

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

APUNTES DE REPOBLACIONES FORESTALES

Capítulo I: CONCEPTO Y ELECCIÓN DE ESPECIES

I.1.- CONCEPTO DE REPOBLACION FORESTAL Y COMENTARIO

I.2.- ANTECEDENTES Y NECESIDAD DE LA REPOBLACION FORESTAL EN ESPAÑA

I.3.- OBJETIVOS DE LA REPOBLACION FORESTAL

I.4.- ELECCIÓN DE ESPECIES

CAPITULO I: CONCEPTO DE REPOBLACIÓN FORESTAL Y ELECCIÓN DE ESPECIES

I.1.- CONCEPTO DE REPOBLACIÓN FORESTAL Y COMENTARIO

En la asignatura de Selvicultura se estudia la forma de aprovechar las masas forestales, especialmente las arbóreas, bien sean de origen natural o bien procedentes de repoblación o de origen artificial, de manera que con la aplicación de los tratamientos adecuados se procede a la sustitución de la masa principal por medio de la denominada *regeneración natural* en la que las semillas que dan origen a la nueva masa procede de la misma que se está regenerando.

Como alternativa a la regeneración natural se indicaba la posibilidad de proceder a la *regeneración artificial*, consistente en regenerar la masa con semillas o plantas ajenas a la masa en tratamiento, con técnicas que se omitieron entonces por ser similares a las empleadas en la repoblación forestal de la que se ocupa esta parte de la asignatura. El concepto de repoblación forestal, como veremos, es más amplio que el de regeneración artificial pues incluye además las acciones tendentes a introducir una masa forestal donde ésta no existía, al menos en los últimos tiempos. El estudio de las Repoblaciones Forestales forma parte de la Selvicultura, independientemente de su segregación como asignatura separada en algunos planes de estudio académicos.

Para concretar el concepto de *repoblación forestal* acudimos al Diccionario de la Lengua Española (Real Academia Española) en el que figura el término repoblación forestal como acción y efecto de reforestar. El término *reforestar* lo describe como repoblar un terreno con plantas forestales. También aparece el término *forestar* definido como poblar un terreno con plantas forestales.

Las definiciones anteriores son poco precisas desde un punto de vista didáctico. Recordamos que en la parte de la asignatura dedicada a la Selvicultura nos referíamos al monte y a las especies forestales indicando que son las que no son objeto de cultivo y aprovechamiento agrícola, independientemente de su origen.

No obstante, la académica definición nos pone de manifiesto que bajo el concepto de repoblación forestal se incluye tanto la acción como el efecto de crear artificialmente una masa forestal.

Recordemos en este punto el concepto de masa forestal: conjunto de vegetales leñosos que ocupan una extensión relativamente grande y que interaccionan entre sus componentes (viven en espesura), que evoluciona en relación con su medio y que es objeto de tratamiento para obtener utilidades de ella.

Todo lo anterior nos conduce a proponer una definición mas precisa de la repoblación forestal: **conjunto de técnicas que son necesario aplicar para crear una masa forestal, formada por especies vegetales leñosas (arbóreas o arbustivas), que sea estable con el medio, en un terreno cuya vegetación actual es ineficaz en mayor o menor grado según el uso asignado al territorio, y que adoptando las características deseadas, cumpla los fines que de ella se demanden.**

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

A la vista de lo anterior y antes de entrar en el comentario detallado de la definición propuesta, resaltamos que, etimológicamente, pueden considerarse sinónimos los términos **repoblación forestal** y **reforestación**, que se refieren a la introducción de la masa forestal en un terreno que la ha poseído anteriormente en tiempos relativamente cercanos. El término **forestación** se refiere etimológicamente a la introducción de una masa forestal en lugares donde no ha existido este tipo de vegetación nunca. Este último caso es extremadamente infrecuente, así como de escasa superficie cuando se presenta, ligado a la aparición de catástrofes naturales o a la ejecución de escombreras u obras públicas por parte del hombre. No obstante, algunos autores aplican el término reforestación a la regeneración artificial de una masa preexistente cuando se produce un cambio de especie principal, y aplican el término forestación a la actividad de repoblar un terreno no arbolado, que en el presente texto quedará expresada indistintamente por repoblación forestal o reforestación.

La reciente Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, establece en su Artículo 6 que a los efectos de esta ley, se definen los siguientes términos:

f) *Repoblación forestal*: introducción de especies forestales en un terreno mediante siembra o plantación. Puede ser forestación o reforestación.

g) *Forestación*: repoblación, mediante siembra o plantación, de un terreno que era agrícola o estaba dedicado a otros usos no forestales.

h) *Reforestación*: reintroducción de especies forestales, mediante siembra o plantación, en terrenos que estuvieron poblados forestalmente hasta épocas recientes, pero que quedaron rasos a causa de talas, incendios, vendavales, plagas, enfermedades u otros motivos.

Queda, por tanto, establecida una definición legal que atiende al uso del terreno a repoblar, pero las técnicas a aplicar son comunes por lo que en adelante no se harán distinciones.

En otros idiomas se mantiene la dualidad en la terminología: en francés se aplican indistintamente los términos **reforestation** y **reboisement**, existiendo también la palabra **boisement**; y en inglés existe para referirse a la primera **afforestation**, y para la segunda **forestation**.

La definición propuesta anteriormente para la repoblación forestal requiere un análisis o comentario que la complementa, lo que se desglosa en los siguientes puntos:

1.- Se menciona en la definición que el terreno donde se realiza la repoblación tiene una **vegetación que resulta ineficaz en mayor o menor grado según el uso asignado al territorio**. Esta mención hay que ampliarla en el sentido de que se refiere a que el terreno a repoblar esta ocupado por una **vegetación que no cubre las necesidades económicas** (producción de materias primas) **de la sociedad o no realiza la función de producción de beneficios indirectos** (protección del suelo, mejora de la atmósfera, fomento de la biodiversidad, función paisajística,...) **que de ella se podría esperar**.

Haciendo mención a lo estudiado en Selvicultura, se trata de un caso en que la masa forestal presente no satisface las necesidades sociales, bien sean de tipo primario (producción de materias primas) o de tipo secundario (servicios, externalidades), de una forma continua y diversa. En relación con la producción indirecta de las masas, la ausencia de función se manifiesta muy frecuentemente en España en relación con la protección y evolución edáfica.

De lo anterior se deduce la necesidad del estudio y diagnóstico de la vegetación existente en el lugar a repoblar. Es necesario conocer su origen y dinámica en relación con los factores ecológicos de la estación, los caracteres culturales de las especies que forman la agrupación y describirla suficientemente en relación con su espesura y altura.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

El diagnóstico tras el estudio que conduce a una correcta *división en rodales* de la zona de trabajo, contribuirá a identificar rodales o espacios homogéneos respecto de las características de la estación y del estado del vuelo, que pueden ser clasificados en los siguientes grupos:

A.- Rodales a mantener sin tratamiento, dejando tiempo suficiente para que evolucionen o maduren, lo que permitirá, según la dinámica natural, que cumplan las funciones productoras y protectoras de forma equilibrada y suficiente.

B.- Rodales que necesitan un tratamiento selvícola de mejora sobre su vuelo actual. Pueden ser rodales en los que las pérdidas de suelo no resultan admisibles, pero donde la vegetación actual se puede calificar como progresiva. Este diagnóstico se basa en dos circunstancias: en primer lugar el tratamiento o uso anticultural que degradó la vegetación forestal ha cesado; en segundo lugar las especies presentes tienen posibilidad de aumentar su espesura mediante regeneración natural en un plazo de tiempo razonable.

En este caso y desde el punto de vista hidrológico-forestal se puede concluir que no es necesaria la repoblación protectora, pero hay que aplicar tratamientos de mejora que ayuden al aumento de espesura para que la *función protectora de la masa frente a erosión* lleve las cifras de degradación específica a límites tolerables. Los tratamientos pueden ser:

a.- *Siegas y escardas* para controlar la vegetación herbácea en aquellos casos en que esté comprometida la posibilidad de germinación (caso de herbáceas vivaces) o en que esté inducido el riesgo de incendios (caso de herbáceas anuales). Estas operaciones serán parciales por su extensión.

b.- *Desbroces por roza*, para controlar el matorral que compite con el regenerado e induce riesgo de incendios. Aparte de por roza, estos desbroces serán selectivos y también parciales.

c.- *Clareos y claras* en bosquetes donde la excesiva densidad del regenerado comprometa el desarrollo de los pies. Un caso particular dentro de este tratamiento será el resalveo dentro de cepas de monte bajo, aisladas y de suficiente porte.

d.- *Podas*, para favorecer el desarrollo longitudinal de pies más o menos aislados, así como su fructificación. Especialmente eficaz es esta práctica sobre pies procedentes de brote y que han sido anteriormente recomidos por el ganado.

e.- *Recepes*, sobre cepas y matas de monte bajo muy degradadas por incendio y pastoreo, para generar nuevos brotes de mejor porte.

f.- *Prevención de incendios*, mediante estructuras lineales perimetrales como los cortafuegos y la áreas cortafuegos.

Las posibles *funciones preferentes productoras*, según la composición y estructura del vuelo arbóreo, también se verá favorecidas con algunas de las prácticas selvícolas enumeradas o mediante reforestación.

C.- Rodales en los que no se dan las circunstancias anteriores y donde es necesario acudir la repoblación forestal protectora o productora. En este caso, la vegetación existente deberá tener un tratamiento, total o parcial, en función de las ventajas que su presencia pueda aportar y de la competencia que suponga para las especies a introducir y será sustituida a largo plazo por la nueva masa.

2.- La vegetación introducida deberá funcionar como una **masa forestal**, por lo que la **espesura** deberá ser un objetivo a lograr en el menor plazo posible y la superficie será lo **suficientemente extensa**. La consecución de la espesura condicionará la mayor parte de las operaciones y especialmente las densidades de plantación y las dosis de siembra. La espesura estará en función del temperamento de las especies introducidas.

3.- La masa forestal resultante de la repoblación forestal deberá ser **estable** a lo largo del tiempo en el medio en que se instala, sin que su pervivencia, crecimiento y reproducción dependan de una acción permanente o intensa por parte del hombre. Se proyectará su composición específica y estructura de manera que la actuación humana posterior a la implantación se reduzca al mínimo de forma que, salvo para aumentar la producción primaria, no se requiera aplicar cuidados periódicos propios de la agricultura como son los laboreos, riegos y fertilizaciones, aunque sí se aplicarán tratamientos selvícolas esporádicos como: control de plagas y enfermedades, defensa contra incendios, claras, podas y desbroces.

Algunos tipos de masa forestal resultado de una repoblación pueden plantearse como excepciones a esta regla general. Por ejemplo la introducción de algunas especies forestales exóticas con fines productivos se hace en ocasiones con garantía de desarrollo de la masa introducida y sabiendo que sus mecanismos de reproducción están limitados en la nueva estación. Otro caso de excepción puede ser la instalación de choperas en terrenos con escasa humedad y que se proyectan y ejecutan con la aplicación de riegos.

Se resalta la importancia de que debe existir una gran **compatibilidad** entre las condiciones estacionales y los factores limitantes de éstas y los caracteres culturales de las especies a introducir, especialmente la estación y el temperamento. Se deduce de esto la importancia que en la repoblación forestal tiene la elección de especies y ecotipos.

4.- El resultado de la repoblación forestal será una masa que, además de extensa y estable por su compatibilidad con el medio, deberá **cumplir los fines** para los que ha sido creada. Sobre los objetivos de la repoblación nos extenderemos más adelante, aunque en este punto hay que resaltar que antes de la ejecución de la repoblación hay que justificar la necesidad de la misma y expresar el fin u objetivo preferente de la misma. Su producción, considerada en sentido amplio, deberá: obtenerse en el **menor tiempo posible**; ser **continua**; ser **múltiple**; ser demandada por la **sociedad** y ordenada según criterios de **preferencia**, todo ello de acuerdo con lo que la Silvicultura recomienda.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

Para terminar este punto del comentario, resaltar que el objetivo preferente de las repoblaciones forestales es el criterio más importante para establecer la sistemática de las mismas. Estos objetivos se pueden agrupar genéricamente en dos grandes grupos: **producción** de materias primas y **protección** del suelo, la atmósfera o de la vida silvestre, lo que da lugar a poder hablar con propiedad de ahora en adelante de **repoblaciones productoras** y de **repoblaciones protectoras**.

La planificación, la técnica, el impacto ambiental y la justificación de las repoblaciones protectoras, son totalmente divergentes de lo correspondiente a las repoblaciones productoras, hasta el punto que la confusión o simplificación existente entre las dos actividades, motivada por la existencia del término genérico de repoblación forestal, y que se ha extendido a las normas administrativas, los medios de comunicación y debates medioambientales, conduce con excesiva frecuencia a tomar la parte por el todo y, en definitiva, a no plantear los problemas con el requerido rigor en detrimento de la trascendente labor pendiente en grandes extensiones para restaurar las cubiertas vegetales a fin de reducir la erosión y mejorar el estado y función de nuestros montes.

I.2.- ANTECEDENTES Y NECESIDAD DE LA REPOBLACIÓN FORESTAL EN ESPAÑA

El territorio español ha sufrido a lo largo de la historia y aún hoy mismo padece: aprovechamientos maderables y de leñas abusivos; roturaciones de terrenos forestales para cultivos agrícolas; pastoreo excesivo por las cargas o épocas; e incendios forestales. Estas cuatro causas de destrucción de los bosques han conducido a que en la actualidad, aproximadamente, el 50% de la superficie forestal, unos 13 millones de hectáreas, esté desarbolado. De esta superficie, entre 7 y 8 millones de hectáreas están sufriendo una erosión hídrica grave o muy grave (Rojo, 1990, ver Anexo 1), por lo que la necesidad de las repoblaciones forestales protectoras es evidente.

Por otra parte, la balanza exterior comercial española de productos de la madera y derivados es deficitaria de manera que, en números redondos, se necesita importar en una cantidad similar a un tercio de lo que se produce (Almansa, 1990, ver Anexo 2). La alta potencialidad productiva de algunas zonas del país, especialmente la Cornisa Cantábrica, permite y aconseja la realización de repoblaciones productoras a las que aplicar una selvicultura intensiva. Las estimaciones de superficie aptas y necesarias para estos fines son variadas, estando las más razonables en torno a las 300.000 o 400.000 ha. En la actualidad la superficie ocupada por repoblaciones productoras es del orden de 800.000 ha (19% de la superficie arbolada), lo que produce el 81% de la madera aprovechada anualmente (Portillo, 1990), siendo esta superficie decreciente en términos relativos, estimándose en 1997 en un 11,5% de la superficie arbolada (DGCONA, 1998).

Para mejor analizar los antecedentes, los resultados y las necesidades de la repoblación forestal en España, se incluyen a continuación una serie de epígrafes, tomados de Serrada (1999). De su lectura se deduce la enorme labor que todavía queda pendiente en España en lo que se refiere a la repoblación forestal, por una parte, y por otra la gran experiencia de que se dispone.

I.2.1.- Reseña cronológica de la repoblación forestal en España.

La primera disposición que trata de ocuparse de la Repoblación Forestal en los últimos 150 años es la *Ley de 9 de junio de 1877 sobre Repoblación, Fomento y Mejora de los Montes Públicos*. Sus objetivos eran protectores, su actuación se centraba en el territorio a cargo de la Administración, y no disponía de presupuesto propio. Los resultados no fueron notables por el escaso respaldo de medios (GÓMEZ MENDOZA, 1992).

Algunos notables desastres hidrológicos que se produjeron a partir de la anterior fecha estimularon la promulgación del *R.D. de 3 de febrero de 1888*, que establece el *Plan sistemático de repoblación de cabeceras de cuencas hidrográficas*, declara de utilidad pública las actuaciones y crea la Comisiones de Repoblación en cada cuenca hidrográfica (iniciales en Júcar, Segura, Lozoya y Cádiz-Huelva), que más tarde, en 1901, se convierten en las Divisiones Hidrológico-Forestales. Corresponden a estos organismos restauraciones tan notables, en sus aspectos cualitativos, como los trabajos de: Sierra Espuña; Cuenca del Lozoya; Cuencas del Llobregat, Segre, Cinca y Matarraña; dunas del Golfo de Rosas, Guardamar, Matalascañas, Tarifa; dunas continentales de la Meseta Norte. Se asocian con ellos nombres como los de Artigas, Codorníu, Madariaga, Olazábal,...

Las tensiones conceptuales, administrativas y presupuestarias que se establecieron en esta época entre los defensores de una política hidráulica a base de grandes obras, que veían en la incorporación de la labor forestal un injustificado retraso en sus ejecuciones, y los forestales que planteaban como base la repoblación de las cuencas, se tradujeron en un retraso de la actividad repobladora, que continuó con actividades repartidas por todo el territorio nacional, pero de escasa cuantía.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

La *Ley de 24 de junio de 1908 de Conservación de Montes y Repoblación Forestal*, también llamada de Montes Protectores, tuvo una escasa aplicación.

No sólo las discusiones presupuestarias interfieren la actividad forestal, también las transformaciones políticas y sociales de la época conducen a la Administración Forestal a una crisis que, en 1924, hace solicitar al Directorio Militar de Primo de Rivera por parte de la Asociación de Ingenieros de Montes: "acometer con urgencia la obra de repoblación forestal que hará conquistar para España la mitad de su solar patrio, hoy abandonado e improductivo" (CASALS, 1996).

Las actividades reforestadoras siguen inmersas en su relación con los problemas hidrológicos, siendo en 1926, cuando se crean las Confederaciones Hidrográficas, el momento en que se da un nuevo impulso con el *Plan Nacional de Repoblaciones de los Montes*, aprobado por R.D. de 26 de julio de 1926 (GÓMEZ MENDOZA, 1992).

Reconoce este Plan Nacional de Repoblación que las Divisiones Hidrológico-Forestales han desarrollado una gran labor, pero estima que su capacidad de actuación no es suficiente para afrontar toda la demanda de reforestación del país, y que ha de ser reforzada con mayor apoyo político y económico.

El Plan pretendía dos objetivos: "restaurar la parte alta de las cuencas que ha de ser obra del Estado y poner en producción los terrenos de la parte baja, obra que requiere por su carácter económico la colaboración de Ayuntamientos, Corporaciones y particulares". Las actividades de las Divisiones Hidrológico-Forestales se estabilizan, pero las iniciativas en relación con el segundo objetivo no se cumplen, salvo la notable iniciativa de la Diputación Provincial de Pontevedra (ARESES, 1926).

La caída de la Dictadura puso en entredicho la función de las Confederaciones Hidrográficas, lo que se resuelve con el *Plan Nacional de Obras Hidráulicas* de 1933, que contiene una parte forestal redactada por Ximénez de Embún quien propone la reforestación de 2.703.450 ha (GÓMEZ MENDOZA, 1992) y resume las bases técnicas de la repoblación forestal en el conocimiento del clima, estado del suelo (especialmente propiedades físicas) y del estado de degradación de la vegetación (CASALS, 1996).

La *Ley de 9 de octubre de 1935* crea un organismo forestal específico para la repoblación, denominado *Patrimonio Forestal del Estado*, que como consecuencia de la guerra civil no tuvo oportunidad de actuar.

Por *Orden del Mº de Agricultura de 1938* se encomienda a los Ingenieros de Montes D. Joaquín Ximenez de Embún Oseñalde y D. Luis Ceballos Fernández de Córdoba la redacción de un *Plan General de Repoblación Forestal de España* (PGRFE), que concluyen en el breve plazo que se les ordena, un año, y que redactan con gran limitación de medios documentales dadas las circunstancias de la época. Por estos motivos excluyen de su estudio los territorios insulares. Este trabajo, que ha visto la luz pública gracias a la edición realizada por la Dirección General de la Conservación de la Naturaleza del Mº de Medio Ambiente en 1996, con motivo de la celebración del centenario del Profesor Ceballos, merece comentarios más amplios.

El PGRFE es un documento que sintetiza: conocimientos de ciencia y técnica forestal; descripción detallada del territorio peninsular en sus aspectos de fisiografía, clima, suelos y vegetación actual y potencial; necesidades forestales y problemas hidrológicos; aspectos económicos y, sobre todo, sociales de la gestión de los montes; planificación territorial; técnica administrativa y presupuestaria; y un enorme sentido común, deducido de la experiencia y capacidad de sus autores. La primera parte del texto contiene información previa sobre la fisiografía, clima, suelo, y vegetación potencial y actual de la España Peninsular, que a estos efectos, y a los de la planificación de repoblaciones posterior, queda dividida en las siguientes regiones: galaica; astur-leonesa; cántabro-vasca; pirenaica; castellana; carpetana; manchega; oretana; mariánica; ibérica; catalana; levantina; aragonesa; bética; penibética; y lusitana. Se hacen comentarios sobre el tipo de propiedad de los montes y se evalúa la superficie que es necesario destinar a monte alto, en función del anterior estudio de suelos y vegetación y de: "montes que hay que crear por necesidades de producción de madera"; y "montes que hay que crear por consideraciones de carácter hidrológico".

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

La segunda parte se ocupa de enumerar y comentar las *dificultades* que se encuentra la repoblación forestal en España: por factores *ecológicos* (climas extremados y suelos degradados); por aspectos *técnicos* (abastecimiento de semillas y plantas); de carácter *administrativo* (organización de los servicios y de personal suficiente); problemas relacionados con la titularidad de los montes y de subvenciones a particulares; plazos de ejecución; de carácter *económico* (aspectos presupuestarios); influencia del plan de repoblación en la economía general y en la planificación territorial; y, finalmente, aunque tratado en el texto que se comenta al principio y con gran detalle, aspectos *sociales*, relacionados especialmente con las restricciones que la repoblación forestal impone al pastoreo y el problema de los incendios.

La tercera parte se dedica a formular el Plan de Repoblación, con base en las necesidades, en el estado de los montes y en las dificultades, aspectos estudiados en partes anteriores. Comienza con una reflexión sobre la forma-objetivos, zonas y especies- de abordar la repoblación en cada una de las regiones naturales que se definieron para describir el estado de los montes. Continúa con la enumeración de 12 directrices básicas, con las propuestas para la organización de la propiedad forestal y de los servicios técnicos y concluye con la propuesta de que se proceda a la repoblación de *6 millones de hectáreas en 100 años*, objetivo que considera: necesario; posible, en relación con su influencia en la ganadería y con la capacidad técnica y presupuestaria; programado, dando pautas para su ejecución en seis etapas. Los siguientes cuadros resumen el PGRFE en cuanto a su distribución regional y objetivos, el primero, y en cuanto a su efecto sobre el conjunto de la superficie forestal, el segundo:

LA SUPERFICIE TOTAL POR REGIONES CUYA REPOBLACIÓN CONSIDERA NECESARIA EL PLAN, SE DISTRIBUYE POR REGIONES Y SEGÚN SU CARÁCTER, HIDROLÓGICO-FORESTAL, O DE CARÁCTER ECONÓMICO, EN LA SIGUIENTE FORMA			
Regiones	Superficie en Km2		Total
	De protección	Económicas	
Galaica	...	6.000	6.000
Astur-Leonesa	4.450	1.200	5.650
Vasco-Cántabra	1.700	3.500	5.200
Pirenaica	3.200	1.300	4.500
Catalana	2.300	600	2.900
Ibérica	3.300	1.200	4.500
Aragonesa	4.200	400	4.600
Castellana	1.650	1.500	3.150
Oretana	750	1.000	1.750
Mariánica	1.000	700	1.700
Lusitana	200	200	400
Manchega	1.750	2.000	3.750
Levantina	3.500	600	4.100
Carpetana	2.700	600	3.300
Bética	3.000	500	3.500
Penibética	4.800	200	5.000
TOTAL	38.500	21.500	60.000

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

RESUMEN DEL ESTADO FORESTAL DE LAS REGIONES ANTES Y DESPUÉS DE LA REPOBLACIÓN						
Regiones	Superficie total (km2)	Superficie cubierta de monte alto (km2)	Superficie que se ha de repoblar (km2)	Sup. total de monte alto tras la repoblación (km2)	% de monte alto respecto al total	
					Antes de la repoblación	Después de la repoblación
Galaica	30.425	4.500	6.000	10.500	15	35
Astur-Leonesa	22.502	1.900	5.650	7.550	8	34
Vasco-Cántabra	19.480	2.500	5.200	7.700	13	40
Pirenaica	21.317	5.200	4.500	9.700	24	46
Catalana	15.538	1.300	2.900	4.200	8	27
Ibérica	32.588	6.500	4.500	11.000	20	34
Aragonesa	28.893	1.100	4.600	5.700	4	20
Castellana	47.781	3.500	3.150	6.650	7	14
Oretana	56.958	8.000	1.750	9.750	14	17
Mariánica	29.199	4.000	1.700	5.700	14	20
Lusitana	9.740	1.000	400	1.400	10	14
Manchega	43.127	4.000	3.750	7.750	9	18
Levantina	37.548	1.700	4.100	5.800	5	15
Carpetana	15.538	1.200	3.300	4.500	8	29
Bética	23.148	2.700	3.500	6.200	12	27
Penibética	52.049	4.000	5.000	9.000	8	17
TOTAL	485.831	53.100	60.000	113.100	11	23

Los objetivos de la planificación forestal que se ha comentado, según palabras textuales de sus autores, son: "1.- Elevar la productividad de los montes que nos quedan; 2.- Repoblar todos los rasos de los montes hoy catalogados como de utilidad pública; 3.- Crear todos los montes que además de los existentes son indispensables para conseguir un buen régimen hidráulico; 4.- Crear los que todavía puedan ser precisos para satisfacer las necesidades nacionales de consumo de productos forestales, y 5.- Crear todavía aquellos otros, que con sus productos, viniesen a sustituir con ventaja, el servicio que hoy prestan a la agricultura y a la ganadería".

Tras la guerra civil se refunda el *Patrimonio Forestal del Estado*, mediante Ley de 10 de marzo de 1941, como instrumento para desarrollar el comentado PGRFE.

El aval político inicial a las actividades repobladoras en este momento estuvo fundado en la necesidad social de crear un vasto plan de empleo rural para paliar la situación de la población campesina en una difícil situación tras la guerra civil. Esta vinculación a un objetivo político-social fue decisiva en su aprobación y primer impulso, independientemente de la conveniencia para el desarrollo de una política forestal.

En cuanto a su dotación económica mantuvo varios años un importe del orden del 1% del presupuesto nacional. Ningún proyecto concreto era rechazado por criterios de rentabilidad directa de la inversión. Se perfeccionaron los instrumentos jurídicos para acceder a los terrenos privados necesarios para desarrollar el Plan, que sin embargo eran poco generosos en sus aspectos económicos (ORTUÑO, 1990), sobre todo en los casos de terrenos degradados o de baja productividad.

La ejecución del Plan, con variaciones derivadas de las circunstancias políticas, económicas, sociales y técnicas en tan largo plazo, se extiende entre 1940 y 1986, fecha esta última que coincide con la transferencia a las Comunidades Autónomas de las competencias en materia forestal.

La valoración de esta ejecución, dado el largo plazo y el amplio territorio, resulta necesariamente compleja. Trataremos de comentar el resultado a través del grado de cumplimiento de las actuaciones programadas tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, con referencias a sus aspectos económicos y sociales en relación con el desarrollo rural. Para ello se distinguirán tres etapas consecutivas (ORTUÑO, 1990).

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

Una primera etapa se sitúa entre 1940 y 1960 en la que los objetivos de reducción del paro fueron prioritarios. Consecuentemente las técnicas repobladoras fueron preferentemente manuales. En esta etapa se manifiesta la dificultad de encontrar los terrenos necesarios por la intensa ocupación del espacio rural por la agricultura y la ganadería. Se repueblan del orden de 1.300.000 hectáreas en estos 20 años, de las cuales el 50% corresponden al último quinquenio en el que se produce un cambio sustancial de la estructura social. Desde el punto de vista económico la actividad en esta etapa se caracteriza por unos bajos costes de ejecución por la reducida retribución a la mano de obra, el hecho de que la repoblación forestal es un mecanismo de transferencia de rentas al sector rural por la vía del presupuesto y por una escasa contribución al desarrollo económico e industrial.

La segunda etapa se sitúa entre 1960 y 1971 en la que se atiende preferentemente a las repoblaciones de protección hidrológica. La estructura social cambia sustancialmente al producirse una intensa emigración rural, lo que origina tres efectos: desciende la importancia de la repoblación como elemento de empleo rural; la falta de mano de obra junto al desarrollo tecnológico incrementa la mecanización en las técnicas repobladoras; y aumentan los terrenos disponibles para la reforestación, al descender la presencia de la ganadería como consecuencia de la emigración. Se inicia en esta etapa, debido al desarrollo industrial, un agravamiento del déficit de madera, lo que incrementa las repoblaciones de especies de crecimiento rápido con participación de las empresas consumidoras y de los propietarios del suelo, especialmente en la Cornisa Cantábrica. En esta etapa se repueblan del orden de 1.200.000 hectáreas.

La tercera y última etapa corresponden al plazo entre 1971 y 1986. En 1971 se suprime el Patrimonio Forestal del Estado, cuyas funciones pasan al *Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza* (ICONA), y el programa de repoblaciones productivas de alto rendimiento, estimuladas por subvenciones y ejecutadas por particulares, pasa a la *Dirección General de la Producción Agraria del Ministerio de Agricultura*. Se establecen por tanto dos líneas en la planificación de la reforestación: la productora, confiada a la iniciativa privada y estimulada por subvenciones parciales (*Ley 5/1977, de 4 de enero de Fomento de la Producción Forestal*); y la protectora, continuidad de las actividades e instrumentos del Patrimonio Forestal del Estado. Dentro de esta etapa se plantean esporádicamente en el tiempo y en el espacio problemas de empleo rural que condicionan el reparto territorial del presupuesto.

Dentro de los aspectos sociales en esta etapa se incrementa el empleo en tareas de mejora y defensa de las masas repobladas en etapas anteriores. En los aspectos económicos, en esta etapa entran en producción algunas de las repoblaciones realizadas en etapas anteriores, especialmente las de crecimiento rápido, lo que supone una contribución al desarrollo económico de las zonas industrializadas, aunque al permanecer sin sensible variación la valoración en pesetas constantes de la madera (ALMANSA, 1990), no ayuda al desarrollo rural. La superficie repoblada en este período es del orden de 1.000.000 hectáreas. En esta etapa se produce un gran cúmulo de críticas a las actuaciones realizadas en esta y en etapas anteriores, especialmente en los medios de comunicación, provenientes la mayor parte de ambientes y opiniones del ecologismo, pero también desde foros académicos.

Como comentario general al Plan de 1939 hay que resaltar que el instrumento jurídico del consorcio para la repoblación, por el cual el propietario aporta el terreno y la administración la inversión y el control de la finca, de forma que se resarce de dicha inversión con cargo a un porcentaje de las rentas por aprovechamiento del vuelo creado, sólo tuvo realidad económica con especies de crecimiento rápido: *Eucalyptus globulus*; *Pinus radiata*; *Populus euramericana*; y *Pinus pinaster* subsp. *atlantica*, hasta el punto que muchas de estas masas se han implantado sin ayuda oficial. En el resto de las especies, con objetivo preferentemente protector, las bajas tasas internas de rentabilidad y los costes de mantenimiento hacen que las posibilidades de autofinanciación de la operación sean poco frecuentes.

Como final al comentario sobre el Plan de 1939 se hace notar: que la ejecución del orden tres millones de hectáreas en 46 años cubrió los objetivos iniciales; que el 84% de la superficie se repobló con especies autóctonas; y que las repoblaciones productoras corresponden al 27%.

El inicio de la gestión forestal por parte de las Comunidades Autónomas, a partir de 1986, se caracteriza por una reducción notable de la actividad repobladora. Poco a poco las respectivas administraciones han ido tomando conciencia de la importancia del territorio y sector forestales y han adaptado su estructura administrativa y legislación a esta necesidad. En el campo de la planificación se han elaborado planes forestales, que engloban a los de reforestación, en las siguientes regiones, con diferente forma de expresión y grado de vinculación: Andalucía, Galicia, Cataluña, Madrid, País Vasco, Castilla-La Mancha, Navarra, Asturias, Canarias, Valencia y Aragón.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

Sin embargo, la mayor trascendencia y actualidad en el presente corresponde, en el campo de la actividad reforestadora, al *Real Decreto 378/93 de 12 marzo* (modificado parcialmente por el RD 152/96), que pasamos a analizar.

El antecedente inmediato del RD 378/93 hay que buscarlo en el Reglamento (CE) nº 2080/92 del Consejo, de 30 de junio, por el que se establece un régimen comunitario de ayudas a las medidas forestales en la agricultura. Esta disposición es una herramienta de la política agraria comunitaria (PAC), financiada con fondos FEOGA (subvenciones), destinada a reducir los excedentes de producción agrícola. Para ello establece, en relación con la reforestación de tierras agrarias, ayudas que se clasifican en tres bloques: subvención del total de la reforestación; primas de mantenimiento durante los cinco primeros años; y primas compensatorias de la pérdida de rentas agrarias durante veinte años. Contempla la redacción de Programas nacionales o regionales de Reforestación, como paso previo a la habilitación de la financiación.

