

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO FORESTAL Y AGRÍCOLA EN EL CAMPO DE GIBRALTAR (ESPAÑA). APLICACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO (MicroLEIS 4.1)

María Anaya Romero / Lorena Martínez Zavala,

Antonio Jordán López / Nicolás Bellinfante Crocci

Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química. Universidad de Sevilla

Abstract

The assessment of agricultural soil and forestry suitability of Campo de Gibraltar area (Cadiz) is carried out in this paper. Two of the models included in the MicroLEIS system for agro-ecological land evaluation (De la Rosa et al., 1996) have been used. The ALMAGRA model has been applied to farmlands and agricultural soils for twelve different crops, while the SIERRA model has been applied to protected forest areas of Los Alcornocales Natural Park, located in the area of Campo de Gibraltar.

The map of geomorphoedaphic units and the data base by Paneque et al. (1998) have been used as input data.

The results were integrated in a geographical information system, using the software ARC VIEW GIS (ESRI, 1992-1996) and ARC/INFO (ESRI, 1982-1997).

Keywords: Planning of natural resources, agricultural suitability, forestry land suitability, Campo de Gibraltar, Los Alcornocales Natural Park.

Resumen

En el presente trabajo se ha realizado la evaluación de la aptitud relativa agrícola y forestal de la comarca del Campo de Gibraltar (Cádiz). Para ello se ha utilizado el modelo ALMAGRA y el modelo SIERRA, ambos incluidos en el sistema MicroLEIS de evaluación agroecológica de tierras (De la Rosa et al., 1996). El modelo ALMAGRA ha sido empleado en las zonas de uso agrícola para doce tipos de uso, mientras que el modelo SIERRA ha sido aplicado a los terrenos protegidos del Parque Natural Los Alcornocales, situados en el área del Campo de Gibraltar.

Como fuente de datos edáficos y geomorfológicos se ha utilizado el mapa y la base de datos de unidades geomorfoedáficas elaborada por Paneque *et al.* (1997).

Los resultados obtenidos fueron integrados en un sistema de información geográfica y procesados mediante el *software* ARC VIEW GIS (ESRI, 1992-1996) y ARC/INFO (1982-1997).

Palabras clave: Planificación de los recursos naturales, aptitud agrícola, aptitud forestal, Campo de Gibraltar, Parque Natural Los Alcornocales.

1. Introducción

Bajo una perspectiva global, el crecimiento del nivel de vida unido a las exigencias de conservación y calidad en los países desarrollados, así como el aumento de población y necesidades de crecimiento económico por parte de los países en desarrollo, aumentan las presiones ejercidas sobre los medios naturales (del Moral *et al.*, 2000).

El estudio de la aptitud agrícola y forestal de los suelos del Campo de Gibraltar, dentro de un plan de desarrollo sostenible, puede propiciar una mejora en la planificación económica y social a largo plazo, ante la previsible congestión urbano e industrial de esta comarca, especialmente en el área de la bahía de Algeciras (Núñez, 1993).

La planificación medioambiental, cuya parte esencial corresponde a la planificación del territorio, trata de acertar al decidir sobre los usos del territorio y el diagnóstico de los problemas ambientales. La teoría de la decisión y su metodología se viene desarrollando en la frontera entre la matemática aplicada y las modernas tecnologías de la información (De la Rosa, 1997). Las técnicas informatizadas de evaluación de tierras constituyen un buen método para estimar la capacidad, productividad y riesgos de degradación de las tierras, así como para evaluar las consecuencias del impacto ambiental de la actividad humana.

Gran parte de las zonas explotadas agrícolamente en la comarca del Campo de Gibraltar están constituidas por tierras marginales o con una baja capacidad de uso (De la Rosa y Moreira, 1987). La tabla 1 muestra la distribución de usos del suelo en el Campo de Gibraltar. Desde este punto de vista, en este trabajo se realiza la evaluación de la capacidad de uso agrícola y forestal del Campo de Gibraltar, como medio de apoyo a una planificación adecuada para la conservación y desarrollo sostenible del área de estudio.

2. Área de estudio

La comarca del Campo de Gibraltar (fig. 1) está situada está situada aproximadamente entre las coordenadas 36°30' y 36°00' (N) y 5°15' y 5°50' (O). El Campo de Gibraltar ocupa una superficie aproximada de 151.000 Ha. De esta superficie, algo más de la mitad (80.700 Ha) están incluidas en el Parque Natural Los Alcornocales.

El clima es mediterráneo con fuerte influencia atlántica. La temperatura media anual se halla comprendida entre 16 y 18°C. Los máximos y mínimos térmicos se suavizan debido a la proximidad del mar. La precipitación anual oscila entre 430 (La Línea) y 1.422 mm (San Carlos de El Tiradero). En verano, aunque las precipitaciones son poco frecuentes, los vientos de levante favorecen la formación de nieblas persistentes en muchos puntos de las sierras del Campo de Gibraltar (Ibarra, 1993), lo que aumenta la disponibilidad de agua.

3. Metodología

Para realizar la evaluación de la capacidad de uso agrícola y forestal del Campo de Gibraltar se han utilizado dos modelos incluidos en el sistema experto MicroLEIS 4.1 de evaluación agroecológica de tierras (De la Rosa et al., 1996): ALMAGRA (aptitud agrícola del suelo) y SIERRA (aptitud forestal).

El modelo ALMAGRA se ha aplicado a las áreas agrícolas del Campo de Gibraltar. Es un sistema de evaluación biofísica que tiene en cuenta las características del suelo con mayor incidencia en el desarrollo de diferentes usos agrícolas, como la profundidad útil, la textura, el contenido total de carbonatos, la salinidad, la saturación de sodio y el grado de desarrollo del perfil. En este trabajo se han considerado los siguientes cultivos tradicionales: cítricos, olivo y melocotón (perennes), alfalfa (semianual), algodón, girasol, maíz, melón, patata, remolacha, soja y trigo (anuales). Para cada tipo de suelo se ha determinado una aptitud comprendida entre 1 (óptima) y 5 (nula) correspondiente a cada uno de estos tipos de cultivo.

