

FITOClimATOLOGÍA BÁSICA DE LOS *Pinus nigra* Arn., *Pinus sylvestris* L. y *Pinus pinaster* Ait. APLICACIÓN DEL MODELO DE IDONEIDAD

**J.M. GRAU CORBÍ
A. CÁMARA OBREGÓN
J.L. MONTOTO QUINTEIRO**

Dpto. de Silvicultura. CIFOR-INIA
Apdo. 8111. 28080 Madrid. ESPAÑA

RESUMEN

El modelo de idoneidad desarrollado por Allué (1997) ha sido utilizado para estudiar la aptitud fitoclimática del sitio para las especies *Pinus pinaster* Ait., *Pinus nigra* Arn. y *Pinus sylvestris* L. Tiene especial interés la aplicación de los espectros de idoneidad, resultantes de estas tres especies, en Covarrubias (Burgos) como sitio de ensayo de introducción, donde se plantaron dichas especies en 1931.

PALABRAS CLAVE: *Pinus pinaster*
Pinus nigra
Pinus sylvestris
Fitoclimatología
Idoneidad
Habitabilidad

INTRODUCCIÓN

La metodología de diagnóstico fitoclimática introducida por Allué Andrade (1990) fue aplicada por Allué Camacho (1995) a las principales sintaxa pascícolas de los montes españoles. Posteriormente ha sido aplicada al *Pinus halepensis* (Cámara Obregón, 1996 y 1997) y a los pinos negral, blanco y silvestre (Grau y Cámara, 1997).

Una ventaja del método es la cuantificación de la idoneidad o habitabilidad de una especie en un determinado sitio dentro del ámbito de la especie. Esto permite averiguar cual es la posible respuesta de cada una de las especies o subespecies introducidas en un ensayo de este tipo.

En esta ocasión publicado ya el modelo de idoneidad (Allué Andrade, 1997) podemos hacer mayor hincapié en el desarrollo metodológico.

En 1931, D. José Elorrieta, Jefe de la Sección de Repoblaciones del antiguo Instituto Nacional de Investigaciones y Experiencias (I.F.I.E.), diseñó un experimento de introducción de especies en la parcela “La Tejera” del monte “Los

Valles”, en Covarrubias (Burgos), donde se introdujeron varias especies del género *Pinus*, entre ellas *Pinus nigra* Arn., *Pinus pinaster* Ait. y *Pinus sylvestris* L.

Se ha realizado un estudio de la *habitabilidad* o *idoneidad de lugar* para el ensayo de introducción de Covarrubias (Burgos), como paso previo al análisis de los resultados de la introducción pasados más de 60 años (Grau, 1998). El interés de los procesos y de sus comparaciones trasciende, por supuesto, al de su aplicación; pero hemos creído que, desde otro punto de vista, se aporta en cambio una concreción que hace más diáfana y comprensible la utilidad de los modelos. Más allá de ello, puede proporcionar importantes argumentos para la elección de taxa en las repoblaciones.

Creemos necesario insistir en un aspecto conceptual muy importante de los modelos utilizados que es la diferenciación clara del concepto *calidad de estación* del de *idoneidad*, siendo este último un atributo de aptitud regeneradora compleja que, aún comprendiendo aspectos no discriminables del temperamento, la competencia, el antropismo, la historia, la programación, la aleatoriedad, etc., tiene un característico interés global en la práctica. La calidad, en el sentido productivo tradicional, podría investigarse, no obstante, dentro de este marco regenerativo mediante homologaciones fitoclimáticas espacio-temporales.

La idoneidad (Allué Andrade, 1997; Allué Camacho, 1995) se entiende como el grado de habitabilidad de los lugares para acoger a determinados taxones, desde el punto de vista mixto de su perdurabilidad y su competitividad.

METODOLOGÍA

El modelo idoneidad o modelo *puzzle*, fue ideado (Allué Andrade, 1990, 1995, 1997; Allué Camacho, 1995) para conocer la *aptitud* de un lugar frente a la *colonización* de un taxón o sintaxón determinado, con capacidad para *perpetuarse* por sí mismo, considerando los factores de *competencia* y excluyendo los de *calidad de estación*, mediante un indicador, *-índice de idoneidad-*, *no dependiente* de posibles elementos desconocidos que hubieran alterado la presencia o de especies vegetales.

Este modelo pretende alejarse de los estudios ecológicos tradicionales, evitando extraer conclusiones únicamente deducidas de las manifestaciones de *presencia* o *ausencia*, alejadas de cualquier intervención pasada desconocida que hubiera condicionado la evolución del lugar. Como no parece accesible poder llegar a conocer las verdaderas causas de la situación actual, parece mucho más lógico recurrir al estudio de elementos estrechamente vinculados entre sí, aún con desconocimiento absoluto de las causas que los relacionan pues, a pesar de ello, las correspondencias que se establecen suelen mantenerse. Esto es lo que se conoce como *ecologías de bloque*, como son los sistemas fitosociológicos, fitoclimáticos, edafológicos, etc.

Las características ecológicas del clima son la base de nuestro modelo y el bloque de elementos con el que trabajaremos para intentar atenuar los problemas anteriores en condiciones zonales.

Para comprender bien el modelo, es necesario hacer un análisis previo del fundamento del *juego del rompecabezas* (Allué Camacho, 1995):

- Los elementos de un rompecabezas son: las *piezas* y los *huecos* donde estas encajan.
- Cada pieza se debe encajar en un hueco de idéntica silueta, es decir, debe existir concordancia entre los elementos.
- Las piezas se prolongan siempre en sus adyacentes, son *coherentes*.
- El jugador sabe de forma intuitiva que los huecos, a pesar de no ser visibles, están ordenados y que esta *ordenación* concluirá con la de las piezas, siempre que el juego se lleve a cabo de forma adecuada.
- Si las piezas se ensamblan correctamente, iremos obteniendo progresivamente una imagen con *significado*, *autoverificándose* así el acierto.
- En ocasiones es esta imagen la que nos revela, por intuición, donde colocar las piezas restantes.
- La *autodepuración* de los errores cometidos es inmediata si se detectan ensamblajes entre piezas contiguas incorrectos y/o la imagen obtenida no va adquiriendo ningún significado gradual lógico.
- La solución final es *única*.

Para traducir a la fitoclimatología este juego, hemos de asociar a los *huecos* las *posiciones geográficas* conocidas del taxón problema, dentro de su ámbito natural. Los huecos se ordenarán en función de la *idoneidad* del lugar, de mayor a menor. Las *piezas* —o *teselas*— se corresponden con las *coordenadas* o *adecuaciones fitoclimáticas* (última fila de la matriz), de cada posición considerada; su *ordenación* es completamente *independiente* de la de los huecos.