El desarrollo legislativo de esta norma comunitaria se aborda en España a través del RD 378/93 mencionado, cuyo objetivo es establecer un régimen de ayudas para fomentar inversiones forestales en explotaciones agrarias y acciones de desarrollo y aprovechamiento de los bosques en zonas rurales, y que establece que la redacción de los Programas Regionales corresponde a las Comunidades Autónomas.

El análisis, prescindiendo de los aspectos técnicos, de esta importante disposición se desarrolla en los siguientes puntos:

1º.- Se ha presentado ante la opinión pública como un plan de reforestación cuando en realidad la reforestación se utiliza como una herramienta para servir a otro fin: la reducción de las producciones agrícolas. Esto plantea en España un claro desajuste con la realidad territorial en la que los objetivos de la reforestación de tipo productor, centrada en la Cornisa Cantábrica, podría ser satisfecha con una superficie del orden de 300.000 hectáreas, y con los de tipo protector en terrenos de fuerte pendiente que requeriría actuar en unos 8 millones de hectáreas en zonas con clima mediterráneo. Por este nuevo procedimiento los terrenos a reforestar los decide el agricultor o propietario, primándose en mayor medida los actualmente cultivados.

2º.- En relación con los importes de las ayudas, se reducen los topes máximos fijados por las normas comunitarias, aunque parecen suficientes.

3º.- Es preciso tener en cuenta que el régimen jurídico de los terrenos reforestados por la aplicación de esta norma pasará a ser inmediatamente el de montes (LAZARO, 1993), por lo que su transformación posterior a terrenos agrícolas será prácticamente imposible. Esta circunstancia debe ser claramente explicada a los solicitantes para evitar tensiones sociales cuando cesen las primas compensatorias.

4º.- La aplicación de la norma que se comenta trata de favorecer, en los aspectos sociales, el empleo en las zonas rurales y el asociacionismo, este último a través de incrementos sustanciales en las ayudas.

5º.- El plan de actuación es quinquenal (1993-1997), aunque se inició con un año de retraso y parece ser que se ha reconsiderado para aplicarlo en 8 años, y prevé la reforestación del orden de 800.000 de hectáreas con un coste de más de 600.000 millones de pesetas, (BARBERO y GÓMEZ JOVER, 1993).

6º.- Todas las Comunidades Autónomas han redactado sus Planes Regionales correspondientes y promulgado las normas de aplicación. La respuesta de los propietarios ha sido suficiente para cubrir las previsiones de la planificación general, aunque parece que las ejecuciones de los trabajos se han retrasado.

7º.- Las regiones que mayor superficie incluyen en este plan son: Andalucía (250.000 ha); Castilla-La Mancha (126.113 ha); y Castilla y León (110.000 ha).

Se concluye el comentario del RD 378/93 para el conjunto de España indicando que la contribución de las masas creadas al conjunto de la economía, rural e industrial, será de muy escasa entidad. Por una parte la fragmentación de las superficies y por otra el lento crecimiento de las especies subvencionadas y la baja productividad de las estaciones, no hacen esperar que las rentas de los montes creados puedan ser de importancia.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

La realidad presente de la repoblación forestal en España, en relación con lo que analizaron los autores del PGRFE en 1938, se caracteriza por: la disminución de la ganadería, lo que favorece el acceso a los terrenos a repoblar y la posibilidad de que otros muchos espacios presenten una regeneración natural suficiente; y que el objetivo que se enunció en quinto lugar sea una realidad, con la transferencia de terrenos desde la agricultura a lo forestal.

I.2.2.- Resultados y discusión.

El largo proceso de las actividades de repoblación forestal en los últimos 150 años en España se ha ido desarrollando en un marco tecnológico, social y económico cambiante, cuestión que es necesario tener presente a la hora de enjuiciar tanto sus aspectos cualitativos como cuantitativos.

Presentamos en primer lugar un resumen de los resultados de superficies logradas en tan largo período, para comentar a continuación las críticas que esta amplia labor ha recibido, y todavía recibe.

La superficie repoblada desde el origen hasta 1940 se estima entre 40.000 ha (NAVARRO GARNICA, 1975) y 72.000 ha (NAVARRO CERRILLO y PEMÁN, 1997). En términos relativos a la superficie alcanzada en etapas siguientes y teniendo en cuenta el largo plazo considerado (1877 a 1940), estas cifras resultan muy pequeñas. Sin embargo, la importancia de estas repoblaciones en la actualidad es enorme, al constituir verdaderos laboratorios científicos para la investigación selvícola a efectos de comprobar la estabilidad, regeneración e influencias sobre el biotopo y las biocenosis de las masas artificiales. Muchas de ellas han sido declaradas en la actualidad como espacios naturales protegidos por sus valores paisajísticos y de biodiversidad.

La superficie repoblada entre 1940 y 1995 se resume en la siguiente tabla, tomada de MONTERO (1997).

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

Evolución de la superficie repoblada anualmente por la administración y por la iniciativa privada (en miles de hectáreas). Según MONTERO (1997) con fuente en Anuarios de Estadística Agraria.

AÑO	REPOBLACIONES POR LA ADMINISTRACIÓN	REPOBLACIONES POR INICIATIVA PRIVADA	TOTAL	AÑO	REPOBLACIONES POR LA ADMINISTRACIÓN	REPOBLACIONES POR INICIATIVA PRIVADA	TOTAL
1940	0,8	-	0,8	1968	84,6	0,9	85,5
1941	10,5	-	10,5	1969	102,1	4,0	106,1
1942	20	-	20	1970	107,4	4,0	111,4
1943	30,8	-	30,8	1971	95,3	11,2	106,5
1944	37,4	-	37,4	1972	96,6	17,3	113,9
1945	48,8	-	48,8	1973	79,8	15,4	95,2
1946	52,5	-	52,5	1974	105,4	14,8	120,2
1947	38,1	-	38,1	1975	59,4	21,9	81,3
1948	44,2	-	44,2	1976	83,0	29,8	112,8
1949	44	-	44	1977	72,1	40,0	112,1
1950	38,3	-	38,3	1978	43,2	21,4	64,6
1951	45,8	-	45,8	1979	80,3	22,6	102,9
1952	72,8	-	72,8	1980	63,7	12,5	76,2
1953	111,9	-	111,9	1981	49,2	17,7	66,9
1954	108,8	-	108,8	1982	88,7	12,9	101,6
1955	127,4	-	127,4	1983	66,4	11,7	78,1
1956	129,8	-	129,8	1984	52,6	7,8	60,4
1957	136	-	136	1985	50,9	4,5	55,4
1958	87,6	-	87,6	1986	39,5	11,8	51,3
1959	120,6	-	120,6	1987	31,5	10,9	42,4
1960	88	-	88	1988	S.d.	10,2	-
1961	105,3	-	105,3	1989	S.d.	11,3	-
1962	94,1	-	94,1	1990	S.d.	16,1	-
1963	105,5	-	105,5	1991	S.d.	12,1	-
1964	103,9	-	103,9	1992	46,7	15,4	62,1
1965	100,7	-	100,7	1993	59,6	20,9	80,5
1966	95,9	-	95,9	1994	39,9	24,8 (1)	64,7
1967	93,5	-	93,5	1995	42,5	80,7 (1)	123,2
						TOTAL	4.168,2 + S.d.

(1): Repoblación efectuada en arreglo a la aplicación del Reglamento 2080/92.

S.d.: Sin datos.

Como complemento de la información cuantitativa recogida en el cuadro, tomamos la información que suministra PINILLA (1997), quien afirma que la superficie repoblada con cargo al RD 378/93 hasta junio de 1997 es de 185.568 hectáreas.

Resumiendo todos los datos aportados, se concluye que *la superficie repoblada en España durante los últimos 150 años es de 4.372.968 hectáreas*. Esta superficie resulta ser un máximo en relación con lo realizado en el resto de los países del mundo, sobre todo si se evalúa en términos relativos a la superficie total del país a considerar.

Presentada la información en sus aspectos cuantitativos, procede realizar un breve resumen y comentario de los aspectos cualitativos, con especial referencia a las críticas que sobre la labor repobladora se iniciaron alrededor de 1980 y que, en términos muy parecidos, permanecen en la actualidad.

Resulta difícil de entender, al analizar esta polémica, cómo sectores cuyos objetivos son la defensa y mejora de la naturaleza, han acabado atacando a una de las herramientas más eficaces que el hombre tiene a su alcance para reparar las acciones que las generaciones anteriores realizaron para atender a su subsistencia, pero que se tradujeron en una intensa degradación de la vegetación y del suelo. Frecuentemente el desacuerdo está en el modo de aplicar la técnica repobladora.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

En términos muy generales, los orígenes y causas de la polémica y crítica a la labor de repoblación realizada hay que buscarlos entre los siguientes puntos:

- desde el punto de vista de los críticos, toda superficie forestal, actual o futura, debe estar dedicada únicamente a mantener el paisaje y la biodiversidad, en contra de lo que la economía y la sociedad rural demandan y de lo que la silvicultura trata de resolver con la aplicación de la multifuncionalidad de los montes, dando el peso justo y necesario a las funciones productoras.
- se ha tendido a confundir la política forestal (determinación de prioridades asignadas a cada porción del territorio, *planificación*) con la técnica forestal (métodos y prácticas de *ejecución* de trabajos orientados a mantener o introducir un determinado tipo de masa que sirva al fin principal marcado por la planificación).
- se ha tomado con excesiva frecuencia la parte por el todo; se ha convertido la anécdota en categoría; se ha imputado generalidad, respecto a la técnica repobladora, a lo que no era más que un error, puntual y real, de ejecución o planificación; se ha introducido una importante confusión entre *praxis* (ejecución de trabajos concretos) y *logos* (estado de conocimientos sobre técnica repobladora).
- se ha abusado de los juicios de intenciones y del maniqueísmo, de la simplificación en el análisis de asuntos cuyo estudio debe comprender un gran número de variables de muy diferente naturaleza (ecológica, social, económica...); se ha ignorado la experiencia acumulada pretendiendo partir siempre desde el origen.

Renunciamos en este breve resumen sobre la polémica acerca de las repoblaciones forestales en España a citar a los autores que han opinado en uno u otro sentido, y a justificar o documentar los argumentos de respuesta, por lo que limitamos la exposición a presentar una especie de catálogo de críticas (en cursiva), junto con un comentario sobre su verosimilitud:

- *Las repoblaciones se han realizado masivamente con especies exóticas. La presencia de especies exóticas atenta contra los procesos ecológicos básicos.*

Los fundamentos de las opiniones en este sentido hay que buscarlos en la falsedad muy extendida (incluso en foros académicos) de que todos los pinos son especies exóticas, cuando de las especies introducidas únicamente *Pinus radiata*, *Eucalyptus sp.* y *Populus x euramericana* tienen esta condición. Por otra parte, los efectos de una masa forestal sobre el medio son fundamentalmente consecuencia de su tratamiento (que le dota de una estructura determinada) y no tanto de la procedencia geográfica de la especie principal.

- *Las repoblaciones forestales han sustituido extensos bosques de especies climáticas.*

El análisis de la realidad es que, salvo excepciones que pueden ser imputadas a errores materiales que en toda obra humana, y más si es de la magnitud de la que nos ocupa, pueden producirse, las repoblaciones se han efectuado sobre terrenos poblados por matorral degradado. Las causas de este error de interpretación pueden estar en confundir vegetación potencial con vegetación actual.

- *Las repoblaciones han incrementado los incendios. Las especies empleadas son inflamables.*

Estas afirmaciones carecen de fundamento por cuanto el riesgo estructural de incendios en una comarca y época concretas responde a sus características climáticas y fisiográficas, siendo, entre los factores relativos a la vegetación, los más importantes los relacionados con el tamaño de los individuos y la disposición de los mismos en el espacio. Las superficies incendiadas sobre repoblados, estudiadas en tiempo suficientemente largo, tienen valores relativos similares a los de su propia presencia.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

- *La estabilidad mecánica y biológica de los repoblados es muy escasa. Las altas espesuras reducen la biodiversidad.*

La densidad de plantación se decide atendiendo, además de a otros factores, a la función que la nueva masa debe cumplir. Para las repoblaciones protectoras frente a la erosión hídrica, es conveniente instalar una relativamente alta densidad de plantación. La estabilidad de la masa y la posibilidad de que se instalen en ella nuevas especies depende del tratamiento (claras) que se les aplique en el futuro. La masa forestal es un ente dinámico que cambia su aspecto y función con el tiempo y no algo que queda estabilizado desde su origen. Confundir la falta de tratamiento posterior con un error en la decisión o modo de la repoblación no es correcto. En cuanto a incidencia de plagas y enfermedades, no se han comprobado afecciones diferenciales entre masas naturales y artificiales. La incorporación natural, a prácticamente todos los repoblados de suficiente edad, de especies de sombra y asociadas a estados climáticos es una constante fácilmente comprobable.

- *La composición específica de las repoblaciones y los procedimientos mecanizados de preparación del suelo perjudican a este último.*

El empleo de especies frugales, xerófilas y heliófilas para instalar masas arbóreas sobre suelos degradados se ha acreditado como posible y conveniente a lo largo de tantas experiencias en el tiempo y en el espacio. Pretender instalar especies higrófilas y exigentes sobre suelos sin capacidad de retención de agua y sin fertilidad, aunque sean correspondientes al clima de la estación, es asegurar el fracaso en la supervivencia inicial.

En cualquier caso, la decisión sobre la especie a introducir en una primera fase es reversible, porque tratamientos posteriores pueden inducir, una vez mejorado el suelo y creado un nuevo microclima, el cambio de especie principal.

Los pretendidos perjuicios sobre las propiedades químicas de los suelos, inducidos por las especies con las que habitualmente se repuebla, no han sido confirmados por estudios fundados. Esta opinión puede venir de comparar, en iguales condiciones climáticas y de litofacies, estados de suelos bajo masas arbóreas naturales, con muchos años de asentamiento, con masas arbóreas artificiales de reciente introducción. La correcta comparación en este caso debería realizarse con el estado del suelo antes de la repoblación, fácilmente deducible del que tengan matorrales actuales similares a los repoblados.

Los perjuicios imputables a los procedimientos de preparación del suelo, enormemente variados en nuestra técnica repobladora, son ciertos en la medida en que no hayan sido correctamente proyectados o ejecutados, pero la ortodoxia de la técnica se basa en que la preparación del suelo mejore sus propiedades, nunca en que resulten perjudicadas.

- *Todas las actuaciones de repoblación lo han sido con afanes productivistas y para favorecer a la industria de transformación de la madera.*

Esta crítica es consecuencia de algunas de las confusiones comentadas anteriormente. Naturalmente, una proporción de las repoblaciones realizadas, que puede cifrarse en un 20% a 27%, se dedica preferentemente a producir madera, que en otro caso se debería importar de terceros países, y lo ha conseguido aportando el 80% de nuestra producción de madera actual. De ahí a imputar intereses exclusivos industriales a las repoblaciones protectoras, 80% de las realizadas, hay un abismo, lo que no quita para que en aplicación del principio del uso múltiple, también las masas protectoras contribuyan, en la medida de sus posibilidades y para contribuir económicamente a su mantenimiento, a nuestro mercado y desarrollo industrial.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

- *La ejecución de las repoblaciones ha desplazado y anulado las actividades ganaderas.*

Es evidente que la ejecución de cualquier tipo de repoblación debe implicar un acotamiento inicial al pastoreo, así como que la masa una vez desarrollada, por causa de la espesura, reduce el crecimiento de la hierba. Sin embargo, el ritmo global y el valor absoluto de las superficies repobladas no pueden explicar la reducción de la carga pastante que se ha producido. La superficie total repoblada, en general la de peor condición pastoral, representa un 13% de la superficie pastable en origen. Al cabo de este proceso la ganadería extensiva se ha reducido en más de un 50%. Las causas de reducción son económicas, régimen de precios de los productos pecuarios, y sociológicas, emigración rural al sector industrial y de servicios. Conflictos y tensiones de tipo local de la actividad repobladora con los ganaderos siempre los ha habido y deseablemente, en la medida en que la actividad pastoral es importante dentro de la política forestal, siempre los habrá.

- *Los arbustos presentes en muchas zonas repobladas o a repoblar con objetivo protector, son suficientes para contener la erosión hídrica y mejorar el suelo.*

La enorme diversidad de combinaciones entre factores fisiográficos, factores edáficos y espesura y composición específica de los matorrales, junto con las diferentes intensidades del fenómeno torrencial, que se presentan en nuestro país no permiten simplificar la discusión. Sin embargo, téngase en cuenta que la capacidad de defensa hidrológica, especialmente frente a abarrancamientos, y de mejora del suelo de las formaciones arbóreas, a causa de la mayor expansión de sus sistemas radicales, resultan siempre superiores respecto de las formaciones de matorral.

- *Las alteraciones negativas sobre el paisaje inducidas por las repoblaciones forestales son inadmisibles.*

Ciertamente, en las primeras edades de la masa artificial y en casos de aplicación de desbroces o preparaciones del suelo lineales en curva de nivel, el aspecto de regularidad inducido en el paisaje puede ser inconveniente. Sin embargo, aplicar estos procedimientos en zonas que no resulten singulares desde el punto de vista paisajístico y que lo requieran por motivos hidrológicos, no genera un impacto negativo indefinido, pues el crecimiento de la masa y su sotobosque al enmascarar las estructuras lineales, lo hacen reversible.

- *Antes de abordar programas de reforestación se requiere más investigación.*

El conocimiento sobre repoblaciones puede dividirse en tres grandes grupos: cuestiones sobre planificación territorial y definición de objetivos; aspectos sobre técnicas repobladoras (semillas, viveros, desbroces, preparación del suelo, plantación, cuidados culturales); efectos de diferente naturaleza de las masas artificiales. Dado el lento desarrollo de la mayoría de nuestras especies arbóreas los resultados de la experimentación, excepto en la evaluación de marras, requiere mucho tiempo.

Las repoblaciones efectuadas en España, muchas de ellas más que centenarias y con edades muy variadas, en todo tipo de suelos, climas y pendientes, con gran variedad de especies y procedimientos, podrían ser el mejor campo de investigación si, por una parte, se les prestara la atención que merecen y, por otra parte, los gestores de los montes y los organismos que los acogen mejoraran sus mecanismos de conservación y de divulgación de la información.

Terminamos este epígrafe citando a ORTUÑO (1990): "*Asumida y valorada la experiencia de lo ya hecho, no puede olvidarse lo que falta por hacer. La reconstrucción de nuestra infraestructura natural es un deber que obliga a todos los españoles por su propia dignidad. No se puede vivir en un solar arruinado y empobrecido por siglos de depredaciones y abandono, viendo cómo se pierde el poco suelo que aún nos queda y se avanza inexorablemente hacia el desierto*".

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

I.2.3.- Cronología, especies y espacios de las repoblaciones forestales productoras.

La preocupación en el conjunto de la sociedad española por la carencia de madera, bien en cantidad, bien calidad en relación con aplicaciones tecnológicas concretas, suficientes en relación con las necesidades de la industria y con las nuevas tecnologías de transformación, se empieza a manifestar a partir de 1900 y especialmente desde foros ajenos a los de los Ingenieros de Montes (GÓMEZ MENDOZA, 1992), ocupados éstos en esa fecha en consolidar la defensa de los montes de utilidad pública y en la corrección hidrológico-forestal.

Hasta 1919, fecha de un Congreso Nacional de Ingeniería, se van asentando los estudios sobre ensayos con especies exóticas, introducidas en España por iniciativas privadas, se van analizando las dificultades de la financiación y, consecuentemente, se plantea el debate sobre quién tiene que tener la iniciativa en este campo.

A la vez, se van consolidando los estudios sobre estadística forestal y comercio exterior, a la vez que el funcionamiento de las modernas industrias forestales. Como casi siempre, la legislación va detrás de los hechos o no se aplica: al referirse a la Ley de 24 de junio de 1908 que, entre otros objetivos, pretende estimular con subvenciones y desgravaciones a los particulares para que repueblen sus montes, dice CARRERA (1920) que tras doce años desde su publicación, la citada ley no ha pasado de la Gaceta.

Desde el punto de vista institucional, en relación con el impulso a las repoblaciones productoras, se acredita la pasividad del Estado, ocupado en la restauración hidrológico-forestal, y la eficacia, en regiones con estación favorable, de las Diputaciones Provinciales: la Diputación de Pontevedra que hace suya la Memoria redactada por ARESES en 1925; Diputaciones Forales de Navarra y Vizcaya.

El impulso institucional, aparte de las aportaciones económicas según modalidad de concierto y del mantenimiento de viveros y suministro de planta, se basa en ayudar a la organización pastoral.

El Plan para la repoblación forestal de Pontevedra (ARESES, 1926) pone el acento en la utilización de *Pinus pinaster* subsp. *atlantica* por los siguientes motivos: se prevé una fuerte demanda de madera para pasta de papel, en esas fechas únicamente de coníferas, al observar el desarrollo de la industria papelera en el País Vasco favorecida por las importaciones de madera de pino silvestre desde los países nórdicos con facilidad de desembarco y escaso transporte; se retrae el impulso al castaño y roble, aun reconociéndoles importantes virtudes, por el riesgo que suponen la tinta y el oidio, respectivamente.

La demanda de madera para sierra y papel en el País Vasco, junto con el impulso de las Diputaciones Forales, aumenta en esos años la presencia de *Pinus radiata*, especie introducida por Adán de Yarza en Lequeitio en 1860 con motivo ornamental (ECHEVARRÍA y DE PEDRO, 1931).

Propuestas más generales también son formuladas:

VILLANUEVA (1924) propone repoblar dos millones de hectáreas en 50 años para poder garantizar el suministro a la industria y a la sociedad con demanda creciente en los sectores: apeas para una minería del carbón creciente; duplicación del consumo de papel en los siguientes 16 años; traviesas para proveer al aumento de la red de ferrocarriles; construcción; y mantenimiento del consumo de leñas. También tiene en cuenta que el déficit en el comercio exterior en productos maderables es creciente: 44, 7 mill. pts. en 1920; 77,8 mill. pts. en 1921; 108,9 mill. pts. en 1922. Estima el consumo español para 1965 en 14 millones de m³ de madera. También propone que sea el Estado el impulsor de tan necesario plan.

LLEÓ (1929) ratifica la dependencia externa española en el sector de la madera comprobando que la producción es de unos 850.000 m³/año, mientras que las importaciones son del orden de un millón de m³/año. Informa de que las plantaciones de choperas por parte de particulares han aumentado considerablemente a causa del incremento del precio de la madera y propone que, por parte del Estado, se realice el deslinde y repoblación de riberas como uno de los medios para impulsar la producción maderable. En relación con *Eucalyptus sp.* da noticia sobre crecimientos medios de 24 m³/ha/año en masas de Huelva y apunta a estas especies como básicas en nuestro abastecimiento, aunque hace suyas las dudas planteadas por LILLO (1928) quien indica la preocupación sobre la baja de precio y dudoso futuro de las 15.000 ha de eucaliptales en Santander, instaladas por particulares, destinadas a producir apeas de mina, por la competencia de las masas de pino gallego y el decaimiento de la minería. Sin embargo, apunta a la posibilidad de aplicar la madera de eucalipto a pasta de papel, como recientemente se ha hecho en Portugal.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

Plantea y discute LLEÓ que la planificación y los tratamientos sean concordantes con las aplicaciones tecnológicas. En este sentido habla de reducir las exportaciones de esparto en bruto a Inglaterra y de aumentar el turno en los montes bajos de quercíneas para favorecer la aplicación de leñas al gasógeno de automoción. Estos dos últimos ejemplos, junto con lo que pasó con las aplicaciones tecnológicas de la madera de eucalipto, a la luz de lo que hoy podemos observar, ilustran sobre el hecho de que las demandas tecnológicas sobre productos forestales, en cantidad y calidad, cambian en ciclos que pueden ser más cortos que los de un turno y que, por tanto, es necesaria una fuerte integración bosque-industria y una necesaria solidaridad de ésta con los aspectos ecológicos y sociales de la práctica de la silvicultura.

XIMÉNEZ DE EMBÚN y CEBALLOS (1939) en el Plan General para la Repoblación de España, ya comentado en la Introducción de este Capítulo, estiman el consumo de madera en unos 4 mill. de m³ con una tasa de autoabastecimiento del orden del 40%, por lo que proponen la repoblación de carácter productor en 2.150.000 ha.

A partir de las fechas comentadas, el proceso nos resulta más conocido (ver I.2.1), la silvicultura intensiva española tiende a basarse en la regeneración artificial o por monte bajo y se centra principalmente en los siguientes grupos de especies y espacios:

- pinares de pino gallego en Galicia y Asturias, con aplicación preferente de sus maderas a sierra.
- pinares de pino insigne en el País Vasco y Navarra (también recientemente en Galicia), con aplicación a pasta de papel y sierra.
- choperas de *Populus x euramericana* en las cuencas de los grandes ríos de la España Peninsular (Duero, Ebro y Tago) para desarrollo y embalajes.
- eucaliptales en Huelva y Cornisa Cantábrica para pasta de papel. En relación con los eucaliptales, se hace notar que los introducidos en Extremadura no alcanzaron las producciones previstas (ORTUÑO, 1990).

Estos grupos de especies y masas, sometidas a silvicultura intensiva, ocupan en la actualidad un 19% de la superficie arbolada en España y producen un 81% de la madera que anualmente se corta en nuestro país (PORTILLO, 1990).

En cuanto a la evolución del consumo de madera, de los 1,85 mill. de m³ del año 1929, con una tasa de autoabastecimiento del 46% (LLEÓ, 1929), se ha pasado a una tasa de autoabastecimiento del orden del 75% en el período 1980-1987 (ALMANSA, 1990). La previsión de VILLANUEVA (1924) de que España consumiría en 1965 14 mill. de m³ (cc) de madera no se cumplió -en ese año el consumo fue de 8 mill. de m³ (sc)- hasta 1973. Está claro que el desarrollo industrial fue interrumpido por la guerra civil y las consecuencias derivadas de la segunda guerra mundial y, por otra parte, las demandas, los productos sustitutorios y las variaciones de la tecnología, eran poco predecibles.

El consumo ha seguido creciendo: 17 mill. de m³ (sc) en 1986 con tasa de autoabastecimiento del 75% (ALMANSA, 1990); 24,5 mill. de m³ (sc) en 1994 con tasa de autoabastecimiento cercana al 62,4 % (GONZÁLEZ y RIOS, 1997).

La aportación de nuestra silvicultura intensiva, como se ve, ha sido importante tanto para mantener un abastecimiento creciente con aumento de la proporción en él de nuestra propia producción, como para reducir la presión sobre nuestras masas de silvicultura extensiva en las que suelen primar las funciones protectoras. No obstante, el hecho de que en los últimos años el déficit de madera en nuestro país sea del orden de 9,2 mill. m³ (sc) por año y de que la tasa de autoabastecimiento tienda a descender, implica que la silvicultura intensiva debe desarrollarse en cifras concordantes con las anteriores.

I.3.- OBJETIVOS DE LA REPOBLACIÓN FORESTAL

Toda masa forestal, independientemente de su origen, puede y debe, en aplicación del principio del uso múltiple del monte, producir varias utilidades de una forma simultánea, pero al igual que al determinar su tratamiento se debe fijar una utilidad preferente, cuando se trata de proyectar una repoblación forestal, se debe fijar su objetivo preferente como condición previa lo que informará la mayor parte de las decisiones a tomar en la redacción del proyecto correspondiente.

Anteriormente hemos apuntado que el objetivo genérico para una repoblación forestal se puede clasificar en alguna de las dos siguientes alternativas: **producción**, cuando se pretende obtener de forma preferente bienes directos (madera, resina, corcho, frutos, leñas, etc.); **protección** (protección del suelo, mejora de la atmósfera, fomento de la biodiversidad, función paisajística,...), cuando se pretende obtener de forma preferente beneficios indirectos derivados de la simple existencia de la masa. Dadas las cifras del epígrafe anterior, en España es frecuente entender las repoblaciones protectoras en un sentido estricto y aplicar esta denominación a aquellas destinadas a defender el suelo de la erosión hídrica, aunque en un sentido amplio también serán repoblaciones protectoras las destinadas a: reducir los efectos de la erosión eólica, aumentar la diversidad específica para acelerar la sucesión vegetal, o mejorar las condiciones de desarrollo de la vida silvestre y la biodiversidad.

Otros objetivos específicos que se cubren con las repoblaciones forestales, pero que en estos casos no requieren su extensión a grandes superficies, y que localmente deben ser tenidos en cuenta, son:

- bosquetes o alineaciones cortavientos;
- auxiliares de la ganadería para protección de la insolación o suministro de forrajes;
- repoblación de riberas para fijación de cauces o mejora de la calidad del agua y de las condiciones de vida de la fauna acuática;
- bosquetes o alineaciones de protección acústica;
- parques periurbanos destinados a actividades recreativas;
- repoblaciones ornamentales o paisajísticas;
- alineaciones en vías de comunicación o canales;
- densificación o introducción de nuevas especies en masas arboladas;
- saneamiento, como son los filtros verdes;
- eliminación del polvo atmosférico; etc.

La determinación del objetivo preferente de la repoblación forestal de un *determinado rodal* es el primer paso en la realización de un proyecto. Difícilmente se podrá dar una alternativa técnica adecuada si no se conoce la función que tiene que desempeñar aquello que se proyecta. A continuación se comenta la forma de realizar estudios orientados a decidir sobre un posible objetivo preferente productor de madera y sobre un posible objetivo preferente de protección del suelo frente a la erosión hídrica.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

La posibilidad de una finalidad productora se determinará realizando en primer lugar un estudio sobre la productividad potencial forestal del rodal a repoblar, que exprese la calidad de la estación. Lo más sencillo será aplicar metodologías basadas en el estudio de los factores ecológicos, como son las debidas a Paterson, modificada por Gandullo y Serrada (1977), y a Montero de Burgos y González Rebollar (1974), aplicación de diagramas bioclimáticos.

En caso de que la productividad del monte así estimada sea media o alta, cifras superiores a los 3 o 4 m³/ha/año, en un contexto medio de las condiciones del territorio español, se realizará un estudio económico para comprobar si la inversión es rentable. La dificultad de obtener gran precisión en el estudio económico es notable dados los largos plazos de la producción forestal, pero pueden ayudar para estos fines las tablas de producción de las diferentes especies forestales. Superados los dos análisis anteriores se atenderá, para completar la decisión, a las experiencias en montes de la comarca, a los deseos de la propiedad del monte y a la compatibilidad de la especie productora con la estación.

Una alta productividad potencial forestal es condición necesaria, aunque no suficiente, para tomar la decisión de objetivo preferentemente productor de madera, pues preferencias de tipo sociológico o extremados estados de degradación edáfica pueden aconsejar otros fines. La posibilidad de fijar objetivos preferentes de productos no maderables (corcho, frutos, pastos, resinas,...) está ligada a que, como se discute más adelante, se establezca la compatibilidad estacional de determinadas especies (alcornoque, pino piñonero o castaño, encina, pino rodeno, ...).

La posibilidad de una finalidad protectora de la repoblación se determinará realizando un estudio del estado erosivo o hidrológico del monte que determine las pérdidas de suelo en la actualidad y las que podría tener en caso de ser repoblado. En este caso es recomendable aplicar la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE) elaborada por U.S.D.A., y considerar como no admisibles pérdidas de más de 12 Tm/ha/año. También se pueden valorar con metodologías adecuadas (MUSLE), los efectos del estado erosivo del rodal en el exterior. Independientemente de las críticas que sobre las metodologías citadas se puedan realizar en relación con su capacidad de predicción de los fenómenos erosivos valorados en términos absolutos, tienen gran eficacia a la hora de comparar diferentes rodales en una determinada zona y dar un orden de prioridades para las actuaciones sobre ellos.

Dadas las dificultades de valorar en términos monetarios los beneficios que la masa de protección hidrológica a crear proporciona, no resulta necesario en este caso hacer un estudio de la rentabilidad de la inversión, aunque, lógicamente, este mayor grado de libertad en la decisión de las repoblaciones protectoras debe ser restringido con un proyecto exigente en cuanto a la minimización de costes de ejecución de los trabajos y en cuanto a la eficacia temporal y cualitativa de la masa a crear en relación con la protección del suelo. Una alta erosión es condición necesaria, aunque no suficiente, para tomar la decisión de objetivo preferentemente protector, pues preferencias de tipo sociológico pueden aconsejar otros fines.