El modelo SIERRA se utilizó en la superficie del Parque Natural Los Alcornocales incluida en el Campo de Gibraltar. A diferencia del modelo ALMAGRA, en este caso no se establecen rangos de aptitud, sino que se determina la aptitud o no aptitud del suelo para una determinada especie, según ésta se considere o no apropiada para un lugar determinado.

Como parámetros edáficos, se incluyeron en el modelo la profundidad útil, la textura, el drenaje y el pH (Paneque et al., 1997). Otros parámetros incluidos fueron la posición fisiográfica, la latitud, las temperaturas mínimas y máximas (datos obtenidos a partir de estaciones termométricas), la precipitación (según el mapa de precipitación del Campo de Gibraltar realizado por Jordán y Bellinfante, 2000) y la elevación del terreno, según el modelo digital de elevaciones de Andalucía (ICA, 1999). Se ha considerado un total de 22 especies forestales.

Los resultados obtenidos con ambos modelos fueron procesados mediante el software ARC VIEW (ESRI, 1992-1996) y ARC/INFO (1982-1997) e integrados en un sistema de información geográfica, lo que permitió su explotación cartográfica.

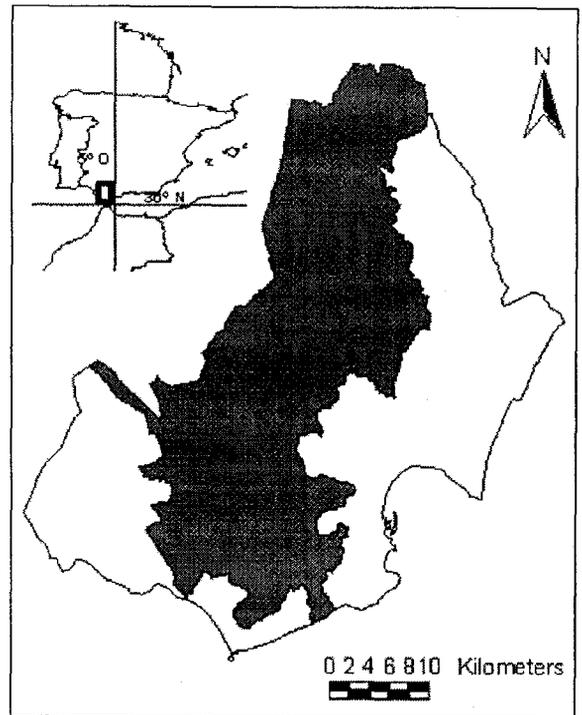


Figura 1. Área de estudio. En sombreado se muestra la superficie del Parque Natural incluida en el Campo de Gibraltar.

4. Resultados y Discusión

4.1. Aptitud agrícola

Se evaluó la aptitud de uso agrícola del Campo de Gibraltar para 12 tipos distintos de cultivo. En ningún caso se determinó una aptitud óptima (1), de modo que los valores se distribuyeron siempre entre aptitud elevada (2) y nula (5). Los mapas de aptitud de uso agrícola se muestran desde la figura 2 a la 7.

En general, los suelos asociados a los valles del Guadiaro, Guadarranque y Hozgarganta así como el sector La Janda-Tarifa, poseen una aptitud moderada o elevada para la mayoría de los cultivos estudiados (principalmente algodón, girasol, maíz, melón y patata). Los suelos son de naturaleza margosa con presencia de horizontes de acumulación de carbonato cálcico secundario (Calcisoles) o arcillosa, con presencia de grietas anchas y profundas en la estación seca (Vertisoles; Jordán, 2000). En ambos casos se trata de suelos muy profundos.

En cuanto a los cultivos perennes como los frutales (cítricos y melocotón) o el olivar, la aptitud fue moderada o elevada, respectivamente, en el sector Castellar-San Roque, donde los suelos son del tipo de los Calcisoles y Luvisoles (Jordán, 2000), y nula o marginal en el resto.

Entre los cultivos anuales, alfalfa y soja poseen un área potencial similar, con suelos de aptitud de moderada a elevada en el sector Algeciras-Los Barrios-San Roque, y de nula a moderada en el sector Tarifa-La Janda, siendo marginal o nula en el resto. En general, la aptitud fue de moderada a elevada en el caso de los cereales (maíz y trigo). Si bien, la superficie con aptitud elevada es muy superior en el caso del maíz (fig. 4).

4.2. Aptitud forestal

De las 22 especies incluidas en el modelo, 10 fueron seleccionadas para el área de estudio (tabla 2). La distribución potencial de cada una de ellas se muestra en las figuras 8 a 12. Es necesario tener en cuenta que esta distribución potencial se propone sin considerar parámetros como el uso antrópico del territorio o la competencia interespecífica. Así, especies como el castaño o el algarrobo (fig. 8) podrían ocupar áreas más extensas que las actuales en el Parque Natural. Tanto el castaño como el algarrobo son especies con un amplio rango de tolerancia hacia la naturaleza mineralógica del suelo, la acidez, la textura o las condiciones de drenaje. En el caso del algarrobo, además, su distribución está limitada a los 600 msnm.

El acebuche resulta apropiado en suelos profundos, de drenaje moderado a bueno y pH comprendido entre 6 y 8. Por esta razón, en el mapa de distribución propuesto (fig. 9), el acebuche ocupa los afloramientos calcáreo margosos y arcillosos del Parque. La distribución potencial para el pino negro y pino silvestre (fig. 9, derecha, y fig. 10, izquierda) es muy amplia, ocupando la casi totalidad del Parque. Mientras que el pino negro carece de limitaciones edáficas y ambientales en el Parque, el pino silvestre tiene preferencia por los suelos de pH comprendido entre 4.5 y 7, de poca o moderada profundidad.

El quejigo andaluz, el rebollo y el alcornoque (figuras 10 a 12) poseen una distribución potencial muy amplia en el Parque. Ocupan suelos arenosos, ácidos y ligera o moderadamente profundos. El área potencial del quejigo (fig. 11) ocupa una banda altitudinal comprendida entre 300 y 1800 msnm y un rango de pH amplio. Su distribución real está condicionada por otros parámetros históricos y ecológicos. El área potencial de la encina (fig. 12) se halla limitada a suelos de pH neutro o básico, poco profundos y de textura algo más arcillosa. Por ello, no resultan apropiados para la encina los suelos ácidos de la sierra del Aljibe, donde otras quercíneas (alcornoque y quejigo andaluz) son más competitivas.

