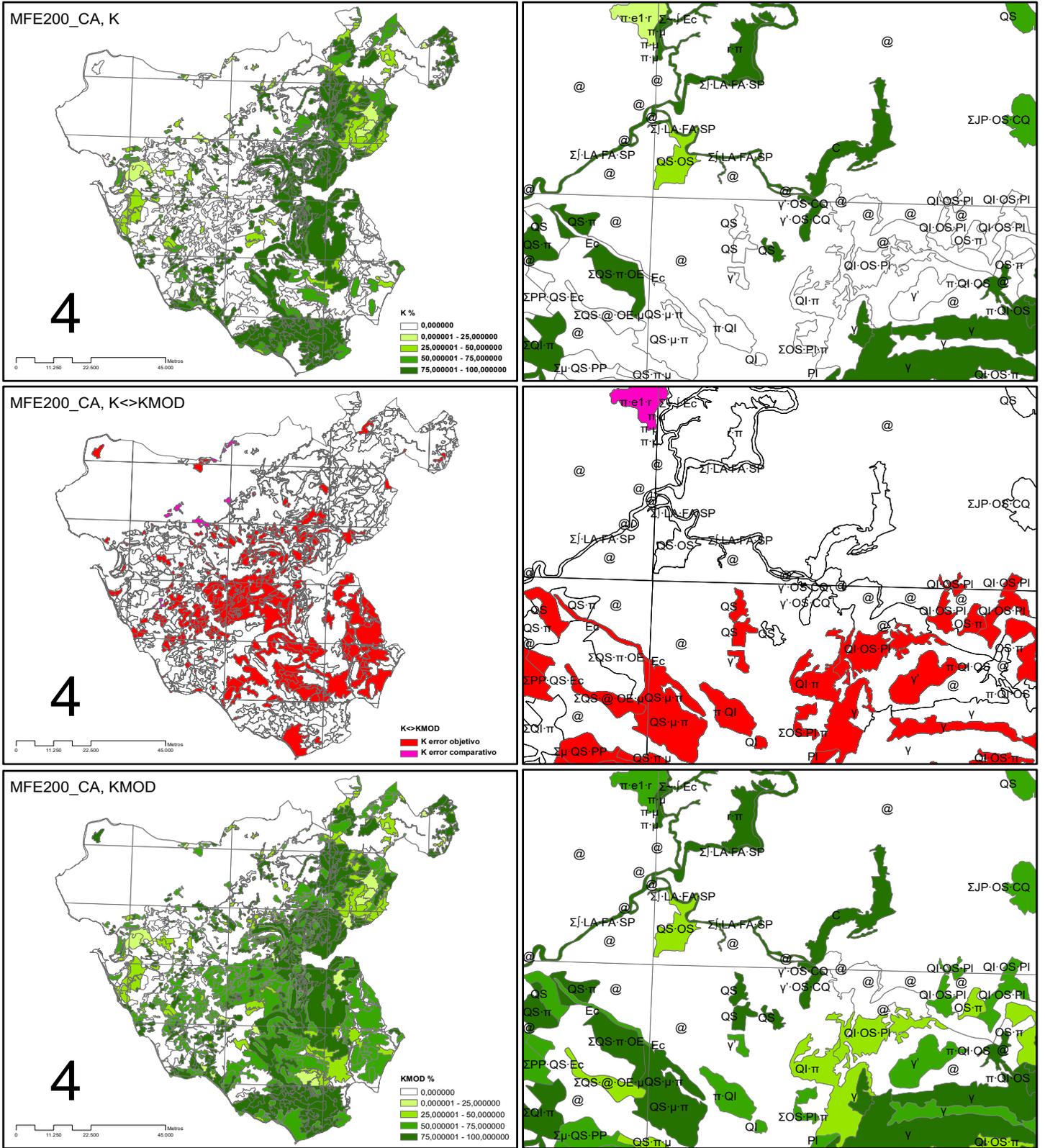


Figura 2. Capa de cobertura total sin revisar (K), capa auxiliar de detección de errores (K<->KMOD) y capa de cobertura total revisada (KMOD) del MFE200 de la provincia de Cádiz y mapas de detalle que facilitan la comparación.