Dentro del conjunto de funciones de prestación de servicios de las masas forestales cabe considerar como objetivo preferente alguno de los siguientes, especialmente cuando no se manifiesta un importante estado erosivo o una muy alta productividad: mejora de las propiedades edáficas; fomento de la biodiversidad; funciones paisajísticas.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

En otro orden de cosas, la publicación del RD 378/93, de 12 de marzo (sustituido y modificado parcialmente por el RD 152/96 y posteriormente por el RD 6/2001), derivado de Directivas Europeas que regulan la política agraria, sobre forestación de tierras agrarias y con vigencia para cinco años, ha introducido un nuevo objetivo para la actividad repobladora en España: abandonar tierras de producción agrícola y obtener por ello unas rentas compensatorias anuales proporcionales a la superficie repoblada durante veinte años. Es decir, se instalan y mantienen masas forestales con el objetivo preferente de obtener subvenciones, que serán limitadas en el tiempo, aunque no se pueda esperar una suficiente producción directa o no exista erosión hídrica.

Ante esta situación, la estrategia de los técnicos y las administraciones forestales será atender a las demandas de los agricultores, pero tratando de instalar masas que además de persistir, cubran algún objetivo productor o protector que contribuya a una política forestal global.

Finalizada la vigencia y financiación de las líneas abiertas por los Reales Decretos mencionados, es previsible su continuidad, aunque con algunas posibles modificaciones, con la aplicación del Reglamento (CE) 1257/1999 del Consejo, de 17 de mayo (DOCE de 26.6.1999), sobre Ayudas al Desarrollo Rural a cargo del FEOGA.

I.4.- ELECCIÓN DE ESPECIES

En los casos de regeneración artificial de una masa preexistente y de repoblación de masas incendiadas recientemente, ambos denominados a veces segundas repoblaciones, y siempre que no se desee cambiar la especie principal, la elección de especie no plantea ningún problema: la especie será la misma que poblaba el monte y será fácil obtener semilla de masas próximas para asegurar la buena adaptación.

Por el contrario, si se quiere cambiar la especie principal o el terreno a repoblar lleva mucho tiempo sin arbolado, lo más probable es que el suelo haya sufrido degradaciones más o menos importantes y el microclima que tiene será diferente del que pueda existir en zonas arboladas próximas, por lo que la elección de especie no podrá basarse únicamente en criterios de cercanía de otras masas o de homologación climática y en estos casos la elección de la especie es una de las decisiones más trascendentes y delicadas en el proceso de repoblación forestal.

Antes de enunciar el proceso y los factores que componen la selección y posterior elección de especies, hay que advertir que en repoblación forestal no es suficiente con determinar únicamente la especie, sino que hay que llegar a definir el **ecotipo** o **región de origen y/o procedencia** de la misma más conveniente para el monte objeto de estudio.

El concepto de especie es sistemático y hace referencia a una constancia, dentro de cierto grado de variabilidad, morfológica de los individuos que a ella pertenecen y que dentro de unos ciertos límites se corresponde con un comportamiento fisiológico frente al biotopo, todo lo cual ha servido para estudiar los caracteres culturales de las especies y especialmente lo relativo a la estación. Subgrupos de individuos dentro de una especie presentan diferentes comportamientos frente a situaciones estacionales constantes, lo que da lugar a categorías sistemáticas tales como: subespecie, variedad, forma, raza, etc. En repoblación forestal, además de elegir entre las categorías sistemáticas anteriores, se debe llegar a concretar el **ecotipo** o **procedencia**, es decir, hay que indicar la masa de la que deben provenir las semillas que darán origen a las plantas de la masa que se pretende crear, de forma que no sólo se realice una homologación detallada de los factores ecológicos entre el lugar de procedencia e introducción, sino que se puedan establecer previsiones respecto de las características de la masa a crear frente a una determinada producción y garantizar en mayor medida su estabilidad.

Hecha esta salvedad, hablaremos en lo sucesivo de elección de especies, sabiendo que una vez realizada ésta habrá que detallar a continuación el ecotipo correspondiente.

Independientemente del objetivo de la repoblación forestal, el proceso de elección de especies para la misma sigue un camino ordenado de decisiones ligado a la consecución de la estabilidad futura de la masa creada.

El proceso de elección de especies se compone de dos fases, relacionadas cada una de ellas con diferentes factores de diagnóstico, la primera realiza la **identificación** de las especies compatibles con la estación y la segunda realiza la **elección** propiamente dicha dentro de las seleccionadas e identificadas como compatibles.

I.4.1.- **Identificación de especies compatibles con la estación del rodal a repoblar.**

Este estudio se puede desglosar, a su vez, en dos fases:

a) Primera fase.- En esta fase se consideran los factores relativos al biotopo o factores ecológicos. Concluye con la elaboración de una lista de especies compatibles con la estación a repoblar y por tanto de posible introducción, incluyendo algunas dudosas.

Se comienza por considerar los factores **fitogeográficos**, elaborando la lista de las especies forestales cuya habitación natural pueda ser, de forma aproximada, el terreno a repoblar. Se tratará de hacerla lo más completa posible aunque para abreviar el proceso siguiente se descartarán aquellas especies que claramente no puedan vivir en la comarca en estudio. La lista de especies así confeccionada estará formada por especies autóctonas y puede completarse en este momento con las especies exóticas de posible compatibilidad ecológica. A tratar la introducción de especies exóticas dedicaremos más detalle al final del presente epígrafe.

Sobre el conjunto de especies seleccionadas anteriormente y en una segunda aproximación se descartan aquellas que de forma evidente no se corresponden con el **piso de vegetación** del monte concreto a repoblar. Se puede hacer en este momento un estudio comarcal que identifique las especies forestales que viven en montes próximos, entendiendo la proximidad en este caso no solamente como geográfica sino desde el punto de vista estacional, para comprobar que no se ha omitido ninguna de las especies posibles a introducir.

De las especies contenidas en la relación anterior, a considerar como una lista de trabajo, se procede a recopilar sus caracteres culturales, especialmente la estación, a efectos de comparar esta información con los factores ecológicos que definen el monte a repoblar.

En el proceso de cotejo de los **factores climáticos** es recomendable no olvidar analizar los valores extremos, tanto térmicos como pluviométricos y emplear metodologías basadas en clasificaciones fitoclimáticas que utilicen en sus caracterizaciones climodiagramas (Allué, 1990) o diagramas bioclimáticos (Montero de Burgos, 1987; García Salmerón, 1980).

En anexos se incluye información relacionada con las propuestas de los autores mencionados a utilizar en este proceso de comparación. Algunas especies de las seleccionadas serán descartadas bien por no poder resistir la sequía estival, bien por no tolerar las heladas invernales. Teniendo en cuenta las imprecisiones propias del observatorio meteorológico escogido para caracterizar el monte a repoblar y las correcciones altitudinales que correspondan, la comparación y aplicación de las metodologías recomendadas hay que enfocarlas como un diagnóstico global y no como la resolución de una ecuación de la que obtener resultados totalmente precisos.

En la consideración de los **factores edáficos** y tras conocer la geología histórica y la litología del lugar a repoblar, se estudiará ineludiblemente el suelo en una doble vertiente:

1- por una parte se realizará una clasificación desde el punto de vista genético de los suelos presentes para poder dictaminar sobre su grado de evolución o degradación que informará sobre la evolución futura tras la repoblación, el impacto de la misma y las posibilidades de mejora de las propiedades del perfil con el tiempo y con las intervenciones instantáneas del proceso de repoblación;

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

2 - y por otra parte hay que conocer e interpretar en los diferentes perfiles los siguientes parámetros: profundidad, pedregosidad, textura, estructura, contenido en materia orgánica, conductividad de la solución del suelo para valorar la posible presencia de sales, contenido en caliza activa, reacción (pH), y, en algunos casos, contenido en nutrientes, todo ello para evaluar las propiedades del suelo que influyen en la vegetación (profundidad, permeabilidad, capacidad de retención de agua y fertilidad).

Conocidas estas propiedades edáficas se procede a comparar con los requerimientos estacionales de las especies seleccionadas a efectos de descartar algunas por incompatibilidad y teniendo en cuenta el hecho de que una especie sea adecuada por razón del clima no es suficiente para asegurar su existencia si el suelo presenta limitaciones para su desarrollo. Las propiedades edáficas que con mayor frecuencia son determinantes en este proceso son: presencia de caliza activa, que descarta a las especies calcífugas; permeabilidad, cuyo defecto impide el desarrollo de los sistemas radicales y respecto de la cual es conocido el comportamiento de la mayor parte de las especies forestales; y salinidad, que en caso de estar presente excluye a muchas especies arbóreas.

La profundidad del suelo y su capacidad de retención de agua pueden ser modificadas favorablemente y hasta cierto punto por las labores de preparación del suelo, como se verá con detalle más adelante. Sin embargo, graves limitaciones en lo referente a profundidad y pedregosidad pueden conducir al diagnóstico de la imposibilidad de repoblar el rodal con especies arbóreas. La fertilidad es una propiedad de difícil modificación a corto plazo y su valoración debe hacerse en términos relativos al tipo de selvicultura (intensiva o extensiva) que se pretenda aplicar. A falta de una analítica precisa de los nutrientes, se puede evaluar a través del contenido en materia orgánica, de la composición química de los minerales que forman la roca madre y de la reacción.

Tras este proceso se concluye el objetivo de la primera fase de obtener una lista de especies compatibles o de posible introducción entre las que realizar la elección definitiva. Dentro de dicha lista podrán figurar algunas especies en las que exista alguna duda sobre su compatibilidad estacional, duda originada por encontrarse sus requerimientos estacionales al límite de ser satisfechos o bien por escasa información o precisión en el conocimiento de sus caracteres culturales.

Recientemente se ha desarrollado un procedimiento para el análisis de factores edafoclimáticos integrados para la elección de especies (Gandullo y Sánchez Palomares, 1994). Consiste en una recopilación de la autoecología de los pinos españoles, elaborada la mayor parte por los autores en estudios anteriores, la definición de un intervalo óptimo, otro posible y otro de exclusión, respecto de 32 parámetros edafoclimáticos. La comparación y cálculo para cada estación se puede realizar con un programa informático (programa PINARES), cuyo empleo requiere una correcta interpretación del texto citado para no descartar especies por causa de situación excesivamente favorable de algún factor ecológico. Otras muchas especies frondosas han sido estudiadas en los últimos años con la misma metodología.

También resulta útil para la selección de especies compatibles con la estación, esta vez con referencia comarcal, la metodología propuesta por Elena Rosselló *et al.* (1990, 1993, 1997), que realiza una clasificación biogeoclimática territorial de España con definición informatizada con sistemas de información geográfica de ecorregiones y aplicaciones a la identificación de especies compatibles (programa SIGREFOR, 1998).

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

b) Segunda fase.- En esta fase se consideran los factores relativos a la biocenosis o factores biológicos. Consiste fundamentalmente en confirmar o despejar dudas y en su caso corregir la lista de selección elaborada en la primera fase.

El grupo de factores biológicos a considerar se puede dividir en: factores fitosociológicos, factores de competencia con la vegetación actual, y existencia de simbioses o de riesgos de plagas y enfermedades.

En relación con los **factores fitosociológicos**, la composición florística actual del terreno a repoblar suministra información respecto de:

- condiciones estacionales a través de la presencia de especies indicadoras cuyo conocimiento complementa el estudio climático y edáfico realizado anteriormente;
- la asociación vegetal climática que corresponde en la sucesión primaria a la zona a repoblar;
- y el estado de degradación de la vegetación o etapa de la sucesión secundaria en que se encuentra el monte.

Suponiendo correcta la teoría de la sucesión monoclímica y conociendo las especies arbóreas que con distintos papeles aparecen de forma espontánea en ella, constituye este conocimiento un valioso auxiliar para confirmar la selección de especies para la repoblación. Se pueden citar a este respecto los conocidos *phyllum* de Ceballos, que complementados por otros autores, se recogen en anexos y que a pesar de su simplicidad mantienen un gran interés didáctico.

La obra del profesor Rivas Martínez (1987, Mapa de Series de Vegetación de España. ICONA. Madrid) desarrolla y amplía con mayor detalle las asociaciones vegetales climáticas en nuestro territorio exponiendo en una cartografía a escala 1:400.000 la vegetación potencial que corresponde a cada zona y en la Memoria correspondiente las asociaciones vegetales que según su criterio componen la sucesión vegetal en cada caso.

Constituye este trabajo un elemento auxiliar en la planificación de la repoblación forestal en grandes comarcas, pues la selección detallada de especies para un monte concreto, dada la escala del trabajo, no es precisa con esta metodología. Contiene la obra que se comenta unas tablas de juicio biológico y ecológico que correlaciona las series de vegetación definidas con algunas especies forestales susceptibles de ser repobladas, cuya copia se incluye en anexos. Para el correcto manejo de las tablas hay que advertir que la especie arbórea principal de la asociación climática, aunque no figure en la misma, se tendrá en cuenta en todas las series y que esta metodología no diagnostica sobre todas las especies forestales españolas o de posible introducción.

La aplicación del análisis de los factores fitosociológicos da como resultado una lista de especies posibles, confirmada y que habrá despejado las posibles dudas manifestadas en la comparación de los factores ecológicos.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

Los **factores de competencia con la vegetación actual** se refieren a considerar si la vegetación actual, que será más o menos modificada por las operaciones de repoblación, establecerá una competencia inadmisibile con alguna de las especies seleccionadas de tal forma que en este punto del análisis deberá ser descartada.

A este respecto se tendrán en cuenta los temperamentos de las especies seleccionadas, siendo por este motivo descartadas las especies de luz o intolerantes cuando el porte y la espesura de la vegetación preexistente sean grandes y no se plantee su reducción intensa. En nuestras latitudes el análisis de estos factores no suele ser necesario, pues el desarrollo de la vegetación accesoria es perfectamente controlable, pero bajo climas tropicales, por ejemplo, es indispensable atender a estas cuestiones.

La comprobación de la existencia de simbioses o más concretamente de la posibilidad de **micorrización** de las especies a introducir no suele ser necesaria pues la garantía a este respecto la suministra la realización de inoculaciones sobre las plantas en el vivero.

Alguna de las especies seleccionadas hasta ahora podrá ser descartada en el caso de que en la zona a repoblar se haya comprobado su baja resistencia frente a **plagas y enfermedades**. El ejemplo de *Castanea sativa* y la tinta o de *Ulmus minor* y la grafiosis ilustran perfectamente este punto.

Concluida así esta segunda fase, se dispone de una adecuada identificación de especies que pueden vivir en el monte a repoblar y entre las que es posible realizar una acertada elección a continuación. No es infrecuente en proyectos de repoblación forestal en España que la lista referida se haya reducido a una sola especie en este momento, por lo que es equivalente selección y elección. La causa suele ser la intensa sequía estival de muchas zonas combinada con unas condiciones edáficas de gran degradación.

I.4.2.- Elección definitiva de la especie o especies para la repoblación del rodal.

En esta fase se produce la elección definitiva de la especie o especies de entre las seleccionadas en la fase anterior a la luz de criterios que podemos denominar genéricamente **económicos**, en relación directa con el objetivo preferente de la repoblación.

Se atenderá en primer lugar a factores económicos directos, como son, a título de ejemplo: el coste de la planta o de la semilla de las diferentes especies, que influye en el coste de ejecución de la repoblación; valor o calidad de los productos a obtener en cada especie, aspecto fundamental en las repoblaciones productoras; coste de la silvicultura a aplicar en el futuro de la masa creada; ...

A continuación se consideran factores que podemos denominar indirectos como pueden ser: plazo para la obtención de los beneficios o consideración sobre el crecimiento de cada especie, tan trascendente en las repoblaciones productoras por influir además en la cantidad de materia prima a obtener, como en las repoblaciones protectoras pues cuanto antes se alcance la protección del suelo con una espesura completa de la masa creada, antes se iniciará la recuperación del suelo y durante menor tiempo existirá riesgo hidrológico; estructura comarcal de la industria de transformación de materias primas, a efectos de valorar los costes de transporte de los productos a obtener de la repoblación; ...

Se considerarán también factores de tipo tecnológico como: condicionantes relativos al producto concreto que se quiere obtener y diversidad de productos que pueden dar simultáneamente cada una de las especies seleccionadas; adecuación o requisitos tecnológicos de las maderas obtenidas de cada especie a igualdad de producción y de valor; ...

En relación con los factores económicos para la elección de especie, el RD 378/93 ha introducido en España, y para las repoblaciones realizadas a su amparo uno nuevo, técnicamente discutible: clasifica a las especies forestales en tres grupos adjudicando a cada uno de ellos en primer lugar diferentes objetivos, cuestión discutible a la luz de la Silvicultura, y en segundo lugar primando económicamente (ejecución, mantenimiento y prima compensatoria) de forma diferencial a los grupos de especies.

Este diferente tratamiento económico de las especies no tiene justificación técnica en relación con los costos de ejecución y puede provocar que los agricultores tiendan a preferir unas especies frente a otras, condicionando las decisiones técnicas y forzando la introducción de especies en condiciones límite de posibilidad de compatibilidad estacional.

I.4.2.1- La elección de especie en repoblaciones de pequeñas superficies, con objetivo específico.

El proceso de identificación de especies compatibles con el medio a repoblar es indiferente del objetivo de la repoblación y por tanto común a todos los posibles. La elección concreta, basada en los que hemos denominado factores económicos, tiene particularidades en función del objetivo preferente de la repoblación y a ellas nos vamos a referir en el presente y siguientes epígrafes, empezando por comentar brevemente el caso de las repoblaciones con objetivo particular o específico en pequeñas superficies.

Las repoblaciones por alineación o por bosquetes para actuar como cortavientos o como protección acústica deben preferir en la elección una combinación simultánea de especies de crecimiento rápido y de crecimiento lento. Aquellas tienen la misión de alcanzar el objetivo cuanto antes, pero debido a su menor longevidad, serán sustituidas cuando lleguen a decrepitud por las de crecimiento lento, más longevas. Otra condición a tener en cuenta en este caso es escoger especies en las que la poda natural no sea activa.

En las repoblaciones auxiliares para la ganadería se preferirán las especies cuyo ramón sea comestible por el ganado y las que den fruto más abundante, si se pretende mejorar la alimentación, o si se hacen para que los bosquetes sirvan de refugio, emplear especies que el ganado no apetezca para abreviar los plazos de acotado al pastoreo.

La repoblación de riberas con los objetivos apuntados anteriormente se procurará con la mayor diversidad posible de especies arbóreas freatófilas.

Los parques periurbanos y las masas con fines recreativos se formarán con especies de alta longevidad, resistentes a la compactación del suelo, poda natural activa y que no emitan sustancias que puedan generar procesos alérgicos a la población, así como estar exentas de riesgos conocidos de plagas y enfermedades.

En las repoblaciones ornamentales se buscará la diversidad de especies, el contraste entre el porte de las mismas y la variación estacional de color.

En la instalación de filtros verdes para saneamiento de aguas residuales urbanas, se emplean especies freatófilas de crecimiento rápido como los chopos.

I.4.2.2.- La elección de especie en las repoblaciones productoras.

Las dos recomendaciones generales para elegir especie en las repoblaciones productoras, que como toda generalidad tiene sus excepciones, son las siguientes: elegir una sola especie, pues no será conveniente perder espacio físico en la preferencia productora del monte; y hacer primar los criterios económicos directos e indirectos.

En el caso de las repoblaciones productoras es de aplicación la advertencia general de acudir, dentro de la especie elegida, al ecotipo mas apropiado, pero además es de total vigencia procurarse semilla mejorada genéticamente que refuerce en la masa proyectada algún carácter tecnológico, un mayor crecimiento y una mayor calidad de productos. El ejemplo más notable en este tipo de repoblaciones lo constituye la populicultura.

Sin embargo, en una fase inicial las repoblaciones productoras pueden ser mixtas y compuestas de:

- la especie principal que conformará el vuelo futuro en masa pura al servicio de la producción preferente fijada;
- y de otra u otras especies que podemos calificar de auxiliares o acompañantes, que serán extraídas en las claras aplicadas hacia la mitad o primer tercio del turno de la especie principal, que por tanto no serán brotadoras, y que, aparte de dar ciertos productos secundarios o intermedios, pueden contribuir a un desarrollo más favorable de la especie principal.

La recomendación de emplear especies auxiliares se concreta en nuestros montes cuando la especie principal es de crecimiento lento: encinas para dehesas; alcornocales para producción de corcho; robles y hayas para producción de madera.

I.4.2.3.- La elección de especie en las repoblaciones protectoras.

La repoblación protectora en un sentido estricto, protección del suelo frente a la erosión, se justifica en terrenos en los que la vegetación preexistente no es capaz de defender el suelo de la erosión hídrica por lo que las condiciones edáficas serán deficientes, la escorrentía resta recursos hídricos al sistema y se deberá alcanzar la espesura completa en el plazo más breve posible.

Aplicando el proceso general de elección a este caso particular se puede comprobar que no difiere del mismo en los aspectos fitogeográficos y climáticos de la primera fase. En relación con los factores edáficos, las repoblaciones protectoras se aplican en suelos degradados con serias deficiencias en capacidad de retención de agua, fertilidad y permeabilidad. Esta circunstancia obliga a excluir en este punto, de entre las especies posibles, a las más higrófilas y exigentes en nutrientes, o lo que es lo mismo, a elegir las especies frugales y más xerófilas. Es en estos casos donde se produce con mayor frecuencia la situación ya comentada de que el proceso de identificación de especies compatibles con la estación termina dando una sola especie. A las condiciones expresadas de xericidad y frugalidad es necesario añadir a las especies elegidas para las repoblaciones protectoras la condición de especie intolerante o de temperamento robusto, al tener que desarrollarse en sus primeras edades en condiciones de fuerte insolación. La mayor parte de las especies arbóreas autóctonas en nuestro país que reúnen estos tres requisitos son especies pertenecientes al Gen. *Pinus*.

En la aplicación de criterios fitosociológicos para confirmar la selección realizada, se trata de identificar la vegetación potencial del monte a repoblar y comprobar que las especies elegidas pertenecen al *phyllum* correspondiente. En este punto hay que tener en cuenta las diferentes opiniones o teorías que existen sobre el particular en relación con el papel de las coníferas en la sucesión vegetal. Unos autores opinan que, salvo casos extremos y poco frecuentes en que estas especies son titulares de la vegetación potencial y por tanto asociadas a la clímax, en la generalidad de los casos no les corresponde un papel ecológicamente conveniente en dicha sucesión (Rivas, 1987).

Otros autores consideran que en la sucesión primaria en prácticamente todos los casos posibles de nuestro territorio, existe una posible fase en la que las coníferas desempeñan la función de especies colonizadoras-consolidadoras, que en unos casos son desplazadas de forma natural por otras especies más tolerantes y exigentes y en otros, menos frecuentes, asumen en masa pura o mixta papeles relacionados con la formación climácica (Costa *et al.*, 1990). La presencia espontánea de las diferentes especies de pinos autóctonos en la mayor parte del territorio español, la enorme diversidad de climas, microclimas, fisiografías y condiciones edáficas que están presentes y la concepción asintótica de la clímax vegetal en las teorías monoclímicas de la sucesión vegetal, avalan la segunda opinión o teoría, lo que respalda como ecológicamente positivo el empleo de las especies del Gen. *Pinus* en las repoblaciones protectoras.

En relación con la aplicación de criterios económicos en el proceso de elección de especies en la repoblación forestal protectora, podría prescindirse de los de carácter directo pero nunca de los indirectos. Hay que tender a escoger aquellas especies que alcancen la espesura completa en el plazo más breve posible, por lo que se refuerza la elección de especies de luz, con crecimientos juveniles más rápidos y que vuelve a coincidir en términos generales con las especies de pinos autóctonos.

Se comprueba que en la práctica común de la repoblación protectora en España, la elección de especie recae en especies del Gen. *Pinus* por sus condiciones de frugalidad, temperamento robusto y crecimiento relativamente rápido en las primeras edades y, por supuesto, por las difíciles condiciones edáficas de los terrenos afectados. El diferente comportamiento fisiológico de las gimnospermas respecto de las angiospermas refuerza el acierto de esta elección (Gil y Prada, 1993): transmisión y almacenamiento del agua por el xilema; mecanismos de control de la transpiración; formación de las superficies foliares; ...

En otro orden de cosas, esta elección se refuerza por otros dos aspectos: la producción y almacenamiento de semillas, así como la producción de plantas de calidad son mucho más fáciles y seguros en las coníferas que en las frondosas, como se ve en los temas dedicados a semillas forestales y viveros; y la densidad inicial de la masa puede aumentarse a voluntad para abreviar el plazo de obtención de espesura en la confianza de que a través de clareos y claras no existirá inconveniente en reducir la competencia en edades posteriores, al contrario que si se emplean frondosas que brotan de cepa o raíz vigorosamente en la edad de monte bravo y latizal.

Esta forma de elegir especie en las repoblaciones protectoras ha dado respuesta a la eficacia de la misma (espesura y plazo) y a la estabilidad a corto plazo (deficientes condiciones edáficas). No obstante es necesario plantear también la estabilidad a largo plazo dentro de lo posible. Es un principio generalmente aceptado en Selvicultura que las masas mixtas son más estables frente a daños bióticos y abióticos que las masas monoespecíficas. De aquí se deduce que para las repoblaciones protectoras, siempre que sea posible, será conveniente emplear más de una especie de las compatibles con la estación, en mezcla pie a pie.

Simplificando bastante la cuestión, puede afirmarse que en cualquier terreno sometido a erosión hídrica en España, podría elegirse en casi todos los casos un binomio pino-quercínea, como por ejemplo: pino carrasco-encina, pino rodeno-encina, pino rodeno-rebollo, pino salgareño-quejigo, pino silvestre-rebollo, etc., que sería deseable mantener.

Probablemente, la segunda especie a la que nos referimos deberá ser introducida en una segunda fase una vez creadas las condiciones microclimáticas favorables por la especie más frugal, en aquellos casos de estaciones claramente desfavorables. La oportunidad de realizar la introducción en mezcla pie a pie en una primera fase se decidirá teniendo en cuenta: condiciones edáficas; costo de las operaciones; y estrategias de planificación.

Los argumentos que se esgrimen en contra de la elección de pinos para las repoblaciones protectoras se basan en: efectos sobre la evolución vegetal, posible acidificación del suelo y riesgo de incendios. Los efectos sobre la evolución de la vegetación ya han sido comentados y en cualquier caso, serán los tratamientos parciales que se apliquen a las masas artificiales los que pueden conducir adecuadamente esta evolución.

Respecto de la acidificación del suelo, es necesario diagnosticar respecto de este posible efecto comparando con la vegetación preexistente y no respecto de otras masas. Bajo clima árido, que es donde se producen estas repoblaciones, la posible o ligera acidificación superficial del perfil no se debe considerar inconveniente y sobre suelos calizos no decarbonatados incluso será favorable. Habitualmente, la vegetación de matorral preexistente es más frugal y acidificante que los pinos a introducir.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

El riesgo de incendio forestal de un monte está condicionado por los factores climáticos y fisiográficos principalmente y los relacionados con la vegetación incluyen, además de la inflamabilidad de las especies, el tamaño, el contenido en humedad y la continuidad horizontal y vertical, que son los más trascendentes en el aumento de la combustibilidad de la masa. Ensayos de laboratorio recientes demuestran que únicamente el pino carrasco y el pino rodeno tienen alta y media inflamabilidad, equiparables respectivamente con la encina y el alcornoque (Vélez, 1990).

Cuando el objetivo preferente de la repoblación forestal protectora sea contribuir al mantenimiento de la vida silvestre y de la **biodiversidad**, si se plantea el caso, la elección de varias especies (se puede llegar a tratar de introducir todas las compatibles), estará complementada con una densidad de introducción relativamente baja (Ruiz de la Torre, 1993), que permita, sin tratamientos parciales, inducir una colonización espontánea por herbáceas, matorrales y arbustos.

I.4.2.4.- Introducción de especies exóticas.

Es un principio general aceptado en Ecología que la distribución de las especies, en nuestro caso vegetales, es consecuencia de la adaptación de las mismas al biotopo que ocupan y de las posibilidades de acceso o écesis de sus propágulos a biotopos compatibles con sus posibilidades.

Por tanto, entendiendo como especie exótica aquella en la que el hombre es el vector de sus propágulos para ser introducida fuera de su habitación natural, y siempre que se realice una homologación climática y edáfica entre la localidad de origen y la de introducción y dicha homologación resulte positiva, la introducción de especies exóticas es **posible**.

Además de posible, la introducción de la especie exótica debe resultar **conveniente** para lo cual se deben cumplir simultáneamente los siguientes requisitos:

a) Que la especie exótica desempeñe un papel determinado con *ventaja* sobre las especies autóctonas.

En el campo agrícola existen ejemplos notables que no requieren mayor comentario: patata, maíz, girasol, tomate, pimiento, etc.

En el campo forestal este papel ha tenido hasta la ahora carácter tecnológico o económico: *Pinus radiata* y *Pseudotsuga menziesii*, especies que tienen crecimientos mayores que las especies autóctonas de las áreas en que se introducen, e incluso la última mejor calidad de madera; y Gen. *Eucalyptus*, que junto al gran crecimiento presentan pequeños costes selvícolas por su adecuación al tratamiento en monte bajo y unas características tecnológicas hasta ahora insustituibles en la fabricación de papel. Únicamente las especies citadas de entre las exóticas son empleadas en las repoblaciones productoras en España, si prescindimos de los híbridos de nuestro *Populus nigra* y el americano *Populus deltoides*. Otras especies están todavía en fase de experimentación.

Aunque casi no se ha trabajado en ello, algunas veces podrá ser preciso recurrir a especies forestales exóticas si la degradación del suelo ha sido tan grande que no existan autóctonas capaces de vivir allí. Uno de estos casos pueden ser los cultivos agrícolas abandonados sobre suelos muy arcillosos o afectados de salinidad, en los que se está ensayando la introducción de especies de género *Prosopis*.

b) La introducción de la especie exótica no debe suponer un *perjuicio irreversible* en el funcionamiento de los ecosistemas donde se aloja.

Estos perjuicios pueden versar sobre: propagación incontrolada e incontrolable; alteraciones edáficas; y modificaciones trascendentes en el ciclo del agua.

El primer caso se ha planteado en España, pero no de una forma importante con dos especies: *Acacia melanoxylon* y *Ailanthus altissima*, procedentes del campo ornamental. No se plantea con las especies arbóreas citadas.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

El segundo caso es muy discutido en relación con los eucaliptos, pero hasta la fecha ningún estudio consistente ha demostrado que la introducción de estas especies haya producido transformaciones edáficas negativas e irreversibles (Bará, 1992).

Las modificaciones en el ciclo del agua motivadas por la introducción de especies de alto crecimiento se podrían relacionar con un aumento relativo de la intercepción y de la transpiración, en comparación con un estado inicial de la cuenca poblada por herbáceas y matorrales, aunque este efecto también lo producen en medida semejante las especies autóctonas.

La pérdida de recurso hídrico por esta causa hay que valorarla en relación con el balance global de la cuenca y en cualquier caso el efecto será proporcional a la extensión repoblada y a la espesura de la masa, aspectos ambos de fácil programación y corrección. A su vez, la ligera pérdida de recurso hídrico es compensada, desde el punto de vista del abastecimiento, por la regulación del régimen de caudales.

En concreto, según Gras Lope (1993), comparando masas de espesura homologable de eucalipto y pino gallego, la intercepción del eucalipto afecta al 15% de la precipitación anual, mientras que el pino intercepta el 25%. Esta intercepción del eucalipto fue compensada por su efecto sobre la condensación de nieblas, que supuso un incremento del 15% de la precipitación. El consumo por evapotranspiración fue similar en ambos tipos de masa y directamente proporcional, en el espacio y en el tiempo, a la disponibilidad hídrica.

No hay que confundir con un mayor consumo de recursos hídricos el papel del eucalipto cuando se introduce en terrenos llanos, con un horizonte impermeable que produce encharcamientos periódicos, con el efecto de favorecer el drenaje de la precipitación a capas profundas gracias al efecto del sistema radical de la arborea.

El proceso de selección y elección de una especie exótica para la repoblación no difiere respecto del seguido con las especies autóctonas. Se ha hecho mención a la homologación ecológica, que es similar al análisis de los factores ecológicos y a la integración de la especie en el nuevo ecosistema, que se realiza a través del análisis de los que hemos denominado factores biológicos. Ahora bien, en la decisión de introducir especies exóticas se prestará especial atención a las siguientes cuestiones:

- *Factores climáticos.*- Detallar el estudio de las temperaturas mínimas, pues los mayores fracasos en la introducción de eucaliptos y pino insigne han sido por heladas. La falta de disponibilidades hídricas, si bien no suelen comprometer la vida de la masa, conducen a crecimientos o productividades reales similares a las de las especies autóctonas, lo que invalida la ventaja de las exóticas.