5. Bibliografía

- DE LA ROSA, Diego, F. Cardona y J. Almorza: *MicroLEIS Version 4.1 – Software + Documentation*. Sevilla. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS) – CSIC, 1996.
- DE LA ROSA, Diego, y José Manuel Moreira: *Evaluación ecológica de recursos naturales de Andalucía*, Sevilla, Agencia de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), 1987.
- DE LA ROSA, Diego: *Los Sistemas de Evaluación de Suelos en la Planificación del Territorio. Edafología – Edición Especial 50 Aniversario de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo*. Madrid. Sociedad Española de la Ciencia del Suelo, pp. 125-142. 1997.
- DEL MORAL TORRES, F., S. de Haro, J. Sánchez y S. T. Sánchez: "Sistemas de información geográfica y métodos de toma de decisiones aplicados a la ordenación del territorio: caso de Campillos (hoja topográfica 1.022. Escala 1:50.000)", *Edafología*, 7-2 (2000), pp. 17-28.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute Inc.): *ARC VIEW GIS Version 3.0*, Redlands (EEUU), ESRI, 1992-1996.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute Inc.): *ARC/INFO Version 7.1.2*, Redlands (EEUU), ESRI, 1982-1997.
- ICA (Instituto de Cartografía de Andalucía): *Modelo Digital de Elevaciones (100 m)*. CD-ROM, Sevilla. Instituto de Cartografía de Andalucía (Junta de Andalucía), 1999.
- JORDÁN, Antonio: *El medio físico del Campo de Gibraltar: unidades geomorfoedáficas y riesgo de erosión*. Sevilla, Tesis Doctoral-Universidad de Sevilla, 2000.
- MOREIRA, José Manuel, y A. González: *Cartografía y estadística de usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía. Evolución 1976-1991*. Sevilla, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), 1997.
- NÚÑEZ, F. J.: "Ecología y desarrollo en el Campo de Gibraltar". *Almoraima* 10 (1993), pp. 89-96.
- PANEQUE, Guillermo, N. Bellinfante, I. Gómez, A. Jordán, F. Limón, L. Martínez, A. Ruiz, J. A. Fernández, T. García-Muñoz, & M. J. Taguas-Casaño: *Unidades Geomorfoedáficas del Parque Natural Los Alcornocales y su entorno*. Sevilla, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía)-Universidad de Sevilla, 1997.

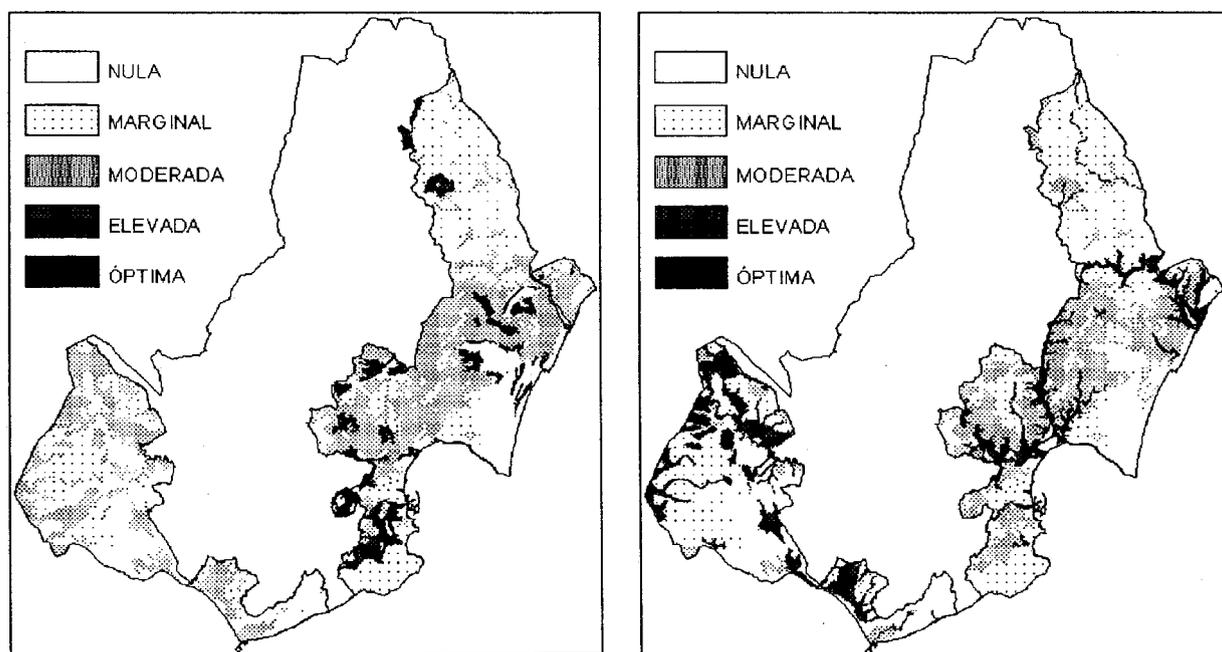


Figura 2. Alfalfa (izquierda) y algodón (derecha).