Si al hacer corresponder cada coordenada con su posición, aún siendo independientes las ordenaciones de ambos elementos, se obtiene una imagen con un *significado fitoclimático* claro, es decir, si la previa ordenación de idoneidades presenta una traducción fitoclimática lógica a través de la correcta ordenación de las *teselas*, el puzzle se habrá finalizado con éxito.

Por supuesto, este puzzle fitoclimático —al que también se la ha llamado *espectro de idoneidad*—, cumple con las reglas de *concordancia* —de posiciones geográficas ordenadas, con la adecuaciones fitoclimáticas—, *coherencia* —las adecuaciones fitoclimáticas ordenadas se prolongan en las *teselas* adyacentes— y *significación* —el conjunto de adecuaciones fitoclimáticas ordenadas, irá ofreciendo gradualmente una imagen que será única solución—.

La obtención de una solución única, a través de la consumación del puzzle, implica su *autoverificación*; si no llegamos a ella, lo que se produce es una *autodepuración* de los resultados.

Indicador de idoneidad

Este indicador, que recordemos es el criterio que sigue la ordenación de huecos, se calcula mediante un procedimiento matricial similar al empleado para el cálculo de la matriz fitoclimática (Allué, 1990, 1997; Manrique et al., 1995); en este caso, en lugar de obtener la posición de una estación problema respecto a todos los tipos posibles de vida vegetal ibérica (coordenadas o adecuación fitoclimática),

se obtiene la posición de la estación respecto al ámbito climático natural de una especie determinada.

Para el cálculo de la idoneidad de las estaciones disponibles, las mismas que se utilizaron en Allué (1990), se ha utilizado una modificación (Martín *et al.*, 1995) del programa *climatri* de CLIMOAL (Manrique *et al.*, 1995).

Debemos tener muy presente que en el cálculo de las coordenadas fitoclimáticas de una estación determinada, estudiamos que posición mantienen los 14 valores de sus factores fitoclimáticos respecto a los 17 tipos posibles de vida vegetal en nuestra Península y, por tanto, las coordenadas para cada estación serán también 17. Sin embargo, el cálculo del índice de idoneidad estudia la posición de estos 14 factores respecto a un único recinto climático —aquel que se corresponde con la especie que estudiamos—, lo que implica que tan sólo obtendremos un único valor escalar; éste es el *índice de idoneidad*.

Este valor escalar presenta dos cualidades, por un lado la de ser un valor porcentual permitiendo la ordenación de las estaciones consideradas —sea ésta para nosotros la cualidad más importante—, y por otro, refleja la posición de la estación respecto a una situación fitoclimáticamente óptima para la especie.

Construcción del puzzle

Las operaciones que hay que realizar para obtener esta figura son las siguientes:

1. **Huecos:** Ordenación en una columna, y de mayor a menor, de los escalares de idoneidad de cada estación.
2. **Piezas o teselas:** Asociación de coordenadas fitoclimáticas con su correspondiente estación, colocando éstas a la derecha de la columna de idoneidades.
3. **Significación:** Reconocimiento, en la imagen así obtenida, de una estructura fitoclimática con contenido lógico; esta estructura se presenta por agrupación de subtipos genuinos y análogos, constituyendo mosaicos claros y ordenados con un sentido ecofisiológico y geobotánico legible y que, además, debe presentar una expresión geográfica coherente.
4. **Jerarquización de los mosaicos:** Cada uno de los mosaicos que se han dibujado en la trama de coordenadas, se corresponde con un conjunto de escalares de idoneidad, estableciéndose así lo que se ha llamado clases de idoneidad.
5. **Perfilado y depurado de espectros:** Puede ocurrir que se presenten situaciones anómalas que no encajan con la estructura del puzzle. Su estudio puede llevar a las siguientes conclusiones:
 - 5.1 **Efecto borde:** Podemos encontrarnos teselas que al ordenarse en función del índice de idoneidad, no encajen dentro de la clase lógica por no existir convergencia de sus coordenadas fitoclimáticas con las que definen la clase; pero si estas coordenadas se correspondieran con la de otra clase de idoneidad adyacente, y además el escalar de idoneidad

estuviera muy próximo al intervalo que la define, esta estación puede desplazarse de clase.

- 5.2 *Autodepuración*: Si la anomalía detectada no puede resolverse con el procedimiento anterior se debería, en primer lugar, revisar las posibles causas para subsanarlo y si ésto no fuera posible, depurar los datos anómalos.

Evaluación de idoneidades

El espectro de idoneidad o puzzle nos servirá como herramienta para estudiar la idoneidad de cualquier estación problema respecto a una especie determinada. Existen para ello dos procedimientos:

1. Calculando las coordenadas fitoclimáticas de la estación y llevándolas al puzzle hasta encontrar otra, lo más parecida posible. La estación problema tendrá el mismo índice de idoneidad que su homóloga.
2. Elaborando una clave taxonómica de clases de idoneidad a partir del espectro, e identificando, como primera aproximación, la estación problema con una de las clases.

RESULTADOS

Los espectros de idoneidad de *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster* aparecen reflejados en las figuras 1, 2, 3 y 4. La aplicación del modelo de idoneidad para las dos primeras especies citadas no da ningún problema a la hora de reconocer en el espectro los mosaicos fitoclimáticos, cumpliéndose las cuatro reglas básicas que propugna: indivisibilidad, coherencia, convergencia y significación global (Fig.1 y 2). No ocurre lo mismo con el *Pinus pinaster*, donde el espectro de toda la especie muestra un desorden total.

Esta desorganización apreciable en el espectro del pino negral puede ser debida a la existencia de un complejo de razas y variedades que suelen agruparse en las subespecies *atlantica*, con distribución de esta naturaleza al oeste de Francia y al noroeste de la Península Ibérica (en parte artificial), y *mesogeensis*, con distribución mediterránea a lo largo del resto de la Península, Francia meridional, litoral este de Italia, Cerdeña y Norte de Marruecos, Argelia y Túnez. La subespecie *atlántica* es de exclusiva vocación silíceo, pero no así la mediterránea que, aún pareciendo presentar estadísticamente esta predilección, vive de hecho muy bien en suelos calizos. Parece lógico suponer que estos presuntos ecotipos sean idóneos para muy distintos medios y que, faltando la homogeneidad básica de condiciones que el desarrollo del modelo puzzle requiere, se presenten finalmente dificultades para su aplicación.