La introducción de una especie exótica con fines de producción de madera está justificada en que puede llegar a dar como productividad real el doble de la productividad potencial (definida para la especie autóctona de máximo rendimiento). Si las heladas reiteradas, o las sequías extraordinarias, o una mala condición edáfica como baja fertilidad o alta pedregosidad, o la combinación de dos o más circunstancias de las apuntadas, conducen a que la productividad real de la especie exótica es similar a la de las especies autóctonas, dicha introducción deja de tener justificación.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

- *Factores edáficos*.- La homologación es muy fácil de comprobar, aunque en las especies linneanas es preciso contrastar las preferencias edáficas de los ecotipos o procedencias elegidas. Es importante valorar adecuadamente la calidad actual del suelo en relación con la productividad real.

- *Factores fitosociológicos*.- Desde este punto de vista no es posible hacer un diagnóstico favorable, es decir, no es conveniente la introducción de especies exóticas si lo que se pretende es reconstruir agrupaciones vegetales climáticas, aunque si la homologación ecológica es favorable, se podrán obtener agrupaciones paraclimáticas.

- *Factores de inestabilidad externa*.- En estos casos es especialmente conveniente atender a la micorrización de la planta a introducir. Por otra parte, desde el punto de vista de los ataques de plagas y enfermedades, las masas de especies exóticas tienen un mayor riesgo por los siguientes motivos:

- los agentes patógenos autóctonos pueden tener mayor virulencia frente a las nuevas especies;
- los agentes patógenos de su lugar de origen, en caso de que también sean trasladados, no tienen enemigos naturales en la zona de introducción;
- y, finalmente, las masas, por lo restringido de las áreas de recolección de semillas, tienen poca diversidad genética.

I.5.- BIBLIOGRAFÍA

ALLUÉ, J.L. 1990. *Atlas fitoclimático de España*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.

ALMANSA, A. 1990. Producción y consumo de productos forestales en España. in *ECOLOGÍA*, Fuera de Serie nº 1. ICONA. Madrid.

ARESES, R. 1926. *La Repoblación Forestal*. Diputación Provincial de Pontevedra. Tipografía de Celestino Peón Villar. Pontevedra.

BARA TEMES, S.; et al. 1985. *Efectos ecológicos del Eucalyptus globulus en Galicia. Estudio comparativo con Pinus pinaster y Quercus robur*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.

BARBERO, A. y GÓMEZ JOVER, F. 1993. Ayudas para fomentar inversiones forestales en explotaciones agrarias. *MONTES, Revista de ámbito forestal*. nº 33, 3º trimestre de 1993. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.

CARRERA CEJUDO, A. 1920. *La Repoblación Forestal. Un año en Galicia*. Imprenta de Julio Cosano. Madrid.

CASALS, V. 1996. *Los Ingenieros de Montes en la España Contemporánea*. Ediciones del Serbal. Barcelona.

COSTA, M.; et al. 1990. La evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. in *ECOLOGÍA*, Fuera de Serie nº 1. ICONA. Madrid.

DGCONA. - 1998. *Segundo Inventario Forestal Nacional, IFN-II, 1986-1996, España*. Mº de Medio Ambiente. Madrid.

- SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.
- ECHEVERRÍA, I y DE PEDRO, S. 1931. *Pinus insignis D. Crecimiento y producción en el Norte de España y aplicación a la elaboración de pastas de celulosa*. 2º ed. en 1944 por Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. nº 31. Madrid.
- ELENA ROSSELLO, R. *et al.* 1990. Clasificación biogeoclimática territorial de España: definición de ecorregiones. in *ECOLOGÍA Fuera de Serie* nº 1. ICONA. Madrid.
- ELENA ROSSELLO, R. *et al.* 1993. Clasificación biogeoclimática territorial de España (Clateres): una herramienta de utilidad para planificar la reforestación de España. in *MONTES*, Nº 33. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.
- ELENA ROSSELLÓ, R *et al.* 1997. *Clasificación Biogeoclimática Territorial de España Peninsular y Balear*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- ELENA ROSSELLÓ, R; CASTEJÓN AYUSO, M.A. y SÁNCHEZ SERRANO, F. 1998. *Sistema de Información Geográfica para la Reforestación (SIGREFOR)*. 17 pp. y un CD. Fundación Conde Valle de Salazar. Madrid.
- GANDULLO, J.M.; SERRADA, R. 1977. *Mapa de productividad potencial forestal de la España Peninsular*. INIA. Mon. núm. 16. Madrid.
- GANDULLO, J.M.; SANCHEZ PALOMARES, O. 1994. *Estaciones ecológicas de los pinares españoles*. Colección Técnica. ICONA. Madrid
- GARCÍA SALMERÓN, J. 1980. Los diagramas bioclimáticos y su utilización forestal. *Rev. Forêt méditerranéenne*. t. I, nº 2, 1980. Paris.
- GIL, L.; PRADA, M.A. 1993. Los pinos como especies básicas de la restauración forestal en el medio mediterráneo. in *ECOLOGÍA*. Nº 7. 1993. ICONA. Madrid.
- GÓMEZ MENDOZA, J. 1992. *Ciencia y Política de los Montes Españoles*. ICONA. Madrid.
- GONZÁLEZ ÁLVAREZ, M.A. y RÍOS BOETA, J. 1997. *La industria de la madera en cifras*. AITIM. Madrid.
- GRAS LOPE, J.M. 1993. *Investigación sobre las relaciones hídricas de las plantaciones de Eucalyptus globulus en Galicia*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- LÁZARO, F. 1993. Régimen jurídico de los espacios auxiliados por el RD 378/1993, de 12 de marzo. *MONTES, Revista de ámbito forestal*. nº 33, 3º trimestre de 1993. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.
- LLEÓ, A. 1929. *Las Realidades, la Posibilidades y las Necesidades Forestales de España*. Sociedad de Estudios Políticos, Sociales y Económicos. Publicación nº 6. Madrid.
- MONTERO, G. 1997. Breve descripción del proceso repoblador en España (1940-1995). *XI Congreso Forestal Mundial*. Antalya. Turquía.
- MONTERO DE BURGOS, J.L.; GONZALEZ REBOLLAR, J.L. 1974. *Diagramas bioclimáticos*. ICONA. Madrid.
- MONTERO DE BURGOS, J.L.; GONZALEZ REBOLLAR, J.L.; GARCÍA SALMERÓN, J. & SERRADA, R. 1981. Restauración de espacios naturales degradados. Forestación y Reforestación. in *Tratado del Medio Natural* Tomo IV. UPM. CEOTMA. ICONA. Madrid.
- MONTERO DE BURGOS, J.L. 1987. La regresión vegetal y la restauración forestal. *Boletín de la Estación Central de Ecología*. Vol. 16, nº 31. ICONA. Madrid.

- SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.
- NAVARRO, M. 1975. *Técnicas de Forestación*. Monografías nº 9. ICONA. Madrid.
- NAVARRO, R.; PEMÁN, J. 1997. *Apuntes de Producción de Planta Forestal*. 267 pp. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- ORTUÑO, F. 1990. El Plan para la Repoblación Forestal de España del año 1939. Análisis y Comentarios. *Ecología*, Fuera de Serie nº 1. ICONA. Madrid.
- PINILLA, B. 1997. Uso Forestal del suelo en la política agraria común de la Unión Europea. Hacia un cambio de mentalidad (1986-1996). *Actas del II Congreso Forestal Español, IRATI 97*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Gobierno de Navarra. Pamplona.
- PORTILLO, E. 1990. Las Repoblaciones con especies de crecimiento rápido. *Ecología*, Fuera de Serie nº 1. ICONA. Madrid.
- RIVAS MARTINEZ, S. 1987. *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. ICONA. Madrid.
- ROJO, L. 1990. *Metodología para la elaboración de un Plan Nacional de restauración hidrológico-forestal mediante utilización de sistemas de información geográfica*. Tesis Doctoral. ETSIM. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. 1993. Objetivos de diversidad biológica en la reforestación de tierras agrícolas. Elección de especie y densidad de implantación. in Revista *MONTES*, nº 34, 4º trimestre de 1993. Asociaciones y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.
- SERRADA, R. 1999. Capítulo 3, Repoblaciones Forestales, in MADRIGAL, A. (ed.). 1999. *Ciencias y Técnicas Forestales: 150 años de aportaciones de los Ingenieros de Montes*. Fundación Conde del Valle de Salazar. ETSIM. Madrid.
- VELEZ, R. 1990. Algunas observaciones para una selvicultura preventiva de incendios forestales. in *ECOLOGÍA*, Fuera de Serie nº 1. ICONA. Madrid.
- VILLANUEVA, T. 1924. *La reconstitución de los montes, es problema vital para España*. Trabajo leído en la XV Asamblea Forestal celebrada en Valencia en marzo de 1924. Cuerpo Nacional de Ingenieros de Montes. Editorial Ibérica. Madrid.
- XIMÉNEZ DE EMBÚN, J y CEBALLOS, L. 1939. *Plan General para la Repoblación Forestal de España*. Edición realizada en 1996 con el título *Tres Trabajos Forestales*. Mº de Medio Ambiente. Publicaciones del Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid.

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

ANEXOS AL CAPÍTULO I

I.- Estados de erosión hídrica en España (Rojo, 1992)

II. Balance del consumo nacional de madera (Almansa, 1990)

III. Tabla de regresión climática de Luis Ceballos (Montero de Burgos *et al.*, 1981)

IV.- Tablas de juicio biológico y ecológico en relación con las Series de Vegetación (Rivas, 1987)

V.- Los Diagramas Bioclimáticos y su utilización forestal (García Salmerón, 1980)

VI.- Taxonomía fitoclimática cualitativa (Allué, 1990)

I.- Estados de erosión hídrica en España (Rojo, 1992).

Se presentan dos tablas referentes a los estados erosivos en España, expresados por Cuencas Hidrográficas y por Comunidades Autónomas, tomados de la Tesis Doctoral de ROJO (1992).

TABLA 6.1
DISTRIBUCION NACIONAL DE SUPERFICIES (ha) SEGUN CLASES DE EROSION Y CUENCAS HIDROGRAFICAS

Cuenca Hidrográfica	Clase I Erosión Extrema	Clase II Erosión Muy Alta	Clase III Erosión Alta	Clase IV Erosión Medio	Clase V Erosión Baja	Clase VI Erosión Muy Baja	Totales
Norte	34.753	95.407	117.778	2.541.238	1.713.876	826.301	5.329.353
Duero	14.750	76.706	146.008	1.359.534	3.819.846	2.484.511	7.901.355
Tago	45.374	127.169	715.511	1.440.635	1.929.770	1.311.738	5.570.197
Guadiana	4.508	95.076	762.794	758.558	2.580.227	1.833.281	6.034.444
Guadalquivir	281.597	684.988	1.550.738	1.662.802	1.502.844	637.985	6.320.854
Sur	227.525	314.643	482.844	434.740	224.164	160.612	1.844.528
Segura	62.534	148.226	365.777	516.623	543.917	247.677	1.884.744
Júcar-Levante	222.256	479.622	467.302	940.566	1.126.136	1.060.549	4.296.431
Ebro	124.790	248.041	653.052	2.470.569	3.142.703	1.859.742	8.498.897
Pirineo Oriental	46.738	172.612	97.024	489.545	344.528	448.228	1.598.675
Baleares	25.304	24.703	33.874	54.192	265.807	104.839	508.719
Canarias	21.532	94.233	95.758	253.870	114.883	175.871	756.147
Totales	1.111.551	2.561.426	5.488.460	12.922.872	17.308.701	11.151.334	50.544.344

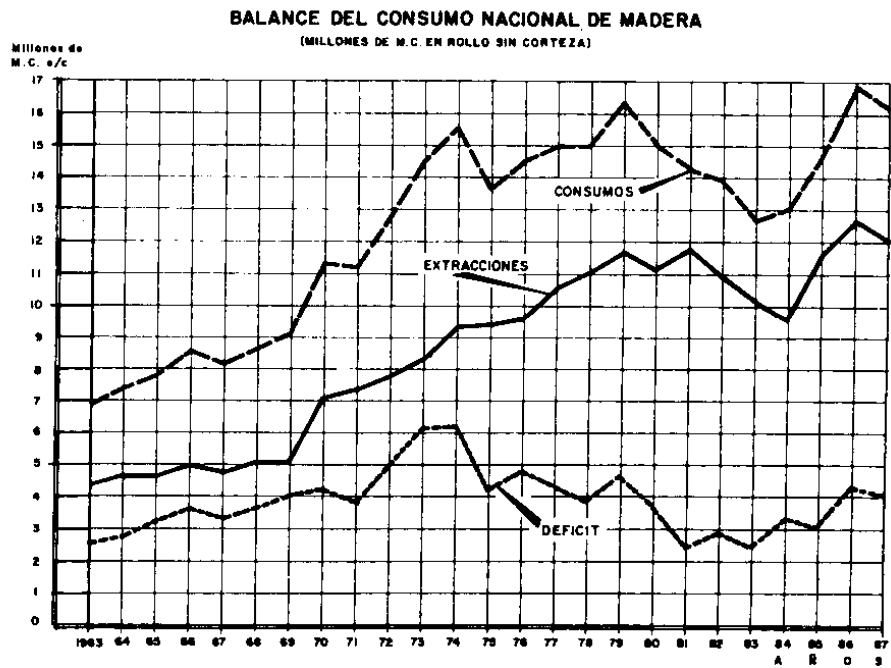
TABLA 6.2

DISTRIBUCION NACIONAL DE SUPERFICIES (ha) SEGUN CLASES DE EROSION Y COMUNIDADES AUTONOMAS

Comunidad Autónoma	Clase I Erosión Extrema	Clase II Erosión Muy Alta	Clase III Erosión Alta	Clase IV Erosión Media	Clase V Erosión Baja	Clase VI Erosión Muy Baja	Totales
Andalucía	501.840	935.167	2.061.518	1.953.474	1.939.810	1.379.540	8.771.349
Aragón	32.807	126.644	441.675	1.384.431	1.850.948	929.852	4.766.357
Asturias	3.394	722	-	772.723	154.490	120.993	1.052.322
Baleares	25.304	24.703	33.874	54.192	265.807	104.839	508.719
Canarias	21.532	94.233	95.758	253.870	114.883	175.871	756.147
Cantabria	757	1.297	2.983	377.518	120.357	31.614	534.526
Castilla-La Mancha	37.647	180.416	753.409	1.879.690	3.273.843	1.836.896	7.961.901
Castilla y León	26.642	109.316	222.946	1.979.244	4.386.911	2.714.028	9.439.087
Cataluña	127.348	286.831	214.022	1.067.955	814.856	646.504	3.157.516
Extremadura	36.578	146.413	768.699	563.165	1.328.686	1.309.945	4.153.486
Galicia	28.192	92.819	93.759	770.487	1.311.683	625.006	2.921.946
Madrid	-	12.169	44.980	139.579	337.270	267.099	801.097
Murcia	34.823	85.342	282.434	317.372	293.995	124.315	1.138.281
Navarra	856	7.285	34.554	305.835	357.018	329.079	1.034.627
País Vasco	2.223	38	30.343	386.441	129.252	168.445	716.742
La Rioja	-	9.233	71.034	100.853	239.376	80.878	501.374
Valencia	231.608	448.798	336.472	616.043	389.516	306.430	2.328.867
Totales	1.111.551	2.561.426	5.488.460	12.922.872	17.308.701	11.151.334	50.544.344

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

II. Balance del consumo nacional de madera (Almansa, 1990)



III. Tablas de regresión climática o *phyllum* de Luis Ceballos, complementadas por otros autores y tomadas de (Montero de Burgos *et al.*, 1981)

**TABLA DE REGRESION CLIMACICA
de LUIS CEBALLOS**

I Optimo Bosque denso	1 HAYA (<i>Fagus silvatica</i>)	2 CASTAÑO (<i>Castanea sativa</i>)	3 ROBLE (<i>Quercus pedunculata</i>)	4 ROBLE (<i>Quercus sessiliflora</i>)
II Bosque aclarado con abundante intervención de arbustos. Sotobosque con numerosas plantas Leguminosas.	<i>Ilex aquifolium</i> <i>Rhamnus alpina</i> <i>Sorbus aucupar.</i> <i>Fraxinus excels.</i> <i>Sambucus racem.</i> <i>Vaccinium myrt.</i> <i>Genista hispán.</i> <i>Erica vagans</i> <i>Rubus idaeus</i>	<i>Acer pseudopl.</i> <i>Corylus avell.</i> <i>Adenocarpus grandifl. counm.</i> <i>Genista flor. lept.</i> <i>Cytisus Kunz. R.</i>	<i>Rhamnus frang.</i> <i>Ilex aquifolium</i> <i>Acer pseudoplat.</i> <i>Pirus communis</i> <i>Genista leptocl.</i> <i>Ulex europaeus</i> <i>Vaccinium myrt.</i> <i>Erica arborea</i>	<i>Acer opulififol.</i> <i>Tilia grandifolia</i> <i>Prunus Mahaleb</i> <i>Ligustrum vulg.</i> <i>Sorbus aucupar.</i> <i>Coronilla emerus</i> <i>Cytisus sessilif.</i> <i>Daphne laureola</i> <i>Clematis flamm.</i> <i>Lonicera etrusca</i>
III Invasión de matorral heliófilo. Etapa de los pinares. Invasión de matorral colonizador a base de Ericácea o de Cistáceas.	↓ BOJEDAS (<i>Buxus semp.</i>) BREZALES (<i>Erica aragon.</i>) (<i>Rhodod. ferr.</i>) <i>Pinus silvestris</i> <i>Calluna vulgaris</i>	↓ HELECHAR (<i>Pterid. aquil.</i>) AULAGARES (<i>Ulex Boivini</i>) <i>Pinus pinaster</i> <i>Cistus hirsutus</i> <i>Cistus ladanif.</i>	↓ TOJARES (<i>Ulex europaeus</i> <i>Ulex nanus</i>) <i>Pinus pinaster</i> <i>Pinus silvestris</i> RETAMARES <i>Genista leptocl.</i> <i>Sarotham. pat.</i>	↓ BOJEDAS (<i>Buxus semp.</i>) HELECHARES (<i>Pteridium aq.</i>) <i>Pinus silvestris</i> <i>Pinus laricio</i> <i>Cistus monspel.</i> <i>Calluna vulg.</i>
IV Matorral en estado avanzado de degradación. Frecuencia de plantas espinosas. Predominio de labiadas.	↓ <i>Genista horrida</i> <i>Sarotham. pur.</i> <i>Juniperus comm.</i> <i>Erinacea anth.</i>	↓ <i>Genista triac.</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Lavand. stoech.</i> <i>Lavandula ped.</i> <i>Thymus mastich.</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Juniperus comm.</i>	↓ BREZALES <i>Erica umbellata</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Pterospartum tridentatum</i>	↓ <i>Lavandula vera</i> <i>Thymus vulgaris</i> <i>Genista scorpius</i> <i>Erinacea anthyll.</i> <i>Fumana proc.</i> <i>Aphyllantes monspeliensis</i>
V Asociaciones herbáceas del último estado de regresión. Pseudo-estepas de gramíneas.	↓ <i>Achillea-Helleb.</i> <i>Nardus stricta</i>	↓ <i>Dianthus-Hip.</i> <i>Rumex</i> <i>Cynosurus-Brom.</i> <i>Aira</i>	↓ <i>Agrostis-Nardus</i> <i>Corynephorus</i>	↓ <i>Teucrium pol.</i> <i>Plantago-</i> <i>Scleranthus</i> <i>Bromus-Koel</i> <i>Festuca</i> <i>Brachypodium</i>
VI Desierto.	↓	↓	↓	↓

5 QUEJIGO (Q. Mirbeckii)	6 REBOLLO (Q. toza)	7 QUEJIGO (Q. faginea)	8 ALCORNOCQUE (Q. suber)	9 ENCINA (Q. ilex)	
				9 sobre terreno silíceo	10 sobre terreno calizo
<i>Rhamnus frang.</i> <i>Laurus nobilis</i> <i>Phillyrea latifol.</i>	<i>Acer campestre</i> <i>Acer monspess.</i> <i>Sorbus aria</i> <i>Crataegus mon.</i>	<i>Fraxinus angust.</i> <i>Amelanchier ov.</i> <i>Crataegus mon.</i>	<i>Arbutus unedo</i> <i>Rhamnus alai.</i> <i>Phillyrea media</i>	<i>Fraxinus angust.</i> <i>Arbutus unedo</i> <i>Juniperus oxic.</i>	<i>Ceratonia sil.</i> <i>Celtis australis</i> <i>Juniperus phoen.</i> <i>Pistacia tereb.</i>
<i>Cytisus triflorus</i> <i>Viburnum tinus</i> <i>Sarothamnus boeticus</i>	<i>Genista florida</i> <i>Rubus discolor</i> <i>Genista tinctoria</i> <i>Adenocarpus hispanicus</i> <i>Rosa canina</i>	<i>Viburnum lant.</i> <i>Lonicera hisp.</i> <i>Adenocarp. int.</i> <i>Spartium junc.</i>	<i>Mirtus communis</i> <i>Cytisus linifolius</i> <i>Cytisus candic.</i>	<i>Ruscus aculeatus</i> <i>Lonicera etrusca</i> <i>Daphne gnidium</i> <i>Rosa sempervir.</i> <i>Genista florida</i>	<i>Coronilla glauca</i> <i>Spartium junc.</i> <i>Anthyllis cytis.</i> <i>Smilax aspera</i> <i>Jasminum fruite</i>
↓	↓	↓	↓	↓	↓
ALTABACARES (<i>Inula viscosa</i>) LENTISCARES (<i>Pistacia lent.</i>) BREZALES (<i>Erica arborea</i>)	CAYUBARES (<i>Arctostaphylos</i>) <i>uva-ursi</i>) ESCOBONALES (<i>Sarothamnus scoparius</i>)	ESCOBONALES (<i>Genista cin.</i>) (<i>Sarothamnus scoparius</i>)	BREZALES (<i>Erica umbell.</i>) (<i>Erica australis</i>) ROUILLARES (<i>Quercus hum.</i>)	RETAMARES (<i>Retama sphaerocarpa</i>)	LENTISCARES (<i>Pistacia lent.</i>) ROMERALES (<i>Rosmar. off.</i>) COSCOJARES (<i>Quercus cocc.</i>)
<i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus silvestris</i> <i>Pinus laricio</i> <i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus silvestris</i> <i>Pinus laricio</i> <i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus pinea</i> <i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus halepensis</i> <i>Pinus laricio</i>
<i>Cistus salvifolius</i> <i>Erica scoparia</i>	JARALES <i>Cistus laurifolius</i> <i>Cistus ladanif.</i>	JARALES <i>Cistus laurifolius</i> <i>Cistus ladanif.</i>	JARALES <i>Cistus monspel.</i> <i>Cistus ladanifer.</i> <i>Cistus salvifolius</i> <i>Cistus populifol.</i> <i>Halimium erioc.</i>	JARALES <i>Cistus ladanif.</i> <i>Cistus laurifolius</i>	JARALES <i>Cistus albidus</i> <i>Cistus libanotis</i>
↓	↓	↓	↓	↓	↓
<i>Calycoteme vill.</i> <i>Ulex scaber</i> <i>Rhamnus oleoid.</i> <i>Thymus mastich.</i>	<i>Lavandula ped.</i> <i>Thymus mastich.</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Juniperus oxic.</i> <i>Juniperus comm.</i> <i>Genista scorpius</i> <i>Helichrysum stoechas</i>	<i>Rhamnus infect.</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Genista scorpius</i> <i>Santolina rosm.</i> <i>Lavandula latif.</i> <i>Lavandula ped.</i> <i>Satureja obovata</i> <i>Thymus zizis</i>	<i>Lavand. stoech.</i> <i>Ulex parviflorus</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Lithospermumfr.</i>	<i>Artemisia glutin.</i> <i>Helichrysum st.</i> <i>Santolina rosm.</i> <i>Lavandula ped.</i> <i>Thymus zizis</i>	<i>Phlomis lychnites purpurea</i> <i>Teucrium capit.</i> <i>Lavandula vera</i> <i>Rhamnus lycioid.</i> <i>Ruta bracteosa</i>
↓	↓	↓	↓	↓	↓
<i>Senecio-Carduus</i>	<i>Asphodellus-Andryala</i>	<i>Thapsia-Vervascum</i>	<i>Pulicaria-Aspar.</i> <i>Rumex</i> <i>Brachypodium</i>	<i>Filago Andryala</i> <i>Eringium</i>	<i>Euphorbia-Plantago</i>
<i>Brachypodium</i> <i>Pipthaterum</i>	<i>Corinephorus</i> <i>Festuca-Nardus</i>	<i>Corinephorus</i> <i>Festuca-Stipa</i>	<i>Andropog.-Aira</i> <i>Vulpia</i>	<i>Stipa-Coryneph.</i> <i>Bromus</i>	<i>Brachypodium ramosum</i> <i>Stipa tenaciss.</i>
↓	↓	↓	↓	↓	↓

TABLA de regresión (b)
(Complementaria a la de L. Ceballos)

I OPTIMO NATURAL (Climax)	BOSQUE DENSO a) sin el pino de la serie b) con el pino de la serie	II ROBLE (<i>Q. pubescens</i>)	12 ABETO (<i>Abies alba</i>)
II a) BOSQUE ACLARADO b) BOSQUE MEZCLADO (con el pino de la serie)	<i>Estrato arbóreo</i> con abundantes arbustos y la especie-climax. a) Sin el pino de la serie. b) con el pino de la serie. <i>Sotobosque</i> , con abundantes leguminosas	<i>Amelanchier ovalis</i> <i>Sorbus aria</i> <i>Sorbus torminalis</i> <i>Prunus avium</i> <i>Rhamnus cathartica</i> <i>Viburnum lantana</i> <i>Rhamnus alpina</i> <i>Cornus mas</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Evonymus europaeus</i> <i>Cotoneaster toment.</i> <i>Lonicera xylosteum</i>	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Salix caprea</i> <i>Acer platanoides</i> <i>Faxinus excelsior</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Sambucus racemosa</i> <i>Genista florida</i> <i>Sorbus chamaemespy</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Daphne mezereum</i> <i>Luzula nivea</i> <i>Rosa pendulina</i> <i>Lonicera. spp.</i> <i>Pirola. spp.</i>
III ETAPA DE LOS PINARES a) MONTE RASO b) PINAR	III (1) <i>Sotobosque</i> con matorral heliófilo <i>Estrato arbóreo</i> a) Pino adecuado a la serie, o b) Pino propio de la serie III (2) <i>Sotobosque</i> a base de ericáceas y/o cistáceas	BODEJAS (<i>Buxus sempervirens</i>) <i>Pinus nigra</i> <i>Pinus sylvestris</i> BREZALES <i>Erica vagans</i> <i>Calluna vulgaris</i> AULAGARES <i>Genista hipanica</i> <i>Genista horrida</i>	BOJEDAS (<i>Buxus sempervirens</i>) HELECHARES (<i>Pteridium aquilinum</i>) PIORNALES (<i>Cytisus purgans</i>) <i>Pinus sylvestris</i> <i>Pinus uncinata</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Rhododendron ferrugineum</i>
IV MATORRAL DEGRADADO	<i>Matorral</i> con predominio de plantas espinosas y labiadas	<i>Satureja montana</i> <i>Ononis fruticosa</i> <i>Teucrium pirenaicum</i> <i>Lavandula angustifolia</i> <i>Onobrychis saxatilis</i> <i>Berberis vulgaris</i>	<i>Juniperus communis</i> <i>Cotoneaster integerrimus</i>
V PSEUDO-ESTEPA DE GRAMINEAS	Asociaciones herbáceas del último estado de regresión	<i>Nardus-Agrostis</i>	<i>Nardus stricta</i> <i>Deschampsia flexuosa</i> <i>Gallium rotundifolium</i> <i>Helleborus occidentalis</i> <i>Festuca heterophylla</i>
VI. DESIERTO: <i>Roquedo</i> , <i>Arenales</i> ,			

Origen de la información básica:

Series 11, 12 y 13: Pedro Montserrat.

13 PINO NEGRO (<i>Pinus uncinata</i>)	14 PINSAPO (<i>Abies pinsapo</i>)	15 LAUREL (<i>Laurus canariensis</i>)	16 PINO CANARIO (<i>Pinus canariensis</i>)
<i>Pinus sylvestris</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Amelanquier ovalis</i> <i>Betula pubescens</i> <i>Rhamnus alpina</i> <i>Sorbus chamaemespilus</i> <i>Arctostaphyllum uva-ursi</i> <i>Lonicera nigra</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Rosa pendulina</i>	<i>Quercus faginea</i> (ssp. <i>alpestris</i>) <i>Acer monspesulanum</i> <i>Sorbus aria</i> <i>Adenocarpus decorticans</i> <i>Ceratonia siliqua</i> <i>Daphne laureola</i> <i>Cotoneaster</i> , spp. <i>Rosa</i> , spp. <i>Helleborus foetidus</i> <i>Cerastium boissieri</i> <i>Berberis hispanica</i>	<i>Ilex canariensis</i> <i>Mirica faya</i> <i>Erica arborea</i> <i>Pteridium aquilinum</i> <i>Rubus ulmifolius</i> <i>Cedronella canariensis</i>	<i>Pinus canariensis</i> <i>Chamaecytisus proliferus</i> <i>Asphodelus ramosus</i> <i>Tolpis barbata</i> <i>Micromeria</i> , spp.
BODEJAS (<i>Buxus sempervirens</i>) PIORNALES (<i>Cytisus purgans</i>) <i>Pinus sylvestris</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Rhododendron ferrugineum</i>	ROSACEAS y LEGUMINOSAS de la etapa anterior <i>Ulex parvifolius</i> <i>Pinus pinaster</i> <i>Pinus nigra</i> (?) <i>Pinus halepensis</i> (?) AULAGAR (<i>Ulex parvifolius</i>) <i>Bupleurum spinosum</i> <i>Euphorbia nicaensis</i> <i>Euphorbia characias</i>	HELECHAR (<i>Pteridium aquilinum</i>) <i>Mirica faya</i> <i>Erica arborea</i> TOMILLAR (<i>Micromeria</i> , spp.) ZARZAL (<i>Rubus ulmifolius</i>)	ESCOBONAI. (<i>Chamaecytisus proliferus</i>) <i>Bistropogon plumosus</i> <i>Micromeria</i> , spp. <i>Sideritis caudicans</i>
<i>Juniperus nana</i> <i>Juniperus communis</i>	<i>Phlomis purpurea</i> <i>Phlomis</i> spp. <i>Teucrium polium</i> <i>Thymus tomentosus</i> <i>Cistus albidus</i> <i>Cistus salviaefolius</i> <i>Helianthemum croceum</i>	<i>Micromeria</i> , spp. <i>Pteris aquilinum</i> <i>Cistus osbaechnaefolius</i>	<i>Bistropogon plumosus</i> <i>Micromeria</i> , spp. <i>Sideritis caudicans</i> <i>Cistus symphitifolius</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i> <i>Gallium marchandi</i> <i>Festuca scoparia</i> <i>Helictotrichom montanum</i> <i>Valeriana montana</i> <i>Pulsatilla alpina</i>	<i>Festuca scariosa</i> <i>Stipa tenacissima</i> <i>Brachypodium</i> , spp. <i>Koeleria vallesiana</i> <i>K. dasiphyla</i> <i>Agrostis castellana</i> <i>Helictotrichon</i> , spp. <i>Avena barbata</i>	<i>Brachypodium ramosum</i>	<i>Micromeria</i> , spp. <i>Agrostis</i> , spo.

Karst. Canchal

Serie 14: Antonio Rigueiro Rodríguez.

Series 15 y 16: J. M. González Hernández.

(Interpretación de los autores).

IV.- Tablas de juicio biológico y ecológico en relación con las Series de Vegetación (Rivas, 1987)

Se presentan copias de las Tablas de juicio biológico y ecológico sobre repoblaciones forestales propuestas por RIVAS MARTÍNEZ (1987) en la Memoria de Mapa de Series de Vegetación de España. En los párrafos siguientes se incluye, en cursiva, parte del texto de la Introducción de dicha obra que se refiere a la utilización de las Tablas. También se incluye copia de la Leyenda del Mapa para identificar la Series enumeradas en dichas Tablas.

Las grandes series de vegetación climatófila, es decir, macroseries o hiperseries (sigmion, sigmetalia, etcétera) reconocidas en este trabajo han sido 137, diversificadas en un centenar de series elementales o sigmetum, que en algún caso, a su vez, se han subdividido en faciaciones. Las faciaciones, series, y macroseries de vegetación se han distribuido ordenadamente en las tres regiones biogeográficas existentes en España; en la región Eurosiberiana: 12 macroseries, 39 series y dos faciaciones; en la región Mediterránea: 23 macroseries, 66 series y 26 faciaciones, y en la región Macaronésica: cinco macroseries. Las regiones Eurosiberiana y Mediterránea comparten en sus fronteras varias series y macroseries. También se han cartografiado en la región Mediterránea las macroseries y geomacroseries edafófilas riparias, así como las áreas adyacentes transformadas en regadíos.