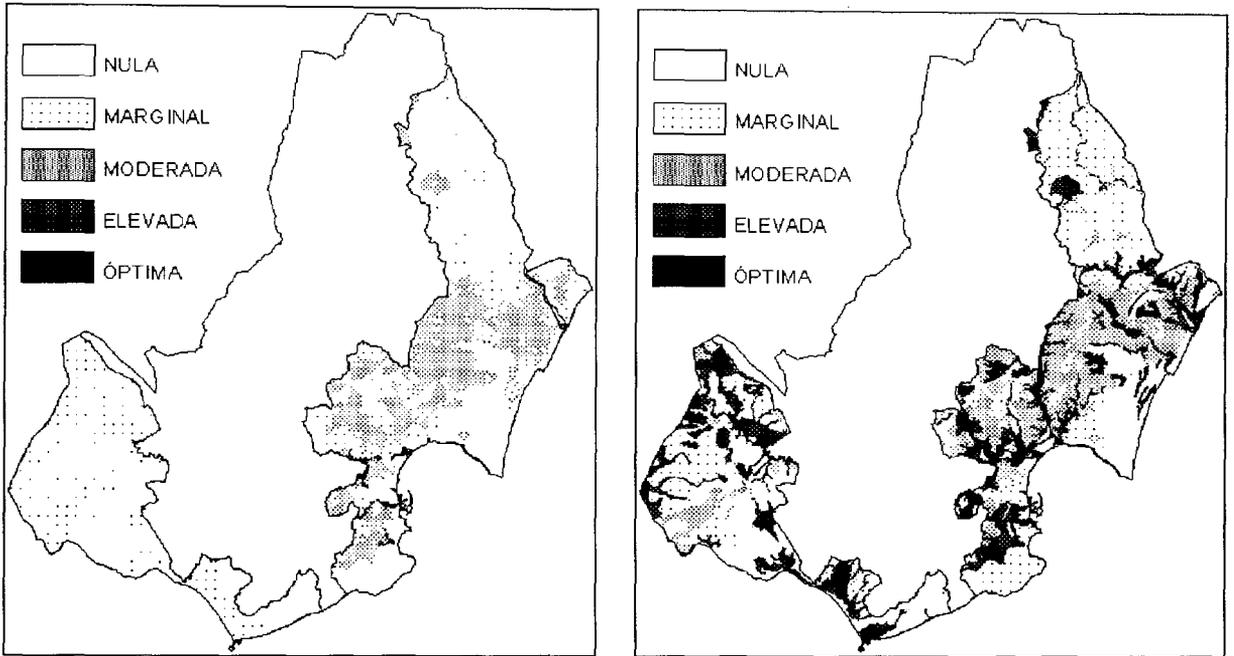


Figura 3. Cítricos (izquierda) y girasol (derecha).

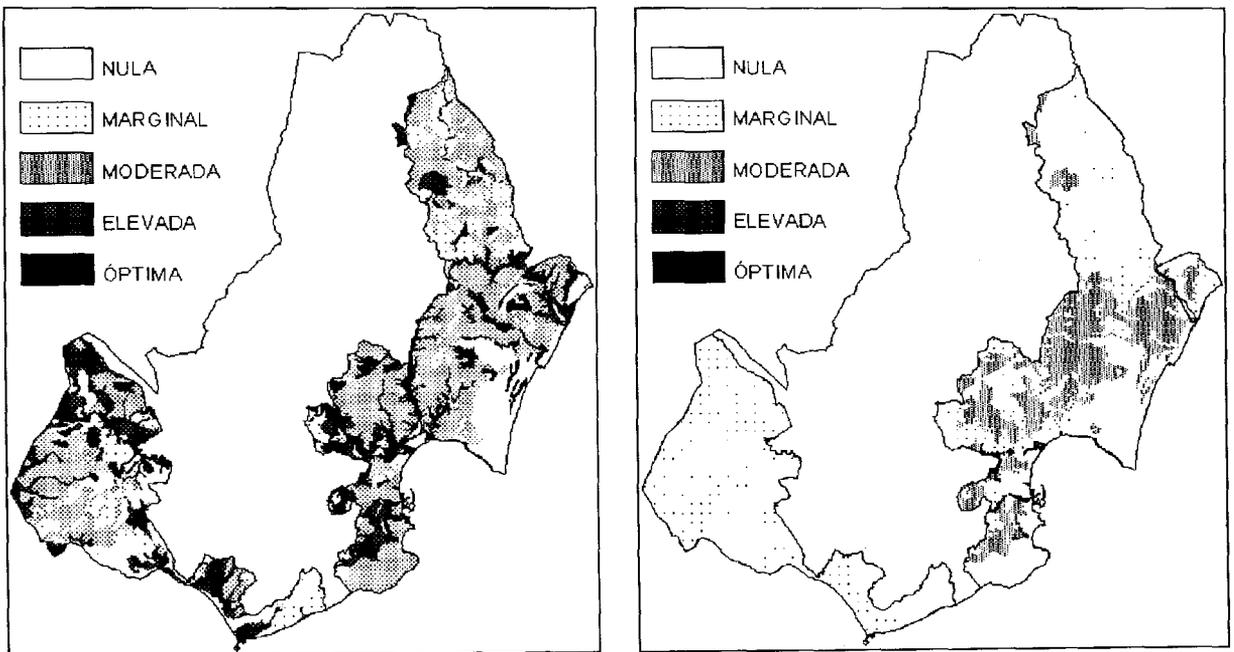


Figura 4. Maíz (izquierda) y melocotón (derecha).