Desde otro punto de vista, las variedades mediterráneas de la especie suelen ser bastante orófilas, lo que, como en parte ocurre con el melojo, puede suponer un aprovisionamiento lateral de agua que las condiciones macroclimáticas de sus ubicaciones no harían suponer. No habría así una contradicción profunda entre el

PR	ESTACION	Nº	ID	IV4	IV(VD)1	VI(IV)1	VI(IV)2	VI(IV)4	VI(VI)D	VIII(VI)	VI(V)	VI
GU	Villanueva de alcoron	3026	0.69	****#	-1.43#	-1.12#	0.86G	-13.47#	-0.92#	-24.57#	-5.57#	-52.20#
CU	Cuenca	8096	0.67	****#	0.12D	0.72G	0.50A	-49.81#	-6.45#	-583.64#	-51.05#	-1146.6#
CU	Uña	8088	0.65	****#	-4.76#	-0.78#	0.66G	-35.70#	0.54A	-0.19#	-3.86#	-3.86#
L	Miracle (Riner)	9133	0.64	****#	-10.27#	-2.07#	-2.78#	0.11D	0.65G	-0.00#	-0.17#	-0.02#
L	San Pons (Pho)	0130	0.63	****#	-7.74#	-1.12#	-1.56#	-1.09#	0.71G	0.02D	-0.08#	-2.36#
CU	Buenache de la Sierra	8093	0.63	****#	-1.44#	-1.78#	0.79G	-10.23#	-0.26#	-0.31#	-1.90#	-3.93#
V	Arroyo Cerezo	8376E	0.63	****#	-7.49#	-1.57#	-2.00#	0.21A	0.68G	-0.02#	-0.11#	0.15D
V	Aras de Alpuente	8385	0.62	****#	-1.54#	0.62G	0.13D	-2.33#	-0.24#	-51.63#	-4.59#	-103.99#
CU	Tejadillos	8216	0.62	****#	-2.51#	-1.37#	0.77G	-33.19#	0.13D	-2.09#	-3.21#	-7.78#
CU	La Toba	8084	0.62	****#	-3.78#	-0.08#	0.74G	-36.74#	-0.09#	-2.17#	-4.76#	-8.15#
B	Balsareny	0106	0.62	****#	-0.00#	0.11G	0.10A	-0.16#	0.01D	-0.62#	-0.30#	-0.62#
CU	Fuentelespino de Moya	8243	0.61	****#	0.00D	0.65G	0.61A	-11.94#	****#	****#	-43.22#	****#
L	Solsona	0132	0.61	****#	-15.56#	-2.86#	-4.57#	-1.11#	0.70G	0.08D	-0.06#	-2.19#
CS	Villafranca del Cid	8489	0.6	****#	-4.64#	-0.25#	-0.36#	0.46A	0.61G	-0.02#	0.10A	-0.22#
CU	Tragacete	8079	0.6	****#	-3.86#	-6.06#	0.49A	-3.47#	0.08D	0.21G	-1.06#	-0.13#
L	La vansa	9633	0.59	****#	-28.61#	-4.95#	-8.83#	-11.70#	0.80G	0.23D	-1.78#	-2.50#
CU	Valdemoro-Sierra	8223	0.59	****#	-0.35#	0.42A	0.68G	-28.25#	-4.21#	-394.37#	-34.05#	-773.62#
Z	Sos del Rey Católico	9244	0.59	****#	-0.82#	0.60G	0.48A	-1.07#	-0.42#	-25.39#	-2.16#	-49.74#
CU	Olmeda del Rey	8130	0.57	****#	0.26A	0.62G	0.49A	-85.42#	-10.82#	-937.84#	-81.32#	-1842.4#
CU	Abia de la Obispalia	4070	0.56	****#	0.04D	0.63G	0.51A	-49.97#	-6.63#	-583.68#	-50.64#	-1148.8#
CU	Priego	3054	0.56	****#	0.10D	0.67G	-0.31#	-239.04#	-23.53#	-2581.0#	-221.47#	-5066.2#
V	Vallanga	8380	0.55	****#	-0.68#	0.63G	0.39D	-10.20#	-1.56#	-161.78#	-14.26#	-320.81#
CS	Castellfort	9563	0.52	-9.76#	-9.21#	-1.78#	-2.36#	0.52G	0.42A	-0.68#	0.22A	-0.39#
CU	La Frontera	3052	0.52	****#	0.21A	0.64G	0.25D	-163.33#	-16.95#	-1661.8#	-144.61#	-3265.9#
CU	Granja de Campalbo	8241	0.51	-0.08#	-0.60#	0.57G	0.43A	-37.71#	-5.91#	-481.61#	-41.57#	-945.18#
AB	Las Cañadas de Nerpio	7067	0.5	****#	0.37G	0.18D	-0.11#	-70.79#	-14.25#	-483.12#	-43.78#	-953.37#
B	Ametlla de Marola	0102	0.49	-0.09#	-0.13#	0.00D	-0.03#	0.06G	0.07A	-0.04#	0.05A	-0.06#
J	Acebas	7062	0.47	0.20A	-1.46#	-5.91#	0.63G	-30.57#	-7.24#	-259.72#	-23.14#	-511.14#
CU	Yemeda	8232	0.45	****#	0.55G	0.39A	-34.45#	-1255.5#	****#	****#	-3548.7#	****#
MU	Rogativa	7069	0.43	-0.05#	-0.10#	0.06G	0.05A	-0.09#	0.02D	-0.10#	0.05A	-0.10#
AL	María	7194	0.43	****#	0.08G	0.09A	-0.25#	-3.49#	-0.92#	-14.65#	-3.74#	-14.73#
CU	Vega del Codorno	3042	0.37	****#	****#	-2.03#	0.51G	-47.33#	0.25A	0.32A	-15.06#	-7.80#
J	El Hornico	5089	0.31	0.58G	-0.69#	0.12A	0.05A	-134.54#	-18.68#	-1263.0#	-110.26#	-2482.4#

Fig. 1.-Espectro de idoneidad de *Pinus nigra*.
Aptitude spectra for *Pinus nigra*.