Cada serie y macroserie de vocación boscosa se ha encabezado y denominado con la especie arbórea dominante en el ecosistema vegetal maduro o clímax. Es bien sabido que, a la hora de repoblar un paraje, hay que tener en cuenta una serie de criterios (ecológicos, económicos, estéticos, sociales, etcétera) que, en ocasiones, son contradictorios. Pues bien desde el punto de vista ecológico y proteccionista, la especie dominante que corresponde es la más adecuada a conservar, a propiciar (incluso por repoblación) siempre que las condiciones de calidad del suelo lo permitan.

En cada serie o macroserie se ha indicado su ecología, distribución aproximada y etapas de regresión: bosque, matorral denso, matorral degradado y pastizal y se han señalado sus principales especies indicadoras (bioindicadores).

Se incluyen también dos tipos de tablas de juicio: las biológicas y las ecológicas. En las tablas de juicio que llamamos "biológicas", se dan reglas sobre posibles especies repobladoras a utilizar dentro de cada serie y se han incluido las especies más comúnmente utilizadas en repoblación.

En cualquier caso no hay que olvidar, como ya se ha dicho, que cuando se utilicen criterios estrictamente conservadores y los suelos correspondientes estén evolucionados la especie directriz o cabecera de serie (árbol dominante) es la más adecuada a favorecer, de tal modo que si en suelos evolucionados se utilizasen las especies indicadas como adecuadas en las tablas habría que pensar fundadamente que esa utilización, pese a que pudiera estar justificada por razones distintas a las ecológicas, es ecológicamente regresiva.

Sin embargo, en fases avanzadas de regresión, cuando ya no es viable propiciar de entrada la especie dominante, esa misma utilización, si se trata de especies de ámbito natural mediterráneo, tendría connotaciones ecológicamente positivas. Así ha de entenderse el término que utilizaremos de "biológicamente positivo o viable". En estas tablas hemos distinguido tres categorías: (+) positivo, (-) negativo y (?) dudoso (en la leyenda de signos convencionales de la tablas figuran: p, d y -) que indican escuetamente, en nuestra opinión, sobre si podrían o no prosperar de acuerdo con lo expuesto, o bien si tenemos dudas sobre su viabilidad.

En las tablas de juicio ecológicas hemos relacionado, además de las mayoría de las especies arbóreas cabezas de serie, los pinos comúnmente utilizados en las repoblaciones. Si se trata de una serie encabezada por el roble, pino albar, haya, encina, quejigo, alcornoque o cualquier otra especie, se especifique o no, tal árbol es el más adecuado ecológicamente. En estas tablas ecológicas hemos distinguido cinco categorías de juicio: p+, posible positivo; p-, posible negativo; d+, dudoso positivo; d-, dudoso negativo; -, negativo. Explicado con más detalle significa (p+): posible o viable biológicamente su cultivo y adecuado ecológicamente; (p-): posible o viable biológicamente su cultivo pero inadecuado o regresivo desde el punto de vista ecológico; (d+): se tienen ciertas dudas sobre su viabilidad biológica, pero su empleo es ecológicamente favorable o positivo; (d-): se tienen ciertas dudas sobre su viabilidad biológica y además su empleo es ecológicamente inadecuado o regresivo; (-): su empleo es biológica y ecológicamente negativo. Todo ello con las reservas apuntadas.

V. TABLAS DE JUICIO BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS SOBRE REPOBLACIONES

TABLAS DE JUICIO BIOLÓGICAS SOBRE REPOBLACIONES
Región Eurosiberiana

Serie	<i>Pinus uncinata</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pinus pinaster (atlantica)</i>	<i>Pinus peuce</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Eucalyptus</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Abies alba</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
Piso alpino											
Serie 1a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1f	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Piso subalpino											
Serie 2a	p	—	—	—	—	—	—	—	—	d	—
Serie 2b	p	—	—	—	—	—	—	—	—	p	—
Serie 2c	p	—	—	—	—	—	—	—	—	d	—
Serie 2d	p	d	—	—	—	—	—	—	—	d	—
Serie 2e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 2f	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Piso montano											
Serie 3a	p	p	—	—	—	—	—	—	—	d	—
Serie 3b	d	p	—	—	—	—	—	—	—	d	—
Serie 3c	d	p	—	—	—	—	—	—	—	d	—
Serie 4a	—	d	—	—	—	—	—	—	—	p	p
Serie 4b	d	p	—	—	—	—	—	—	—	p	p
Serie 5a	—	p	—	—	—	—	—	—	—	p	p
Serie 5b	—	p	—	—	—	—	d	—	—	d	p
Serie 5c	d	p	—	—	—	—	—	d	p	p	p
Serie 5d	—	p	—	—	—	d	—	d	d	p	p
Serie 5e	—	p	d	d	—	—	—	—	d	p	p
Serie 5f	—	p	d	—	—	d	—	—	d	p	p
Serie 5g	—	p	—	—	—	d	—	—	d	p	p
Serie 5h	—	p	—	—	—	d	—	d	d	p	p
Serie 6a	—	—	—	—	—	—	—	—	d	p	p
Serie 6b	—	—	—	—	—	—	—	—	d	p	p
Serie 6c	—	—	—	—	—	—	—	—	d	p	p
Serie 6d	—	—	d	—	—	p	d	p	d	d	d
Serie 7a	—	p	—	p	—	—	—	—	d	p	p
Serie 16c	—	p	—	p	—	—	—	—	d	p	p
Serie 7b	—	p	—	d	—	p	p	p	d	p	p
Serie 8d	—	p	—	d	—	p	d	p	—	d	d
Serie 9a	—	p	—	—	—	d	d	p	—	d	d
Serie 9b	—	p	—	—	—	d	d	p	—	—	—
Serie 10	—	p	d	—	—	—	—	—	d	—	d
Serie 11c	—	p	p	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13a	—	p	d	—	—	—	—	—	—	—	—
Piso colino											
Serie 6a	—	—	—	—	—	—	p	p	d	d	d
Serie 6d	—	—	—	—	—	—	p	p	d	—	d
Serie 8a	—	d	—	p	—	—	p	p	p	—	—
Serie 8b	—	d	—	p	—	—	p	p	p	—	—
Serie 8c	—	d	—	p	d	—	p	p	p	—	—
Serie 11a	—	—	—	d	—	—	d	p	d	—	—
Serie 11b	—	—	—	d	—	—	d	d	—	—	—

Signos convencionales: p = posible; d = dudoso; — = no viable.

TABLAS DE JUICIO BIOLÓGICAS SOBRE REPOBLACIONES
Región Mediterránea

Serie	<i>Pinus uncinata</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pinus pinaster (pinaster)</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Eucalyptus</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus faginea</i>
Piso crioromediterráneo											
Serie 12a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 12b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 12c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 12d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 12e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Piso oromediterráneo											
Serie 13a	d	p	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13b	d	d	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13c	d	d	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13d	p	p	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13e	d	d	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13f	d	p	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 14a	p	p	d	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 14b	d	p	p	—	—	—	—	—	—	—	—
Piso supramediterráneo											
Serie 11c	—	d	p	—	—	—	—	—	—	p	d
Serie 15b	—	d	d	d	—	—	—	—	—	d	d
Serie 15c	—	—	d	—	—	—	—	—	—	d	—
Serie 16a	—	p	—	—	—	—	d	—	d	—	—
Serie 16b	—	p	—	—	—	—	d	—	d	—	—
Serie 18a	—	p	—	p	—	—	—	—	p	d	p
Serie 18b	—	p	—	p	—	—	—	—	p	d	p
Serie 18c	—	p	—	p	—	—	—	—	p	—	p
Serie 18d	—	p	d	d	—	—	—	—	p	d	p
Serie 18e	—	d	—	p	—	—	—	—	p	d	p
Serie 18f	—	d	—	p	—	—	—	—	p	d	p
Serie 18g	—	p	—	d	—	—	—	—	p	d	p
Serie 19b	—	—	p	d	d	d	—	—	—	d	p
Serie 19c	—	—	p	d	d	d	—	—	—	d	p
Serie 19d	—	—	p	d	d	—	—	—	—	d	p
Serie 19e	—	—	p	d	d	d	—	—	—	d	p
Serie 20a	—	—	d	d	d	d	—	d	—	p	p
Serie 20b	—	—	—	p	d	—	—	d	d	d	p
Serie 21a	—	p	d	p	d	—	—	d	p	d	p
Serie 22a	—	—	p	d	—	d	—	—	—	p	d
Serie 22c	—	—	p	d	—	—	—	—	—	p	p
Serie 24a	—	—	—	p	p	d	—	d	—	p	d
Serie 24b	—	—	—	p	p	—	—	d	d	p	d
Serie 24d	—	—	d	p	d	d	—	d	d	p	d
Serie 24f	—	—	p	d	—	—	—	—	—	p	d
Piso mesomediterráneo											
Serie 17	—	—	d	p	p	p	—	p	p	d	p
Serie 18b	—	—	—	p	p	p	—	p	p	d	p
Serie 19a	—	—	p	d	d	p	—	p	—	p	p
Serie 21b	—	—	d	p	p	p	—	p	d	p	p
Serie 21c	—	—	—	d	p	p	—	p	—	p	d
Serie 22b	—	—	—	d	p	p	—	d	—	p	d
Serie 23a	—	—	—	p	p	d	—	p	p	d	d
Serie 23b	—	—	—	p	d	d	—	p	d	d	d
Serie 23c	—	—	—	p	p	p	—	p	p	d	d
Serie 23d	—	—	—	d	p	d	—	p	d	d	d
Serie 23e	—	—	—	p	p	d	d	p	p	d	p
Serie 24c	—	—	—	p	p	d	—	p	—	p	p
Serie 24e	—	—	—	p	p	p	—	p	—	p	d
Serie 29	—	—	—	—	d	p	—	d	—	—	—
Piso termomediterráneo											
Serie 25	—	—	—	p	p	d	—	p	d	—	p
Serie 26	—	—	—	d	p	d	—	p	—	d	—
Serie 27a	—	—	—	d	p	d	—	p	—	p	—
Serie 27b	—	—	—	—	p	p	—	p	—	p	—
Serie 27c	—	—	—	d	d	p	—	p	—	p	—
Serie 28	—	—	—	d	d	d	—	p	—	d	—
Serie 30a	—	—	—	—	d	p	—	p	—	—	—
Serie 30b	—	—	—	d	p	d	—	p	—	—	—
Serie 30c	—	—	—	—	p	p	—	p	—	—	—
Serie 30d	—	—	—	—	d	p	—	d	—	—	—
Serie 31a	—	—	—	—	—	p	—	d	—	—	—
Serie 31b	—	—	—	—	—	d	—	d	—	—	—
Serie 32a	—	—	—	—	—	d	—	d	—	—	—
Serie 32b	—	—	—	—	—	d	—	d	—	—	—

TABLAS DE JUICIO BIOLÓGICAS SOBRE REPOBLACIONES
Región Mediterránea (continuación)

Series	<i>Pinus uncinata</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pinus pinaster (pinaster)</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Eucalyptus</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus faginea</i>
Geoserias edafófilas											
Geomegaserie I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geomacroserie Ia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geoserie Ib	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geoserie Id	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geoserie Ie	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geomacroserie II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geomacroserie III	—	—	—	—	p	d	—	d	—	—	—

TABLAS DE JUICIO BIOLÓGICAS SOBRE REPOBLACIONES
Región Macaronésica

Macroseries	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Laurus azorica</i>	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus canariensis</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.
Veg. orocanaria 38	—	—	—	—	—	—	—	—
Macroserie 37	—	—	—	—	—	—	—	—
Macroserie 36	d	—	d	p	—	d	d	d
Macroserie 35	—	p	p	p	p	p	p	p
Macroserie 34	p	—	d	d	—	—	—	d
Macroserie 33	—	—	—	—	—	—	—	—

Signos: p = posible; d = dudoso; — = no viable.

TABLAS DE JUICIO ECOLOGICAS SOBRE REPOBLACIONES
Región Euroalberiana

Series	<i>Pinus uncinata</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pinus pinaster (atlantica)</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Eucalyptus</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Abies alba</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
Piso alpino											
Serie 1a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1f	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 1g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Piso subalpino											
Serie 2a	p+	—	—	—	—	—	—	—	—	d+	—
Serie 2b	p+	—	—	—	—	—	—	—	—	p+	—
Serie 2c	p+	—	—	—	—	—	—	—	—	d+	—
Serie 2d	p+	d+	—	—	—	—	—	—	—	d+	—
Serie 2e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 2f	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Piso montano											
Serie 3a	p+	p+	—	—	—	—	—	—	—	d+	—
Serie 3b	d+	p+	—	—	—	—	—	—	—	d+	—
Serie 3c	d+	p+	—	—	—	—	—	—	—	d+	—
Serie 4a	—	d—	—	—	—	—	—	—	—	p+	p+
Serie 4b	d—	p—	—	—	—	—	—	—	—	p+	p+
Serie 5a	—	p—	—	—	—	—	—	—	—	p+	p+
Serie 5b	—	p—	—	—	—	d—	—	—	—	d+	p+
Serie 5c	d—	p—	—	—	—	—	—	—	d+	p+	p+
Serie 5d	—	p—	—	—	—	d—	—	—	d+	p+	p+
Serie 5e	—	p—	d—	—	—	—	—	—	—	d+	p+
Serie 5f	—	p—	d—	—	—	d—	—	—	—	d+	p+
Serie 5g	—	p—	—	d—	—	—	—	—	d+	d+	p+
Serie 5h	—	p—	—	—	—	d—	—	—	d+	d+	p+
Serie 6b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	d+	p+
Serie 6c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	d+	p+
Serie 6d	—	d—	d—	—	—	—	—	—	—	d+	p+
Serie 7a	—	p—	—	—	—	—	d—	p+	—	d+	d+
Serie 16c	—	p—	—	—	—	—	—	—	—	d+	p+
Serie 7b	—	p—	—	p—	—	p—	p—	p+	—	d+	p+
Serie 8d	—	p—	—	p—	—	p—	d—	p+	—	d+	—
Serie 9a	—	p—	—	d—	—	d—	d—	p+	—	d+	—
Serie 9b	—	p—	—	d—	—	—	—	—	—	d+	d+
Serie 10	—	p—	d—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 11c	—	p—	p—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 15a	—	p—	d—	—	—	—	—	—	—	—	—
Piso colino											
Serie 6a	—	—	—	—	—	—	p—	p—	d+	d+	d+
Serie 6d	—	—	—	—	—	—	p—	p—	d+	—	d+
Serie 8a	—	d—	—	p—	—	—	p—	p—	p+	—	—
Serie 8b	—	p—	—	p—	—	—	p—	p—	p+	—	—
Serie 8c	—	d—	—	p—	d—	—	p—	p—	p+	—	—
Serie 11a	—	—	—	d—	—	—	d—	p—	d+	—	—
Serie 11b	—	—	—	d—	—	—	d—	d—	—	—	—

Signos convencionales: p+ = posible positivo; p— = posible negativo; d+ = dudoso positivo; d— = dudoso negativo; — = no viable.

TABLAS DE JUICIO ECOLOGICAS SOBRE REPOBLACIONES
Región Mediterránea

Serie	<i>Pinus uncinata</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pinus pinaster (pinaster)</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Eucalyptus</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus faginea</i>
Piso crioromediterráneo											
Serie 12a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 12b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 12c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 12d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 12e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Piso oromediterráneo											
Serie 13a	d +	p +	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13b	d +	d +	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13c	d +	d +	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13d	p +	p +	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13e	d +	d +	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 13f	d +	p +	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Serie 14a	p +	p +	d +	—	—	—	—	p +	—	—	—
Serie 14b	d +	p +	p +	—	—	—	—	—	—	—	—
Piso supramediterráneo											
Serie 11c	—	d —	p —	—	—	—	—	—	—	p +	d +
Serie 13b	—	d +	d +	d —	—	—	—	—	—	d +	d +
Serie 15c	—	—	d +	—	—	—	—	—	—	d +	—
Serie 16a	—	p —	—	—	—	—	d —	—	d +	—	—
Serie 16b	—	p —	—	—	—	—	d —	—	d +	—	—
Serie 18a	—	p —	—	p —	—	—	—	—	p +	d +	p +
Serie 18b	—	p —	—	p —	—	—	—	—	p +	d +	p +
Serie 18c	—	p —	—	p —	—	—	—	—	p +	—	p +
Serie 18d	—	p —	d —	d —	—	—	—	—	p +	d +	p +
Serie 18e	—	d —	—	p —	—	—	—	—	p +	d +	p +
Serie 18f	—	p —	—	p —	—	—	—	—	p +	d +	p +
Serie 18g	—	—	—	d —	—	—	—	—	p +	d +	p +
Serie 19b	—	—	p —	d —	d —	d —	—	—	—	d +	p +
Serie 19c	—	—	p —	d —	d —	d —	—	—	—	d +	p +
Serie 19d	—	—	p —	d —	d —	d —	—	—	—	d +	p +
Serie 19e	—	—	p —	d —	d —	d —	—	—	—	d +	p +
Serie 20a	—	—	d —	d —	d —	d —	—	d —	—	p +	p +
Serie 20b	—	p —	—	p —	d —	—	—	d —	d +	d +	p +
Serie 21a	—	—	d —	p —	d —	—	—	d —	p +	d +	p +
Serie 22a	—	—	p —	d —	—	d —	—	—	—	p +	d +
Serie 22c	—	—	p —	d —	—	—	—	—	—	p +	p +
Serie 24a	—	—	—	p —	p —	d —	—	d —	—	p +	d +
Serie 24b	—	—	—	p —	p —	—	—	d —	d +	p +	d +
Serie 24d	—	—	d —	p —	d —	d —	—	d —	d +	p +	d +
Serie 24f	—	—	p +	d —	—	—	—	—	—	—	d +
Piso mesomediterráneo											
Serie 17	—	—	d —	p —	p —	p —	—	p —	p +	d +	p +
Serie 18h	—	—	—	p —	p —	p —	—	p —	p +	d +	p +
Serie 19a	—	—	p —	d —	d —	p —	—	p —	—	p +	p +
Serie 21b	—	—	d —	p —	p —	p —	—	p —	d +	p +	p +
Serie 21c	—	—	—	d —	p —	p —	—	p —	—	p +	d +
Serie 22b	—	—	—	d —	p —	p —	—	d —	—	p +	d +
Serie 23a	—	—	—	p —	p —	d —	—	p —	p +	d +	d +
Serie 23b	—	—	—	p —	d —	d —	—	p —	d +	d +	d +
Serie 23c	—	—	—	p —	p —	p —	—	p —	p +	d +	d +
Serie 23d	—	—	—	d —	p —	d —	—	p —	d +	d +	d +
Serie 23e	—	—	—	p —	d —	d —	d —	p —	p +	d +	p +
Serie 24c	—	—	—	p —	p —	d —	—	p —	—	p +	d +
Serie 24e	—	—	—	p —	p —	p —	—	p —	—	p +	d +
Serie 29	—	—	—	—	d	p +	—	d —	—	—	—
Piso termomediterráneo											
Serie 25	—	—	—	p —	p —	d +	—	p —	d +	—	p +
Serie 26	—	—	—	d —	p —	p —	—	p —	—	d +	—
Serie 27a	—	—	—	d —	p —	d —	—	p —	—	p +	—
Serie 27b	—	—	—	—	p —	p —	—	p —	—	p +	—
Serie 27c	—	—	—	d —	d —	p +	—	p —	—	p +	—
Serie 28	—	—	—	d —	d —	d +	—	p —	—	d +	—
Serie 30a	—	—	—	—	d —	p +	—	p —	—	—	—
Serie 30b	—	—	—	d —	p —	d +	—	p —	—	—	—
Serie 30c	—	—	—	—	p —	p +	—	p —	—	—	—
Serie 30d	—	—	—	—	d —	p +	—	d —	—	—	—
Serie 31a	—	—	—	—	—	p +	—	d —	—	—	—
Serie 31b	—	—	—	—	—	d +	—	d —	—	—	—
Serie 32a	—	—	—	—	—	d +	—	d —	—	—	—
Serie 32b	—	—	—	—	—	d +	—	d —	—	—	—

TABLAS DE JUICIO ECOLOGICAS SOBRE REPOBLACIONES
Región Mediterránea (continuación)

Series	<i>Pinus uncinata</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pinus pinaster (pinaster)</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Eucalyptus</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus faginea</i>
Geoseries edafófilas											
Geomegaserie I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geomegaserie Ia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geoserie Ib	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geoserie Id	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geoserie Ie	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geomacroserie II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geomacroserie III	—	—	—	—	p—	d—	—	d—	—	—	—

Signos convencionales: p+ = posible positivo; p— = posible negativo; d+ = dudoso positivo; d— = dudoso negativo; — = no viable.

TABLAS DE JUICIO ECOLOGICAS SOBRE REPOBLACIONES
(Región Macaronésica)

Macroseries	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Laurus azorica</i>	<i>Pinus canariensis</i>	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.
Veg. orocanaria 38	—	—	—	—	—	—	—	—
Macroserie 37	—	—	—	—	—	—	—	—
Macroserie 36	d+	—	p+	d—	—	d—	d—	d—
Macroserie 35	—	p+	p—	p—	p—	p—	p—	p—
Macroserie 34	p+	—	d+	d—	—	—	d—	d—
Macroserie 33	—	—	—	—	—	—	—	—

Signos: p+ = posible positivo; p— = posible negativo; d+ = dudoso positivo; d— = dudoso negativo; — = no viable.

LEYENDA DEL MAPA DE LAS SERIES DE VEGETACION DE ESPAÑA 1:400.000

Leyenda y colores del mapa de las series de vegetación de España 1:400.000 (colores de la minicarta Colorol adaptada por el Instituto Geográfico y Catastral para cartografía temática).

D) Región Eurosiberiana

1a) Series climatófilas

A) Piso alpino

T < 3°, m < -8°, M < 0°, It < -50, H I-XII.

- 1a) Serie alpina pirenaica central silicícola de *Carex curvula* (*Gentiano alpinae-Cariceto curvulae sigmetum*). VP, pastizales alpinos acidófilos. Color 105.
- 1b) Serie alpina pirenaica oriental silicícola de *Festuca supina* (*Hieracio breviscapit-Festuceto supinae sigmetum*). VP, pastizales alpinos acidófilos. Color 105.
- 1c) Serie alpina orocantábrica altocarrionosa silicícola de *Oreochloa blanda* (*Junco trifidi-Oreochloa blanda sigmetum*). VP, pastizales alpinos acidófilos. Color 105.
- 1d) Serie alpina pirenaica oriental basófila de *Elyna myosuroides* (*Oxytropido halleri-Elyneto sigmetum*). VP, pastizales alpinos basófilos. Color 105.
- 1e) Serie alpina pirenaica central basófila de *Elyna myosuroides* (*Carici rosae-Elyneto sigmetum*). VP, pastizales alpinos basófilos. Color 105.
- 1f) Serie alpina prepirenaica central basófila de *Elyna myosuroides* (*Carici brevicollis-Oxytropideto foveaudii sigmetum*). VP, pastizales alpinos basófilos. Color 105.
- 1g) Serie alpina picoeuropeana basófila de *Elyna myosuroides* (*Oxytropidi pyrenicae-Elyneto sigmetum*). VP, pastizales alpinos basófilos. Color 105.

B) Piso subalpino

T 6 a 3°, m -4 a -8°, M 3 a 0°, It 50 a -50, H I-XII.

- 2a) Serie subalpina pirenaica acidófila esciófila del pino negro o *Pinus uncinata* (*Rhododendro-Pinetum uncinatae sigmetum*). VP, pinares negros con rododendros. Color 011.
- 2b) Serie subalpina pirenaica acidófila-esciófila del abeto o *Abies alba* (*Homogyna-Abieteto albae sigmetum*). VP, abetales con rododendros. Color 011 con sobrecarga 11.
- 2c) Serie subalpina pirenaica heliófila del pino negro o *Pinus uncinata* (*Arctostaphylo-Pinetum uncinatae sigmetum*). VP, pinares negros con gayubas. Color 011.
- 2d) Serie subalpina pirenaica basófila y xerófila del pino negro o *Pinus uncinata* (*Pulsatillo alpinae-Pinetum uncinatae sigmetum*). VP, pinares negros con sesleria y enebros rastreros. Color 011.
- 2e) Serie subalpina orocantábrica silicícola del enebro rastrero o *Juniperus nana* (*Junipero nanae-Vaccinieta uliginosi sigmetum*). VP, enebrales enanos con arándano uliginoso. Color 011.
- 2f) Serie subalpina orocantábrica basófila del enebro rastrero o *Juniperus nana* (*Daphno cantabricae-Arctostaphyloeta sigmetum*). VP, enebrales enanos con gayubas. Color 011.

C) Piso montano

T 12 a 6°, m 2 a -4°, M 10 a 3°, It 240 a 50, H IX-VI.

- 3a) Serie altimontana pirenaica silicícola del pino albar o *Pinus sylvestris* (*Veronica of-*

- ficinalis-Pinetum sylvestris sigmetum*). VP, pinares albares. Color 055 sin sobrecarga.
- 3b) Serie altimontana pirenaica oriental calcícola del pino albar o *Pinus sylvestris* (*Polygalo calcareae-Pinetum sylvestris sigmetum*). VP, pinares albares. Color 055.
- 3c) Serie altimontana pirenaica central calcícola del pino albar o *Pinus sylvestris* (*Echinopsarcho horridi-Pinetum sylvestris sigmetum*). VP, pinares albares. Color 055.
- 4a) Serie altimontana pirenaica basófila y ombrófila del abeto o *Abies alba* (*Festuco altissimae-Abieteto albae sigmetum*). VP, abetales. Color 05X.
- 4b) Serie altimontana pirenaica acidófila del abeto o *Abies alba* (*Gaultheria-Abieteto albae sigmetum*). VP, abetales. Color 05X.
- 5a) Serie montana pirenaica basófila y ombrófila del haya o *Fagus sylvatica* (*Scillo lithyacinthi-Fagetum sigmetum*). VP, hayedos. Color 10X.
- 5b) Serie montana orocantábrica y cantabroeskalduna basófila del haya o *Fagus sylvatica* (*Carici sylvaticae-Fagetum sigmetum*). VP, hayedos. Color 10X.
- 5c) Serie montana pirenaica acidófila del haya o *Fagus sylvatica* (*Luzulo niveae-Fagetum sigmetum*). VP, hayedos. Color 10X.
- 5d) Serie montana pirenaica xerófila del haya o *Fagus sylvatica* (*Heliolebo occidentalis-Fagetum sigmetum*). VP, hayedos. Color 10X.
- 5e) Serie montana pirenaica calcícola y termófila del haya o *Fagus sylvatica* (*Buxo-Fagetum sigmetum*). VP, hayedos. Color 10X.
- 5f) Serie montana orocantábrica y cantabroeskalduna basófila y xerófila del haya o *Fagus sylvatica* (*Epipactidi heliolebo-rines-Fagetum sigmetum*). VP, hayedos. Color 10X.
- 5g) Serie montana cantabroeskalduna y pirenaica occidental acidófila del haya o *Fagus sylvatica* (*Saxifrago hirsutae-Fagetum sigmetum*). VP, hayedos. Color 10X.
- 5h) Serie montana orocantábrica acidófila del haya o *Fagus sylvatica* (*Luzulo henriquesii-Fagetum sigmetum*). VP, hayedos. Color 10X.
- 6b) Serie montana cantabroeskalduna mesofítica del roble o *Quercus robur* (*Craetago laevigatae-Querceto roboris sigmetum*). VP, robledales mesofíticos. Color 015 sin sobrecarga. Dos facieses: típica con *Quercus robur* (6b), color 015 y planícola con *Ulmus campestris* (6ba), color 015 con sobrecarga vertical.
- 6c) Serie montana pirenaica mesofítica del fresno o *Fraxinus excelsior* (*Brachypodio sylvatici-Fraxinetum excelsioris sigmetum*). VP, fresnedas. Color 015, con sobrecarga.
- 6d) Serie submontana pirenaica mesofítica del roble o *Quercus robur* (*Isopyro thalictridis-Querceto roboris sigmetum*). VP, robledales mesofíticos. Color 015.
- 7a) Serie montana orocantábrica acidófila del abedul o *Betula celtiberica* (*Luzulo henriquesii-Betuleto celtibericae sigmetum*). VP, abedulares. Color 00X con sobrecarga.
- 7b) Serie montana pirenaica oriental acidófila del roble piculado o *Quercus petraea* (*Lathyro montani-Querceto petraeae sigmetum*). VP, robledales piculados. Color 00X con sobrecarga.
- 8d) Serie montana galaico-portuguesa acidófila del roble o *Quercus robur* (*Vaccinio myrtilli-Querceto roboris sigmetum*). VP, robledales acidófilos. Color 51X.

- 9a) Serie montana cantabroeskalduna acidófila del roble melojo o *Quercus pyrenaica* (*Melampyro pratensis-Querceto pyrenaicae sigmetum*). VP, robledales de melojos. Color 50X.
- 9b) Serie montana orocantábrica y galaico-astur acidófila del roble melojo o *Quercus pyrenaica* (*Linario triornithophorae-Querceto pyrenaicae sigmetum*). VP, robledales de melojos. Color 50X con sobrecarga. Dos facieses: típica montana con *Erica aragonensis* (9b), color 50 con sobrecarga horizontal; termófila colina y submontana con *Arbutus unedo* o *Genista falcata* (9ba), color 50X con sobrecarga vertical.
- 10) Serie montana pirenaica del roble peloso o *Quercus pubescens* (*Buxo sempervirentis-Querceto pubescens sigmetum*). VP, robledales pelosos. Color X0X.
- 11c) Serie montana pirenaica y supramediterránea aragonesa de la encina o *Quercus rotundifolia* (*Heliolebo foetid-Querceto rotundifoliae sigmetum*). VP, encinares. Color 500.
- 15a) Serie montana orocantábrica relicta de la sabina albar o *Juniperus thurifera* (*Junipereto sabino-thuriferae sigmetum*). VP, sabinares albares. Color 055 con sobrecarga.
- 16c) Serie altimontana y supramediterránea jurensano-queixense, orensano-sanabriense y estrellense acidófila del abedul o *Betula celtiberica* (*Saxifrago spatularis-Betuleto celtibericae sigmetum*). VP, abedulares. Color 10X.

D) Piso colino

T > 12°, m > 2°, M > 10°, It > 240, H XI-IV.

- 6a) Serie colino-montana orocantábrica, cantabroeskalduna y galaicoasturiana mesofítica del fresno o *Fraxinus excelsior* (*Polysticho setiferi-Fraxinetum excelsioris sigmetum*). VP, fresnedas con robles. Color 015.
- 6d) Serie colino-submontana pirenaico-landesa mesofítica del roble o *Quercus robur* (*Isopyro thalictridis-Querceto roboris sigmetum*). VP, robledales mesofíticos. Color 015.
- 8a) Serie colino-montana galaicoasturiana acidófila del roble o *Quercus robur* (*Blechno spicanti-Querceto roboris sigmetum*). VP, robledales acidófilos. Color 55X. Dos facieses: típica (8a), color 55X y colina-templada con *Laurus nobilis* (8a), color 55X con sobrecarga vertical.
- 8b) Serie colino-montana cantabroeskalduna acidófila del roble o *Quercus robur* (*Tamo communis-Querceto roboris sigmetum*). VP, robledales acidófilos. Color 51X.
- 8c) Serie colina galaico-portuguesa acidófila del roble o *Quercus robur* (*Rusco aculeati-Querceto roboris sigmetum*). VP, robledales acidófilos. Color 51X con sobrecarga.
- 11a) Serie colina cantabroeskalduna relicta de la alsina y encina híbrida o *Quercus ilex* y *Quercus x ambigua* (*Laurus nobilis-Querceto ilicis sigmetum*). VP, encinares. Color 500 con sobrecarga.
- 11b) Serie colino-montana orocantabroatlántica relicta de la carrasca o *Quercus rotundifolia* (*Cephalantho longifoliae-Querceto rotundifoliae sigmetum*). VP, carrascales. Color 500. Dos facieses: típica basófila (11b) color 00; silicícola de *Arbutus unedo* (11ba), color 5500 con sobrecarga horizontal.

II. Región Mediterránea

IIa) Series climatofílicas

E) Piso crioromediterráneo

T < 4°, m < -7°, M < 0, lt < -30, H I-XII.

- 12a) Serie crioromediterránea guarrábrica silicícola de *Festuca indigesta* (*Hieracium myriadeni-Festuceto indigestae sigmetum*). VP, pastizales psicroxerófilos. Color 001.
- 12b) Serie crioromediterránea bejarano-gredense silicícola de *Festuca indigesta* (*Agrostis rupestris-Armerieto bigerrensis sigmetum*). VP, pastizales psicroxerófilos. Color 001.
- 12c) Serie crioromediterránea orensano-sañabrense silicícola de *Festuca indigesta* (*Teucrium confertae-Festuceto indigestae sigmetum*). VP, pastizales psicroxerófilos. Color 001.
- 12d) Serie crioromediterránea ibérico-sorianense silicícola de *Festuca indigesta* (*Antennaria dioica-Festuceto indigestae sigmetum*). VP, pastizales psicroxerófilos. Color 001.
- 12e) Serie crioromediterránea nevadense silicícola de *Festuca clementi* (*Erigeron frigidus-Festuceto clementi sigmetum*). VP, pastizales psicroxerófilos. Color 001.