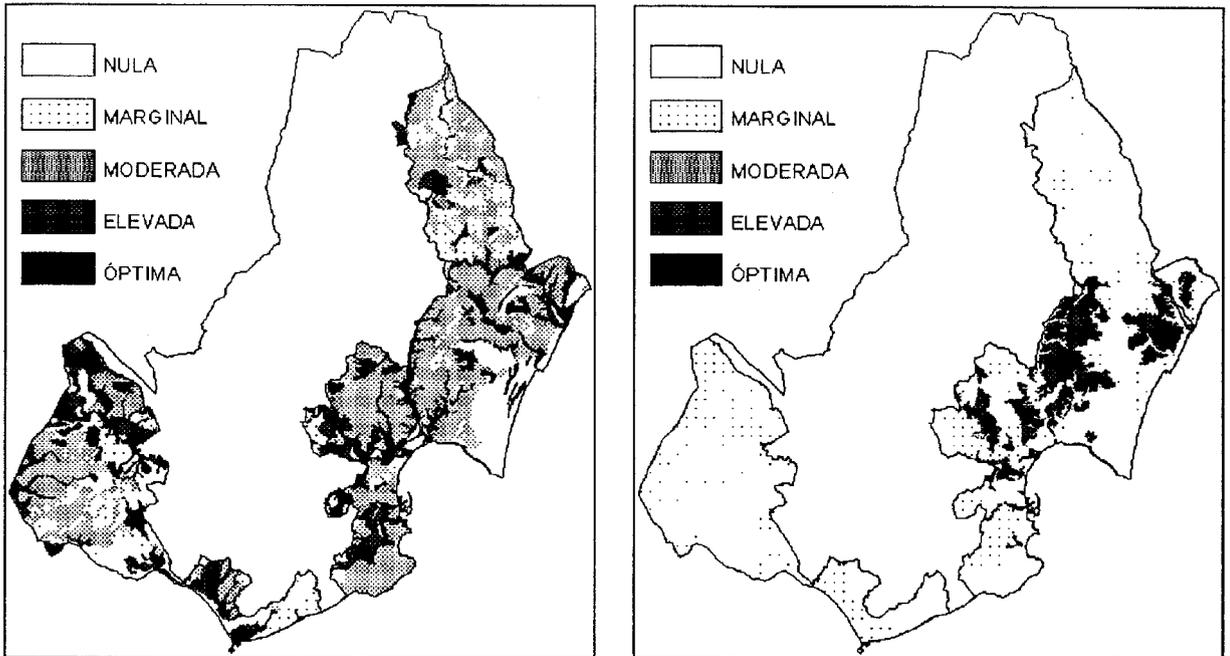


Figura 5. Melón (izquierda) y olivar (derecha).

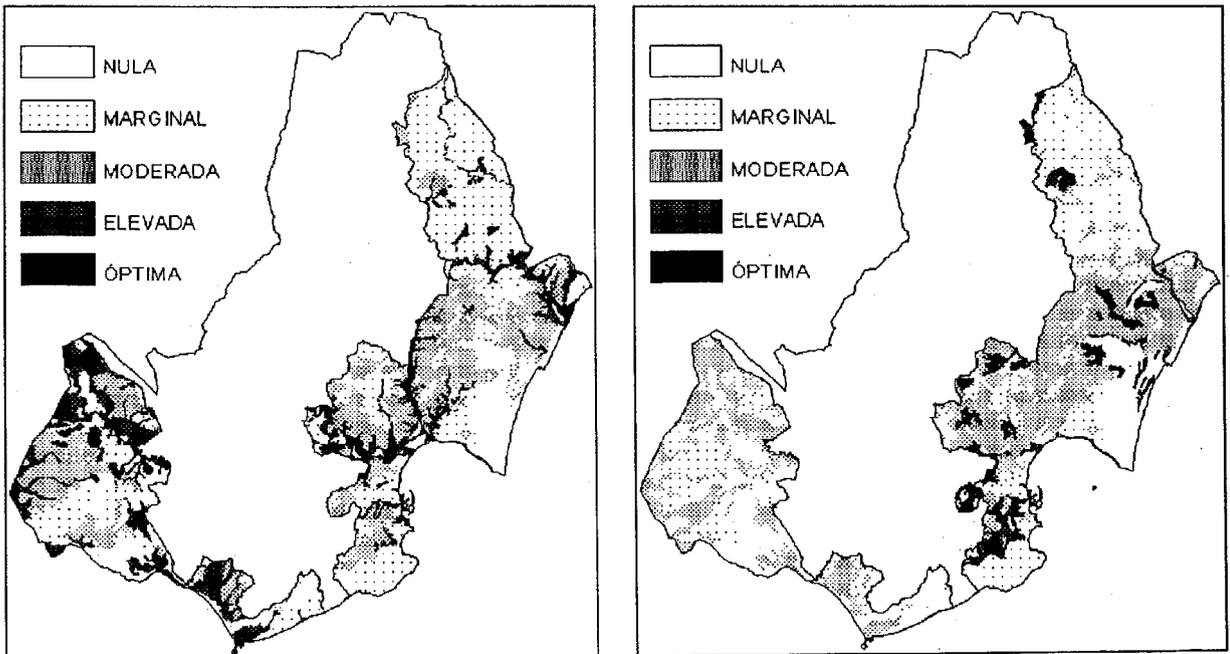


Figura 6. Patata (izquierda) y remolacha (derecha).

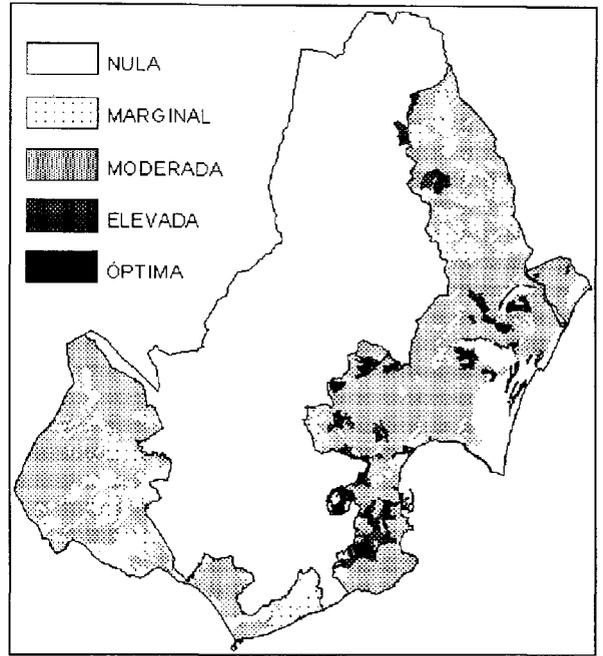
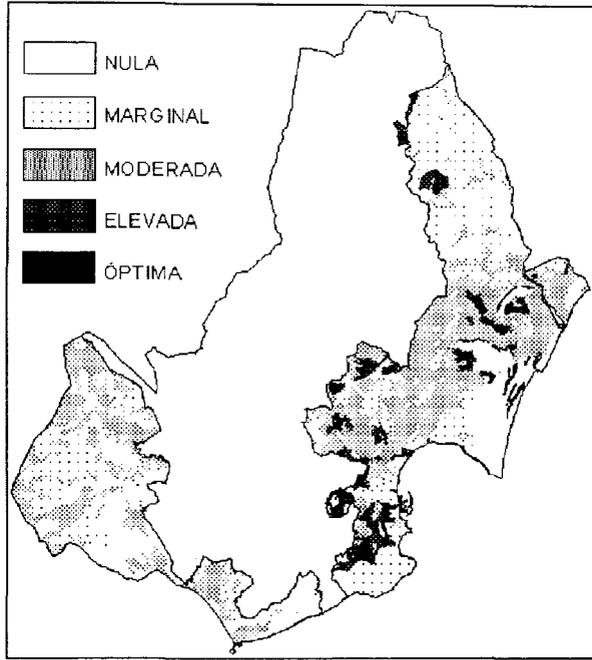


Figura 7. Soja (izquierda) y trigo (derecha).