PR	ESTACIÓN	Nº	ID	VI(V)	VI(IV)2	VI(VI)D	VI	VIII(VI)D	VI(IV)1	VI(IV)4
HU	Panticosa	9451	0,57	-4,38#	-9,66#	-11,48#	-0,58#	0,50G	-84,94#	-55,46#
M	Navacerrada	3462	0,54	-15,37#	0,32A	-0,97#	-7,64#	0,47G	-7,24#	-45,50#
HU	Sallent de Gallego	9446	0,49	-4,05#	-13,57#	-3,10#	-9,15#	0,43G	-39,01#	-48,88#
CU	Vega del Codomo	3042	0,47	-15,06#	0,51G	0,25A	-7,80#	0,32A	-2,03#	-47,33#
CS	Viella	9991	0,45	-0,40#	-13,61#	0,76G	0,15D	0,29A	-8,15#	-4,84#
LS	Vista Bella	8490	0,45	-0,60#	-1,94#	0,72G	0,02D	0,24A	-1,62#	-1,62#
GU	Orea	3006	0,43	-6,05#	0,64G	0,52A	-3,42#	0,20D	0,46A	-35,34#
SO	Covaleda Castrejón C.F.	2003	0,43	-15,47#	-0,27#	0,54G	-8,02#	0,28A	-2,46#	-100,45#
L	Spot	9661	0,42	-16,66#	-15,27#	0,51G	-11,56#	0,24A	-9,77#	-107,30#
HU	Ordóles	9470	0,42	-1,72#	-0,37#	0,73G	-0,44#	0,24A	-1,93#	-1,30#
SO	Santa Inés	2005	0,42	-7,28#	0,60G	-0,19#	-6,22#	0,31A	-6,38#	-66,94#
SO	Vinuesa	2006	0,41	-1,19#	0,67G	0,41A	-0,64#	0,25A	-1,79#	-8,61#
L	Llavorsi	9675	0,41	-3,19#	-9,48#	0,78G	-9,40#	0,29A	-5,44#	-34,22#
GE	La Farga	0328	0,40	-0,02#	-51,12#	0,61G	-0,01#	0,26A	-26,65#	-30,90#
BU	Quintanar de la Sierra	2294	0,40	-0,76#	0,53A	0,56A	0,37G	0,23G	-1,38#	-2,06#
L	Senet	9734	0,38	-0,01#	-26,10#	-0,63#	0,08D	0,29G	-26,43#	-16,71#
GU	Condemios de Arriba	3150	0,38	-25,52#	0,70G	-2,32#	-327,69#	-161,19#	0,04D	-81,21#
B	Figols	0085	0,38	-0,06#	-8,82#	0,73G	-6,62#	0,21A	-5,44#	-2,37#
GU	Villanueva de Alcorón	3026	0,37	-5,57#	0,86G	-0,92#	-52,20#	-24,57#	-1,12#	-13,47#
CU	Tragacete	8079	0,37	-1,06#	0,49A	0,08D	-0,13#	0,21G	-6,06#	-3,47#
HU	Seira	9843	0,37	-0,50#	-33,00#	0,09D	0,01D	0,28G	-23,30#	-21,36#
SO	Cuerda del Pozo	2011	0,35	-2,34#	0,79G	-0,11#	-5,98#	-2,22#	0,52A	-10,09#
VI	Boveda	9062	0,35	0,02A	0,58G	0,44A	-2,66#	-0,02#	0,34A	0,13A
HU	Sabiñanigo	9460	0,34	-2,64#	-0,34#	0,72G	-2,66#	0,19A	-0,50#	-11,31#
AV	Peguerinos	3334	0,33	-9,75#	0,77G	-1,21#	-111,21#	-51,03#	0,38D	-38,20#
B	Taradell	0340	0,33	0,00D	-3,07#	0,68G	-1,95#	0,16A	-2,78#	-1,22#
B	Moya	0120	0,32	-0,07#	-2,56#	0,68G	-2,13#	0,07D	-1,87#	-0,85#
VI	Manurga	9089	0,32	0,38G	-1,87#	-2,72#	0,39A	-0,45#	-28,71#	-8,99#
BU	Pradoluengo	2105	0,30	0,05D	0,61G	0,31A	-4,82#	-2,63#	-0,34#	0,15D
GE	Llaers	0327	0,25	0,17D	-153,82#	0,18A	-2,45#	0,18G	-76,92#	-109,43#
VI	Amurrio	1060	0,23	0,33G	-0,36#	0,09D	-0,27#	-0,62#	-4,12#	0,01D
HU	Candanchu	9195	0,20	-50,75#	-129,57#	-105,53#	-34,67#	0,76G	-609,63#	-581,97#

Fig. 2.-Espectro de idoneidad de *Pinus sylvestris*.
Aptitude spectra for *Pinus sylvestris*.