F) Piso oromediterráneo

T 8 a 4°, m -4 a -7°, M 2 a 0°, lt 60 a -30, H I-XII.

- 13a) Serie oromediterránea guarrábrica silicícola de *Juniperus nana* o enebro rastrero (*Juniperus nana-Cytiseto purgantis sigmetum*). VP, pinares, piñales y enebrales rastreros. Color 011.
- 13b) Serie oromediterránea gredense centro-oriental silicícola de *Cytisus purgans* o piorno serrano (*Cytisus purgantis-Echinoparteto barnadesii sigmetum*). VP, enebrales rastreros y piñales. Color 011.
- 13c) Serie oromediterránea bejarano-gredense occidental y salmantina (Peña de Francia) silicícola de *Cytisus purgans* (*Cytisus purgantis-Echinoparteto pulviniformis sigmetum*). VP, piñales rastreros. Color 011.
- 13d) Serie oromediterránea ibérico-sorianense silicícola de *Juniperus nana* o enebro rastrero (*Vaccinium myrtilli-Junipereto nanae sigmetum*). VP, pinares albares y enebrales rastreros. Color 011.
- 13e) Serie oromediterránea orensano-sañabrense silicícola de *Juniperus nana* o enebro rastrero (*Genista sanabrensis-Junipereto nanae sigmetum*). VP, enebrales rastreros y piñales. Color 011.
- 13f) Serie oromediterránea nevadense silicícola de *Juniperus nana* o enebro rastrero (*Genista baetica-Junipereto nanae sigmetum*). VP, enebrales rastreros y piñales. Color 011.
- 14a) Serie oromediterránea maestrazgo-conquense basófila de *Juniperus sabina* o sabina rastrera (*Sabino-Pineteto sylvestris sigmetum*). VP, pinares y sabinas rastreras. Color 011 con sobrecarga.
- 14b) Serie oromediterránea bética basófila de *Juniperus sabina* o sabina rastrera (*Daphno oleoides-Pineteto sylvestris sigmetum*). VP, pinares y sabinas rastreras. Color 011 con sobrecarga.

G) Piso supramediterráneo

T 13 a 8°, m -1 a -4°, M 9 a 2°, lt 210 a 60, H IX-VI.

- 15b) Serie supramediterránea maestrazgo y celibérico-alcarreña de *Juniperus thurifera* o sabina albar (*Junipereto hemisphaerico-thuriferae sigmetum*). VP, sabinas albares. Color 055 con sobrecarga.
- 15c) Serie supra-mesomediterránea manchega y aragonesa de la sabina albar o *Juniperus thurifera* (*Junipereto phoeniceo-thuriferae sigmetum*). VP, sabinas albares. Color 055 con sobrecarga.
- 16a) Serie supra-mesomediterránea ayllonense silicícola de *Fagus sylvatica* o haya (*Galio rotundifoliae-Fageteto sigmetum*). VP, hayedos. Color 10X.
- 16b) Serie supramediterránea ibérico-sorianense silicícola de *Fagus sylvatica* o haya (*Illici-Fageteto sigmetum*). VP, hayedos. Color 10X.
- 18a) Serie supramediterránea carpetano-ibérico-alcarreña subhúmeda silicícola de *Quercus pyrenaica* o roble melojo (*Luzulo forsteri-Querceto pyrenaicae sigmetum*). VP, robledales de melojos. Color X05. Dos facieses típicas o subhúmeda (18a), color X05 y seca o de quejigos (18aa). Color X05 con sobrecarga oblicua.
- 18b) Serie supra-mesomediterránea carpetana occidental, orensano-sañabrense y leonesa húmedo-hiperhúmeda silicícola de *Quercus pyrenaica* o roble melojo (*Holco mollis-Querceto pyrenaicae sigmetum*). VP, robledales de melojo. Color X0X. Tres facieses: típica con *Quercus robur* (18b), color X0X con sobrecarga vertical; mesomediterránea termófila con *Quercus suber* (18ba), color X0X con sobrecarga horizontal; supra-mesomediterránea con *Erica aragonesa* (18bb), color X0X.
- 18c) Serie supramediterránea ibérico-sorianense ayllonense húmedo-hiperhúmeda silicícola de *Quercus pyrenaica* o roble melojo (*Festuco heterophyllae-Querceto pyrenaicae sigmetum*). VP, robledales de melojos. Color X05 con sobrecarga.
- 18d) Serie supramediterránea maestrazgo y tarraconense silicícola de *Quercus pyrenaica* o roble melojo (*Cephalantho rubrae-Querceto pyrenaicae sigmetum*). VP, robledales de melojo. Color X05.
- 18e) Serie supra-mesomediterránea salmantina y orensano-sañabrense subhúmeda silicícola de *Quercus pyrenaica* o roble melojo (*Genista falcatae-Querceto pyrenaicae sigmetum*). VP, robledales de melojos. Color 505.
- 18f) Serie supramediterránea luso-extremadureña silicícola de *Quercus pyrenaica* o roble melojo (*Sorbo torminalis-Querceto pyrenaicae sigmetum*). VP, robledales de melojos. Color 505.
- 18g) Serie supramediterránea bética y nevadense silicícola de *Quercus pyrenaica* o roble melojo (*Adenocarpus decorticans-Querceto pyrenaicae sigmetum*). VP, robledales de melojos. Color 505.
- 19b) Serie supra-mesomediterránea castellano-alcarreño-manchega basófila de *Quercus faginea* o quejigo (*Cephalantho longifoliae-Querceto fagineae sigmetum*). VP, quejigares. Color X01. Dos facieses: típica o supramediterránea (19b), color X01 y de *Quercus coccifera* o mesomediterránea (19bb), color X01 con sobrecarga.

- 19c) Serie supra-mesomediterránea tarraconense, maestrazgo y aragonesa basófila de *Quercus faginea* o quejigo (*Viola willkommii-Querceto fagineae sigmetum*). VP, quejigares. Color X15. Dos facieses: típica o supramediterránea (19c), color X15 y de *Quercus coccifera* o mesomediterránea (19cc), color X15 con sobrecarga.
- 19d) Serie supramediterránea castellano-cantábrica y riojano-estellesa basófila de *Quercus faginea* o quejigo (*Epipactidi helleborines-Querceto fagineae sigmetum*). VP, quejigares. Color 515. Dos facieses: típica o supramediterránea (19d), color 515 y de *Quercus coccifera* o mesomediterránea (19dd), color 515 con sobrecarga.
- 19e) Serie supra-mesomediterránea bética basófila de *Quercus faginea* o quejigo (*Daphno latifoliae-Acereto granatensis sigmetum*). VP, quejigares. Color 515.
- 20a) Serie supra-mesomediterránea rondeña calcícola de *Abies pinsapo* o pinsapo (*Paeonia broteri-Abieteto pinsapo sigmetum*). VP, pinsapares. Color 0XX.
- 20b) Serie supra-mesomediterránea rondeña serpentinícola de *Abies pinsapo* o pinsapo (*Bunio macucae-Abieteto pinsapo sigmetum*). VP, pinsapares. Color 0XX con sobrecarga.
- 21a) Serie supramediterránea catalana de *Quercus ilex* o alhina (*Asplenio onopteridis-Querceto ilex sigmetum*). VP, encinares. Color X55.
- 22a) Serie supramediterránea castellano-maestrazgo-manchega basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Junipereto thuriferae-Querceto rotundifoliae sigmetum*). VP, encinares. Color 101. Dos facieses: típica (22a), color 101 y mesófila con *Quercus faginea* (22aa), color 101 con sobrecarga horizontal.
- 22c) Serie supramediterránea castellano-cantábrica y riojano-estellesa basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Spiraeo hispanicae-Querceto rotundifoliae sigmetum*). VP, encinares. Color 111.
- 24a) Serie supra-mesomediterránea guarrábrica, ibérico-sorianense, celibérico-alcarreña y leonesa silicícola de *Quercus rotundifolia* o encina (*Junipereto oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum*). VP, encinares. Color 501. Tres facieses: típica o supramediterránea (24a), color 501; mesomediterránea o de *Retama sphaerocarpa* (24ab), color 501 con sobrecarga horizontal; y sobre arenales con *Adenocarpus aureus* (24aa), color 501 con sobrecarga vertical.
- 24b) Serie supra-mesomediterránea salmantina, lusitano-duriense y orensano-sañabrense silicícola de *Quercus rotundifolia* o encina (*Genista hystrix-Querceto rotundifoliae sigmetum*). VP, encinares. Color 501. Cuatro facieses: típica o supramediterránea (24b), color 501 con sobrecarga horizontal; subhúmeda con *Quercus faginea* (24ba), color 501 con sobrecarga vertical; mesomediterránea con *Retama sphaerocarpa* (24bb), color 501 con sobrecarga oblicua; termófila o mesomediterránea inferior con acebuches (24bc), color 501 con sobrecarga cuadrícula.
- 24d) Serie supra-mesomediterránea filabrick y nevadense silicícola de *Quercus rotundifolia* o encina (*Adenocarpus decorticans-Querceto rotundifoliae sigmetum*). VP, encinares. Color 501. Dos facieses: típica o supramediterránea (24d), color 501 y mesomediterránea de *Retama sphaerocarpa* (24dd), color 501 con sobrecarga.
- 24f) Serie supramediterránea bética basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Berberidi hispanicae-Querceto rotundifoliae sigmetum*). VP, encinares. Color 101.

H) Piso mesomediterráneo

T 17 a 13°, m 4 a —1°, M 14 a 9°, It 350 a 210, H X-IV.

- 17) Serie mesomediterránea vallesano-empordanesa (selvática) silicícola de *Quercus canariensis* o quejigo africano (*Quercus depressa-Quercus canariensis* sigmetum). VP, robledales africanos. Color 115 con sobrecarga.
- 18h) Serie mesomediterránea luso-extremadureña húmeda de *Quercus pyrenaica* o roble melojo (*Arbutus-Quercus pyrenaica* sigmetum). VP, robledales de melojos. Color 505 con sobrecarga.
- 19a) Serie meso-supramediterránea setabense basófila de *Quercus faginea* o quejigo (*Fraxino-Quercus faginea* sigmetum). VP, quejigares. Color 515.
- 21b) Serie mesomediterránea catalana de *Quercus ilex* o alisina (*Viburno-Quercus ilex* sigmetum). VP, alisnars. Color XII.
- 21c) Serie meso-termomediterránea balear de *Quercus ilex* o alisina (*Cyclamini balearici-Quercus ilex* sigmetum). VP, encinares. Color XII. Tres facies: típica basófila (21c), color XII; silicícola minoricense con *Erica arborea* (21ca), color XII con sobrecarga oblicua; mesomediterránea ombrófila con *Pteridium aquilinum* (21cc), color XII con sobrecarga vertical.
- 22b) Serie mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Bupleuro rigidi-Quercus rotundifoliae* sigmetum). VP, encinares. Color 510 sin sobrecarga. Dos facies: típica (22b), color 510 sin sobrecarga; termófila murciano-manchego-aragonesa con *Pistacia lentiscus* (22ba), color 510 con sobrecarga oblicua.
- 23a) Serie mesomediterránea catalana subhúmeda acidófila de *Quercus suber* o alcornoque (*Carici depressae-Quercus suberis* sigmetum). VP, alcornoques. Color 051.
- 23b) Serie meso-termomediterránea valenciano-castellonense subhúmeda de *Quercus suber* o alcornoque (*Asplenio onopertioidis-Quercus suberis* sigmetum). VP, alcornoques. Color 051.
- 23c) Serie mesomediterránea luso-extremadureña y bética subhúmedo-húmeda de *Quercus suber* o alcornoque (*Sanguisorbo agrimonoidis-Quercus suberis* sigmetum). VP, alcornoques. Color 051. Dos facies: típica silicícola (23c), color 051; mesótrofa sobre calizas duras (23ca), color 051 con sobrecarga oblicua.
- 23d) Serie meso-termomediterránea gaditana y bética húmedo-hiperhúmeda de *Quercus suber* o alcornoque (*Teucrio baetici-Quercus suberis* sigmetum). VP, alcornoques. Color 051 con sobrecarga. Dos facies: típica mesomediterránea (23d), color 051 con sobrecarga oblicua; termomediterránea de *Calicotome villosa* (23da), color 051 con sobrecarga vertical.
- 23e) Serie meso-supramediterránea oreñana subhúmedo-húmeda de *Quercus suber* o alcornoque (*Physospermum cornubiensis-Quercus suberis* sigmetum). VP, alcornoques. Color 051.
- 24c) Serie mesomediterránea luso-extremadureña silicícola de *Quercus rotundifolia* o encina (*Pyro bourgaeanae-Quercus rotundifoliae* sigmetum). VP, encinares. Color X00. Cuatro facies: típica (24c), color X00; termófila marianico-monchiquense con *Pistacia lentiscus* (24ca), color X00 con sobrecarga oblicua; termófila toledano-tagana con *Olea sylvestris* (24cb), color X00 con sobrecarga vertical; mesófila con *Quercus faginea* (24cc), color 511.

- 24e) Serie mesomediterránea bética, marianense y araceno-pacense basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Paenion coriacea-Quercus rotundifoliae* sigmetum). VP, encinares. Color X50. Cuatro facies: típica (24e), color X50; termófila bética con *Pistacia lentiscus* (24ea), color X50 con sobrecarga oblicua; marianico-pacense (24ec), color X50 con sobrecarga vertical; termófila pacense con *Pistacia lentiscus* (24eb) con sobrecarga horizontal.
- 29) Serie mesomediterránea murciano-almeriense, gaditano-bacense, setabense, valenciano-tarraconense y aragonesa semiárida de *Quercus coccifera* o coscoja (*Rhamno lycioidis-Quercus cocciferae* sigmetum). VP, coscojares. Color 110. Cuatro facies: típica (29), color 110; termófila aragonesa con *Pistacia lentiscus* (29c), color 110 con sobrecarga oblicua; bética con *Ephedra fragilis* (29a), color 110 con sobrecarga vertical; termófila murciana (29b), color 110 con sobrecarga horizontal.

I) Piso termomediterráneo

T 19 a 17°, m 10 a 4°, M 18 a 14°, It 470 a 350, H XII-II.

- 25) Serie termo-mesomediterránea gaditana húmedo-hiperhúmeda silicícola de *Quercus canariensis* o quejigo africano (*Ruscio hypophylli-Quercus canariensis* sigmetum). VP, robledales africanos. Color 115 con sobrecarga oblicua.
- 26) Serie termomediterránea gaditano-onubolgarviense y marianico-monchiquense subhúmeda silicícola de *Quercus suber* o alcornoque (*Oleo-Quercus suberis* sigmetum). VP, alcornoques. Color 0X5. Tres facies: típica marianico-monchiquense sobre suelos arenolimosos y substratos duros (26), color 0X5 con sobrecarga oblicua; gaditano onubense sobre arenales con *Halimium halimifolium* (26b), color 0X5; gaditano sobre areniscas con *Calicotome villosa* (26a), color 0X5 con sobrecarga vertical.
- 27a) Serie termomediterránea marianico-monchiquense y bética seco-subhúmeda silicícola de *Quercus rotundifolia* o encina (*Myrio-Quercus rotundifoliae* sigmetum). VP, encinares. Color 010.
- 27b) Serie termomediterránea bético-algarviense seco-subhúmedo-húmeda basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Smitici mauritanicae-Quercus rotundifoliae* sigmetum). VP, encinares. Color 150. Dos facies: típica (27b), color 150 y termófila seca con *Maytenus europaeus* (27ba), color 150 con sobrecarga oblicua.
- 27c) Serie termomediterránea valenciano-tarraconense, murciano-almeriense e ibicenca basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Rubio longifoliae-Quercus rotundifoliae* sigmetum). VP, encinares. Color 150. Dos facies: típica o termomediterránea (27c), color 150 y mesomediterránea (27ca), color 150 con sobrecarga oblicua.
- 28) Serie termomediterránea bético-gaditano subhúmedo-húmeda verticícola de *Olea sylvestris* o acebuche (*Tamo communis-Oleto sylvestris* sigmetum). VP, acebuchales. Color 150 con sobrecarga oblicua.
- 30a) Serie termomediterránea setabense y valenciano-tarraconense seca de *Pistacia lentiscus* o lentisco (*Quercus cocciferae-Pistaciato lentisci* sigmetum). VP, coscojares. Color 0X1.
- 30b) Serie termomediterránea menorquina de *Olea sylvestris* o acebuche (*Prasio maioris-Oleto sylvestris* sigmetum). VP, acebuchales. Color 0X1.
- 30c) Serie termomediterránea mallorquina de *Ceratonio siliqua* o algarrobo (*Cheoro tricoci-Ceratonio siliqua* sigmetum). VP, acebuchales. Color 0X1.

- 30d) Serie termomediterránea ibicenca de *Juniperus lycia* o sabina mora (*Cheoro tricoci-Juniperito lyciae* sigmetum). VP, sabinars. Color 0X1. Dos facies: típica (30d), color 0X1 y mesófila de *Quercus coccifera* o *Arbutus unedo* (30da), color 0X1 con sobrecarga oblicua.
- 31a) Serie termomediterránea murciano-almeriense semiárida de *Pistacia lentiscus* o lentisco (*Chamaeropo-Rhamneto lycioidis* sigmetum). VP, lentiscars. Color XXI. Dos facies: típica semiárida (31a), color XXI y hemiterófila de *Bupleurum verticale* (31aa), color XXI con sobrecarga oblicua.
- 31b) Serie termomediterránea alpujarreño-almeriense semiárida de *Maytenus europaeus* o harto (*Rhamno angustifoliae-Mayteneto europaei* sigmetum). VP, lentiscars. Color 010 con sobrecarga oblicua.
- 32a) Serie termomediterránea murciano-almeriense litoral semiárido-árida de *Periploca angustifolia* o cornical (*Mayteno europaei-Periploca angustifoliae* sigmetum). VP, cornical. Color 1X0.
- 32b) Serie termomediterránea murciano-almeriense semiárido-árida de *Ziziphus lotus* o azufaifo (*Zizipheo loti* sigmetum). VP, espinal de azufaitos. Color 1X0 con sobrecarga. Dos facies: típica suroriental con *Ziziphus lotus* (32b), color 1X0 con sobrecarga oblicua; occidental con *Salsola webbi* (32ba).

Geoseries edafófilas mediterráneas

- I. Geomacroses riparias mediterráneas y regadíos (R). Color 01X.
 - 1a) Geomacroses riparia silicícola mediterráneo-iberoatlántica (alisedas).
 - 1b) Geoseries riparia silicícola supramediterránea carpetana (fresnedas).
 - 1c) Geoseries riparia basófila catalano-provenzal (choperas).
 - 1d) Geomacroses riparia basófila mediterránea (olmedas).
 - 1e) Geoseries riparia de ramblas (adelfares).
- II. Geomacroses de los saladares y salinas. Color 1XX.
- III. Geomacroses de las dunas y arenales costeros. Color 111.
- III. Región Macaronésica (islas Canarias)
 - K) Piso orocanario
 38. Geomacroses orocanaria de la violeta del Teide o *Viola cheiranthifolia* (*Violeta cheiranthifoliae geosigmetum*). VP, vegetación glabra.
 - L) Piso supracanario

T 11 a 6° m 2 a —2°, M 9 a 4°, It 220 a 80, H X-V.

 37. Macroseries supracanaria seca de la retama del Teide o *Spartocytisus supranubius* (*Spartocytisus supranubii* sigmetum). VP, retama.
 - M) Piso mesocanario

T 15 a 11°, m 6 a 2°, M 13 a 9°, It 340 a 220, H XII-II.

 36. Macroseries mesocanaria seca del pino canario o *Pinus canariensis* (*Cisto symphytifolia-Pino canariensis* sigmetum). VP, pinares.
 - N) Piso termocanario

T 19 a 15°, m 11 a 6°, M 18 a 13°, It 480 a 340, H O.

 34. Macroseries termo-infracanaria semiárido-seca de la sabina o *Juniperus phoenicea* (*Mayteno canariensis-Juniperito phoeniceae* sigmetum). VP, sabinars. Color XX0.
 35. Macroseries termocanaria subhúmeda-húmeda de nieblas del laurel o *Laurus azorica* (*Ixantho viscosae-Laurus azoricae* sigmetum).
 - O) Piso infracanario

T 19° m 11°, M 18°, It 480, H O.

 33. Macroseries infracanaria árido-semiárida del cardón o *Euphorbia canariensis* (*Kleinio ne-*

SERRADA, R. 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA. Madrid.

V.- Los Diagramas Bioclimáticos y su utilización forestal (García Salmerón, 1980)

Se incluye una copia completa del artículo de García Salmerón sobre utilización de los Diagramas Bioclimáticos de Montero de Burgos y González Rebollar, publicado en el Tomo I, nº 2 de 1980 de la Revista *Fôret Méditerranéenne*, cuyo texto se publicó simultáneamente en francés y en español, por lo que los pies de las figuras aparecen en aquél idioma.

LOS DIAGRAMAS BIOCLIMATICOS Y SU UTILIZACION FORESTAL

Esta exposición la dividimos en dos partes :
I. Breve y somera descripción del Diagrama Bioclimático y
II. Utilización forestal del Diagrama Bioclimático.

I. - BREVE Y SOMERA DESCRIPCION DEL DIAGRAMA BIOCLIMATICO.

Los autores del Diagrama Bioclimático : Montero de Burgos y Gonzalez Rebollar, ambos Ingenieros de Montes, preocupados por la idea de que los forestales, que generalmente desenvuelven su actividad en zonas de topografía marcadamente irregular, necesitan una mayor información climática, ya que en una zona agrícola los datos que suministra una Estación Meteorológica son aplicables al contorno circundante, con extensión considerablemente amplia, pues los cultivos se sitúan en terrenos más o menos llanos; pero no sucede lo mismo en una topografía montañosa: los datos de una Est. Met. próxima a un monte solo reflejan, aproximadamente, lo que, climatológicamente ocurre en él. Las diferencias de altitud, pendiente y orientación producen variaciones climáticas muy sensibles: bastan los metros de diferencia de cota para que la vegetación cambie, luego el clima ha cambiado. Los forestales necesitamos un instrumento climatológico de una precisión que, ni remotamente, los índices existentes en 1973 proporcionaban a los autores.

Por otra parte, este instrumento climatológico debía tener una mayor significación fitológica, haciendo intervenir no la poligonal de precipitaciones sino la de disponibilidad de agua en el suelo y definir la sequía no por el periodo en el que el factor de Lang (P/T) sea menor de dos, sino por el momento en que se produce la pérdida de turgencia celular. Además, se hacía preciso el poder cuantificar, climáticamente, los periodos de actividad vegetativa de cualquier signo.

El Diagrama Bioclimático es el resultado de llevar a un sistema de ejes coordenados: en abscisas el tiempo y en ordenadas las temperaturas, las disponibilidades hídricas y las intensidades bioclimáticas, concepto, que más adelante definiremos. Se dibujan las poligonales de valores mensuales siguientes:

D. - Disponibilidad hídrica mensual, en milímetros, para lo cual hay que hacer un balance hídrico partiendo de:
a) P = precipitación media mensual, en milímetros, en su parte infiltrada, para lo cual se fija el % de escorrentía superficial (W).

b) CR = coeficiente de retención climática, que se define como la capacidad de transferencia de agua en el suelo de un mes al siguiente, expresada en milímetros.

c) E = evapotranspiración potencial, en milímetros.

d) e = evapotranspiración residual, concepto que podemos definir como la evapotranspiración a savia parada y es el valor a que se reduce la evapotranspiración cuando la actividad vegetativa se detiene por pérdida de turgencia celular. Se toman como valores mensuales el 20 % de los correspondientes a E. Este porcentaje se considera constante y se ha determinado haciendo investigaciones en pastizales de secano ya que la hierba no tiene un periodo de recuperación de la turgencia celular sensible y empieza a crecer apenas se inician las primeras lluvias de otoño.

$D = P + S$ (S = superavit de agua del mes anterior)

Si $S > CR$ $D = P + CR$

Si $S < CR$ $D = P + S$

$Q = \sum (D - e) - \sum (e - D)$

Si $D > E$ $S = D - E$

Si $D < e$ habrá un periodo de compensación (I-x), en tanto por uno del mes,

$$x = \frac{Q}{D - e}$$

después habrá un sobrante $S = x(D - E)$.

Los casos que pueden presentarse son:

A) Las disponibilidades no cubren las exigencias mínimas ($D < e$): la vegetación, padece sequía y la actividad vegetativa está detenida. Hay un déficit de agua ($e - D$) que, añadido a los de meses anteriores, si los hubiere, habrá de ser compensado con posterioridad.

B) Las disponibilidades cubren las exigencias mínimas ($D > e$): habrá un superavit de agua sobre el mínimo ($D - e$). Este exceso se puede emplear o usar de dos formas:

B₁) Si no hay sequía anterior se emplea, todo o parte, en la actividad vegetativa:

- Si $D > E$ habrá un excedente ($S = D - E$) del que no podrá pasar al mes siguiente más que el valor de CR

- Si $D < E$ no hay excedente.

B₂) Si hay sequía anterior, el superavit se emplea en compensar el déficit anterior y lo que sobre (Q) estará disponible para nueva actividad vegetativa (x), en tanto por uno del mes, será:

$$x = \frac{Q}{D - e} \text{ y el sobrante } S = x(D - E) = \frac{D - E}{D - e} \cdot Q$$

Por supuesto que, cuando se hacen diagramas del clima medio, el balance ha de ser cerrado entre Diciembre y Enero. Para evitar repetir los cálculos, después de corregir, una o dos veces, la D de Enero, conviene empezar por un mes en el que no haya superavit del mes anterior, es decir $D = P$, como generalmente ocurre, en el área mediterránea española, en Agosto o Septiembre.

Presentamos tres gráficos: el de la Fig. 1 que presenta la forma general del Diagrama Bioclimático, la Fig. 2 que es el de un caso concreto en la hipótesis $CR = 0$ y $W = 0$, y la Fig. 3 que es el mismo caso, pero con la hipótesis $CR = 100 \text{ mm}$ y $W = 0$.

En la Fig. 1 aparecen cuatro áreas con distinto sombreado (o color): sus superficies representan Intensidades Bioclimáticas (IB) o capacidades, positivas o negativas, para producir actividad vegetativa, con distinta significación fitológica y que se miden en Unidades Bioclimáticas (ubc) (1 ubc = 1 °C x 1 mes).

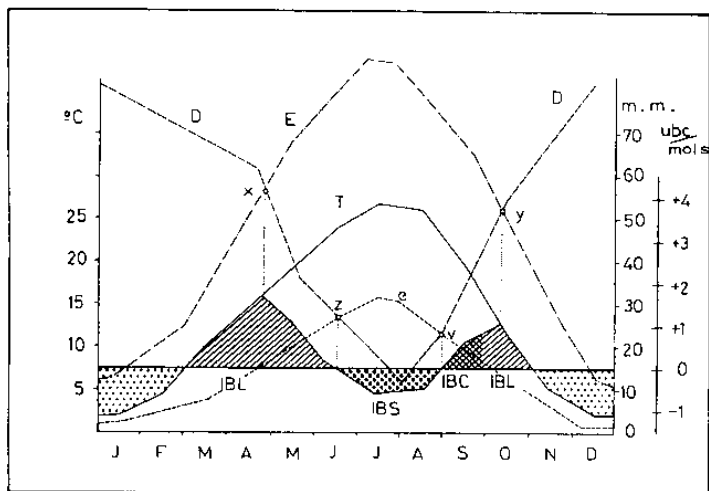


Fig. 1. - Diagramme bio-climatique de Montero de Burgos et Gonzalez Rebolgar.

En esta Fig. 1 las áreas extremas punteadas (o de color azul) comprendidas entre la poligonal T y la horizontal a la altura, en el eje vertical de temperaturas, correspondiente a 7,5 °C, son Intensidades Bioclimáticas Frías y pueden ser representativas del grado o intensidad de la paralización vegetativa. El área punteada central (o de color rojo), cuya posición por debajo de la horizontal a 7,5 °C es convencional, representa la Intensidad Bioclimática Seca (IBS) y sus puntos límites corresponden a aquellos en que $D = e$. Las otras dos áreas rayadas (o de color verde) representan Intensidades Bioclimáticas Reales (IBR), es decir, capaces de producir actividad vegetativa. Ahora bien, entre los puntos en que $D = E$ y $D = e$ ($x-y$, $z-v$) la Intensidad Bioclimática viene limitada por las deficiencias hídricas y, por tanto, la línea que limita estas áreas se aparta de la poligonal T. Para valorar, en estos casos la Intensidad Bioclimática se introduce el concepto de Coeficiente de Pluviosidad :

$$\left(C_p = \frac{D - e}{E - e} \right)$$

que, físicamente, significa la proporción, en tanto por uno, del agua que se emplea en la actividad vegetativa respecto a las exigencias de la actividad completa o total, una vez descontadas, de ambas, la evapotranspiración residual, que se corresponde con las exigencias de la simple vida latente. Multiplicando este coeficiente por la Intensidad Bioclimática Potencial (IBP) que es la capacidad de la actividad vegetativa por razones, exclusivamente térmicas y que es

$$IBP = \frac{T - 7,5}{5} \text{ ubc.}$$

tendremos la Intensidad Bioclimática Real

$$IBP = C_p \cdot IBP = \frac{D - e}{E - e} \cdot \frac{T - 7,5}{5} \text{ ubc}$$

Por supuesto que esta formula solo es de aplicacion cuando $C_p < 1$, pues si $C_p > 1$, $IBR = IBP$ ya que el maximo posible es IBP .

En definitiva, existen cuatro Intensidades Bioclimáticas :

- Intensidad Bioclimática Potencial (IBP) que es la que existiría si no hubiese restricciones hídricas y puede ser un índice que mida la actividad vegetativa climática en regadio (por ejemplo en una chopera).
- Intensidad Bioclimática Real (IBR) que es la que, realmente, existe.
- Intensidad Bioclimática Libre (IBL) que es la parte de la IBR que no está condicionada por la sequía anterior, es decir, la IBR en primavera (en los climas mediterráneos); en otoño $IBR = IBL + IBC$, siendo IBC la Intensidad Condicio-

nada que es la utilizada en recuperar la turgencia celular.

Todas estas intensidades bioclimáticas pueden presentarse por encima de $T = 7,5^{\circ}\text{C}$ o por debajo; en el primer caso se denominan calidas y en el segundo frías.

Para cada una de estas Intensidades Bioclimáticas existe una temperatura, la correspondiente al centro de gravedad del área, denominada Temperatura Básica (TM).

$$T_m = \frac{\sum T_i h_i}{\sum h_i}$$

T_m = temperatura básica del periodo

T_i = temperatura media de cada periodo parcial (mes)
 I_i = intensidad bioclimática de cada periodo parcial (mes)

El Diagrama Bioclimático y, por tanto, los valores de sus índices, varían por causas extraclimáticas. Así, si varía la pendiente o las condiciones superficiales del suelo (vegetación o permeabilidad superficial) varía lo que hemos llamado escorrentía (W) pero que hemos utilizado como concepto puramente climático al interpretarla y entenderla como el % de las precipitaciones que se pierden sin haber penetrado en el suelo (precipitaciones útiles); o si varía la capacidad de retención climática (CR) que también es un concepto climático al considerarlo como la máxima cantidad de agua que puede transferirse de un mes al siguiente; o ambas cosas a la vez.

Pues bien, si con la hipótesis $W = 0$ se aumenta progresivamente la CR, es decir en terreno llano se aumenta la capacidad de campo y se mejora la estructura del suelo, llega un momento en que la respuesta de los índices bioclimáticos es nula. Dicho de otra manera, para valores igual o superiores a este valor típico (CRT) el Diagrama Bioclimático permanece invariable y los índices bioclimáticos indican a lo más que, biológicamente, puede llegar, sin acudir al riego, un clima : se alcanza el techo de la actividad vegetativa. A este respecto hay que considerar dos casos :

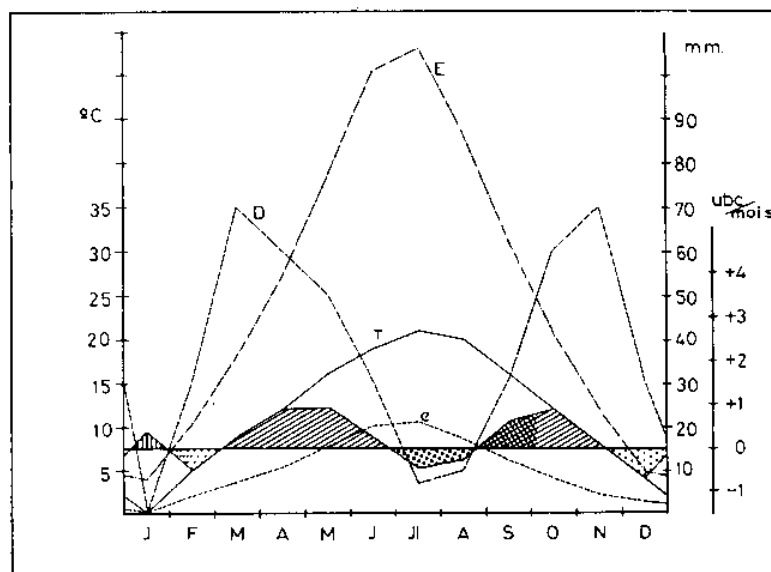
$\sum P > \sum E$: clima saturado; en este caso la CRT es la suma de los déficits hídricos mensuales, en la hipótesis $CR = 0$, $W = 0$

$\Sigma P < \Sigma E$: clima insaturado; la CRT es igual al máximo sobrante (D-E) mensual en el balance hídrico que resulte con CR = 0, W = 0.