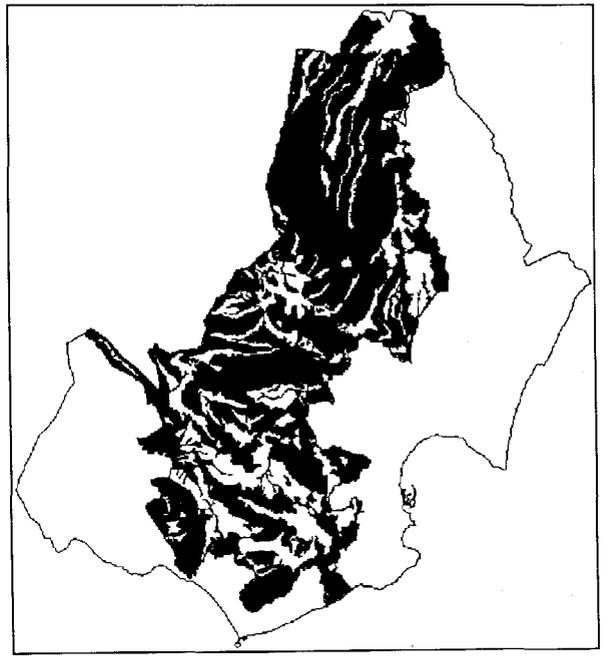
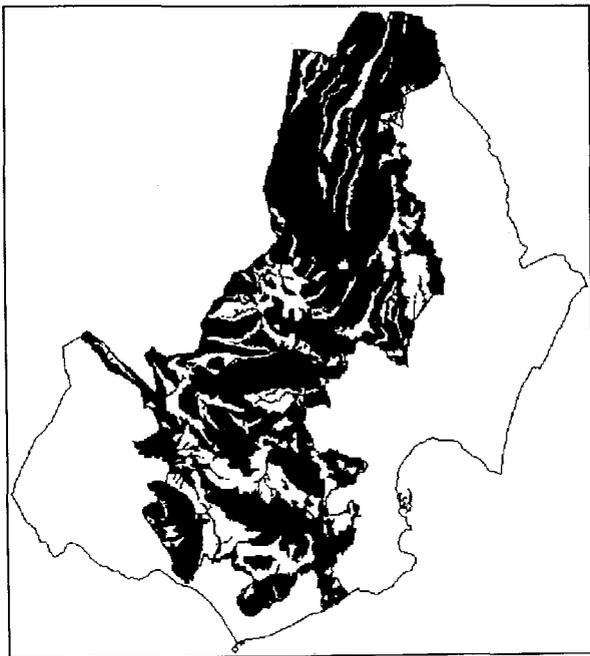


Figura 8. Castaño (*Castanea sativa*, izquierda) y algarrobo (*Ceratonia siliqua*, derecha).

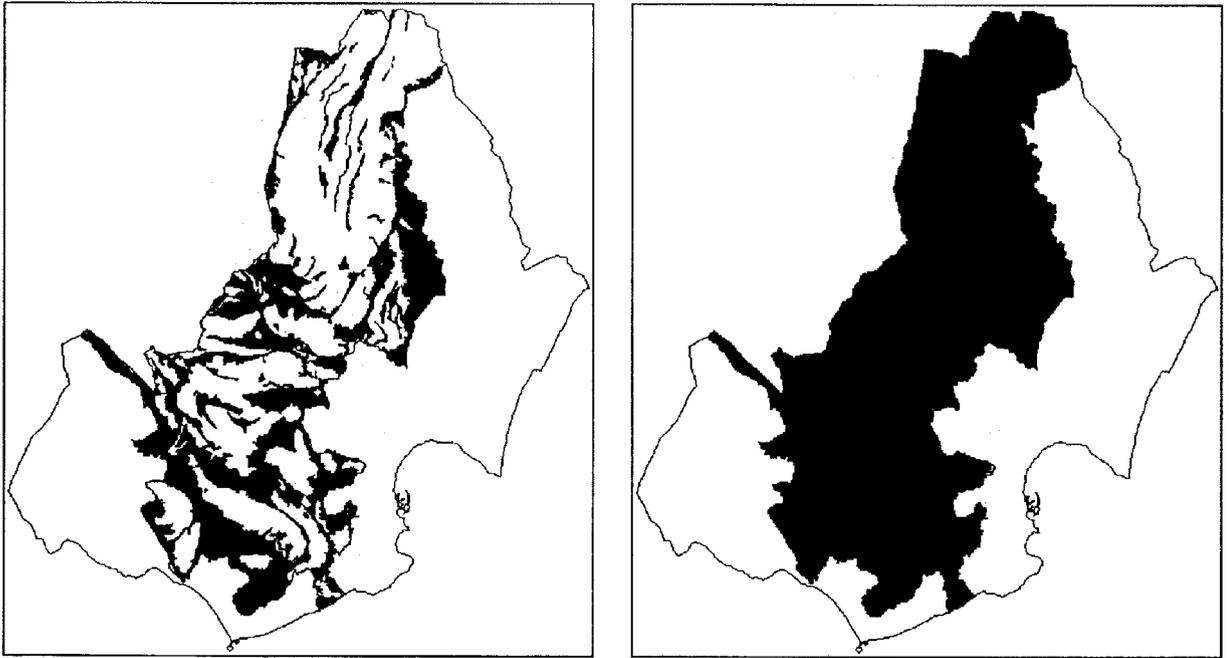


Figura 9. Acebuche (*Olea europaea*, izquierda), y pino negro (*Pinus pinaster*, derecha).