PR	ESTACIÓN	N°	ID	IV1	IV2	IV3	IV4	IVI(VD1	IV(VD2	VI(IV1	VI(IV2	VI(IV3	VI(IV4	VI(V)
C	Espiñeira	1443	0.67	-2099.4#	-36.22#	****#	-44.67#	-322.35#	-884.63#	-1026.1#	-14.47#	-9.60#	-701.74#	0.56G
PO	Tuy	1729	0.63	-920.18#	-28.52#	****#	-25.12#	-142.67#	-362.21#	-430.86#	-11.64#	-9.72#	-268.50#	0.51G
C	Negreira	1433	0.62	-2203.3#	-21.85#	****#	-45.26#	-296.06#	-927.09#	-1079.0#	-6.03#	-3.59#	-747.18#	0.54G
PO	Vigo "Peinador"	1495	0.60	-1062.8#	-9.50#	****#	-21.41#	-148.56#	-416.84#	-501.10#	-1.82#	-0.51#	-325.61#	0.48G
C	Bares	1351	0.59	-2138.7#	-31.05#	****#	-51.68#	-326.70#	-889.99#	-1033.6#	-18.85#	-52.40#	-706.35#	0.50G
C	Costa Grande	1-	0.59	-264.69#	-10.02#	****#	-15.05#	-54.48#	-85.72#	-110.21#	-4.39#	-3.42#	-55.30#	0.48G
C	Noya	1435	0.58	-563.72#	-16.64#	****#	-19.05#	-96.61#	-211.19#	-258.16#	-6.71#	-5.58#	-153.06#	0.47G
C	Santiago de C. Univ.	1475	0.57	-191.38#	-9.70#	****#	-13.64#	-36.81#	-58.19#	-77.65#	-3.78#	-3.64#	-34.89#	0.47G
PO	Lourizán	1486	0.56	-385.42#	-2.73#	****#	-5.95#	-60.87#	-126.29#	-165.90#	0.05A	0.64G	-91.11#	0.24A
C	Santiago de Compostela	1428	0.56	-190.96#	-7.80#	****#	-13.60#	-35.21#	-56.65#	-76.44#	-3.07#	-2.94#	-34.35#	0.47G
PO	Pontevedra	1484	0.55	-220.37#	-8.00#	****#	-13.68#	-53.98#	-69.37#	-92.83#	-3.80#	-3.04#	-44.25#	0.43G
PO	Lalín	1464	0.55	-88.92#	-2.29#	9150.4#	-2.03#	-13.07#	-18.50#	-29.36#	0.55G	0.00D	-10.63#	0.13A
C	Puentes de Gcía. Rguez.	1363	0.55	-418.07#	-9.79#	****#	-16.72#	-57.08#	-141.47#	-179.01#	-2.96#	-3.65#	-97.99#	0.50G
PO	La Guardia	1497	0.54	-87.12#	-1.36#	8987.9#	-2.89#	-26.65#	-17.73#	-29.17#	0.06D	0.65G	-10.29#	0.04D
PO	Salcedo	1485	0.52	-247.03#	-2.54#	****#	-5.88#	-44.76#	-75.82#	-102.89#	-0.16#	0.03D	-52.64#	0.32G
C	La Coruña	1387	0.52	-14.39#	-2.21#	-763.14#	-4.48#	-39.74#	-1.40#	-2.36#	-0.91#	0.36A	0.41A	0.35G
C	La Coruña Granja Agríc.	1382	0.52	-20.97#	-3.67#	-1499.4#	-7.13#	-14.23#	-2.99#	-4.53#	-0.76#	-0.49#	0.08D	0.40G
LU	Ladaíro	1530	0.51	-50.18#	-3.33#	-441.41#	-4.41#	-11.56#	-8.25#	-13.29#	0.07A	-0.04#	-3.48#	0.37G
PO	Granxa do Louro	1728	0.48	-256.98#	-1.79#	****#	-3.52#	-34.18#	-79.89#	-107.83#	0.39A	0.55G	-57.27#	-0.61#
PO	Vigo	1723	0.47	-167.27#	-1.70#	8989.1#	-4.03#	-51.06#	-17.84#	-30.15#	-1.19#	0.62G	-9.82#	0.27A
LU	Lugo	1518	0.47	-18.93#	-2.26#	-1373.5#	-1.17#	-3.58#	-2.02#	-3.04#	0.61G	-0.18#	-1.43#	-0.30#
PO	Puenteareas	1723	0.47	-224.88#	-2.00#	****#	-4.35#	-25.89#	-45.50#	-65.80#	0.25A	0.45G	-29.85#	0.25A
C	Presaras	1411	0.47	-224.88#	-5.20#	****#	-9.19#	-30.14#	-66.74#	-89.67#	-0.62#	-1.38#	-43.71#	-0.42G
C	Cañas	1385	0.47	-28.73#	-2.85#	-2131.8#	-4.30#	-5.74#	-5.74#	-5.74#	0.28A	-0.62#	-0.66#	0.36G
C	Padrón	1-	0.46	-371.51#	-3.12#	****#	-7.12#	-56.26#	-121.12#	-159.93#	-0.18#	0.28A	-86.63#	0.33G
C	Betanzos	1380	0.45	-21.79#	-3.07#	-382.04#	-4.96#	-8.41#	-2.47#	-0.42#	0.22A	0.25G	0.25D	0.25A
C	Finisterre	1400	0.44	-11.88#	-1.10#	-369.62#	-2.23#	-71.73#	-0.93#	-1.43#	0.62G	0.62G	-0.37#	0.01A
C	Montevitoso	1354	0.44	-15.00#	-2.67#	-365.17#	-5.24#	-46.37#	-3.19#	-1.87#	-2.01#	0.07A	0.47G	-0.33A
LU	Otero del Rey	1509	0.44	-23.27#	-4.19#	-1076.7#	-4.65#	-5.20#	-2.93#	-2.37#	-0.32A	-0.91#	-0.38#	0.34G
C	Capela	1371	0.41	-7520.5#	-248.95#	****#	-170.39#	-1214.2#	-3618.5#	-3888.6#	-139.62#	-109.40#	-2953.9#	0.67G
OR	Orense	1690	0.33	-2.13#	-0.61#	-157.78#	0.31A	-4.31#	0.52A	0.26D	0.49G	0.32A	-15.47#	0.37G
LU	San Brelome	1514	0.32	-43.23#	-7.65#	-2317.8#	-8.55#	-7.48#	-9.70#	-6.99#	-0.55#	-3.96#	-0.91#	0.40G
LU	Monforte de Lemos	1680	0.22	-1.93#	-0.49#	-152.45#	0.18A	-2.29#	0.59A	0.27A	0.43G	0.15D	-19.77#	0.59.30#

Fig. 3.—Espectro de idoneidad de *Pinus pinaster* ssp. *atlántica*.
Aptitude spectra for Pinus pinaster ssp. atlántica.