En el primer caso con una CRT suficiente puede llegar a conseguirse que $IBL = IBP$. En el segundo, siempre resultará, aun con $RC = \infty$ que $IBL < IBP$.

Con $CR = CRT$ y $W = 0$ se determinan las IBR , IBL , IBC e IBS típicas, así como sus temperaturas básicas.

Fig. 2. - Diagramme bio-climatique de Montero de Burgos et Gonzalez Re-bollar.



En la Fig. 2 se representa el Diagrama Bioclimatico, para los datos basicos, imaginarios, siguientes :

mes/	E	F	M	A	M	J	Jl	Ag.	S	O	N	D
P	0	30	70	60	50	30	7	10	30	60	70	30
T	0	5	9	12	16	19	21	20	16	12	8	4
K	1	2	3	4	5	6	6	5	4	3	2	1

Los valores de E se determinan por la formula de Blaney-Criddle : $E = K(0,457 T + 8,13)$ y los de e por $e = 0,20E$. En este ejemplo se aplica la hipotesis $CR = 0$ $W = 0$ y se obtienen los valores siguientes :

IBLc = Intensidad Bioclimatica Libre, en el periodo cálido (rayado inclinado o color verde oscuro) = 3,36 ubc

IBLf = Intensidad Bioclimatica Libre, en el periodo frío (punteado poco denso o color azul oscuro) = 0,90 ubc

IBSc = Intensidad Bioclimatica Seca, en el periodo cálido (punteado grueso o color rojo) = 0,74 ubc

IBSf = Intensidad Bioclimatica Seca, en el periodo frío (rayado vertical o color amarillo) = 0,38 ubc

IBCc = Intensidad Bioclimatica Condicionada, en el periodo cálido (rayado cruzado o color verde claro) = 0,68 ubc

IBCf = Intensidad Bioclimatica Condicionada, en el periodo frío (punteado denso o color azul claro) = 0,22 ubc
Tm libre, en el periodo cálido = 15,4°C

En la Fig. 3 se representa el Diagrama, confeccionado con los mismos datos basicos pero con la hipotesis $CR = 100$ mm y $W = 0$, para que se observe cómo la variación de la poligonal D (disponibilidades hidricas) hace variar la forma de las distintas areas y sus superficies, es decir, los indices bioclimaticos. Así :

IBLc = 6,16 ; IBLf = 2,70 ; IBSc = 0,69 ; IBSf = 0 ; IBCc = 0,65 ; IBCf = 0

Tm libre, en el periodo calido = 15,4°C.

II. – UTILIZACION FORESTAL DEL DIAGRAMA BIOCLIMATICO

El Diagrama Bioclimático se estudió pensando, de preferencia, en su utilización para estudios forestales en la zona mediterránea y, precisamente porque el clima mediterráneo viene definido por la escasez y mala distribución de las precipitaciones es por lo que, sus autores, trataron de crear una técnica de análisis climático con fundamento biológico y énfasis en el balance de agua.

Hemos visto, en la primera parte, que, en cada estación, en función de la capacidad del suelo para ceder agua (CR) y de la escorrentía (W) puede calcularse un Diagrama.

Para la zona mediterránea española hemos operado, hasta ahora, con cuatro hipótesis: 1 (CR = 0, W = 0), 2 (CR = 100 mm, W = 0), 3 (CR = 0, W = 30 %) y 4 (CR = 100 mm, W = 30 %), por la razón de que en los montes de esta zona la escasa calidad del suelo no permite valores de CR mayores de 100 mm y, por otro lado, la cifra del 30 % como valor de la escorrentía parece un valor medio adecuado para las pendientes más frecuentes, régimen pluviométrico y cubierta vegetal. Asimismo se ha comprobado que la construcción de terrazas, con la anchura dada a la plataforma y la ligera contrapendiente de esta, supone hacer W = 0, así como el subsolado de la plataforma a una profundidad superior a 60 cm supone un CR = 100 mm.

A continuación exponemos algunas utilizaciones forestales, aunque de forma muy escueta y breve.

II.1.1. – Elección de especie

Los factores de decisión en la elección de especie son tres: el *factor de sequía*, representado por la IBS del período cálido y que es limitante e influye en la mayor o menor estabilidad de la especie; el *factor térmico*, representado por la Tm (IBL) e influye en la competitividad de una especie respecto a la de hábitat próximo, con repercusiones en la estabilidad; y el *factor de producción*, que influye en los aspectos económicos con influencia en la competitividad y representado por el producto de la IBL en el período cálido, por el *Coefficiente de Transformación* (CT) de la unidad bioclimática libre en materia leñosa, medido en m³/ha/año y que, con carácter específico, sigue una ley biológica de curva en campana cuando se lleva, en un sistema coordinado y en el eje de abscisas, los valores de la Tm libre.

Analizando los Diagramas Bioclimáticos de numerosas estaciones se han establecido los valores de la IBS máximos tolerables, la Tm libre óptima y el CT para la Tm óptima, para cada una de las especies del género *Pinus* utilizadas en la zona mediterránea española. Por supuesto, que estos valores que consignamos, son susceptibles de una mayor precisión, pero un número muy elevado de estudios han demostrado su vigencia.

Especie Espèce	IBS max. admisible admissible (ubc)	Tm libre óptima optimum °C	CT m ³ /ha/año m ³ /ha/an
<i>Pinus halepensis</i>	2,3	13,5	0,7
<i>pinæa</i>	2,0	14,0	0,8
<i>pinaster</i>	1,7	14,0	1,0
<i>nigra ssp. nigricans</i>	1,8	13,0	0,9
<i>nigra ssp. clusiana</i>	1,5	12,0	0,8
<i>sylvestris</i>	0,8	12,0	0,8
<i>uncinata</i>	0,4	10,5	0,7

II.1. – Estudios de técnicas de repoblación

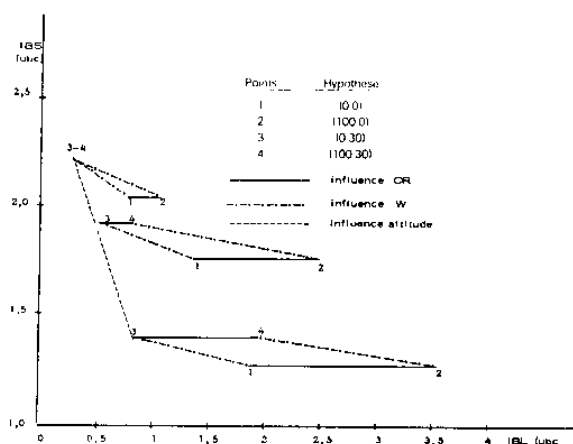
El *handicap* ecológico de la escasez y mala distribución de las precipitaciones hacen que toda la técnica repobladora se inspire en poner a disposición de la planta el mínimo de humedad para lograr, primero, su arraigo y después para satisfacer sus necesidades mínimas de agua. Esto lleva consigo tres actuaciones:

- Desbroce o eliminación, parcial o total, de la vegetación espontánea competitiva.
- Preparación del suelo para mejorar la infiltración o retención de agua y su estructura, actuando, de forma aislada o combinada, sobre la pendiente y el laboreo.
- Elección del tipo de planta (con envase o a raíz desnuda), en la plantación.

Evidentemente que las especies citadas pueden vivir en climas cuyo índice IBS sea superior a los valores límites específicos consignados pero, en este caso, su estabilidad biológica es bajísima aunque sus crecimientos puedan ser apreciables por tratarse de una estación con IBL cálida alta. Por otra parte, la función protectora y, por supuesto, la de producción, solo se logra, satisfactoriamente, con una vitalidad mínima; es decir, si la IBL cálida adquiere valores umbrales, también de carácter específico. Pero, hasta ahora, solo podemos citar, con seguridad, los valores mínimos aceptables de la IBL cálida para las especies: *P. pinæa* 1,5 ubc y *P. pinaster* 2,0 ubc. Para ver la forma de operar creemos, que lo mejor es poner un ejemplo: el de Esfiliana (provincia de Granada). Calculamos los valores de IBS e IBL cálidas y de Tm libre correspondientes a la Estación Meteorológica (993 m de altitud) y para 1 200 m y 1 600 m, teniendo en cuenta que los gradientes con la altitud son: el de precipitaciones 50 mm/100 m y el térmico 0,5 °C/100 m, para las cuatro hipótesis citadas al principio de esta segunda parte:

Altitud m Altitude	CR mm	W %	IBS, cálida chaude ubc	IBL, cálida chaude ubc	Tm libre °C
993	0	0	2,04	0,80	12,7
	100	0	2,04	1,09	12,1
	0	30	2,21	0,28	12,1
1 200	100	30	2,21	0,28	12,1
	0	0	1,77	1,42	11,9
	100	0	1,77	2,48	12,4
1 600	0	30	1,93	0,57	11,8
	100	30	1,93	0,71	11,5
	0	0	1,27	1,91	11,2
	100	0	1,05	3,57	13,6
	0	30	1,53	0,84	10,7
	100	30	1,35	1,90	11,6

Fig. 4. - Graphique IBL-IBS pour Esfianana.



Para ayudar a la explicación, llevamos a un sistema de ejes coordinados los valores de la IBS calculada en ordenadas y de IBL calculada en abscisas, para cada altitud e hipótesis: Fig. 4.

- A la altitud de 993 m (polígono superior) como el factor de sequía es limitante y, con cualquiera de las cuatro hipótesis, $2,3 > IBS > 2,0$ no hay opción posible: solo podemos utilizar el *P. halepensis*. El problema se reduce a tomar una decisión sobre la preparación del suelo, es decir: plantar en hoyos de dimensiones mínimas para albergar la planta (hipótesis 3), subsolar solamente (hipótesis 4), aterrizar (hipótesis 1) o aterrizar y subsolar (hipótesis 2).

Observaremos que el aumento de la capacidad de retención de agua para $W = 30\%$ no altera ni la IBS ni la IBL lo que ha de interpretarse, prácticamente, en el sentido de que si no se ha controlado la escorrentía el subsolado o, en términos generales, el aumento de retención de agua, es inútil. Al disminuir la escorrentía, paso de 3-4 a 1 supone que la IBL pasa de 0,28 ubc a 0,80 ubc, es decir, la producción pasa de $0,28 \times 0,7 = 0,196 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ a $0,80 \times 0,7 = 0,560 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ si no hubiese variado la T_m libre, pero como también esta ha pasado de $12,1^\circ\text{C}$ a $12,7^\circ\text{C}$, el aumento real de la producción sería de $0,196 \times 12,1/13,5 = 0,176 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ a $0,560 \times 12,7/13,5 = 0,526 \text{ m}^3/\text{ha/año}$, sustituyendo, sin gran error, la curva que liga CT y T_m libre, por un triángulo.

Termicamente la hipótesis 1 es la que nos proporciona mayor estabilidad biológica pues su T_m libre es la más próxima a la óptima de la especie: $13,5 - 12,7 < 13,5 - 12,1$. En definitiva, el problema queda reducido a saber si la mayor producción que supone el paso de la hipótesis 1 a la 2 (subsolar después de aterrizar) compensa los gastos que esta operación supone.

- Al subir a 1200 m de altitud no solo varían los índices bioclimáticos de forma absoluta, sino que su respuesta a las variaciones de CR y W son, también, diferentes.

Con las hipótesis 3 y 4 la elección es entre el *P. halepensis* y el *P. pinea* ya que la IBS es menor de 2,0 y en la 1 y 2, con $IBS = 1,77 \text{ ubc}$ entre el *P. halepensis*, *P. pinea* y *P. nigra ssp nigricans*. En el primer caso debe eliminarse el *P. pinea* por las razones:

a) la IBL es 0,570 ubc y 0,710 ubc, en ambas hipótesis, respectivamente, cifras muy bajas para el *P. pinea*.

b) la T_m libre es $11,8^\circ\text{C}$ en la hipótesis 3 y $11,5^\circ\text{C}$ en la hipótesis 4; en cualquier caso la desviación de la óptima

($14,0^\circ\text{C}$) es muy grande (en España el *P. pinea* en masas naturales, aunque claras, no sube, en términos generales, más de 1000 m) pues es $2,2^\circ\text{C}$ y $2,5^\circ\text{C}$.

También por razones térmicas el *P. halepensis* tiene una estabilidad biológica muy pequeña, pues su desviación del óptimo es $13,5 - 11,8 = 1,7^\circ\text{C}$ en la hipótesis 3 y $13,5 - 11,5 = 2,0^\circ\text{C}$ en la hipótesis 4. Eso quiere decir, prácticamente, que no hay más remedio que construir terrazas y pasar a la hipótesis 1, si queremos repoblar con nuestra conífera más frugal.

Hipótesis 1. - Se elige el *P. nigra ssp nigricans* pues la desviación de su T_m libre óptima sobre la de la estación es la menor de los tres pinos opcionales por razones de sequía: $13,0 - 11,9 = 1,1^\circ\text{C}$. Sin embargo hemos de señalar que esta desviación por ser mayor de 1°C no es satisfactoria. Habría que pensar, en una especie exótica, que soportando una sequía representada por $IBS > 1,93 \text{ ubc}$, es decir, de exigencias hídricas parecidas al *P. halepensis* fuese menos exigente térmicamente. Esta especie podría ser el *Pinus brutia*. Tenore.

Hipótesis 2. - La elección recae en el *P. nigra ssp nigricans* por tener la menor desviación térmica: $13,5 - 12,4 = 0,60^\circ\text{C}$ ya que el *P. halepensis* la tiene de $1,1^\circ\text{C}$ y el *P. pinea* de $1,6^\circ\text{C}$.

- Al subir a 1600 m de altitud la variación de los índices es todavía más acusada. Fig. 4 (polígono inferior).

Por razones de sequía la opción es, en la hipótesis 3: *P. halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster* y *P. nigra ssp nigricans*, y en las hipótesis 1, 3 y 4 las especies anteriores más el *P. nigra ssp clusiana*.

Hipótesis 3. - Las desviaciones térmicas son:

P. halepensis..... $13,5 - 10,7 = 2,8^\circ\text{C}$

P. pinea..... $14,0 - 10,7 = 3,3^\circ\text{C}$

P. pinaster..... $14,0 - 10,7 = 3,3^\circ\text{C}$

P. nigra ssp nigricans..... $13,0 - 10,7 = 2,3^\circ\text{C}$

todas ellas lo suficientemente elevadas para impedir la utilización de estas especies. Prácticamente ello quiere decir, que no hay más solución que pasar a la hipótesis 4, subsolando, o pasar a la hipótesis 1, aterrizando.

En el primer caso la T_m libre sube de $10,7^\circ\text{C}$ a $11,6^\circ\text{C}$ y la IBL cálida sube de 0,84 ubc a 1,90 ubc mientras que la IBS cálida baja de 1,53 ubc a 1,35 ubc con lo que entra en la opción, por razones de sequía el *P. nigra ssp clusiana*.

En el segundo caso la T_m libre sube a $11,2^\circ\text{C}$, la IBL sube a 1,91 ubc y la IBS baja a 1,27 ubc, con lo que, también entra en la opción el *P. nigra ssp clusiana*.

Veamos lo que ocurre termicamente :

Hipotesis 4. - Las desviaciones termicas son :

P. halepensis..... 13,5-11,6 = 1,9 °C
P. pinea..... 14,0-11,6 = 2,4 °C
P. pinaster..... 14,0-11,6 = 2,4 °C
P. nigra ssp nigricans..... 13,0-11,6 = 1,4 °C
P. nigra ssp clusiana..... 12,0-11,6 = 0,4 °C

No hay mas opcion que la del *P. nigra ssp clusiana* pues las desviaciones superiores a 1 °C son peligrosas. Esto viene confirmado por el hecho de que, en España el techo altitudinal del *P. nigra ssp nigricans* es 1500 m y el del *P. nigra ssp clusiana* 1800 m.

Hipotesis 1. - Las desviaciones termicas son :

P. halepensis..... 13,5-11,2 = 2,3 °C
P. pinea..... 14,0-11,2 = 2,8 °C
P. pinaster..... 14,0-11,2 = 2,8 °C
P. nigra ssp nigricans..... 13,0-11,2 = 1,8 °C
P. nigra ssp clusiana..... 12,0-11,2 = 0,8 °C

La eleccion recae, igualmente, en el *P. nigra ssp clusiana*.

Entre la hipotesis 4 y la 1, es decir, entre subsolar o aterrazar, nos dá más estabilidad biologica la hipotesis 4, pues 12,0-11,6 < 12,0-11,2 y el aumento de produccion que supone la hipotesis 1 sobre la 4 es despreciable :

$$(1,91-1,90) \cdot 0,9 \cdot \frac{11,3}{13,0} = 0,0077 \text{ m}^3/\text{ha/año.}$$

Hipotesis 2. - Las desviaciones termica son :

P. halepensis..... 13,5-13,6 = -0,1 °C
P. pinea..... 14,0-13,6 = 0,4 °C
P. pinaster..... 14,0-13,6 = 0,4 °C
P. nigra ssp nigricans..... 13,0-13,6 = -0,6 °C
P. nigra ssp clusiana..... 12,0-13,6 = -1,6 °C

Por razones de estabilidad biologica (ataques de insectos y enfermedades criptogamicas) es preferible, cuando las desviaciones termicas sean pequeñas en valor absoluto, elegir especies cuya diferencia entre la Tm libre optima de la especie y la Tm libre de la estacion sea positiva, aun cuando los crecimientos, en el caso contrario sean mayores. Así, nos encontramos, en este caso, con una inversion altitudinal de especies : a 1600 m pueden vivir, termicamente el *P. pinea* y el *P. pinaster* y nó especies menos termofilas como los *P. nigra ssp nigricans* y el *P. nigra ssp clusiana*. Esto, que se comprueba en la realidad y que no tenia explicacion satisfactoria al utilizar los indices climaticos, conocidos hasta ahora, se justifica plenamente : a 1600 m de altitud tenemos los valores :

b) Que con la hipotesis 2 la actividad vegetativa se prolonga hasta Junio, con IBL = 0,92 ubc, mientras que, en las otras hipotesis en Junio hay sequia.

Esto quiere decir que la actividad vegetativa se produce, en la hipotesis 2 con temperaturas más altas que en las otras hipotesis, lo que mejora la utilizacion de especies más termofilas.

Nos queda, en la hipotesis 2 elegir entre el *P. pinea* y el *P. pinaster*. La eleccion recae en el *P. pinaster*, por dos razones :

a) porque la IBL calida es 3,57 ubc y sabemos que la minima aceptable para el *P. pinaster* es 2,0 ubc y para el *P. pinea* 1,5 ubc lo que haria al *P. pinea* susceptible a las plagas y enfermedades, así como a las heladas extemporaneas.

b) por razones economicas :

Produccion :

$$P. \text{ pinea} = 3,57 \cdot 0,8 \cdot \frac{13,6}{14,0} = 2,77 \text{ m}^3/\text{ha/año}$$

$$P. \text{ pinaster} = 3,57 \cdot 1,0 \cdot \frac{13,6}{14,0} = 3,46 \quad \gg$$

Hypothesis Hypothèses	IBS calida chaude	IBL calida chaude	IBR/mes, ubc IBR/mois					A/O
	ubc	ubc	M	A	M	J	J	
1	1,27	1,91	0	0,44	0,57	-0,22	-0,63	0,42
2	1,05	3,57	0	0,44	1,10	0,92	-0,63	0,42
3	1,53	0,84	0	0,33	0,32	-0,33	-0,66	0,54
4	1,35	1,90	0	0,44	1,10	-0,50	-0,66	0,54
Temperatura media mensual Temperature moyenne mensuelle			7,5	9,7	13,0	18,5	22,4	22,4

Observando el cuadro anterior, vemos :

a) Que la intensidad vegetativa de primavera es :

Hipotesis 1 = 1,01 ubc

Hipotesis 2 = 2,46 »

Hipotesis 3 = 0,65 »

Hipotesis 4 = 1,54 »

Finalmente nos queda elegir entre la hipótesis 4, con *P. nigra ssp. clusiana* y la hipótesis 2 con *P. pinaster*

Hipotesis Hypothèse	Especie Espèce	Desviación de la TM libre, 0 °C Écart de la TM libre	Producción Production m³/ha/año m³/ha/an
2	<i>P. pinaster</i>	0,4	3,46
4	<i>P. nigra ssp. clusiana</i>	0,4	1,46

Como la estabilidad, por razones térmicas, es la misma, la elección depende de la contestación a la pregunta ¿Compensa el aumento de producción de 2,0 m³/ha/año el gasto, que supone, el aterrazado?

Otro de los problemas que pueden presentarse es saber hasta qué altitud puede utilizarse una especie o entre qué altitudes puede vivir satisfactoriamente. Esto equivale a saber la variación de la IBS con la altitud así como la influencia de la variación de la temperatura. Conocidos los gradientes de precipitaciones y de temperatura con la altitud se calculan los índices bioclimáticos y cuando la IBL es aceptable el factor decisivo es la sequía. Ahora bien, la IBS varía muy poco al variar la CR, en cambio es más sensible al cambio de escorrentía. El procedimiento será, pues, calcular la IBS para $W=0$ y para $W=30\%$ y ver a qué altitud es admisible la sequía para la especie en estudio.

En la Sierra de Córdoba se observó que las repoblaciones con *P. pinaster* presentaban anomalías. Con los datos de las Estaciones Meteorológicas de Posadas, a 88 m de altitud y del monte Cabeza Aguda, a 650 m de altitud y planimétricamente muy próximas, circunstancia favorable que permitió interpolar en vez de aplicar gradientes. Los índices IBS obtenidos fueron :

Estación	Altitud m	Hipotesis (0,0) IBS ubc	Hipotesis (0,30 %) IBS ubc
Monte CABEZA AGUA	650	1,50	1,61
POSADAS	88	2,38	2,75

Con los datos meteorológicos correspondientes a las estaciones simuladas mediante interpolación, se calculó la IBS de la hipótesis ($CR=0$, $W=0$) en cada nivel altitudinal. Para determinar la banda de la sequía, se procedió simplemente a interpolar, para cada altura, las anchuras de la banda de las estaciones-base.

El resultado puede verse en la Fig. 5 donde puede verse cómo a partir de los 500 m de altitud la sequía empieza a ser inferior a la tolerable por el *P. pinaster* (1,7 ubc). Esto se confirma en la realidad observando si la regeneración natural empieza a conseguirse a esa altitud, que suele ser el fenómeno indicativo del límite inferior, en altitud, de una especie. La Guardería Forestal, casi matemáticamente, confirmó este hecho. Actualmente por debajo de 500 m se repuebla con *P. pinea*.

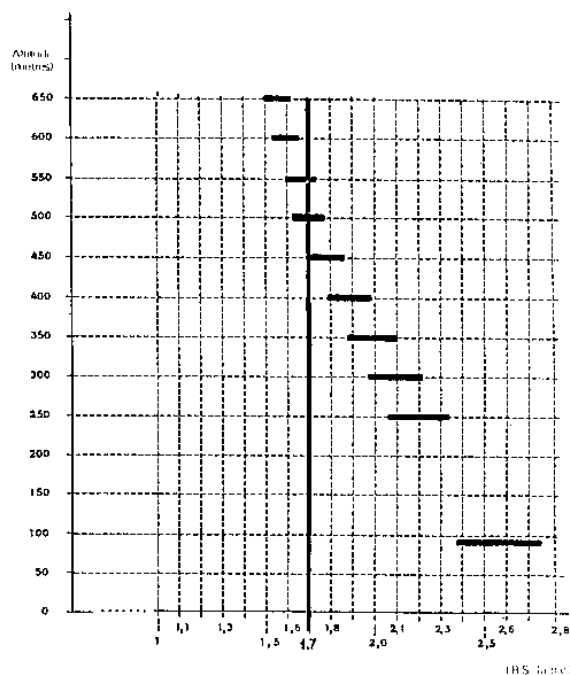


Fig. 5. - Variations de la sécheresse en fonction de l'altitude. Stations : Posadas-Monte Cabeza Aguda (Córdoba).

II.1.2. – Eleccion del tipo de planta

Aunque la experiencia ha sido muy limitada, los esperanzadores y positivos resultados del esbozo de aplicacion de los indices bioclimaticos a la eleccion del tipo de planta puede ser el siguiente :

Admitiendo que la planta tiene la calidad minima requerida por las normas de la C.E.E., por la aplicacion de la formula de Schmidt-Vogt o por otras normas, en los paises no pertenecientes a la Comunidad Economica Europea. Y admitiendo, tambien, que la planta tiene la formula bioédica (formula de aplicacion generalizada que liga la edad y el numero de transplantes) queda la eleccion entre utilizar planta « a raiz desnuda » o con cepellon, esto ultimo mediante el cultivo en bolsa de polietileno.

Como este trabajo se refiere a terrenos de clima mediterraneo, en el que las plantaciones se realizan en otoño ya que las primaveras son cortas y con peligro de subsequia por tener una IBL cálida – primaveral baja, hemos de plantar en época en que se aproveche, toda o parte de la IBL de otoño. De esta forma el **RRP** (Root Regeneration Potential) o *Potencial de Regeneracion Radical*, en caso de planta extraida del vivero a raiz desnuda, sea tal, que pueda la planta utilizar, lo más pronto posible, reservas hidricas del suelo más alejadas de ella.

Para el *P. halepensis* el valor limite de IBL de primavera es 2,5 ubc y el Cp limite 1,2.

Si $IBL_{primaveral} < 2,5 \text{ ubc}$ y $Cp < 1,2$ la plantacion debe hacerse en bolsa.

Si las condiciones anteriores no se cumplen puede realizarse la plantacion « a raiz desnuda ».

Así, por ejemplo, en Aledo, provincia de Murcia tenemos los datos :

Hipotesis Hypothèse	IBL de primavera IBL chaude de printemps ubc	Cp de primavera Cp de printemps
1	1,67	1,13
2	3,46	1,81
3	1,22	0,86
4	2,36	1,54

Hipotesis 1.

$1,67 < 2,5$
 $1,13 < 1,2$

Plantacion en bolsa. La mejora del aterrazamiento ($W = 0$) no es suficiente para plantar « a raiz desnuda ». Esto se ha comprobado.

Hipotesis 2.

$3,46 < 2,5$
 $1,81 < 1,2$

Plantacion « a raiz desnuda ». El subsolado ha mejorado, considerablemente las condiciones, cosa logica pues la CRI de Aledo es muy alta (203,76 mm).

Hipotesis 3.

$1,22 < 2,5$
 $0,86 < 1,2$

Plantacion en bolsa.

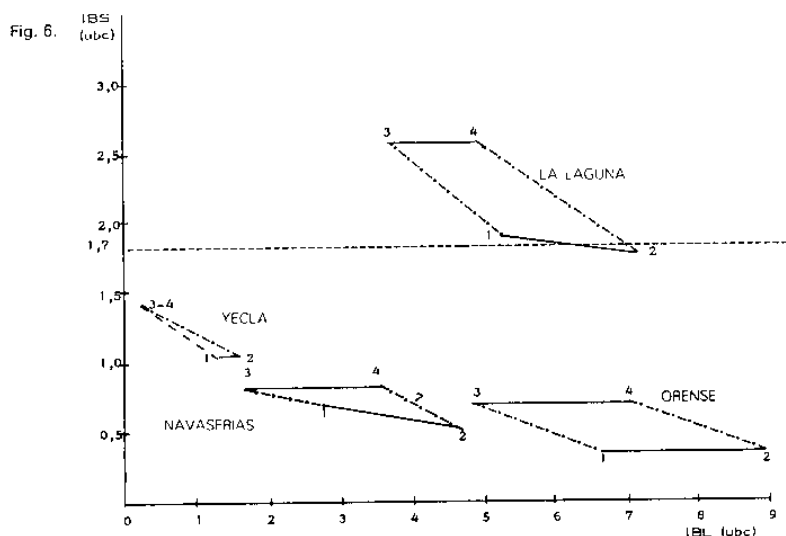
Hipotesis 4.

$2,36 < 2,5$
 $1,54 < 1,2$

Podria plantarse « a raiz desnuda » pero como Cp 1,2 y la diferencia $2,5 - 2,36 = 0,14 \text{ ubc}$ es pequeña acudimos

el Coeficiente de Irregularidad Pluviométrica que, para esta estacion es el 40 % y que está situado en la clase más alta de las seis en que se ha dividido lo España peninsular (valores medios de las clases : 17,5; 22,5; 27,5; 32,5; 37,5 y 42,5 %). Por tanto como el peligro de presentarse un año seco es grande se prefiere plantar, en la hipotesis 4, en bolsa.

Si la especie fuese el *P. pinaster* los valores limites serian : para la IBL de primavera 2,0 ubc y para el Cp 1,5, aunque, en generalen los climas donde esta especie es la idonea el Cp suele ser alto.



II.1.3. — Preparación del terreno.

Cuando se presenta el problema de saber la preparación del suelo más adecuada para una especie, en una estación dada, el razonamiento es análogo al anterior.

En la Fig. 6 representamos, en el sistema coordinado IBS-IBL los valores obtenidos en las hipótesis (0,0) (100 mm, 0), (0,30 %) y (100 mm, 30 %), de cuatro estaciones: Yecla, La Laguna, Navasfrías y Orense. Hemos de señalar que, como hemos visto anteriormente, la preparación del suelo puede forzar la utilización de una especie si no existen más limitaciones que las climáticas. Observamos:

1. La Laguna. En esta estación vemos que tiene más influencia la CR que la escorrentía (W), luego si queremos mejorar la producción es preferible que las disponibilidades económicas se apliquen a subsolar antes que en aterrazar.

2. Orense. La influencia de la CR y la de la W son comparable pero, como los niveles de sequía son muy bajos (inferiores 0,75 ubc), ha de considerarse que es más rentable el subsolado que el aterrazado, pues se pasa de 6,6 ubc (punto 1) a 9 ubc (punto 2) en la IBL, lo que supone un aumento de producción de 2,4 m³/ha/año. En cambio aterrazando se pasa de 4,9 ubc (punto 3) a 6,6 ubc (punto 4) lo que supone un aumento de producción de 1,7 m³/ha/año, no teniendo en cuenta la corrección de la producción por razones térmicas.

3. Navasfrías. Sobre la sequía el aumento de CR (subsulado) no influye, pero sí sobre la producción pues supone un incremento de 1,71 m³/ha/año con W = 30 % y de 1,95 m³/ha/año, sin tener en cuenta la corrección de la producción por razones térmicas. La influencia de la disminución de la escorrentía en la sequía es poco importante pues supone una disminución de 0,15 ubc al aterrazar y 0,31 ubc si, además de aterrazar, subsolamos la terraza.

4. Yecla. En esta estación, los puntos 3 y 4 coinciden, es decir, la CR no influye en el comportamiento bioclimático estacional cuando hay mucha escorrentía, lo que debe interpretarse, ya lo hemos indicado anteriormente, en el sentido de que si no se ha controlado la escorrentía es totalmente inútil el subsolado. En cambio es importantísimo disminuir la escorrentía, hasta el punto de que el paso de 3-4 a 1 hace que la IBL pase de 0,18 ubc a 1,37 ubc si solamente aterrazamos y a 1,57 ubc si, además, subsolamos la plataforma de la terraza.

Si dibujamos, en la Fig. 6, la línea límite de la sequía tolerada por el *P. pinaster* (IBS = 1,7 ubc), vemos:

1. Que en Yecla el *P. pinaster* puede vivir por razones de sequía pero, con cualquiera de las cuatro hipótesis la IBL es inferior a la mínima que requiere esta especie (2,0 ubc), luego no es posible repoblar con *P. pinaster*.