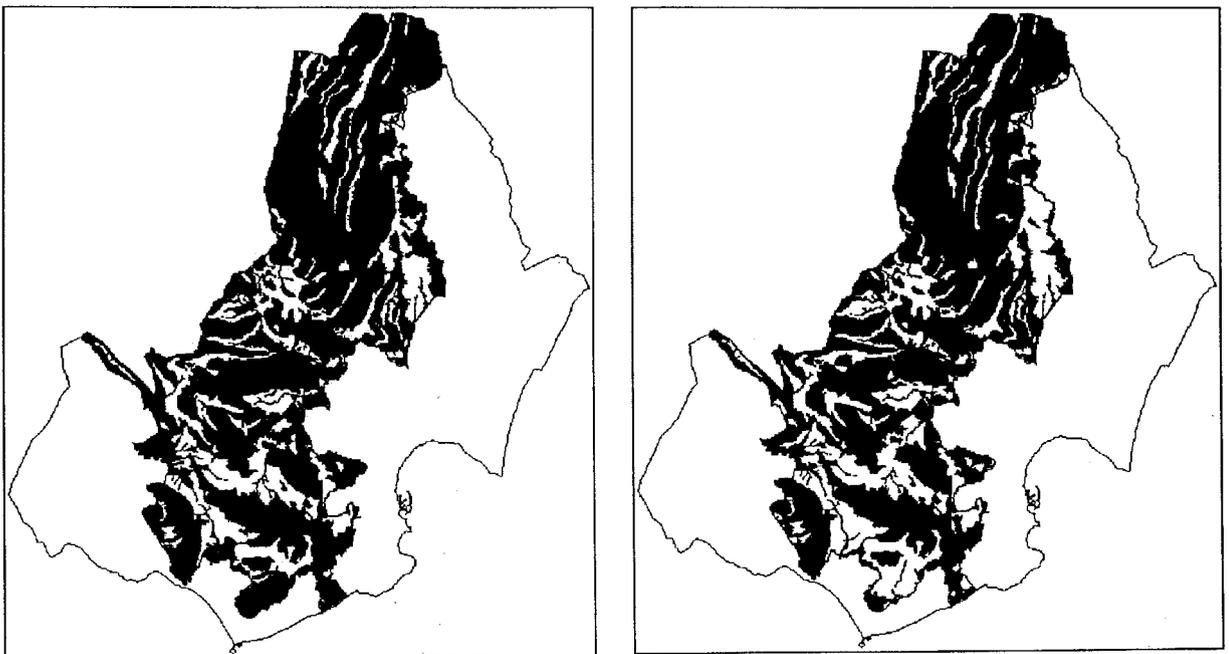


Figura 10. Pino silvestre (*Pinus silvestris*, izquierda), y quejigo andaluz (*Quercus canariensis*, derecha).

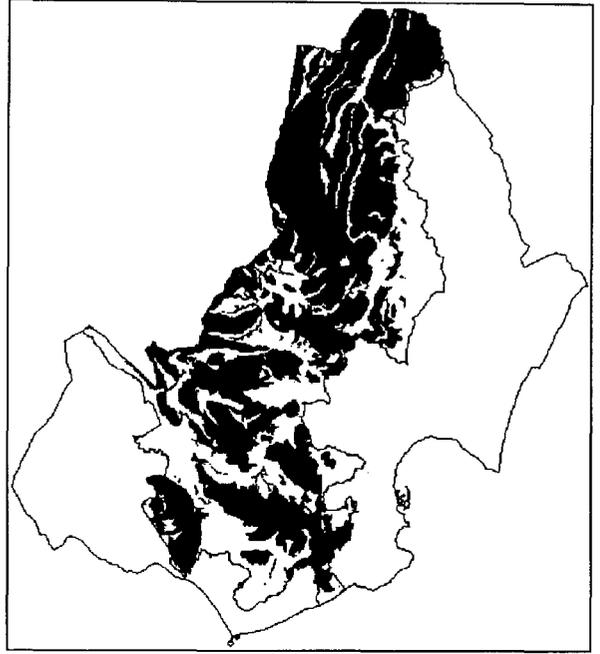
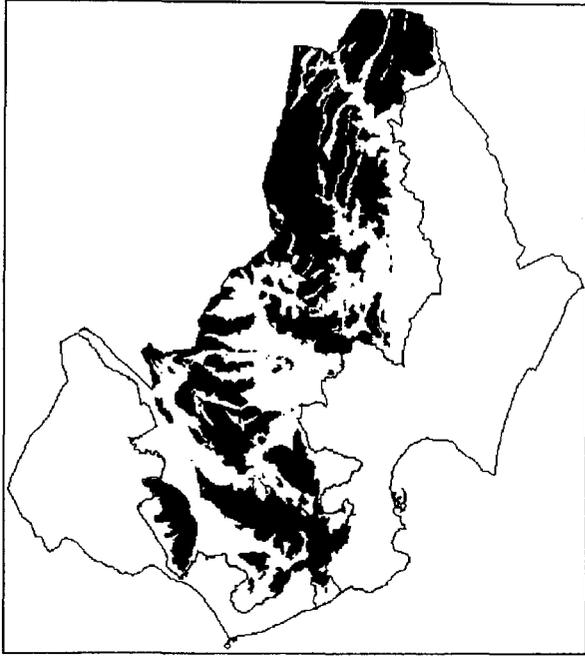


Figura 11. Quejigo (*Quercus faginea*, izquierda), y rebollo (*Quercus pirenayca*, derecha).