PR	ESTACIÓN	N°	ID	IV1	IV2	IV3	IV4	IVI(VD1)	IV(VD2)	VI(IV1)	VI(IV2)	VI(IV3)	VI(IV4)	VI(V)
AB	Patena del Madera	7088	0.71	-1.45#	****#	****#	****#	0.22A	****#	0.52A	0.62G	****#	-19.44#	-51.31#
CU	Pñego	3054	0.68	-1.23#	****#	****#	****#	0.10D	****#	0.66G	-0.40#	****#	-83.48#	-277.72#
SG	Coca	2484	0.67	-7.30#	****#	****#	****#	0.24A	****#	0.71G	-1.73#	****#	-142.00#	-442.45#
CU	Villalba de la Sierra	8090	0.67	-5.90#	****#	****#	****#	-0.05#	****#	0.65G	0.66A	****#	-8.76#	-28.58#
CU	Moñilla del Palancar	8155	0.67	-5.25#	****#	****#	****#	0.47G	****#	0.57A	-3.69#	****#	-221.43#	-662.49#
J	Siles	5173	0.66	-3.33#	-1.97#	-268.88#	0.57G	-1.03#	-2.30#	-0.07#	0.03D	****#	-57.51#	-173.59#
CU	Fuentelespino de Moya	8243	0.66	-5.56#	****#	****#	****#	0.00D	****#	0.65G	0.61A	****#	-11.94#	-43.22#
BU	Aranda de Duero	2100E	0.66	-6.25#	****#	****#	****#	0.41A	****#	0.70G	-1.47#	****#	-115.14#	-357.08#
CC	Arenas de San Pedro	3408	0.65	-5.06#	****#	****#	****#	-14.25#	-0.47#	-56.71#	0.59G	****#	-42.93#	-44.59#
CC	Talaya (La Barquill.)	3435	0.65	-5.06#	-0.56#	-445.73#	0.65G	-0.50#	-0.37#	****#	0.56A	****#	-93.29#	-279.88#
SO	Almaraz	2045	0.64	-5.99#	****#	****#	****#	-4.14#	****#	0.69G	0.56A	****#	-3.62#	-11.32#
SA	Navasfrías	2930	0.64	-52.04#	****#	****#	****#	0.50G	****#	-15.76#	0.78G	****#	-8.82#	-5.89#
SA	Arevalo	2456	0.63	-5.45#	****#	****#	****#	-0.07#	****#	0.59A	-4.56#	****#	-223.68#	-662.69#
GU	Cordunte	3015	0.63	-9.20#	****#	****#	****#	-0.54#	-3.66#	0.43A	0.49A	****#	-15.61#	-51.36#
GU	Riopar	7085	0.63	-0.60#	****#	****#	****#	-0.27#	****#	0.65G	0.25A	****#	-33.66#	-98.20#
GU	Bayuza de Abajo	3130	0.63	-57.58#	****#	****#	****#	0.02D	****#	0.11G	0.42A	****#	-41.33#	-100.94#
SO	Sigüenza	2071	0.62	****#	****#	****#	****#	****#	****#	0.12A	0.12A	****#	-0.12#	-0.18#
CS	Esilda	8453	0.62	-0.14#	-0.31#	-12.34#	0.27A	-9.67#	0.74A	0.35G	-1.41#	0.07D	-111.94#	-356.06#
SA	Aldeadávila	2898	0.62	-0.67#	-0.54#	-60.77#	0.70G	-1.57#	-7.08#	0.12A	-1.41#	-0.97#	-119.15#	-29.06#
J	Acbebas	7062	0.62	-22.71#	-0.09D	-561.45#	0.17A	-1.54#	0.38A	-5.79#	0.64G	-3.55#	-13.81#	-29.06#
AB	Argullite	7059	0.61	-6.28#	0.09D	-2311.2#	0.09A	-7.01#	0.38A	-0.97#	-0.13A	0.06D	-44.65#	-131.86#
CC	Hervas	2504	0.61	-23.00#	-1.02#	-2311.2#	0.53G	-2.19#	-3.10#	-6.00#	0.65G	-4.30#	-9.23#	-18.28#
CS	Orda	8454	0.61	-0.42#	0.18A	-133.75#	0.59G	-4.22#	0.61A	0.15D	-14.81#	-4.30#	-599.88#	-1733.7#
J	El Hornico	5089	0.61	-1.56#	-1.34#	-167.6#	0.14A	-0.70#	-1.17#	0.11A	0.09A	-1.45#	-48.39#	-132.69#
SA	Mieza	2900	0.61	-11.08#	-4.01#	-167.6#	0.14A	-0.70#	-1.17#	0.11A	0.09A	-1.45#	-48.39#	-132.69#
CU	Yemeda	8232	0.61	-6.21#	****#	****#	****#	0.55G	-4.16#	0.39A	-34.43#	-2.56#	-30.59#	-28.28#
V	Chelva	8395	0.60	0.33A	-0.32#	0.42A	0.40A	-2.51#	0.61A	0.47G	-2.98#	-0.83#	-125.55#	-35.48.7#
MA	Gaucin	6050	0.60	-40.21#	-0.34#	-3522.3#	0.35G	-23.29#	-8.71#	-15.28#	-8.21#	0.20A	-179.87#	-549.54#
CU	Buenache de la Sierra	8093	0.59	-35.28#	****#	****#	****#	-1.58#	****#	-1.74#	0.78G	****#	-105.71#	-173.80#
V	Buseo	8401	0.58	-0.02#	-0.44#	0.30A	0.50G	-2.05#	0.37A	0.41A	-2.95#	****#	-4.59#	-1.96#
AV	El Tiemblo	3328	0.58	-0.07#	-1.89#	-15.26#	0.56G	0.05D	-2.29#	0.06D	-1.10#	-0.98#	-181.44#	-549.65#
J	La Puerta de Segura	5179	0.58	-0.58#	-0.15#	-12.30#	0.82G	-1.29#	-1.95#	-0.77#	-30.59#	-2.85#	-97.95#	-285.64#
V	Enguera "Las Arenas"	8290	0.57	-0.12#	-0.05#	0.47A	0.59G	-7.35#	-0.21#	-0.08#	-34.87#	-11.18#	-1113.5#	-31.29.5#
SO	S. Leonardo de Yagüe	2081	0.56	-36.08#	****#	****#	****#	****#	****#	0.71G	0.74A	****#	-1258.8#	-3548.3#
Z	Calatayud	9395	0.56	-0.01#	-2.50#	0.28A	0.01A	-0.20#	-2.52#	0.60G	-5.24#	-10.25#	-9.43#	-13.85#
AV	La Adrada	3392	0.56	-10.43#	-0.96#	-991.78#	0.55G	-0.79#	-2.10#	0.60G	-5.24#	-10.25#	-261.54#	-789.86#
AV	El Hornillo	3406	0.53	-252.01#	-2.58#	****#	-2.76#	-28.08#	-79.70#	-105.72#	0.30A	-1.63#	-24.76#	-61.95#
J	Beas de Segura	5202	0.53	-2.25#	0.26D	-39.48#	0.77G	-12.19#	-1.41#	0.38D	-16.36#	-1.72#	-58.25#	-60.7#
AV	Peguerinos	3334	0.51	****#	****#	****#	****#	-1.92#	****#	0.38D	0.77G	****#	-38.20#	-9.75#
V	Aras de Alpuente	8385	0.5	-1.46#	****#	****#	****#	-1.82#	****#	0.56G	0.15D	****#	-1.27#	-5.66#
AV	Villarejo del Valle	3403	0.5	-272.28#	-4.97#	****#	-3.78#	-31.22#	-90.97#	-115.35#	0.57G	****#	-63.83#	-2.58#
MA	Sierra Bermeja	6079	0.48	-17.79#	0.41G	-1505.7#	-0.45#	-107.86#	-4.01#	-8.42#	-15.31#	-4.39#	-464.17#	-1294.7#
AB	Molinos	7065	0.44	-0.47#	-0.47#	0.72G	0.53A	-0.95#	-7.74#	-3.17#	-241.36#	-89.28#	-672.4#	****#
CU	La Toba	8084	0.43	-72.94#	****#	****#	****#	-3.66#	****#	-0.08#	0.74G	****#	-14.47#	-4.76#

Fig. 4.- Espectro de idoneidad de *Pinus pinaster* ssp. *pinaster* (P. *Mesogeensis* Fieschi & Gausson).
Aptitude spectra for *Pinus pinaster* ssp. *pinaster* (P. *Mesogeensis* Fieschi & Gausson).

temperamento hídrico de las dos subespecies, que resultan coincidentes en su relativa higrofilia. Si las habría en cambio, en sus formas de aprovisionamiento: en el primer caso, por el menor desarrollo de raíces que ni necesitan ni pueden profundizar más en un terreno saturado de agua; en el segundo, por la necesidad de alcanzar el agua en sus niveles más satisfactorios; en los dos casos modificando también el porte general del árbol.

Hemos hecho, frente a estas relativamente contradictorias condiciones, tanteando sucesivamente los espectros de las subespecies *atlántica* (Fig.3) y *mesogeensis* (Fig.4) y de la propia especie.