2. En La Laguna no es posible repoblar con *P. pinaster* mas que en la hipótesis 2, es decir, construyendo terrazas y subsolando su plataforma, aunque la sequía es muy alta (1,69), casi en el límite soportado por esta especie. Existe mucho riesgo, sobre todo por los ataques de *Thaumetopoea pityocampa* ya que a la alta sequía se une una IBL alta (7,21 ubc). No debe repoblar con *P. pinaster* sino con *P. halepensis*, lo que se confirma con el hecho de que en Mahon (isla de Menorca-Baleares), cuyo Diagrama Bioclimático es casi igual al de La Laguna, existen masas naturales de pino de Alepo.

3. En Navasfrías puede repoblar con *P. pinaster* si se mejora la escorrentía, la capacidad de retención o ambas cosas; sin modificar estas características, es decir, en la hipótesis CR = 0, W = 30 % (punto 3) no puede utilizarse dicha especie, ya que, en este caso, IBL = 1,85 ubc < 2,0.

La elección entre las hipótesis 4, 1 y 2 es técnica o económica.

Hipotesis	Producción, m ³ /ha/año
1	$2,77 \cdot 1,0 \cdot \frac{12,2}{14,0} = 2,41$
2	$4,72 \cdot 1,0 \cdot \frac{2 \cdot 14,0 - 14,2}{14,0} = 4,65$
4	$3,56 \cdot 1,0 \cdot \frac{13,8}{14,0} = 3,50$

La hipótesis 1 debe desecharse ya que la desviación de la T_m libre de la estación (12,2°C) sobre la óptima de la especie es excesivamente alta: 14,0 - 12,2 = 1,8°C; por otra parte es la hipótesis que da menor producción y mas costosa, en relación a la hipótesis 4, aterrazado y subsolado respectivamente. La solución es elegir entre las hipótesis 4 y 2 y depende de la contestación a la pregunta ¿Compensa aterrazar y subsolar la terraza, en vez de subsolar solamente, para obtener una mejora de producción de 4,65 - 3,50 = 1,15 m³/ha/año.

II.1.4. Densidad de la repoblacion

Uno de los problemas que han merecido la atención de los técnicos forestales es la determinación del número de árboles por hectárea, en las repoblaciones. Las dos tendencias extremas son: la de la silvicultura del norte y centro de Europa que, por tratar con climas hidricamente saturados (sin periodos claros de sequía) preconizan fuertes densidades para evitar la invasión del matorral heliofilo y mantener la fertilidad del suelo, con claras tempranas y frecuentes. Y la silvicultura del mediterráneo meridional en el que la escasez de precipitaciones obliga a una menor densidad compatible con la creación de una cubierta vegetal protectora. El encarecimiento de la mano de obra ha hecho que las densidades hayan disminuido en la aplicación de estos dos criterios extremos.

En la zona mediterránea española nos afiliamos a la teoría de las densidades bajas, pero, no olvidamos, que la solución correcta es la que haga compatibles las premisas:

a) que nos encontramos en zona de baja pluviometría y que las especies, aun las más xerófilas, tienen unas exigencias hídricas que hay que satisfacer.

b) que, en general, las repoblaciones forestales tienen, en la zona mediterránea española, una función de protección hidrográfica que cumplir y que esta función exige, en función del régimen pluviométrico y pendiente del terreno, unos valores mínimos de densidad, según la especie (expansión y densidad de copa).

c) que la economía aconseja no realizar inversiones, como las de clareos, que serían necesarias para compatibilizar las premisas a) y b), y la de las claras no autofinanciables; los primeros hasta el estado de *monte bravo* y las segundas a partir del estado de *latizal*.

Encontrar la solución a este sistema de ecuaciones no debe ser nada fácil y como el hacer milagros no entra, por el momento, dentro de las misiones que los políticos encomiendan a los técnicos forestales, nos limitamos a buscar una solución técnica a la premisa a). La idea es la siguiente:

Si en una determinada estación la IBS es tal que no permite la existencia de una masa en espesura completa, podemos rebajar la IBS regando, o reduciendo la escorrentía, o aumentando la capacidad de retención o ambas cosas, como hemos visto, hasta ahora. Pero también se puede rebajar la IBS, no elevando la poligonal D, de las disponibilidades hídricas, sino disminuyendo las exigencias de agua que, a masa completa, coincide, como sabemos con E. No es que disminuyamos E, que es un dato climático en periodos iguales o superiores al mes, sino simular una situación bajando las poligonales de la E y e.

Si, aplicando las técnicas factibles, técnica y económicamente, la sequía sigue siendo elevada, nos queda el recurso de disminuir la evapotranspiración por unidad superficial y esto puede hacerse disminuyendo la componente vegetativa de la transpiración. Por supuesto que sabemos que la evapotranspiración potencial es suma de la evaporación del suelo y transpiración del suelo; pero debemos tener en cuenta que si se trata de medir sequías se opera en verano, cuando la capa superficial del suelo está seca y, en estas condiciones, la evaporación del suelo es despreciable en relación con la transpiración vegetativa. Siendo E' la evapotranspiración potencial corregida (añadimos el adjetivo corregida porque realmente no es evapotranspiración potencial, pues este calificativo supone cubierta vegetal completa y, también, no limitaciones de agua). Siendo $e' = 0,2 E'$ podemos establecer la siguiente proporción, que, por supuesto, no es matemáticamente exacta:

$$\frac{e'}{e} = \frac{d}{D}$$

siendo: e = evapotranspiración residual

e' = evapotranspiración residual « corregida »

D = número de árboles/ha en espesura completa

d = número de árboles/ha a repoblar

Entonces, la intensidad bioclimática de un periodo elemental de sequía (mes) será:

$$b' = \frac{P - e'}{4e'} \cdot \frac{T - 7,5}{5} \text{ ubc/mes}$$

pues $D = e/E = e$ con la proporción anterior y sabiendo que $d = P$ es igual a $P = e'/4e'$, $e' = e \cdot d/D$.

Dando sucesivos valores a d/D , en forma creciente y con las e' que a esos valores corresponda, se calculan las b' correspondientes a todos los meses en que este valor sea negativo; su suma nos dará la sequía simulada que buscamos, que ha de ser igual o inferior, a la límite de la especie. Del valor utilizado de d/D que satisfaga esta condición se calcula d .

II.2. Mapas bioclimáticos

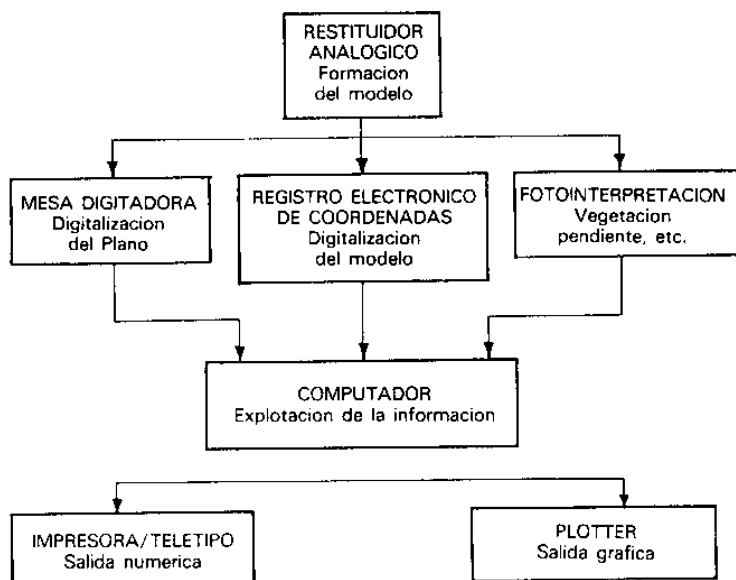
Decíamos, al principio de este trabajo, que el técnico forestal necesitaba una información climática casi puntual. Pues bien, cuando se trata de realizar un estudio climático, con fines biológicos, en una zona de cierta extensión se puede, partiendo de los datos-base suministrados por las Estaciones Meteorológicas ubicadas dentro de esa zona, consideradas como vértices de una triangulación, confeccionar mapas de los índices bioclimáticos que hemos estudiado. Se parte de un mapa topográfico, con curvas de nivel, que suministra la información puntual de altitud, pendiente y orientación, y de otro mapa de vegetación fotointerpretado. Estos mapas facilitan al ordenador y a través de una matriz de cambio los valores de CR y W. Un programa para el cálculo del índice bioclimático deseado y la información anterior permite confeccionar, automáticamente mapas bioclimáticos, tomando como datos-base los de las Estaciones Meteorológicas de la zona en los que se refiere a temperaturas medias mensuales y pluviometría media mensual.

En zonas de clima semiarido hemos confeccionado mapas de IBS e IBL con doce clases para la primera (de 0 a 2,5 ubc) y para la segunda con intervalos de 0,25 ubc.

La Unidad Cartográfica Automática consta de:

- Estereométrógrafo *Zeiss Jena*, modelo F, con registrador electrónico de coordenadas y coordinotógrafo.
- Mesa digitalizadora *Bendix*, con pantalla « in line ».
- Ordenador General Automático *SPC/16/45* con 64 bytes de memoria y 4 unidades de discos magnéticos, lectura y perforadora de cinta, impresora, pantalla etc.

El esquema operativo, que ya fué presentado en la *XII Sesión del Grupo de Trabajo para la Ordenación de Cuencas de Montaña*. - F.A.O. Roma - Septiembre 1978, por nuestro compañero *Filiberto Lopez Cadenas del Llano* y que, por otra parte, es perfectamente conocido por los especialistas, es :



No merece la pena automatizar la eleccion de especie, pero se han confeccionado los programas para que, con el *input* de los indices bioclimaticos se obtengan mapas automaticos de eleccion de especie. Hasta el momento esta tecnica se ha aplicado a cuencas secundarias en Estudios Hidrologico-Forestales, pero se está trabajando para obtener mapas provinciales.

La utilidad forestal de disponer de estos mapas bioclimaticos cuya confeccion es rapida, supone, por un lado profundizar y solucionar problemas de dificil solucion y, por otra parte, uniformizar los estudios bioclimaticos de los distintos Servicios Forestales del pais, tanto a nivel interorganico como intraorganico.

II.3 Estudios fitogeograficos

La aplicacion de los Diagramas Bioclimaticos a este tipo de estudios tiene un caracter de auxiliar a los tipicamente forestales, por ello se han limitado a los estudios climaticos, relacionando los indices bioclimaticos con las etapas y la especie climacica arborea; asi como la aplicacion de los indices a la aclaración de aparentes contradicciones en el habitat natural de las especies.

II.3.1. Estudios climaticos

Hemos visto que, en cada estacion, en funcion de la calidad del suelo y de la escurrentia, puede calcularse un diagrama. Hay climas, como por ejemplo el de Igeldo, en San Sebastian (Guipuzcoa) en el que apenas varian los indices en las cuatro hipotesis que hemos manejado. Teoricamente serian climas floristicamente monotonos, como así puede comprobarse en la realidad. Hay otros en el que los cuatro diagramas son sensiblemente distintos, lo que indica una clara diversificacion de la respuesta a un mismo clima y, por tanto, la posibilidad de una mayor variedad en las asociaciones vegetales. A lo que habria que añadir las posibilidades fitologicas que puede representar el Diagrama correspondiente a $CR = CRT$ y $W = 0$ (recordemos el concepto de CRT definido en la primera parte de este trabajo).

Por otra parte la evolucion hacia la climax, o la regresion climacica, encuentra en los diagramas la posibilidad de su representacion.

Así la etapa de DESIERTO que implica nulidad de suelo o casi nulidad, lo que, a efectos del diagrama supone grandes escurrientas y nula capacidad de retención, estaría representada por un diagrama formado, exclusivamente por IBS calida.

La etapa ERIAL-PASTIZAL estaría representada por un diagrama formado por IBC calida exclusivamente y con valores, de esta mas bien bajos.

La etapa de MATORRAL heliofilo o de degradación tendría, como representación gráfica diagramas con mayor cantidad de IBC y, quizá con valores infimos de IBL.

La etapa de los PINARES estaría representada por un diagrama que podría llamarse ejemplar, con IBL, IBS et IBC calidas, en cantidades medias.

El BOSQUE-CLIMAX (de roble o de haya, por ejemplo) se representaría por un diagrama saturado o semisaturado, es decir, en el que la IBL calida llenase, casi por completo, la Intensidad Bioclimática Potencial (en el caso del roble con valores más altos de IBL o Tm; en el caso del haya con valores más bajos).

Como es natural en función de la cuantía de la CRT la climax podría estar representada por diagramas muy alejados de la saturación lo que permitiría, por ejemplo, identificar, bioclimáticamente, los climas de *Quercus ilex*, *Quercus coccifera* o incluso *Pinus halepensis*, en formación subclimática, por citar algunos ejemplos. Una CRT de 150 mm, por ejemplo, supone unas exigencias, en las transferencias de agua que no son difíciles de alcanzar, en cuanto el suelo tenga cierta calidad. En un clima con tal CRT la climax no será difícil de lograr y, normalmente, será fácil de encontrar, al menos, restos del bosque-climax. Es el caso de Monterrey, en la provincia de Almería (SE) que en la hipótesis CR=0, W=0 tiene una IBS=1,36 ubc, con precipitaciones medias anuales de 573 mm y que a 1.500 m de altitud, en cuanto las precipitaciones alcanzan los 600 mm nos encontramos con el *P. nigra ssp. clusiana*; pues bien, a 1.200 m de altitud en pequeñas depresiones existen bosquetes de *Castanea vulgaris*, que puede representar la climax. Esto se explica porque la CRT de Monterrey es 204 mm y en esas depresiones el suelo adquiere mayor fondo y calidad.

Por el contrario, una CRT de 350 mm, por ejemplo, lleva implícita unas calidades de suelo fuera de lo común y muy difíciles de lograr y con una CRT de esta cuantía no será fácil lograr el bosque-climax; y teniendo en cuenta que cualquier accidente hace retroceder sensiblemente la evolución, entra, dentro de lo posible que, incluso, no se haya logrado nunca a pesar de que las asociaciones existentes estén apuntando hacia ella.

Especie Especie	Estaciones estaciones estaciones	Clima según Papadakis Clima según Papadakis	Diferencias Diferencias		
			ΔT_{pv}	ΔF_0	ΔT_{m}
<i>P. sylvestris</i>	Panticosa	Templado frío Temperatura fría	7.5	126	0.76
	Navacerrada	Mediterráneo Templado frío			
<i>P. pinaster</i>	Pontevedra	Mediterráneo Húmedo Mediterráneo húmedo	5.6	331	0.70
	Caravaca	Mediterráneo Seco Mediterráneo seco			
<i>P. pinus</i>	Madre del Campo	Mediterráneo Seco	6.4	80	0.44
	Gerona	Mediterráneo Húmedo			
<i>P. halepensis</i>	Figuera	Mediterráneo Templado	3.3	86	0.22
	Caleperra	Mediterráneo Subtropical			
<i>P. nigra ssp. clusiana</i>	Solana	Mediterráneo Templado	5.9	140	0.44
	Sales	Mediterráneo Templado			
<i>Fagus sylvatica</i>	Ramosa	Mediterráneo Templado fresco	11.4	159	0.06
	Valls	Prealpino Húmedo Páramo húmedo			
<i>Quercus robur</i>	El Vado	Templado cálido Temperatura cálida Mediterráneo húmedo	8.0	251	0.06
	Raño	Templado frío Mediterráneo húmedo			
<i>Quercus petraea</i>	Solana	Mediterráneo Templado	8.0	245	0.21
	Alissos	Mediterráneo Templado			
<i>Castanea vulgaris</i>	Lanjarón	Mediterráneo cálido Mediterráneo cálido Húmedo	4.9	671	0.22
	Pedraza	Templado frío Húmedo			

II.3.2. Estudios del habitat natural

El estudio de las áreas naturales desde el punto de vista climático adolece, cuando se utilizan los índices conocidos, de falta de precisión y, en ocasiones, de manifestaciones contradicciones con la realidad.

En lo que se refiere a las principales especies españolas, tanto las calificaciones climáticas en unos casos o los principales factores que las definen en otros se encuentran en aparente contradicción con el hecho real de la presencia natural de la misma especie. Se hace preciso disponer de un índice de mayor sensibilidad y este es la Temperatura Básica de la Intensidad Bioclimática Libre (Tm libre). Veamos las diferencias de las Temperaturas Medias del periodo vegetativo (Tpv) y de la Tm libre, así como del Factor de Precipitaciones (Fp = N.º de días con precipitaciones x precipitación, mm/365).

Como vemos el estudio climático y la clasificación de Papadakis que, como sabemos, trata de tener en cuenta y en forma sofisticada elementos esenciales del clima no es capaz de justificar la identidad de vegetación arborea.

Así, una especie tan estricta como el *P. pinea* se encuentra en el clima Mediterráneo Seco y en otro Mediterráneo Húmedo, o el *Q. robur* en el Templado cálido-Mediterráneo húmedo y en el Templado frío-Mediterráneo húmedo.

Creemos que la T_m libre establece un criterio de homologación climática de mucha más sensibilidad y justifica, por ejemplo que el *P. pinaster* vegete de forma natural en Pontevedra con 1 595 mm de lluvia al año y en Caravaca con 367 mm y con una diferencia del F_p de 331; y ello porque la T_m libre es 13,9°C y 13,2°C respectivamente.

Lo mismo ocurre con *Castanea vulgaris* en estaciones tan dispares hidricamente como Lanjarón y Piedrafita con 536 mm y 1897 mm de lluvia al año respectivamente y con una diferencia enorme del F_p , que es de 671 y, sin embargo la diferencia de sus T_m libre es solo de 0,22 °C.

La justificación de utilizar la T_m libre, como índice diferencial en el estudio de las áreas naturales es que las especies arbóreas, una vez satisfecha sus necesidades mínimas de agua, es decir, si la IBS cálida es menor de su valor límite, es la temperatura a que realiza sus funciones a plena actividad vegetativa el factor decisivo.

Otra aplicación es la aclaración de numerosas contradicciones. Con la misma IBS cálida y la misma IBL cálida pueden vegetar diferentes especies o incluso con valores de IBS más apartados del óptimo de una especie podemos encontrar que vegete, espontáneamente otra. Estas aparentes anomalías pueden explicarse por las diferencias entre las IBL cálidas de primavera y otoño: si la IBL de primavera se presenta con mayor cuantía que la de otoño la especie será la de más exigencias térmicas. Así, en las estaciones de Nerpio y Riopar, ambas en la provincia de Albacete, tenemos los datos siguientes:

Estacion Station	P. mm	IBL cálida de primavera IBL chaude de printemps ubc	IBL cálida de otoño IBL chaude d'automne ubc	IBL cálida total IBL chaude totale ubc	T_m libre °C
Nerpio	449,7	0,81	0,75	1,56	12,15
Riopar	680,5	1,25	0,40	1,65	12,42

Según Köppen ambas estaciones tienen un clima templado-cálido, seco Riopar y periseco Nerpio. Según esto la especie que debería vegetar en Nerpio sería el *P. pinaster* y en Riopar el *P. nigra ssp. - clusiana* toda vez que en ambas estaciones el suelo es dolomítico. Pues bien, la realidad es todo lo contrario: existen masas naturales de *P. pinaster* en Riopar y de *P. nigra ssp. clusiana* en Nerpio. La diferencia entre las T_m libres es 0,27 °C inferior a los rangos del *P. nigra ssp. clusiana* (0,44 °C) y del *P. pinaster* (0,70 °C) y, por tanto, no se justifica la contradicción. Lo único que la justifica es que, en primavera Riopar tiene más actividad vegetativa – (IBL = 1,25 ubc) que en Nerpio (IBL = 0,81 ubc) y en otoño ocurre al revés (0,75 ubc Nerpio y 0,40 ubc Riopar) luego en Nerpio vegetará la especie más microtérmica y en Riopar la más macrotérmica. El mismo criterio sirve para explicar algunas localizaciones entre el *P. pinaster* y el *P. pinea* y entre el *P. halepensis* y el *P.*

pineae. La IBC cálida se relaciona directamente con la sequía, siendo proporcional a esta, por lo que las especies más xerófilas se presentan en climas de mayor IBC cálida, pero, sin embargo, existen matizaciones pues con la misma IBL las especies tienen diferentes exigencias de agua o de vegetación en otoño, dentro de un régimen hídrico y térmico general análogo. Esto es función de la fructificación. Así, los *Acer* requieren, en general, que no haya IBC, pero sin embargo el *A. campestre* y el *E. platanooides* soportan alguna, así como el *Corylus avellana*. Otro ejemplo son el *Q. robur* y el *Q. petraea* el primero algo más exigente en humedad y el segundo tolera más frío que el primero. Pues bien, en Asturias, donde se mezclan, el *Q. petraea* vegeta en sitios en los que, por razones de escorrentía, presentan una IBC del orden de 0,20 ubc y el *Q. robur* alrededor de 1,0 ubc esto debido a que las bellotas del *Q. robur* maduran, en otoño, más tarde que las del *Q. petraea*.

II.4. – Estudios de Planificación y Ordenación del Territorio.

Uno de los problemas fundamentales con el que se enfrentan los Ministerios de Agricultura de muchos países es el de encontrar y después aplicar criterios para destinar, vocacionalmente, el uso de la tierra. De los tres fundamentos de esta vocación: estabilidad, rentabilidad y factibilidad, es evidente que el primero, por su naturaleza biológica se encuentra fuera de los esfuerzos humanos. Baste un ejemplo: por razones políticas o sociales se están transformando superficies cubiertas de bosques de resinosas o frondosas, en pastizales permanentes, cuyo costo de creación es superior a 80 000 pesetas/ha. Pues bien, estos pastizales de permanentes no tienen nada pues a los cuatro años hay que levantarlos mediante laboreo, volver a enmendar el suelo y volver a sembrar, es decir, excepto cortar los árboles y desbrochar, crear de nuevo el pastizal. Y esto ¿por qué?. Sencillamente porque, admitiendo que las enmiendas han sido correctas, bioclimáticamente el hábitat no es idóneo para una pradera permanente; o lo que es lo mismo: se ha violentado su vocación.

Creemos que la utilización de los *Diagramas Bioclimáticos* pueden ser de gran utilidad para la ordenación del territorio.

La CRT nos indica la respuesta a las labores del suelo. Un Diagrama con CRT < 100 mm nos indica que la máxima utilización climática, por la vegetación, ha de encomendarse a una cubierta de carácter permanente. Si hay IBS cálida no es posible, o mejor aconsejable, la pradera permanente pues existe un etapa, precisamente la de mayor aporte térmico y luminoso, en la que la hierba paraliza su crecimiento e incluso se seca. Queda la alternativa, nos referimos a las condiciones de la zona mediterránea española, entre el pastizal de agosteo, la dehesa arbolada y el bosque.

Si la CRT es alta ello demuestra que la potencialidad vegetativa climática es también alta y que el laboreo del suelo hará real esta potencialidad. En estos casos son en los que la Agricultura encuentra su mejor aplicación ya que el trabajo humano será rentable. Pero con CRT alta el cultivo agrícola viene limitado, si no es posible regar, por unos valores límites de la IBS cálida y, por debajo de estos valores umbrales, por la IBL cálida y la T_m libre. Por ejemplo con una IBL alta y una T_m libre menor de 11 °C no es posible el cultivo de plantas de escarda.

Finalmente razones hidrológicas deben entrar en consideración: la pendiente y la susceptibilidad erosiva, utilizando, por ejemplo, índices como $Ce = Cd/Cr$ (Cd = coeficiente de dispersión del suelo, Cr = relación de coloides a equivalente de humedad).

Necesitaríamos mucho espacio para detallar la utilización de los Diagramas Bioclimáticos para estos estudios y razones de cortejo limitan nuestro deseo. Baste, pues, un ejemplo: en un estudio reciente, definíamos un « estrato » o destino, el de « *Dehesa arbolada* » con las premisas: CRT < 100 mm; IBS cálida $\neq 0$; pendiente ≥ 30 %; $Ce > 10$; IBS < 1,5 ubc; IBL > 3,0 ubc; $12,0$ °C < T_m libre < $13,0$ °C. Con los mapas bioclimáticos del ordenador y los criterios de planificación del territorio, puede lograrse, utilizando el modelo geográfico *INGRID* una ordenación del territorio, con base climática.

J. G.-S.

Bibliographie

- MONTERO DE BURGOS (J.L.) et
GONZÁLEZ REBOLLAR J.L. – Diagramas
Bioclimáticos – I.C.O.N.A. Madrid
1974.
MONTERO DE BURGOS J.L. – Las rela-
ciones clima-vegetación. Rev. Mon-
tes, nº 186, Madrid 1976.

VI.- Taxonomía fitoclimática cualitativa (Allué, 1990)

Se incluyen copias de: *Introducción; Signos Convencionales; Mapas y Claves morfogénica mundial y ; Cuantitativo/Cualitativa Española, con sus significaciones fitológicas.*

Es información correspondiente al Sistema Allué de 1990, con las revisiones establecidas por el autor en la revisión de 1994.

INTRODUCCION

En lo referente a España, reproducimos aquí sólo la parte **cuantitativo/cualitativa de la taxonomía general del Sistema** –por otra parte, casi siempre suficiente–. Si el lector necesitase elaboraciones **más complejas**, habrá de consultar fuentes y utilizar informatizaciones realizadas por el Profesor de Física de esta Escuela E. Manrique.

Las claves incorporadas son perfectamente interpretables pero, *en caso de dicotomías dudosas, las alternativas de la duda deben mantenerse íntegramente hasta el final. En este punto, la duda suele ser claramente discriminable.*

Es importante notar que las correspondencias vegetación-clima establecidas laxamente en los gráficos de significación fitológica se refieren a *grupos de series de igual titular* y no a especies, y que la *multiplicidad de las correspondencias, tanto por filas como por columnas, se debe al muy natural hecho de que las ecotonías y las extensiones temperamentales existen realmente.*

Las determinaciones simultáneas supraanuales y anuales producen un *par de integración-variabilidad bastante expresivo.*

Un empleo muy común del Sistema podría consistir en la siguiente secuencia:

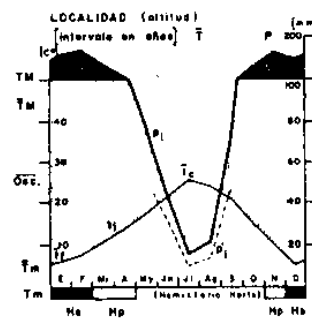
- 1) **Determinaciones** taxonómicas fitoclimáticas.
- 2) **Interpretación** fitológica del taxon resultante.
- 3) **Homologación** taxonómica del tipo.
- 4) **Importación o exportación** del conocimiento y/o material homologado.
- 5) **Otras** elaboraciones.

Aparte de su valor geobotánico general, la taxonomía morfogénica mundial *puede coadyuvar y agilizar la determinación de homologaciones remotas si nos aseguramos, antes de realizar las próximas, de que la homología entre las estaciones problema se produce también desde este nuevo punto de vista.*

CLIMODIAGRAMAS CLIMODIAGRAMS

SIGNOS CONVENCIONALES CONVENTIONAL SIGNS

CLIMODIAGRAMA GAUSSEN-WALTER



La información del climodiagrama abarca generalmente valores promedios y extremos de varios años, aunque también podrían ser valores de uno.

En cualquier caso adoptan una forma anual, ideal o no, y su naturaleza viene expresada por su posición en el gráfico —tal como se indica con símbolos en el modelo—. La significación de los símbolos es la siguiente:

- P, precipitación anual
- p_i , precipitación en cada mes (i)
- p'_i , $2/3 p_i$
- \bar{T} , temperatura media anual
- \bar{t}_i , temperatura media de cada mes (i)
- \bar{t}_f , temperatura media mensual más baja
- \bar{T}_m , temperatura media de las mínimas del mes de media más baja
- T_m , temperatura mínima absoluta del periodo
- Hs, meses de helada segura (en los que $\bar{T}_m \leq 0^\circ$)
- Hp, meses de helada probable (en los que $\bar{T}_m > 0^\circ$ pero $TM \leq 0^\circ$)
- \bar{t}_c , temperatura media mensual más alta
- \bar{T}_M , temperatura media de las máximas del mes de media más alta
- TM, temperatura máxima absoluta del periodo
- \overline{Osc} , media anual de la oscilación térmica diaria

Se acepta a título orientativo la propuesta de Gausse para el medio mediterráneo: si $2t \approx p$ en un determinado mes, presenta o no, probablemente, déficit hídrico; análogamente, si $2t \approx p'$ el mes en que esto suceda se considera o no como muy probablemente subseco. Tal acepción no es utilizada en nuestra taxonomía.

I. GENESIS PERIODICA DE TIPOS

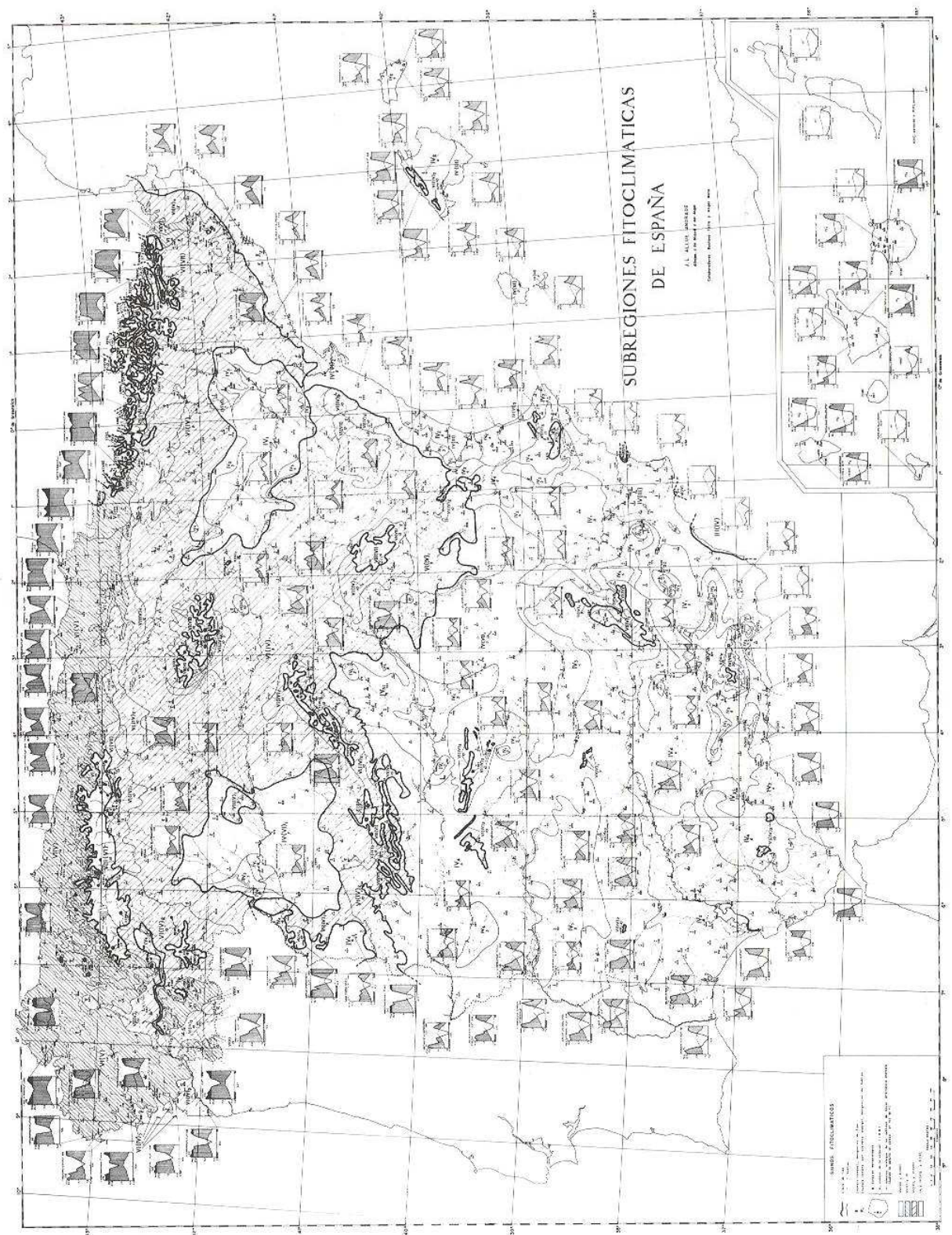
Combinación de todos los limitados cursos hídricos y térmicos de la Tierra en todas sus posiciones relativas claramente distintas. Los tipos resultantes aparecen fuertemente correlacionados con la vegetación climática no de otro modo en su formación más o

No se puede entender bien España si no se sabe qué es una nación del Mundo y ella no sabe porque el Mundo sea un rico muestrario de inquietas diferencias sino porque es todo el Mundo mismo. El Mundo no es un código, es una teoría.

[illegible]

PRESENCIA DE TIPOS MORFOGENICOS EN LA ESPAÑA PENINSULAR, BALEARICA Y AFIN

Asimétricas 
Algo endógenas (cuadrículas y otras) 



[illegible]

no de meses con helado = segro^2 (\bar{M} , V , O^0); M^0 , n^0 de meses con helado = segro^2 (\bar{M} , A^0 pero algun T^0 , V , O^0)