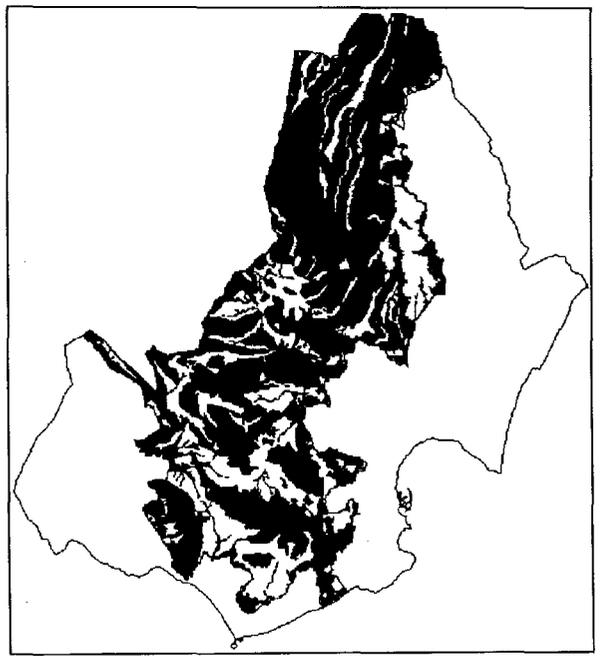
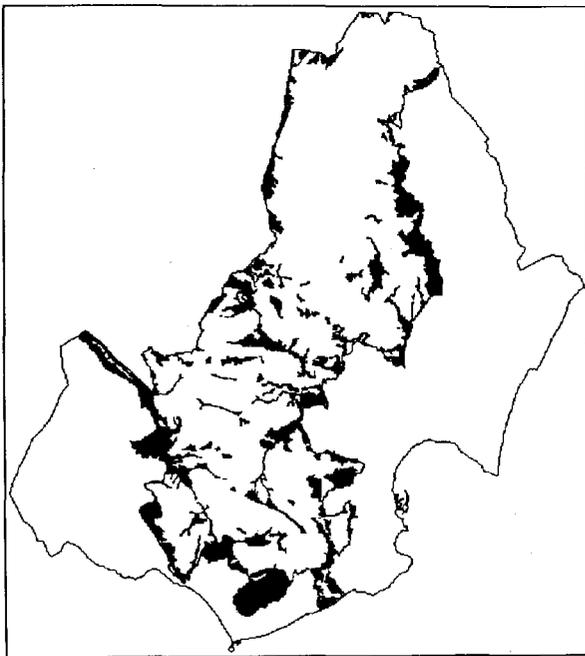


Figura 12. Encina (*Quercus rotundifolia*, izquierda) y alcornoque (*Quercus suber*, derecha).

		Los Barrios	Castellar	Jimena	La Línea	San Roque	Tarifa	Total
Superficies agrícolas (215 km²)								
Regadío	Cultivos herbáceos	7,0	2,3	0,0	0,0	1,4	38,7	49,3
	Cultivos leñosos	0,7	1,4	7,2	0,0	0,0	0,0	9,3
	Cultivos bajo plástico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Otros cultivos herbáceos	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	4,6
	Mosaico de cultivos	0,0	2,7	0,1	0,0	0,4	0,0	3,2
Secano	Cultivos herbáceos	1,7	6,8	0,0	0,0	72,1	31,4	111,9
	Olivares	0,9	0,2	0,0	0,0	25,5	0,0	26,6
	Mosaico de cultivos	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	3,7
Uso heterogéneo								
	Cultivo en secano y regadío	0,0	0,7	0,6	1,5	1,7	0,0	4,5
	Cultivo con vegetación natural	0,0	0,0	1,5	0,0	0,3	0,0	1,8
Superficies forestales (1261 km²)								
Formaciones arbolado denso								
	Quercíneas	80,4	49,4	100,0	0,0	4,2	35,4	269,4
	Coníferas	3,4	2,6	1,3	0,0	0,0	5,9	13,4
	Eucaliptos	0,1	0,0	0,4	0,1	1,4	5,4	7,3
	Otras frondosas y mezclas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5
Formaciones de matorral con arbolado								
	Quercíneas	103,5	68,8	88,9	2,4	33,0	65,0	361,7
	Coníferas	9,9	5,0	2,0	0,0	0,1	4,0	21,0
	Eucaliptos	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	5,6	6,3
	Otras frondosas y mezclas	0,0	0,4	4,4	0,0	0,0	1,6	6,3
Formaciones herbáceas con arbolado								
	Quercíneas	6,1	4,8	4,7	0,0	0,4	5,7	21,7
Formaciones arbustivas y herbáceas								
	Matorral denso	29,9	9,1	20,5	0,8	14,4	31,2	105,9
Matorral disperso		28,6	9,5	39,2	3,1	46,9	36,1	163,3
	Pastizales	30,2	5,1	54,5	0,0	8,0	99,0	196,8
Espacios abiertos con escasa cobertura vegetal								
		18,7	5,2	2,2	4,4	9,3	47,4	87,3

Tabla 1. Distribución espacial de usos y coberturas vegetales del suelo, medida en superficie en Km² por municipio (elaborado a partir de datos de Moreira y González, 1997).

Especie	S/N	Especie	S/N
Pino silvestre (<i>Pinus silvestris</i>)	X	Alcornoque (<i>Quercus suber</i>)	X
Pino laricio (<i>Pinus nigra</i>)	-	Encina (<i>Quercus rotundifolia</i>)	X
Pino negral (<i>Pinus pinaster</i>)	X	Castaña (<i>Castanea sativa</i>)	X
Pino piñonero (<i>Pinus pinea</i>)	-	Acebucho (<i>Olea europaea</i>)	X
Pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	-	Chopo blanco (<i>Populus alba</i>)	-
Pino canario (<i>Pinus canariensis</i>)	-	Chopo temblón (<i>Populus tremula</i>)	-
Pino insignis (<i>Pinus radiata</i>)	-	Chopo negro (<i>Populus nigra</i>)	-
Pinsapo (<i>Abies pinsapo</i>)	-	Eucalipto blanco (<i>Eucalyptus globulus</i>)	-
Rebollo (<i>Quercus pyrenaica</i>)	X	Eucalipto rojo (<i>E. camaldulensis</i>)	-
Quejigo (<i>Quercus faginea</i>)	X	Algarrobo (<i>Ceratonia siliqua</i>)	X
Roble andaluz (<i>Quercus canariensis</i>)	X	Guayule (<i>Paternium argentatum</i>)	-

Tabla 2. Especies forestales incluidas en el modelo SIERRA. (X): seleccionada; (-): no seleccionada.