Cuando disponemos de un lugar problema y queremos evaluar su idoneidad para una especie determinada, puede hacerse de dos formas distintas según la precisión que necesitemos obtener. La primera y más sencilla, consiste en utilizar la taxonomía elaborada para la especie que, en el caso de los pinos blanco, silvestre y negral, aparece a continuación. Esta es una *evaluación de clases* de idoneidad.

Clave de Clases para *Pinus nigra*

- VI(IV)₂ genuino exclusivo 1
- No como el anterior:
 - Nemoroides sin tendencias mediterráneas:
 - Partes contiguas más nemoroides de VI(IV)₁ y menos nemoroides de VI(IV)₂ 2₁
 - Partes contiguas más nemoroides de VI(IV)₂ y VI(VII) 2₂
 - No como el anterior:
 - Partes contiguas más nemoroides de IV(VI)₁ y menos nemoroides de VI(IV)₃ 3
 - Genuino en IV₄ 4

Clave de Clases para *Pinus sylvestris*

- Genuino en VIII(VI) con ID>0.40 1
- No como el anterior:
 - Genuino en VI(IV)₂ ó VI(VII) con analogías en VIII(VI) 2
 - No como el anterior:
 - Genuino en VI(IV)₂ o VI(VII) si analogías o muy pequeñas en VIII(VI) 3₁
 - Genuino en VIII(VI) con ID<0.30 3₂
 - Genuino en VI(V) 4

Clave de Clases para *Pinus pinaster ssp. atlantica*

- Genuino en VI(V), con 0.47 = ID = 0.56, sin tendencias1
- No como el anterior:

- Genuino en VI(V), con $0.46 = ID = 0.34$, con tendencias nemoro-mediterráneas y genuinidades nemoromediterráneas con tendencias nemorales 2
- Genuino en VI(V) con $ID = 0.60$ 3

Si necesitáramos más precisión, sería imprescindible calcular las coordenadas fitoclimáticas del lugar y moverlas sobre el espectro de idoneidad de la especie estudiada, hasta encontrar las coordenadas más parecidas posible, obteniendo una *evaluación gradual* —no de clases— de la idoneidad.

El *Pinus pinaster* ssp. *pinaster* (*P. mesogeensis* Fieschi & Gaussen) no presenta una clave taxonómica clara, pues sólo aparece una única tesela, cuya indivisibilidad puede ser atribuible a las compensaciones freáticas propias de sus ubicaciones orófilas. Ello daría lugar a una especie de parcial azonalismo hídrico. En cualquier caso, la imposible alternancia de las idoneidades de los climas nemoromediterráneos y de los mediterráneos genuinos pone de manifiesto la inexistencia de un gradiente espacial zonal.

No obstante, hay un acotamiento fitoclimático que prácticamente excluye a la totalidad del resto de gamas mediterráneas y nemorales, y a las áridas, oroborealoides y oroarticoideas. En el caso de los climas húmedos atribuimos esta exclusión a las bajas temperaturas y en el de los mediterráneos más bien a la propia falta de potencialidad freática de sus condiciones.

El carácter relativamente desordenado de este puzzle contiene, por un lado, una información de azonalidad que nosotros atribuimos al freatismo y, pese a ello, una cierta convergencia que podríamos llamar nemoroideo-mediterránea y por otro lado, impide la elaboración de una taxonomía de clases para esta subespecie, que poco sentido tendría ya que sólo existiría una clase única de idoneidad. En este caso, y si quisiéramos estudiar una situación problema para esta subespecie, se sugiere la *evaluación gradual* de la idoneidad.

Evaluación de la idoneidad del sitio de ensayo

La evaluación de idoneidades de la parcela de “La Tejera”, en Covarrubias (Burgos), para *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster*, se ha realizado conforme a lo explicado en el apartado anterior, es decir, por clases -utilizando las claves taxonómicas- y gradual -utilizando el espectro de idoneidad-. Las coordenadas fitoclimáticas de la parcela problema se presentan en la Tabla 1.

Las evaluaciones de idoneidad para las tres especies, incluidas las dos subespecies de *P. pinaster* negral, son las que aparecen en la Tabla 2.

TABLA 1
COORDENADAS FITOCLIMÁTICAS DE LA PARCELA “LA TEJERA”
Phytoclimatic coordinates of the plot “La Tejera”

III(IV)	IV(III)	IV1	IV2	IV3	IV4	IV(VI)1	IV(VI)2	VI(IV)1
*****#	*****#	*****#	*****#	*****#	*****#	-0,01#	*****#	0,63G
VI(IV)2	VI(IV)3	VI(IV)4	VI(VII)	VI(V)	VI	VIII(VI)	X(VIII)	
0.59A	*****#	-18,50#	-3,85#	-21,90#	-486,65#	-247,56#	*****#	

TABLA 2
EVALUACIÓN DE IDONEIDADES PARA *PINUS NIGRA*, *PINUS SYLVESTRIS* Y *PINUS PINASTER*, EN COVARRUBIAS
Assesment of aptitude indexes for Pinus nigra, Pinus sylvestris and Pinus pinaster in Covarrubias

Idoneidad	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus pinaster</i>	
			<i>ssp. Atlántica</i>	<i>ssp. mediterránea</i>
Clases	2 ₁ (0,56-0,67)	No se corresponde con ninguna clase	No se corresponde con ninguna clase	No existe la clave taxonómica
Grados	0,61 Est. nº8243 Fuentelespino de Moya (CU)	No se corresponde con ninguna coordenada fitoclimática	No se corresponde con ninguna coordenada fitoclimática	0,66 Est. nº8243 Fuentelespino de Moya (CU)

En resumen, el lugar no es idóneo desde el punto de vista fitoclimático para *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster* ssp. *atlantica*, como era de esperar. Sí es un lugar idóneo para *Pinus nigra* y *Pinus pinaster* ssp. *pinaster*, presentando ambas especies unos grados de idoneidad elevados en esta zona, respecto al ámbito fitoclimático global de ambas en la Península Ibérica.

CONCLUSIONES

Pinus nigra

Las poblaciones de *P.nigra* estudiadas parecen preferir en primer lugar el clima VI(IV)₂, es decir, nemoromediterráneos genuinos más húmedos (Clase 1).

En segundo lugar, y en el sentido de la progresión termoxérica (hacia la izquierda del espectro) parece preferir la franja normal y conceptual contigua de los dos fitoclimas nemoroides VI(IV)₁ y VI(IV)₂; en sentido opuesto, hacia la microtermicidad, ocupa también un segundo lugar (aunque de distinta cualidad), el clima VI(VII), nemoroide subestepario.

En tercer lugar, la especie parece preferir los climas IV(VI)₁, mediterráneo subnemoral más frío, y la zona formal y conceptualmente contigua de VI(IV)₁, nemoromediterránea genuina menos húmeda. Por último, la clase 4 se ubica en el clima IV₄ mediterráneo genuino más húmedo.