7. Bibliografía

- CABEZUDO, B.; PÉREZ LATORRE, A.; 1999. Notas sobre la vegetación de Andalucía I. Acta Bot. Malac. 24 247-256.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE-MAPAMA; 2017. [En de línea]. Mapa Forestal de España, Escala 1:200.000 (MFE200). [Consulta: varias]. Banco de Datos de la Naturaleza. <http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe200.aspx>
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE-MMA; 2006. [Fuera de línea]. Mapa Forestal de España, Escala 1:200.000 (MFE200). [Consulta: varias]. Banco de Datos de la Biodiversidad.
- MONTERRAT, P.; VILLAR, L.; 2006. Aspectos teóricos y prácticos de los mapas forestales. Invest. Agr.: Sist. Rec. Forest. Fuera de serie 71-78.
- MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, F. J.; 1992a. Cap. IV. Vegetación. En: RUIZ DE LA TORRE, J. (Dir.). Mapa Forestal de España Escala 1:200.000 Hoja 3-11 Huelva. 59-94. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid. ETS Ingenieros de Montes. Madrid.
- MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, F. J.; 1992b. Cap. IV. Vegetación. En: RUIZ DE LA TORRE, J. (Dir.). Mapa Forestal de España Escala 1:200.000 Hoja 4-12 Algeciras. 55-102. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid. ETS Ingenieros de Montes. Madrid.
- MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, F. J.; 1993. Cap. IV. Vegetación. En: RUIZ DE LA TORRE, J. (Dir.). Mapa Forestal de España Escala 1:200.000 Hoja 4-11 Morón de la Frontera. 79-114. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid. ETS Ingenieros de Montes. Madrid.
- MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, F.J.; 2016. Diseño, desarrollo y validación de un modelo general de cualificación multifuncional de las cubiertas forestales españolas y su aplicación en la provincia de Cádiz (Andalucía, España). Tesis doctoral. 473 pp. Universidad de Huelva. Huelva.
- RODRÍGUEZ MARZAL, J. L.; 1992. Cap. IV. Vegetación. En: RUIZ DE LA TORRE, J. (Dir.). Mapa Forestal de España Escala 1:200.000. Cádiz. Hoja 3-12. 55-44. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid. ETS Ingenieros de Montes. Madrid
- RUIZ DE LA TORRE, J. (Dir.); 1990-2000. Mapa Forestal de España Escala 1:200.000. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Universidad Politécnica de Madrid. ETS Ingenieros de Montes. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J.; 1990a. Mapa Forestal de España Escala 1:200.000. Memoria General. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid. ETS Ingenieros de Montes. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J.; 1990b. Distribución y características de las masas forestales españolas. Rev. Ecología. Fuera de serie 11-30.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (Dir.); 2002. Mapa Forestal de España Escala 1:1.000.000. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Universidad Politécnica de Madrid. ETS Ingenieros de Montes. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (Dir.); MARTÍNEZ SANTA-MARÍA, C.; MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, F. J. et al.; 1992a. Mapa Forestal de España escala 1: 200.000 Hoja 3-12 Cádiz. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid. ETS Ingenieros de Montes. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (Dir.); MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, F. J.; MARTÍNEZ SANTA-MARÍA, C. et al.; 1992b. Mapa Forestal de España Escala 1:200.000 Hoja 3-11 Huelva. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid. ETS Ingenieros de Montes. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (Dir.); MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, F. J.; MARTÍNEZ SANTA-MARÍA, C. et al.; 1992c. Mapa Forestal de España Escala 1:200.000 Hoja 4-12 Algeciras. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid. ETS Ingenieros de Montes. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (Dir.); MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, F. J.; MARTÍNEZ SANTA-MARÍA, C. et al.; 1993. Mapa Forestal de España Escala 1:200.000 Hoja 4-11 Morón de la Frontera. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Madrid.
- VALLEJO BOMBÍN, R.; 2005. El Mapa Forestal de España Escala 1:50.000 (MFE50) como base del Tercer Inventario Forestal Nacional. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 19 205-215.