La especie es, por tanto, incompatible por una parte con los climas III(IV) árido, IV(III) y IV₂ mediterráneos subtropicales y los IV₁ y IV₃, mediterráneos genuinos más secos, y por otra y en el sentido de la microtermicidad, la especie es ya prácticamente incompatible con los climas oroborealoides VIII(VI) y X(VIII), y en mucha menor medida con los ororarticoides, X(IX)₁ y X(IX)₂.

En el óptimo de la especie (Clase 1) se pueden encontrar contactos con melojares y quejigares fundamentalmente, y en menor medida con encinares alsinares (*Quercus ilex ilex*). En la Clase 2, la posibilidad de contactos es mayor en el caso de los robledales pubescentes aunque puede seguir presentando los anteriores. En la Clase 3, los contactos de mayor entidad serían los del quejigo (*Quercus faginea*) y la encina rotundifolia (*Quercus ilex rotundifolia*).

Pinus sylvestris

La especie parece preferir en primer lugar el clima VIII(VI), oroborealoides subnemoral menos húmedo. En segundo lugar, y siguiendo la progresión termoxérica que representa el espectro, son los climas nemoromediterráneos y nemorales menos húmedos los que parecen marcar esta disminución de preferencias; así como que los climas nemorales más húmedos, posiblemente localizados en fondos de valle o ubicaciones próximas al mar, puedan ser los menos apetecibles para la especie y la causa sea, posiblemente, una excesiva humedad para la especie.

La especie es incompatible, por obvias cuestiones termoxéricas, con climas submediterráneos y mediterráneos. Por contra, no tolera climas oroborealoides típicos y oroarticoides debido a las bajas temperaturas.

La especie encuentra su óptimo en los bosques de coníferas, pudiendo llegar a representar la etapa más alta de la progresión vegetal. En condiciones más secas y cálidas (clase 2 y 3), el pino silvestre puede tener contactos con robledales pubescentes (*Quercus pubescens*) e incluso con el quejigo (*Quercus faginea*) y el melojo (*Quercus pyrenaica*). Por último, esta especie puede estar en contacto con robledales típicos (*Quercus robur* y *Quercus petraea*) en una situación bastante desfavorable para él, debido al exceso de humedad que favorece a los robles.

Pinus pinaster

La masas de *Pinus pinaster* subsp. *atlántica* estudiadas parecen presentar una especial predilección por el clima VI(V), nemoroide genuino sin tendencias. En segundo lugar, sus preferencias se centran también en localizaciones nemoroideas con tendencias nemoromediterráneas claras y viceversa, localizaciones nemoromediterráneas con tendencias nemorales.

Por último, se podría intuir una tercera clase, representada en nuestro espectro por una única estación (Capela), atribuible a una excesiva adecuación nemoral del lugar.

AGRADECIMIENTOS

A José Luis Allué Andrade, nuestro profesor por excelencia, ejemplo a seguir por forestales jóvenes y menos jóvenes. Nunca olvidaremos la ilusión y tesón con que abordabas cualquier cuestión que te planteábamos. Valga nuestra aportación, aunque modesta, como eterna gratitud al profesor y compañero.

Este trabajo se ha realizado en los Proyectos de Investigación SC96-045-C2-1 "Caracterización selvícola e industrial del *Pinus nigra*" del Programa Sectorial I+D Agrario y Alimentario del INIA y F096-013 "Adecuación de las estaciones españolas al proceso de reforestación en el marco actual de posibles variaciones climáticas. Homologación espacio-temporal y predicciones con base dendro/fitoclimáticas" del Programa Estratégico movilizador de I+D de apoyo a la reforestación del INIA.

SUMMARY

Site phytoclimatic aptitude for *Pinus pinaster* Ait., *Pinus nigra* Arn. y *Pinus sylvestris* L.

The phytoclimatic aptitude model, the climatic assesment of the suitable of taxa for specific places, developed by Allué (1997), has been used to study the sites phytoclimatic *aptitude* for *Pinus pinaster* Ait., *Pinus nigra* Arn. y *Pinus sylvestris* L., in Spain. The special interest of this paper has been taken in applying the results of the *aptitude spectra* of these three species to Covarrubias (Burgos) plots, planted with the species mentioned in 1931.

KEY WORDS: *Pinus pinaster*
Pinus nigra
Pinus sylvestris
Phytoclimatology
Aptitude index
Habitat

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLUÉ ANDRADE J.L., 1990. *Atlas Fitoclimático de España. Taxonomías*. MAPA-INIA, Madrid.
- ALLUÉ ANDRADE J.L., 1995. El cambio climático y los montes españoles. *Cuadernos de la SECF*, nº2, pp.35-64.
- ALLUÉ ANDRADE J.L., 1997. Tres nuevos modelos para la fitoclimatología forestal: Diagnosis, Idoneidad y Dinámica de Fitoclimas. I Congreso Forestal Hispano-Luso, IRATI 1997. Libro de Actas Vol. I, pp. 31-40.
- ALLUÉ CAMACHO C., 1995. Idoneidad y expectativas de cambio fitoclimáticas en los principales sintaxa pascícolas de los montes españoles. Tesis Doctoral, ETSIM, Madrid.
- CÁMARA OBREGÓN A., 1996. Comportamiento y posibles aplicaciones de *Pinus halepensis* Mill. en España. II Reunión de Cambio Climático de la S.E.C.F., Madrid.
- CÁMARA OBREGÓN A., 1997. Idoneidades fitoclimáticas para el Pino carrasco (*Pinus halepensis* Miller) en España. I Congreso Forestal Hispano-Luso, IRATI 1997. Libro de Actas Vol. II, pp. 15-20.
- GRAU CORBÍ J.M., CÁMARA OBREGÓN A., 1997. Fitoclimatología básica de los Pinos negral, blanco y silvestre. I Congreso Forestal Hispano-Luso, IRATI 1997. Libro de Actas Vol. II, pp. 87-92.
- GRAU CORBÍ J.M., 1998. Resultados de 60 años de experiencias en Covarrubias (Burgos): Modelos

- de crecimiento y adaptación ecológica: *P. sylvestris* L., *P. pinaster* Ait. y *P. nigra* Arn. Tesis doctoral entregada en la ETSIM. Universidad Politécnica de Madrid.
- MANRIQUE MENÉNDEZ E., FERNÁNDEZ MELÉNDEZ J.A., GRAU CORBÍ J.M., 1995. Informatizaciones CLIMOAL. Instrucciones de utilización de la versión de 1995. Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.
- MARTÍN BLAS M.T., MANRIQUE MENÉNDEZ E., 1995. Prog. CIMESP/ENCESP, Inédito.